

A PERFECT ALLIANCE.



WHITE PAPER ODU 07 | 2020

SOLUZIONI PER CONNETTORI MINIATURIZZATI AD ALTA VELOCITÀ



SOMMARIO

INTRODUZIONE	2
TESTATI PER USO MILITARE	3
L'IMPORTANZA DELLA MINIATURIZZAZIONE	3
CONSIDERAZIONI SULLE DIMENSIONI	4
VELOCITÀ DI TRASMISSIONE	5
CONSIDERAZIONI DI NATURA ELETTRICA	5
CONSIDERAZIONI DI NATURA MECCANICA	6
CONSIDERAZIONI DI NATURA AMBIENTALE	6
IL VALORE AGGIUNTO DELL'ASSISTENZA	6
APPLICAZIONI MILITARI	7
APPLICAZIONI INDUSTRIALI	7
CONCLUSIONI	8
REFERENZE	8

INTRODUZIONE

Sintesi: per le applicazioni commerciali, sul mercato sono disponibili connettori per cavi di comunicazione ad alta velocità, come Ethernet, USB®, HDMI® e altri, che si caratterizzano per forme e dimensioni differenti, generalmente definite nelle norme sui protocolli che supportano. Per molte applicazioni industriali e in ambienti estremi, esiste la necessità di connettori in versione rinforzata, in grado di prevenire anomalie di funzionamento causate da contaminazioni di fluidi o sporcizia, nonché da possibili danni dovuti a sollecitazioni esterne eccessive. Molti produttori hanno optato per una soluzione tradizionale, creando soluzioni universali che rispecchiano fattori di forma attuali, e ottenendo risultati ibridi in quanto a dimensioni,

prestazioni e usabilità.

Di conseguenza, molti di questi connettori progettati in modo generico presentano un diametro pari o superiore a 30 mm. Il produttore di connettori ad alta velocità ODU ha invece adottato un approccio diverso, sostituendo i connettori standard con una famiglia di connettori rinforzati, dal design esclusivo, con un diametro di soli 11,9 mm, per protocolli quali USB® 3 e 10 G Ethernet.*

Il presente documento prende in esame le sfide affrontate dai produttori nella progettazione di connettori rinforzati per la trasmissione dati ad alta velocità, considerando non solo le dimensioni ma anche fattori quali la semplicità di utilizzo, le prestazioni, la durata e l'affidabilità della trasmissione.

* Tali connettori speciali ODU sono in grado di trasmettere dati secondo protocolli comuni come HDMI® 1.3, USB® 3.2 Gen 1x1, FireWire® e eSATA®, tuttavia non sono connettori standard HDMI®, USB®, FireWire® o eSATA®.

TESTATI PER USO MILITARE

L'attuale evoluzione del programma "Soldato Futuro" punta a un avanzamento tecnologico dei dispositivi concepiti per la fanteria e prevede dispositivi leggeri, miniaturizzati e personalizzati, in grado di migliorare il ruolo specifico di ciascuna categoria di combattenti. Le applicazioni coprono tutte le aree dei dispositivi indossabili militari, impiegati dai soldati, fra cui sistemi di



Fig 1. Luce lampeggiante a LED montata su guanto

comunicazione, computer e sistemi C2, sistemi di navigazione, dispositivi per la visione notturna, mirini elettronici, puntatori e telemetri laser, dispositivi IFF e per il recupero sul campo, rilevatori e localizzatori di colpi di arma da fuoco, batterie, sistemi di distribuzione e generazione dell'alimentazione elettrica,

dispositivi di monitoraggio dello stato fisiologico nonché sistemi per il miglioramento delle prestazioni umane (ad es. esoscheletri). I guanti con luce lampeggiante a LED o fibra ottica ovviano ad esempio alla necessità di dover portare una torcia tradizionale – e al rischio di perderla (figura 1). Analogamente, i dispositivi wireless da polso riducono al minimo il tempo necessario per comunicare con il quartier generale sul campo in situazioni critiche ⁽¹⁾.

In un articolo recente pubblicato in Connector + Cable Assembly Supplier ⁽²⁾, sono stati presentati esempi di dispositivi indossabili concepiti per salvare vite... e non per toglierle. Un programma dell'aeronautica militare statunitense denominato BATMAN (Battlefield Air Targeting Man-Aided kNowledge) ha realizzato un sistema che consente ai componenti della squadra speciale dei Pararescue Jumper (PJ) di gestire efficacemente le situazioni di triage in cui il numero di soggetti in pericolo di vita supera il personale medico disponibile. Il sistema, noto come BATDOK (Battlefield Airmen Trauma Distributed Observation Kit), comprende sensori per la misurazione dei parametri vitali, che possono essere posizionati su ciascun ferito e trasmettono i relativi dati ai dispositivi applicati al polso o al petto, quali smart phone o tablet indossati dal militare. In caso di peggioramento inatteso di un paziente non assistito, un allarme emesso dal dispositivo indossabile avvisa il militare, che può così rivolgere immediatamente la sua attenzione a quel paziente.

L'IMPORTANZA DELLA MINIATURIZZAZIONE

Secondo il team, l'obiettivo complessivo del progetto BATMAN è contribuire ad alleggerire il carico per i componenti della squadra, sia dal punto di vista fisico sia da quello cognitivo. La figura 2 illustra semplicemente quanto sia importante che l'equipaggiamento da combattente sia il più possibile compatto e leggero. Il tablet da polso e il laptop fissato al petto sono di dimensioni ottimali, visto che un formato ancora più ridotto non garantirebbe la lettura agevole del contenuto visualizzato. Tuttavia tali dispositivi potrebbero altresì richiedere un cablaggio di collegamento per l'alimentazione elettrica e la trasmissione dei dati. Entrambi i cavi, illustrati nella

figura 2, presentano uno spessore dettato da vincoli di natura elettrica e fisica.

Il numero di linee di segnalazione nonché i requisiti di conducibilità dei segnali e di schermatura rientrano fra i vincoli di natura elettrica, mentre il fattore fisico principale è la durata. Se i cavi fossero troppo sottili, potrebbero essere troppo delicati per l'uso negli ambienti estremi in cui operano i combattenti. Se troppo spessi, risulterebbero invece meno flessibili e troppo pesanti.

L'ultima categoria di componenti che svolgono un ruolo importante come attrezzatura indossabile dai combattenti comprende i connettori per cavi, anch'essi illustrati nella figura 2, la cui progettazione deve tenere conto di molteplici fattori.

- Devono avere il diametro più piccolo possibile per ridurre il rischio di impigliamento in corpi sporgenti, quali ad es. rami o cespugli presenti lungo il percorso dei militari sul campo.



Fig 2. Militare della squadra speciale dei Pararescue Jumper con dispositivi indossabili

- Devono supportare un'ampia serie di protocolli.
- Non devono influire in modo significativo sulla velocità di trasmissione a seconda del protocollo supportato, garantendo un'impedenza minima nel percorso dati anche in condizioni ambientali estreme.
- Devono essere durevoli per poter essere collegati e scollegati migliaia di volte senza alcuna ripercussione sulle loro prestazioni (quindi in grado di sopportare un elevato numero

di cicli di accoppiamento).

- Devono essere di tipo "breakaway", quindi in grado di staccarsi (cioè disaccoppiarsi se sottoposti a forza eccessiva) in caso di impigliamento del cavo, in modo che il dispositivo cui sono collegati non subisca danni.
- Devono essere resistenti allo sporco e all'acqua e in grado di funzionare in un ampio intervallo di temperatura.

CONSIDERAZIONI SULLE DIMENSIONI

Molti produttori offrono connettori concepiti per l'uso in applicazioni militari e industriali, adottando nella maggior parte dei casi l'approccio illustrato nella figura 3: il semplice incapsulamento di un connettore standard (USB®, Ethernet, HDMI®, FireWire® ecc.¹) in un guscio rinforzato. Il problema legato a tale approccio consiste nel fatto che i gusci sono di diversi diametri, a partire da 25-30 mm e oltre. Se questo diametro può essere accettabile per molte applicazioni industriali, il loro formato e peso non li rende però idonei all'uso nell'equipaggiamento previsto dal programma Soldato Futuro.

Tuttavia c'è almeno un produttore, ODU, che ha adottato una strategia diversa (figura 4). Invece di adattare connettori standard, ha progettato un'interfaccia fisica in grado di rispondere a tutte le specifiche tecniche elettriche e funzionali dei diversi protocolli ad alta velocità, ma in un formato più compatto. La sua serie ODU AMC® di connettori in linea utilizza gusci di dimensioni standard, che per alcuni protocolli possono avere un diametro di soli 11,9 mm, e che offrono molteplici opzioni di configurazione interna maschio/femmina in funzione dei vari protocolli sopra elencati:

- Ethernet (1 Gbps – 10 Gbps)
- USB®, fino a 3.2 Gen 1x1¹
- FireWire® S400¹
- HDMI® 1.3¹



Fig 3. Tipico connettore USB® rinforzato*



Fig 4. Connettore della serie ODU AMC®



Fig 5. Combinazione USB® e Gigabit Ethernet*

¹ a proposito dei protocolli di trasmissione dati fare riferimento a pag. 2

VELOCITÀ DI TRASMISSIONE

Le velocità di trasmissione per i vari protocolli ad alta velocità sono illustrate nella figura 6. Per le aziende produttrici di connettori, la progettazione è finalizzata ad assicurare che i prodotti non solo raggiungano quelle velocità di trasmissione ma che siano in grado di mantenerle in condizioni critiche per periodi di tempo prolungati.

Nel tentativo di offrire soluzioni miniaturizzate paragonabili alla linea di prodotti AMC di ODU, recentemente alcune aziende hanno sfruttato i loro connettori in miniatura esistenti per collegare cavi concepiti per determinati protocolli. Tuttavia questo può provocare una serie di problemi in caso di piggy-backing su progetti basati su specifiche tecniche o programmi non concepiti sin dall'inizio per soddisfare i requisiti attuali. Per esempio sono disponibili diversi connettori in miniatura

contenenti 7 pin. Per un cavo USB® ne servono solo 4, quindi se si utilizza un connettore da 7 pin in un cavo USB®, ne rimangono 3 inutilizzati. In pratica questa soluzione funziona in modo soddisfacente a frequenze più basse, mentre a velocità di trasmissione superiori l'efficienza cala in misura significativa. Per ottenere la massima efficienza in caso di funzionamento nell'intervallo di più gigabit al secondo, è necessario progettare ogni connettore modo specifico in funzione del relativo protocollo di trasmissione.

Alla luce di questo, è opportuno esaminare i principali fattori elettrici, meccanici e ambientali che i produttori devono considerare nello sviluppo di una famiglia di connettori ad alta velocità destinati ad applicazioni industriali o militari gravose.

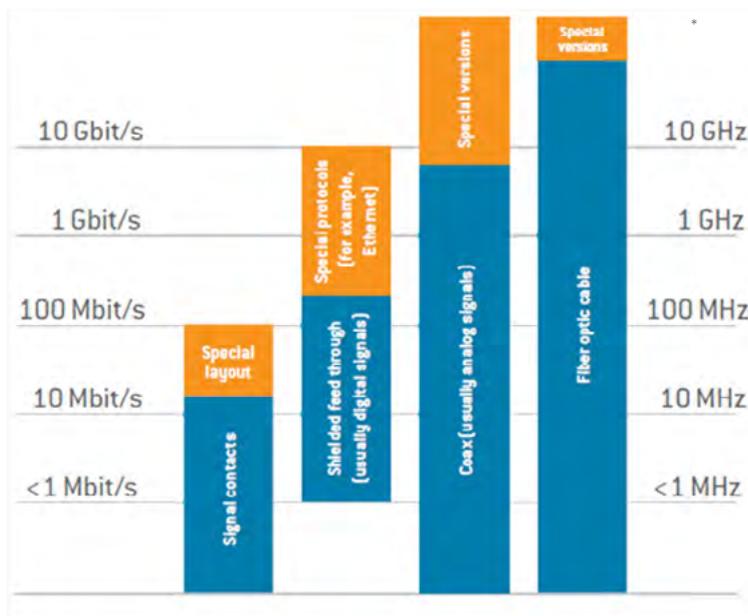


Fig. 6 Protocolli e velocità di trasmissione

VELOCITÀ DI TRASMISSIONE TIPICHE

Gbit-Ethernet	[1 Gbit/s – 10 Gbit/s]
HDMI® 1.3 ¹	[8.16 Gbit/s]
USB® 3.2 Gen 1x1 ¹	[5 Gbit/s]
FireWire® S3200 ¹	[3.2 Gbit/s]
eSATA® 2.0 / 1.5 ¹	[3.0 Gbit/s / 1.5 Gbit/s]
HD-Video	[2.4 Gbit/s]
FireWire® S800 ¹	[800 Mbit/s]
USB® 2.0 ¹	[480 Mbit/s]
Firewire S400	[400 Mbit/s]
Ethernet	[10 Mbit/s – 100 Mbit/s]
VDSL	[52 Mbit/s]
Profibus® ¹	[12 Mbit/s]
USB® 1.1 ¹	[12 Mbit/s]
RS 485	[10 Mbit/s]
FlexRay® ¹	[10 Mbit/s]
CAN-Bus	[1 Mbit/s]
RS232	[500 kbit/s]

CONSIDERAZIONI DI NATURA ELETTRICA

Le prestazioni operative di un connettore dipendono da diverse caratteristiche elettriche, fra cui le seguenti:

- corrente nominale: quanti ampere di corrente riescono a trasportare i pin del connettore senza surriscaldarsi;
- perdita d'inserzione: perdita di potenza da un lato all'altro del connettore; minore è il valore, meglio è;
- perdita di ritorno: una conseguenza di qualsiasi disallineamento fra l'impedenza del sistema e quella del

connettore; tale disallineamento si traduce in una certa riflessione del segnale verso la sorgente, generando potenzialmente errori nei dati in caso di trasmissione ad alta velocità;

- suscettibilità alle interferenze elettromagnetiche (EMI): migliore è la qualità della schermatura intorno ai pin del connettore e ai fili del cavo e minori saranno gli effetti potenzialmente dannosi delle interferenze elettromagnetiche.

¹ a proposito dei protocolli di trasmissione dati fare riferimento a pag. 2

CONSIDERAZIONI DI NATURA MECCANICA

Le caratteristiche meccaniche di un connettore che ne determinano l'idoneità ad applicazioni gravose sono la durata e la reazione alle sollecitazioni fisiche. In questo caso la durata si riferisce al numero di volte che le due metà del connettore possono essere accoppiate e disaccoppiate senza che ne diminuiscano le prestazioni, quindi corrisponde al numero massimo di cicli di accoppiamenti.

Sul campo di battaglia, è altamente probabile che i cavi che collegano dispositivi indossabili (rif. figura 2) siano

fisicamente sollecitati in modo violento, ad esempio per il contatto con il terreno, l'impigliamento in rami. Qualora le metà del connettore non si separino quando sottoposte a sollecitazione fisica, la conseguenza potrebbe essere il loro brusco distacco dall'uniforme del combattente, con possibili danni irreparabili. La capacità di un connettore, cosiddetto "breakaway", di staccarsi nettamente in condizioni gravose è definita "separabilità", un'opzione essenziale per la fanteria.

CONSIDERAZIONI DI NATURA AMBIENTALE

Gli ambienti estremi si possono definire sulla base di numerosi fattori, fra cui rientrano temperature estreme, picchi di umidità, contaminazione da polveri e sporcizia, esposizione a sostanze chimiche e gas e immersione in acqua.

Il grado di protezione contro l'ingresso di particelle di materiale e liquidi è definito dalla norma IEC 60529, che offre uno strumento di valutazione dei prodotti noto come marcatura IP (Ingress Protection). Ad esempio IP67 significa che il prodotto è completamente a tenuta di polveri e in grado di funzionare se immerso in acqua fino a 1 metro di profondità. L'IP68 vale per profondità superiori a 1 metro, spesso inteso dai produttori come riferito a 20 metri e oltre.

IL VALORE AGGIUNTO DELL'ASSISTENZA

Infine, per quanto possa essere elevata la qualità dei connettori al centro o alle estremità di un cavo assemblato, i loro vantaggi possono essere completamente neutralizzati dalla scarsa qualità del cavo o da una maldestra lavorazione. Per ovviare a simili possibili carenze, alcuni produttori di connettori, fra cui ad esempio ODU, offrono ai loro clienti un servizio personalizzato di assemblaggio dei cavi.

APPLICAZIONI MILITARI

Il presente documento si è soffermato sull'importanza dei connettori per cavi di formato e peso ridotto, destinati ad applicazioni previste dal programma Soldato Futuro. Gli stessi vantaggi di connettori, quali la serie ODU AMC®, si riscontrano anche nella maggior parte delle altre applicazioni militari poiché molti componenti interconnessi dell'equipaggiamento si trovano a bordo di veicoli operanti in ambienti ostili. Sia che si tratti di carri armati, fuoristrada, velivoli, missili, imbarcazioni o sottomarini, spazio e peso sono sempre fattori prioritari. In questa sede sono riportati solo alcuni esempi di equipaggiamento montato su veicoli e destinato ad uso militare.

La figura 7 illustra una termocamera utilizzata per l'osservazione, il riconoscimento e l'acquisizione di obiettivi



Fig 7. Termocamera con cavo da 10 Gbps

APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Come accade di frequente, prodotti di punta sviluppati per applicazioni militari soddisfano anche le esigenze di apparecchiature progettate per ambienti industriali estremi. Certamente questo è quanto accaduto nel caso dei connettori miniaturizzati oggetto del presente documento.

La figura 9 illustra uno di questi esempi; una videocamera ad alta velocità che utilizza diversi connettori della linea di prodotti ODU AMC®, montati su pannello. Con una frequenza dei fotogrammi straordinariamente elevata, una fotocamera di questa natura genera di continuo gigabyte di dati che devono essere tempestivamente trasmessi ai dispositivi esterni di

durante operazioni diurne e notturne. I dati delle immagini vengono trasmessi a schermi o dispositivi di trasmissione mediante un cavo ad alta velocità, raggiungendo anche 10 Gbps. Il cavo e il suo connettore devono essere ovviamente molto affidabili e offrire una schermatura ottimale dei segnali.

Il secondo esempio, illustrato nella figura 8, è un'unità di controllo per più dispositivi di comunicazione, in grado di collegare manualmente fino a tre sorgenti a audio a una cuffia. In questo caso, il grado di protezione IP68 dell'unità e dei suoi connettori ne consentono il funzionamento sott'acqua fino a una profondità di 20 metri. I connettori ODU qui illustrati presentano una codifica meccanica che impedisce l'errata connessione dei cavi e una codifica cromatica per agevolare la selezione dei componenti corretti.



Fig 8. Unità di controllo per comunicazione multipla

elaborazione o memorizzazione. L'affidabilità di attrezzature e cavi assume la massima importanza, poiché ogni single point of failure può risultare in una grave perdita di dati immagine. Fra le altre applicazioni industriali che pongono simili sfide per attrezzature e cavi ad alta velocità rientrano le linee di produzione di veicoli, i sistemi di misurazione e prova in laboratorio, le apparecchiature per cure mediche specifiche e, naturalmente, tutti i tipi di mezzi di trasporto.



Fig 9. Fotocamera ad alta velocità con più interfacce

CONCLUSIONI

Un recente articolo pubblicato in Connector + Cable Assembly Supplier (3) evidenzia che il 2015 ha registrato grandi balzi avanti nella tecnologia, molti dei quali resi possibili dall'evoluzione nella progettazione e fabbricazione dei connettori." A guidare tale progresso tecnologico sono state le sempre maggiori esigenze di velocità di trasmissione dati e miniaturizzazione, per stare al passo con la necessità di interconnessione di apparecchiature più veloci e compatte.

Il presente documento ha illustrato il modo in cui i produttori di connettori hanno risposto a tali esigenze attraverso tecnologie innovative, perfettamente applicate da ODU nella serie ODU AMC® concepita per i diversi protocolli. Procedendo di questo passo, di quanto ancora si dovranno rimpicciolire e velocizzare i connettori? Una cosa è certa: i prossimi 3-5 anni saranno per i progettisti di connettori una stagione ricca di nuove stimolanti sfide.

REFERENZE

- [1] <http://www.defensetech.org/2015/06/04/air-forces-batman-drops-in-at-pentagon-lab-day/>
- [2] <http://www.connectorsupplier.com/connectors-for-air-forces-batman-and-batdok-save-lives/>
- [3] <http://www.connectorsupplier.com/2015-connector-product-and-technology-trends-in-review/>
- [4] <http://www.wirelessdesignmag.com/news/2015/11/batmans-friend-batdok-uses-technology-save-lives>

PER SAPERNE DI PIÙ

Per ulteriori informazioni scrivere a sales@odu.de

ODU GmbH & Co. KG

Pregelstraße 11, 84453 Mühldorf a. Inn, Germania
tel.: +49 8631 6156-0, fax: +49 8631 6156-49

Tutte le dimensioni sono espresse in mm. Alcune figure hanno valore esclusivamente illustrativo. Con riserva di modifiche tecniche senza preavviso. 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-connectors.com

ark ApS

5 2233 5

Per scaricare l'intera pubblicazione,
leggere il codice QR.