Ist Ihr Netzwerk fit für höhere Datenraten?

Auswahl des richtigen Steckverbinders

Vertreter der neuen Schnittstelle 4.3-10

Wenn man sich für klassische Steckverbinder wie 7/16, N oder 4.1/9.5 entscheidet oder für die neue Schnittstelle 4.3-10, so kann das einen erheblichen Einfluss auf die Leistung eines bestimmten Netzwerks haben.

Es gibt mehrere wichtige Überlegungen bei der Auswahl eines Connectors, einschließlich des Netzwerk-Designs und der Auswahl des mobilen Telekommunikationssystems. In diesem Artikel werden die beiden Kategorien von Steckverbindern „klassisch“ und „neu“ verglichen und gegenübergestellt und es werden ihre elektrischen und mechanischen Unterschiede hervorgehoben, sodass die Leistungsfähigkeit in bestimmten Anwendungen besser eingeschätzt werden kann.

Zukunftsfähigkeit gefragt

Ein solcher Fall sind z.B. Long-Term-Evolution-Netzwerke (LTE), die mit 100 Mbit/s eine hohe Datenrate aufweisen. Eine höhere Übertragungsrate, wie sie etwa 5G mit sich bringen kann, wird PIM-Schwachstellen (Passive Intermodulation) in heutigen Netzwerken mit Frequenzduplex aufdecken. Netzwerke der vierten Generation erfordern daher eine überlegene Übertragungs-Performance, viel höher als bei früheren Generationen.

Netzbetreiber stehen auch vor der Herausforderung der Aufrechterhaltung der Kundenbindung in einem unversöhnlichen Wettbewerbsumfeld. Eine Basis für Zukunftsfähigkeit ist eine geringe Netzwerk-PIM. Entsprechende PIM-Tests sind daher jetzt unerlässlich. Einer der Hauptvorteile der neuen 4.3-10-Schnittstelle ist seine Zuverlässigkeit in Bezug auf PIM.

Die Größe eines Steckverbinders hat in heutigen anspruchsvollen Anwendungen einen großen Einfluss auf die Qualität der Übertragung. Mast- oder Dachinstallationen erfordern leichte Produkte und daher sehen wir einen Trend zur Miniaturisierung von RRHs (Remote Radio Heads). Außerdem schrumpft der Platz für HF-Ports, doch MIMO-Antennensysteme erfordern mehr Antennenleitungen. Reduzierter Platzbedarf und eine höhere Anzahl von Ports erfordern Anschlüsse, die näher beieinander positioniert werden können, ohne dass Werkzeuge wie Drehmomentschlüssel benötigt werden.

Historische Schnittstellen und ihre Leiden

Der N-Steckverbinder ist ein wetterfester mittelgroßer HF-Steckverbinder mit Gewinde. Er wurde in den vierziger Jahren erfunden und war einer der ersten Steckverbinder, die Mikrowellenfrequenzen übertragen konnten.

Die 7/16-Schnittstelle wurde in den sechziger Jahren entwickelt und wird auch in Mobilfunknetzen und Basisstationen verwendet wie auch bei anderen Kommunikationsgeräten. Vor 50 Jahren waren große Kabel und hohe Sendeleistungen eine Herausforderung für die Schnittstelle vom Typ N. In der Vergangenheit hatte die 7/16-Schnittstelle einen geschlitzten Außenkontakt. Kurz nachdem PIM mehr und mehr zu einem Thema wurde, ersetzte man den Schlitzkontakt durch einen festen äußeren Kontakt. Der Schlitzkontakt ergab zusätzlich zu dem nicht definierten Radialkontakt einen Frontkontakt. Um PIM in den Griff zu bekommen, benötigt man einen genau definierten Kontakt, sei es ein Radial- oder Frontkontakt. Unsicherheit im Kontakt kann zu einer schlechten PIM führen. Ein fester äußerer Kontakt, wie er beim 7/16-System verwendet wird, bietet bessere Leistungen bezüglich PIM. Um die elektrische Performance zu gewährleisten, muss ein hohes Drehmomentkraft vorhanden sein, wenn man die beiden Steckverbinderteile miteinander verbindet.

Der Steckverbinder vom Typ 4.1-9.5 wurde in den siebziger Jahren entwickelt und in den neunziger Jahren sporadisch in Telekommunikationsanwendungen eingesetzt, und zwar in Anwendungen, die einen robusteren Steckverbinder als

Bild 1: N-Typ (links), 7/16-Schnittstelle (Mitte) und Typ 4.1-9.5 (rechts)

Quelle: 4.3-10: choosing the right connector, White Paper, Ausgabe 2014, von Claudia Bartholdi, Produktmanagerin RF-Abteilung, Huber + Suhner AG, Herisau, Schweiz übersetzt von FS

N erfordern, aber nicht genug Platz für einen 7/16-Steckverbinder boten.

Bild 2 ist eine Impression der drei Typen. Alle diese klassischen Schnittstellen haben einen Frontkontakt. Dies bedeutet: Es ist ein starker Druck erforderlich, um die Anzahl der Kontaktpunkte auf der Vorderseite zu maximieren, um eine stabile PIM-Leistung zu erreichen. Der 7/16 benötigt wegen der größeren Fläche und der Dimensionierung der Schnittstelle ein Drehmoment von min. 25 Nm zwecks Sicherstellung der elektrischen Werte für eine zuverlässige Verbindung. Der 4.1-9.5 benötigt ein geringeres Drehmoment und seine Dimensionierung der Grenzfläche ermöglicht mehr Kontaktfläche zwischen Stecker und Buchse. Der N-Stecker hat einen Größenvorteil und einen geringeren Drehmomentbedarf im Vergleich zu den genannten zwei Schnittstellen, aber folglich ist die PIM-Leistung nicht so gut wie bei den 4.1-9.5- oder 7/16-Anschlüssen.

Ein anderes Problem bei diesen Schnittstellen besteht darin, dass das Drehmoment unter Vibration oder bei Bewegung verlorengehen könnte. Bei allen drei Schnittstellen sind die elektrischen Parameter stark vom Drehmoment abhängig. Wenn während der Installation ein falsches Drehmoment aufgebracht wird, dann ist die Leistung in Bezug auf PIM und Return Loss nicht vorhersehbar. Die kritischen Oberflächen für gute elektrische Leistungen liegen bei der 7/16-Schnittstelle auf der Buchsenseite und bei 4.1-9.5 auf der Steckerseite (s. Bild 2). Die Steckverbinder sind während ihres Lebenszyklus´ empfindlich gegen versehentliche Beschädigungen. Abrieb und physikalisch beschädigte Oberflächen tragen zu instabilen PIM-Leistungen bei.

Evolution zu 4.3-10

Huber + Suhner ist aktiver Partner einer Entwicklungsfirmengruppe, die innovative Lösungen für den Telekommunikationsmarkt anbieten soll. Das neue 4.3-10-Steckverbindersystem wurde entwickelt, um den steigenden Leistungsanforderungen von Mobilfunkgeräten gerecht zu werden. Dabei wird auch die Größe reduziert, um die laufenden Anforderungen an die Platzreduzierung zu erfüllen. Das System 4.3-10 erfüllt die Anforderung an die Kompaktheit mit der Fähigkeit, in einen 1-Zoll-Flansch (25,4 mm) zu passen. Es ist auch deutlich leichter als andere HF-Schnittstellen, und zwar um bis zu 60%. Diese neue Schnittstelle bietet sehr gute PIM-Leistung zusammen mit Gewichts- und Größenvorteilen.

Funktionen und Vorteile des 4.3-10-Systems

Ein wesentliches Merkmal dieses Verbinders ist die Trennung der elektrischen und mechanischen Ebene. Dies impliziert eine andere Art der Kontaktaufnahme mit dem äußeren Kontakt. Die vordere Kontaktkraft, die für Schnittstellen wie N , 7/16 oder 4.1/9.5 nötig ist, wird mit 4.3-10 nicht mehr benötigt. Der Kontakt wird radial realisiert, was eine geringere Kraft für die Maximierung der Kontaktpunkte ermöglicht. Dies ist eine etablierte Kontaktmethode, sie ermöglicht ein höheres Maß an Kontaktsicherheit. Dies ist nicht vergleichbar mit dem Schlitzkontakt der 7/16-Schnittstelle, an der ein zweifaches Maß an Unsicherheit erzeugt wird.

Die Entkopplung der elektrischen und mechanischen Ebene gibt die Möglichkeit, die Verbindung mit einem niedrigeren Kupplungsdrehmoment zu realisieren. Es besteht keine Notwendigkeit mehr für einen hohen Drehmomentwert. Im Gegenteil, diese Konstruktion erleichtert sogar eine Handschraubenlösung oder eine Push-Pull-Konstruktion aufgrund ihres innovativen Designs. Der Kopplungsmechanismus beeinflusst PIM oder Return Loss nicht mehr und alle drei Konfigurationen (Schraube, Handschraube oder Push-Pull) sind auf die gleiche Weise durchzuführen. Dabei kann sich das Kabel auch drehen, ohne die zuverlässige Verbindung zu beeinträchtigen.

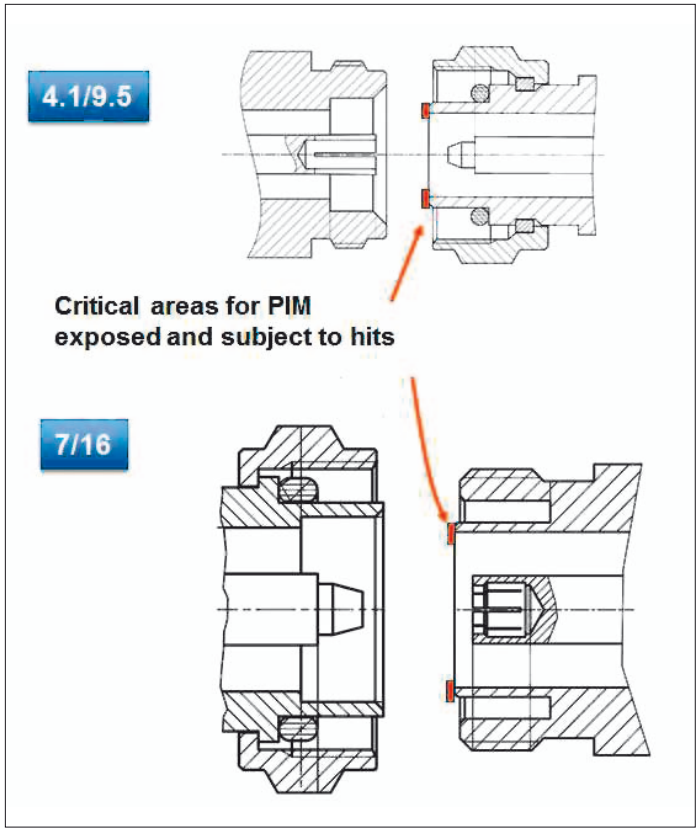

Bild 2: Kritische Kontaktbereiche, wenn es um PIM geht

Die 4.3-10-Schnittstelle zeichnet sich durch geschützte Kontaktflächen aus, der Stecker ist robuster, der Steckvorgang häufiger wiederholbarer, auch wenn der Stecker vor Ort schlecht gehandhabt wird. Alle Kupplungsmechanismen (Schraube, Handschraube und Druck/Zug) haben die gleichen PIM- und Return-Loss-Leistungen. Sie verwenden die gleiche Universalbuchse, was hohe Flexibilität für den Endbenutzer bei der Installation bedeutet. Für Kunden, die werkzeuglose Lösungen bevorzugen, sind die Handschrauben- oder Push-Pull-Anschlüsse die nahezu perfekte Wahl. Die Installation ist sehr einfach und intuitiv und besonders geeignet für Mehrfachinstallationen in sehr engen Räumen. Für Anwendungen, die eine sehr geringe HF-Leckage erfordern, ist der Schraubentyp mit 5 Nm Drehmomentanforderung am besten geeignet.

Die Abmessungen des 4.3-10 ermöglichen es, dass das Design und die Kupplung in einen 25,4-mm-Flansch passen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, Module mit hoher Dichte zu entwerfen. Auch die Tatsache, dass die Versionen „Handschraube“ und Push-Pull keinen Drehmomentschlüssel erfordern, ermöglicht die Steigung auf 25,4 mm (1 Zoll). Da keine hohen Drehmomenteinstellungen mehr erforderlich sind, kann das Panel viel leichter ausgeführt werden und recht dünn sein in der Wandstärke. Dies gilt für alle drei Arten von Verbindungstypologien.

Anwendungen

Der neue Typ 4.3-10 ist die beste Wahl für Anwendungen in neuen Basisstationen sowie für Lösungen für verteilte Antennensysteme (DAS), Gebäudearchitektur und kleine Zellen (5G). In Basisstationen kann der Typ 4.3-10 für Verbindungen sowohl im

Remote-Funkkopf als auch für die Schnittstelle an der Antenne und an den Jumpern verwendet werden. Im Multi-Operator/ Multi-Band-DAS, deswegen, weil hier HF-Signale kombiniert, terminiert oder verteilt werden müssen. In Anwendungen mit kleinen Zellen eignet sich der 4.3-10 besonders wegen der herausfordernden Platzbeschränkungen und hohen Anforderungen an die elektrische Leistungsfähigkeit.

Fazit

Mit der starken Zunahme der drahtlosen Datennutzung wird die Netzwerkinfrastruktur sowohl im Gebäude als auch im Freien eingesetzt und muss eine ausreichende Abdeckung und Bandbreite bieten, um eine große Datenmenge verarbeiten und transportieren zu können. Darüber hinaus wird die Verwendung von Daten zunehmend auf Bereiche mit einer hohen Benutzerdichte beschränkt. Große Bürogebäude, konzentrierte Wohngebiete, öffentliche Gebäude wie U-Bahn-Stationen, Flughäfen, Sportarenen oder Kongresszentren erfordern Infrastrukturlösungen, die optimale Effizienz bieten. Gleichzeitig müssen Deckungs- und Kapazitätsprobleme gelöst werden. Signale verschiedener Mobilfunkbetreiber mit verschiedenen Frequenzen müssen berücksichtigt und neu verteilt werden, um eine optimale Abdeckung ohne gegenseitige Einmischung zu gewährleisten. Auch Signalqualität und Zuverlässigkeit werden zu einem Differenzierungsmerkmal für die Betreiber.

Mit den heutigen Anforderungen an Kompaktheit, Robustheit, einfache Installation und sehr hohe Zuverlässigkeit bei den elektrischen Leistungen ist der Typ 4.3-10 ist die ultimative Wahl. Mit seiner reduzierten Größe, ausgezeichneten elektrischen Leistung unabhängig vom aufgebrachten Drehmoment und innovativen Kupplungsmechanismen bietet das Produkt 4.3-10 signifikante Kundenvorteile und Wettbewerbsvorteile bei der Anwendung in Kommunikationssystemen. ◄

Vergleichstabelle der Leistungsmerkmale

			DIN 7/16	4.3/10	DIN 4.1/9.5	N
			IEC 61169-4	IEC 61169-54	IEC 60169-11	IEC 61169-16
		Condition				
Electrical data	**Frequency range**		DC to 7.5 GHz	DC to 12 GHz	DC to 14 GHz	DC to 18 GHz
	PIM typ.	**with proper torque typical**	-162 dBc (2 x 43dBm)	-166 dBc (2 x 43 dBm)	-162 dBc (2 x 43 dBm)	-155 dBc (2 x 43 dBm)
		not properly screwed	*Unstable*	*-166 dBc (2 x 43 dBm)*	*Unstable*	*Unstable*
	RL	**with proper torque typical**		DC-3 GHz ≥ 36 dB 3-6 GHz 32dB	DC - 2GHz > 36 dB 2 - 6GHz > 26 dB	DC - 2.5GHz > 34 dB 2.5 - 5GHz > 32 dB
		not properly screwed	*not predictable*	*equal*	*not predictable*	*not predictable*
	RF leakage	**with proper torque typical**	≥ 128 dB@1 GHz	≥ 120 dB @ DC to 6 GHz (Type 1) ≥ 90 dB @ DC to 3 GHz (Type 2, 3) ≥ 70 dB @ 3 to 6 GHz (Type 2, 3)	≥ 128 dB@1 GHz	≥ 90 dB @ 2 bis 3GHz
		not properly screwed	*not predictable*	*≥ 90 dB @ DC to 3 GHz*	*not predictable*	*not predictable*
Mechanical data	**Coupling**		Screw	Type 1: Screw Type 2: Hand Screw Type 3: Push pull or Quick-lock	Screw	Screw
	Torque		25 - 30 Nm	5 Nm (type 1)	10 Nm	3 Nm
	Interface rotation		Not possible	possible with type 2, 3	Not possible	Not possible
	Flange (Pitch)	**pitch for a regular torque wrench**	32 (40) mm	25.4 (25.4) mm with type 2, 3	25.4 (32) mm	25.4 (32) mm
	Operation		≥ 500	≥ 100	≥ 500	≥ 500
	Weigth/Size		100%	60%	60%	0.4
diverses	**IP rating**		IP 68	IP 68 (25m)	IP 68	IP 68
	Disadvant.		Size. Electrical reliability dependent on torque. Electrical contact parts exposed.		Electrical reliability dependent on torque. Electrical contact parts exposed	Buckling and PIM problems