



Whitepaper

Transport




Fabrikautomatisierung



Anleitung für Ingenieure zum Verständnis von Steckverbindern für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen

Autor: Ronald Velda, Supplier Marketing Director, Connectors, TTI Europe

A close-up photograph of a metal connector, likely a D-sub connector, with several gold-plated pins visible. The background is a solid blue color. The connector is shown from a slightly angled perspective, highlighting its metallic texture and the precision of the pins.

Steckverbinder werden oft als das schwächste Glied zwischen Subsystemen angesehen, und manchmal zu Recht. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass das Steckverbindersystem zu wenig spezifiziert ist, oder dass der Unterschied zwischen den verschiedenen Bewertungssystemen nicht erkannt wird.

Infolgedessen neigen die Ingenieure zu einer Überdefinition der Steckverbinder, um sicher zu gehen, dass sie zuverlässig sind und die Leistung des restlichen Systems nicht beeinträchtigen, oder sie verwenden die Stückliste der Verbindungselemente aus früheren Entwicklungen. Leider kann dies zu Steckverbindern führen, die größer und teurer sind, als sie sein müssen. Dies wurde besonders deutlich, wenn wir Gespräche mit Industrieentwicklern geführt haben, die MIL-Spezifikationen angegeben haben.

Steckverbinder müssen in den unterschiedlichsten Umgebungen zuverlässig funktionieren und zunehmend sowohl Energie als auch Signale übertragen, ohne die Gesamtleistung des Systems zu beeinträchtigen. Feuchtigkeit und elektromagnetische Störungen (EMI) gehören zu den größten Faktoren, wobei das Eindringen von Feuchtigkeit und Staub in vielen Situationen die Hauptsorge ist.

Da die heutigen Systeme auch zunehmend im Platzangebot sehr beschränkt sind, suchen Gerätehersteller nach einer Verbindung zur Übertragung von Daten und Energie in einer einzigen Stecker-/Kabel-Kombination. Mit zunehmender Datenvernetzung und zunehmendem Stromverbrauch muss auch auf die Abschirmung innerhalb des Kabels und des Steckverbinders geachtet werden. Dies ist Triebfeder hinter der Notwendigkeit eines effektiven EMI-Schutzes, da die Geräte enger gepackt sind und sich gegenseitig stören können.

So ist beispielsweise im industriellen Umfeld die Produktionsfläche begrenzt, so dass der Bedarf besteht, immer mehr Elektronik wie Motorantriebe mit höheren Spannungen und speicherprogrammierbare Steuerungen in einem einzigen Schaltschrank zusammenzupacken. Dies veranlasst die Hersteller, einzelne Steckverbinder-Designs zu verwenden, um Platz zu sparen und die Systeme einfacher warten und aktualisieren zu können. Möglicherweise gehen Sie davon aus, dass getrennte Strom- und Datenanschlüsse die beste und billigste Option sind, aber die Verwendung einer einzigen Steckverbinderlösung spart nicht nur Platz, sondern bietet auch das richtige Schutzniveau für die Anwendung. Der Einsatz von High-End-Industrieversionen kann eine größere Bandbreite an Lösungen bieten und ist im Vergleich zu den meisten MILSPEC-Varianten kostengünstiger; außerdem handelt es sich in der Regel um eine ab Lager verfügbare Standardlösung.

EMI muss auch bei der Kombination von Signal- und Leistungskontakten in einem Gehäuse sorgfältig berücksichtigt werden. Dies kann eine stärkere interne Abschirmung erfordern, um strombedingtes Rauschen zu minimieren, kann aber viel einfacher sein als MILSPEC-Steckverbinder, die Dioden und sogar Kondensatorbänke zum Schutz vor elektromagnetischen Impulsen (EMP) beinhalten.

IP-Schutzarten

Innerhalb der Norm IEC 60529 sind IP67 und IP68 die beiden häufigsten Schutzarten gegenüber der grundlegenden IP54-Spezifikation. Die Werte sind auf zwei Ziffern aufgeteilt, welche die Fähigkeit von Steckverbindern widerspiegeln, festen Teilchen und flüssigen Partikeln zu widerstehen, wobei die erste Ziffer die Feststoffe und die zweite die Flüssigkeiten darstellt. Siehe Abbildung 1.

Schutzarten gegen das Eindringen von Wasser und Fremdkörpern (IP)

Die Steckverbinder können insbesondere im ungesteckten Zustand anfällig für das Eindringen von Fremdkörpern wie Feuchtigkeit oder Staub sein. Der Schutz vor diesem Eindringen wird für Steckverbinder durch ihr Gehäuse und die Dichtung zwischen Stecker, Buchse und Kabel oder zwischen einer Buchse und einem Panel gewährleistet. Die Norm IEC 60529 hat den Schutzgrad festgelegt und in mehrere Pegel unterteilt, die durch die IP-Nummer definiert sind, welche die Buchstaben IP gefolgt von zwei Ziffern aufweist. Die erste Ziffer definiert den Schutz gegen das Eindringen von Staubpartikeln, die zweite Ziffer den Schutz gegen das Eindringen von Wasser. Die folgenden Tabellen zeigen die IP-Schutzarten für elektrische Anschlüsse.

IP67

1. Ziffer	Definition
0	Geschützt gegen große Körperflächen, wie z.B. den Handrücken.
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 50 mm.
2	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen durch einen Finger oder einen ähnlichen Gegenstand. Geschützt gegen feste Gegenstände mit einer Größe von mehr als 12,5 mm.
3	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Werkzeug oder dickem Draht. Geschützt gegen feste Gegenstände von mehr als 2,5 mm Größe.
4	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht, einer Schraube etc. Geschützt gegen feste Gegenstände von mehr als 1 mm Größe.
5	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen. Staubgeschützt.
6	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen. Staubdicht.

2. Ziffer	Definition
0	Kein Schutz
1	Geschützt gegen Tropfwasser
2	Geschützt gegen Wassertropfen im 15 Grad Winkel
3	Geschützt gegen Wassertropfen im Winkel von 60 Grad
4	Geschützt gegen Spritzwasser aus jedem Winkel
5	Geschützt gegen Strahlwasser aus jedem Winkel
6	Geschützt gegen starke Wasserstrahlen und schwere See
7	Geschützt gegen die Auswirkungen des vorübergehenden Untertauchen in Wasser. Der Test dauert 30 Minuten in 1 Meter Wassertiefe.
8	Geschützt gegen die Auswirkungen des vorübergehenden Untertauchens. Es gelten die Kundenspezifikationen und es können spezifische Prüfungen erforderlich sein.
9K	Geschützt vor hohem Druck durch Dampfreinigung

Abbildung 1 – IP-Schutzarten-Standard – Quelle Amphenol

So ist beispielsweise IP54: 5 staubgeschützt, während IP54:4 spritzwassergeschützt ist. Für Hochleistungssteckverbinder in rauen Umgebungen ist IP67: 6 staubdicht, während: 7 das Eintauchen in 1 m Tiefe für 30 Minuten überlebt. IP68: 6 ist ebenfalls staubdicht, während: 8 das Eintauchen nach Kundenspezifikation unterstützt.

Das bedeutet, dass es unumgänglich ist, den eigentlichen Test herauszufinden, der zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des Steckverbinders verwendet wird. IP68 könnte bedeuten, dass der Steckverbinder 31 Minuten lang bis zu einer Tiefe von 1,1 m getestet wurde oder 10 Jahre lang bis zu 100 m. Alternativ kann ein gut durchdachter IP67-Steckverbinder auch die Anforderungen der Schutzart IP68 erfüllen, aber da er nicht nach der jeweiligen Spezifikation geprüft wurde, wurde ihm die Schutzart IP68 nicht erteilt.

IP69K bietet Schutz vor Hochtemperatur und Hochdruckwasser und hält eine Dampfdruckreinigung aus. Der Test spezifiziert eine Sprühdüse, die mit Wasser von 80°C bei 80 bis 100 bar (1160-1450 psi) und einem Durchfluss von 14-16 l/min gespeist wird. Die Düse wird zwischen 10 und 15 cm von einem mit 5 min⁻¹ rotierenden Prüfstand in einem Winkel von 0°, 30°, 60° und 90° für jeweils 30 Sekunden gehalten.

Beispiele von Steckverbindersystemen

Amphenol Industrial Operations bietet nun eine neue Serie von robusten Steckverbindern für den Einsatz in rauen Umgebungen an, die sich aus den militärischen Spezifikationen entwickelt hat. Die LPT-(Lean PT)-Familie ist für den Einsatz in den Bereichen Fabrikautomatisierung, Automobil, Hybrid-Elektrofahrzeuge/Elektrofahrzeuge, Energiespeicherung, Energieverteilung, industrielle Messtechnik und Prozesssteuerung vorgesehen.

Abbildung 2 – LPT-Serie von Amphenol – Quelle Amphenol



Die LPT-Steckverbinder basieren auf Amphenols MIL-C-26482 Serie I und der ursprünglichen PT-Serie, haben aber ein Aluminiumgehäuse, das sich im EMI-Schutz als hilfreich erweist. Dieser Metall-Steckverbinder mit verbesserter Struktur verfügt ebenfalls über ein Standard-PT-Gehäuse mit Überwurfmutter, so dass er mit der PT-Serie kompatibel ist. Es gibt fünf Gehäuseformen, darunter Kastensteckdose, Einlochsteckdose, gerader Stecker, Wandmontagebuchse und Kabelanschlussdose, sowie eine Vielzahl von Ausführungen, darunter Schwarz-Zink, Nickel und Grauzink-Nickel.

Der LPT enthält drei Rückhalteclips mit gestanzten und geformten Crimp-Kontakten, die einfach eingesetzt werden können und die Haltekraft gewährleisten. Die Kontakte sind in vergoldet, vernickelt oder verzinkt erhältlich, und die Steckverbinder nehmen Leiterquerschnitte von 22 AWG/0,34 mm² bis 12 AWG/3,5 mm² auf, haben eine Schnellkupplung und 5 Passfedern, um sicherzustellen, dass dem Benutzer beim Einstecken in eine Steckdose keine Fehlsteckung unterläuft. Die Serie ist wasserdicht nach IP67-Standard und selbstlöschend nach UL94 V-0. Die Steckverbinder halten 500 Steckzyklen aus und haben einen Betriebstemperaturbereich von -40° C bis +125°C.

Ebenso bietet die Steckverbinderfamilie TRIM TRIO von Souriau eine gemeinsame Verbindungsplattform für raue industrielle Umgebungen wie Automatisierung und Steuerung, Bühnen- und Architekturbeleuchtung, Energie, Offroad, Bergbau und Eisenbahnen.

Die Familie ist gekennzeichnet durch Kunststoff-Rundsteckverbinder, Metall-Rundsteckverbinder, hohe Steckzyklen, gemischte Leistungs-/Signalübertragung sowie rechteckige Kunststoffgehäuse, die alle die gleiche, speziell entwickelte Kontakttechnologie verwenden. Es kann ein Trio von Kontaktypen verwendet werden: bearbeitet, gestanz & geformt, außerdem High-Speed. Dies vereinfacht die Lieferkette, reduziert die Komplexität der Produktion und ermöglicht dem Konstrukteur einen einfachen Wechsel von einer Serie zur anderen.

Mit dieser Kontakttechnologie und basierend auf dem gleichen Steckverbinderkonzept sind die Serien UTS, UTG und UTO austauschbar und steckbar. Siehe Abbildung 3. Diese Serien bieten darüber hinaus das Schnellkupplungssystem mit 1/3-Gang-Bajonettkopplung an. Der UTO ist aus Zink und Aluminiumlegierung gefertigt, um eine vollständige EMI-Abschirmung mit IP67, IP68 & IP69K im gesteckten Zustand zu gewährleisten, während der UTS aus robustem Kunststoff eine leichtere Option bietet, beide in wasserdichter Schutzart IP68/69K. Auch in der leichten Bajonett-Ausführung UTG sind Mehrwege-Verbindungsmöglichkeiten erhältlich.



Figure 3: Souriau – UTO series – source Souriau

Bei der UTL-Serie handelt es sich um einen Push-Pull-Steckverbinder, der alle modernen Sicherheitsstandards erfüllt und eine schnelle und hörbare Blindsteck-Entwicklung bietet. Diese Serie ist außerdem UV-beständig und entspricht der Schutzklasse IP68/69K.

Die Metallgehäuse des UTO sind robust und widerstandsfähig gegen alle Umwelt- und mechanischen Anforderungen für Innen- und Außenanwendungen. Unter mehreren Merkmalen bietet UTO Möglichkeiten zur Abschirmung, Abdichtung und zum Salzsprühen durch 8 Gehäusegrößen, 27 Einsatz-Anordnungen, und die Serie ist kombinierbar mit den Steckverbinderfamilien UTG, UTP und UTS. Für Einzelsteckverbinder-Systeme können gemischte Leistungs- und Signal-Layouts mit einer EMI-Dämpfung von 98 dB bei 1 MHz integriert werden, um die Anforderungen der UL- und IEC-Standards zu erfüllen.



Figure 4: TE Motorman connector – source TE Connectivity

Die dynamischen Steckverbinder der Schutzart IP68/69K sind für Anwendungen konzipiert, die kontinuierlich unter Wasser stehen oder Schutz vor routinemäßiger Dampfdruckreinigung und Staubschutz benötigen, und sie können bis zu 500 Steckzyklen validiert werden. Außerdem sind sie 48 oder 96 Stunden lang vor Salzsprühnebel geschützt, ohne dass die mechanische und elektrische Funktionalität beeinträchtigt wird.

Ein Bereich, in dem die Kombination von Leistungs- und Signalleitungen besonders wichtig ist, sind dezentrale Servomotoren, die normalerweise über ein deterministisches System verbunden und über ein separates Kabel mit Strom versorgt werden. Der Motorman-Hybridstecker von TE integriert Kommunikation, Signal- und Leistungsübertragung von lokal gesteuerten Motoren in einem einzigen kompakten rechteckigen Steckverbinder und unterstützt außerdem zwei schnelle Ethernet-Buchsen, um die Vernetzung von Motoren zu ermöglichen; sie bieten dadurch den Vorteil der Echtzeit-Automatisierung.

Die geringere Größe des Hybridsteckverbinders ermöglicht eine erhebliche Platzersparnis im Vergleich zu herkömmlichen rechteckigen Industriesteckverbindern, und sie senkt die Kosten durch Reduzierung des Gesamtverkabelungs-Aufwands sowie durch Verkürzung der Kabellänge. Der Steckverbinder vereint Signal, Stromversorgung und Daten in einem kompakten, rechteckigen Gehäuse. Das 3-in-1-Design reduziert die Gehäusegröße um bis zu 50%, was mehr Flexibilität und Platz in der Maschinenarchitektur schafft. Gleiches gilt für die Kabel, bei denen bis zu 50% eingespart werden können. Auch die Kabellängen können um bis zu 70% verkürzt werden.



Figure 5: Smiths Interconnect M23 series – source Smiths Interconnect

Wie der Name schon sagt, ist der M23-Steckverbinder von Smiths Interconnect kompatibel zu herkömmlichen M23-Steckverbindern, verwendet aber Crimp-Kontakte für verschiedene Querschnitte und verschiedene Arten von Kabelklemmen, um eine 360° EMV-Abschirmverbindung für raue Umgebungen bereitzustellen. Die Verwendung von Crimp-Kontakten ermöglicht eine gleichbleibend hohe Verbindungsqualität und reduziert die gesamte Installationszeit eines Steckverbinders durch Minimierung der Anzahl der Betätigungen.

Die M23-Steckverbinder sind entweder mit bearbeiteten oder mit gestanzten Kontakten erhältlich. Die gestanzten Kontakte werden auf einer Rolle geliefert und zeichnen sich durch ein offenes Crimphülsen-Design aus, wodurch sie für Anwendungen mit größeren Stückzahlen geeignet sind, die einen vollautomatischen Prozess erfordern. Bearbeitete Kontakte verfügen über eine geschlossene Zylinderkonstruktion für Handwerkzeuge.

Die offenen Crimp-Kontakte können ein breiteres Spektrum an Drahtstärken aufnehmen und so die Anzahl der Kontakttypen begrenzen, die bei Anwendungen mit gemischten Kabelgrößen erforderlich sind. Diese richten sich an motorische Antriebsanwendungen wie Werkzeugmaschinen, Roboter, Förderanlagen, Handhabungsmaschinen und Aufzüge.

Fazit

Durch die Wahl des richtigen Lieferanten und der richtigen Spezifikation für den Umweltschutz für ein Steckverbinder-System lassen sich die Kosten für die Überplanung eines Systems vermeiden, und Sie sollten diese Lösungen frühzeitig in Ihrem Entwicklungszyklus berücksichtigen. Da die Nachfrage nach Einzelsteckverbindern steigt, die Strom- und Signalleitungen kombinieren, um Platz in Industrieanlagen zu sparen, ist die Versuchung groß, die Verbindungsplattform mit der höchsten Leistung zu wählen, um die Zuverlässigkeit und Leistung des Systems zu gewährleisten. Dies kann jedoch zu höheren Kosten führen.

Durch die Identifizierung der Umgebungsanforderungen, vom Eindringen von Staub und Wasser bis hin zu EMI-Störungen, können die Ingenieure die Verbindung optimieren und aus einer Vielzahl von Gehäuse- und Kontaktoptionen ihre Wahl treffen. Dies würde auch ein kostengünstigeres und komplexeres Netzwerk mit geringerem Platzbedarf ermöglichen.



Über TTI

TTI Inc. ist der weltweit führende Spezialist für Passive und elektromechanische Bauelemente, Steckverbinder sowie Diskrete Halbleiter, Schaltnetzteile und Sensoren. Ausgewählte Lieferanten sowie unterschiedlichste Logistik-Lösungen unterstützen Kunden in den Marktsegmenten Industrie, Transportation, Luft-, Wehr-, und Raumfahrttechnik sowie in der Haushalts- und Unterhaltungselektronik.

Die Produktpalette von TTI umfasst Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Steckverbinder, Diskrete Halbleiter, Opto Elektronische Bauelemente, Elektromagnetische Bauelemente sowie Bauteile für den Schaltkreisschutz. Das Angebot umfasst außerdem Kabel und Drähte – diese auch konfektioniert; Netzteile, Entwicklungskits, Sensoren und Elektromechanische Bauelemente.

Übersichten und Informationen zur Marktentwicklung und Technologie sowie Updates etc. stellt TTI über das MarketEye Research Center zur Verfügung. Kunden können hier Fachbeiträge, technische Seminare, RoHS, allgemeine Seminare, Industrieforschungsberichte und vieles mehr abrufen.

Die TTI Produktpalette, kundenorientierter Service sowie die angebotenen Logistiklösungen machen TTI zum bevorzugten Distributor (CMP Publications). Weltweit beschäftigt TTI über 5600 Mitarbeiter an mehr als 100 Standorten in Europa, Amerika und Asien.

Europäischer Hauptsitz:

TTI, Inc.
Ganghoferstr. 34
82216 Maisach-Gernlinden
Deutschland
Tel.: +49 (0)8142 6680 – 0
Fax: +49 (0)8142 6680 – 490
Email: sales@de.ttiinc.com
www.ttieurope.com

Copyright © TTI, Inc. All Rights Reserved.