

5



Messkabel optimal auswählen

VOR dem Kauf die richtigen Fragen stellen.
Wissenswertes von Messingenieur Dipl. Ing. (FH) Stefan Burger | DeltaGamma RF-Expert

Zum Autor Stefan Burger

erhielt 1986 sein Diplom als Ingenieur (FH) von der University of Applied Science, Offenburg. Bis 1990 blieb er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität und wechselte dann in die Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Endress + Hauser in Maulburg.

Dort war er bis 2001 in die Entwicklung der Füllstandmessgeräte auf RADAR Basis eingebunden und unter anderem für die Betreuung der RADAR Module, die Entwicklung von Antennen und druckfesten HF-Durchführungen verantwortlich.

Danach arbeitete er von 2001 bis 2011 bei Panasonic Electronic Devices in Lüneburg an Filtern und Duplexern für Basis Stationen, SAW Filtern und war für die Life Time und Power Durability Simulation zuständig.

Im Jahr 2012 gründete er in Hampton, Australien, sein eigenes Unternehmen Delta Gamma Consultant (www.delta-gamma.com). Seit 2014 ist er als exklusiver Berater im Bereich HF- und Mess-Technik für das Unternehmen el-spec GmbH, Geretsried tätig.

5

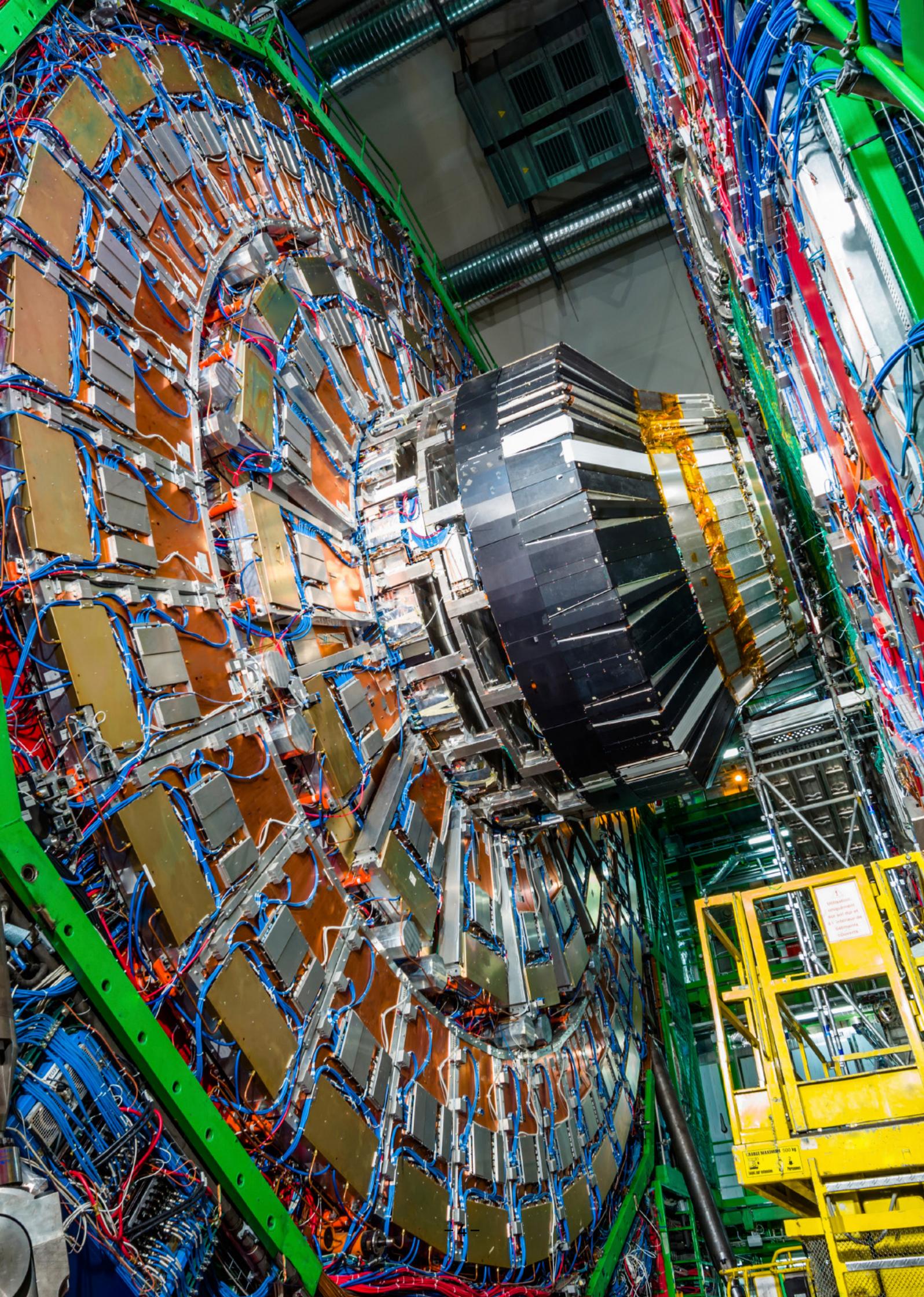
Messkabel optimal auswählen

VOR dem Kauf die richtigen Fragen stellen.

Wissenswertes von Messingenieur Dipl. Ing. (FH) Stefan Burger | DeltaGamma RF-Expert

Inhalt

Vorbereitung	5
Teuer gleich gut?.....	5
Die richtigen Kriterien	6
Beispiel Knickschutz.....	6
Kosten über Performance?.....	7
Lebensdauer und Beanspruchung?	8
Fazit	9



Das optimale Messkabel findet sich nicht per Zufall, sondern nach genauer Abwägung aller in Frage kommenden Kriterien

Wie man die richtigen Fragen stellt, und ob teuer gleich gut ist, haben wir für Sie einmal zusammengetragen. Geholfen hat uns dabei der Messingenieur Stefan Burger. Der gebürtige Freiburger ist Inhaber der Beratungsfirma Delta Gamma RF-Expert in Hampton, Australien und er ist immer wieder auch in Deutschland unterwegs.

Frage: Herr Burger, ist es wirklich so schwierig, die richtige Kombination aus Steckverbinder und Kabel zu finden? Eigentlich ist es doch immer das Gleiche: Analyzer einschalten, Kabel anschließen, Applikation verbinden und Werte ablesen...

Stefan Burger: Wenn es so einfach wäre. Es ist nun einmal so, dass jedes Kabel von seinem Hersteller auf verschiedene Fähigkeiten und Eigenschaften hin getrimmt wird. Das beginnt bei der sehr genauen Auswahl der verwendeten Materialien, geht weiter bei der durchdachten Verarbeitung und Anordnung der verschiedenen Layer und endet bei der exakten Konfektionierung mit dem optimalen Steckverbinder. Hier gibt es schon massive Unterschiede bei den selben Kabeltypen, denn nicht alle Hersteller arbeiten mit der gleichen Hingabe und nach den gleichen Kriterien. Aber es kommt auch auf das Wissen und die Erfahrung der Ingenieure an. Mitunter ist die Aufgabe auch vollkommen unkritisch und kann mit simplen, billigen Kabeln vom Discounter erledigt werden. Meist aber kommt es doch auf die Nachkommastellen an und da ist der Techniker, wenn er seinen Beruf und sein Unternehmen ernst nimmt, auf ein verlässliches Markenkabel angewiesen.

Frage: Aber ein Markenkabel ist doch in der Regel ein teureres Kabel. Kann man dann sagen, teuer ist immer die beste Wahl?

Stefan Burger: Nun, es ist schon richtig, dass die Kosten für Messkabel von Markenherstellern, wie Gore, Teledyne Storm oder Harbour Industries, die in der Regel einen großen Aufwand bezüglich Forschung und Entwicklung betreiben, manchmal deutlich höher sind, als die vom NoName Discounter.

Aber auch zwischen den Top Herstellern gibt es ganz schöne Unterschiede und ob sich da die teils enormen Aufpreise wirklich lohnen, würde ich nicht in jedem Fall unterschreiben.

Frage: Werden wir doch etwas konkreter. Welche Tipps können Sie denn einem Messtechniker geben? Wie findet er das optimale Kabel für seine spezielle Applikation?

Stefan Burger: Während meiner Besuche in Deutschland habe ich den Ingenieur und Geschäftsführer der Firma el-spec GmbH, Thomas Weber kennengelernt. Dieser war gerade auf der Suche nach einer neutralen Bewertung der Produkte eines seiner wichtigsten Partner, der Firma Teledyne Storm Microwave.

Ich habe mich daher vor allem mit diesem Hersteller beschäftigt, gemessen und verglichen, und dabei Verschiedenes herausgefunden, das dem einen oder anderen Leser sicher weiterhilft.

Die wichtigste Frage, die sich der Techniker ganz zu Beginn stellen muss, ist die, welche Kriterien für das Erreichen seiner Ziele entscheidend sind und in welcher Werte-Reihenfolge. Weil, die berühmte eierlegende Wollmilchsau gibt es einfach nicht. Wo das eine Kabel extreme Temperaturen aushält, aber hohem Druck nicht gewachsen ist, kann das andere nicht bis 50 GHz eingesetzt werden oder es verliert seine Phasenstabilität beim Bewegen und Biegen. Natürlich ist auch das zur Verfügung stehende Budget nicht außer Acht zu lassen.

Frage: In welchen Bereichen macht denn jetzt das von Ihnen untersuchte Qualitäts-Kabelportfolio des amerikanischen Herstellers mehr Sinn, als das erwähnte NoName Produkt?

Stefan Burger: Der Einsatz der höherpreisigen Teledyne Kabel macht dort Sinn,

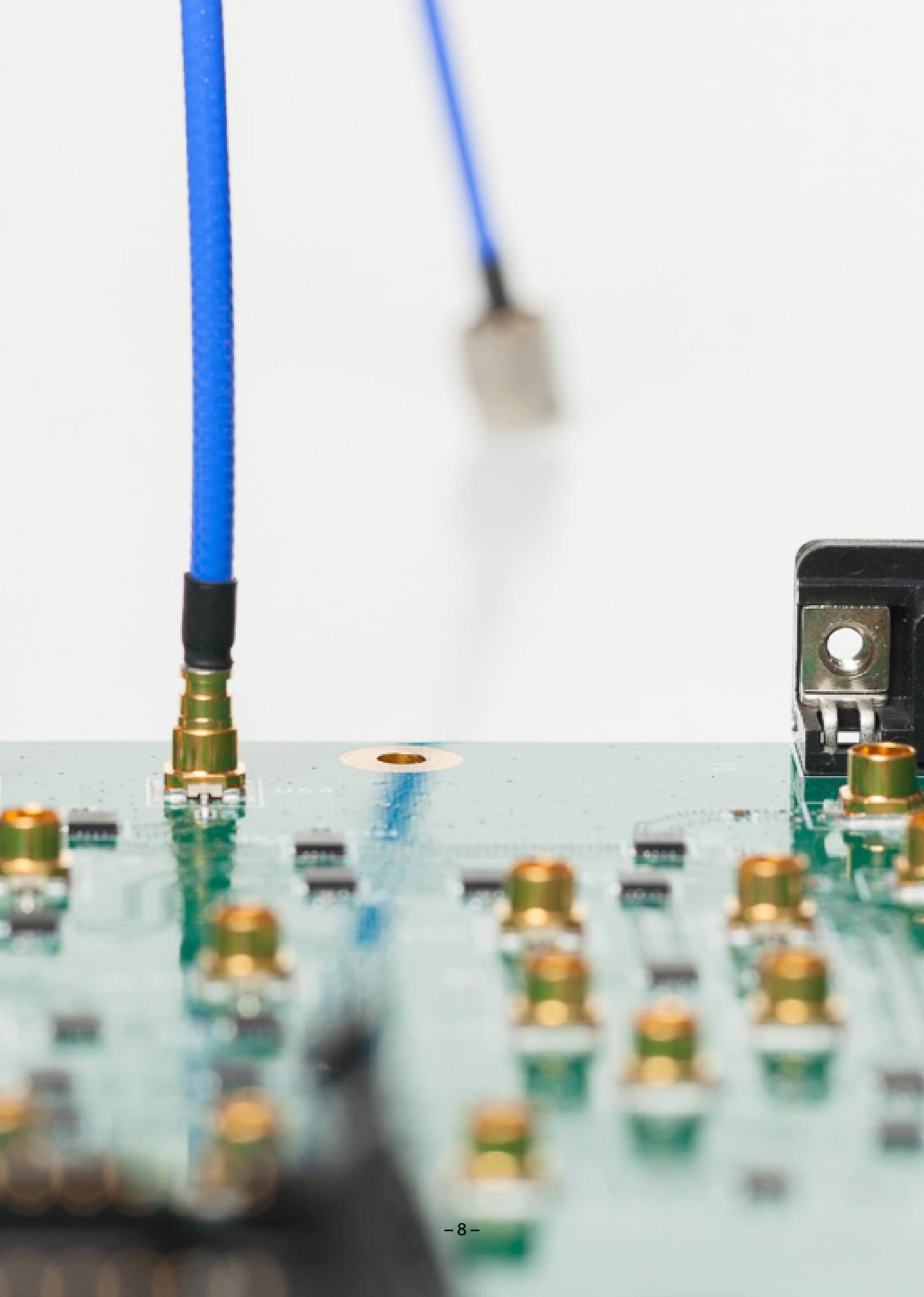
- wo extreme Zuverlässigkeit oder Langlebigkeit wichtig sind,
- wo Qualifikationen nach Raumfahrt-, Militär- oder anderen Sicherheitsstandards erforderlich sind,
- wenn extrem genaue HF- oder messtechnische Parameter den Ausschlag geben, wie niedrigste Verluste, hohe Schirmung, sehr gute Phasenstabilität oder hohe Wiederholgenauigkeit, oder eine Kombination einiger dieser Eigenschaften gefragt ist.

Gerade der erste Punkt beginnt bereits dort, wo man selten hinschaut und ist ein gutes Beispiel für den „feinen“ Unterschied: der Knickschutz. Wie jeder weiß, ist der empfindlichste Bereich bei einem Messkabel der Übergang vom Kabel in den Steckverbinder. Die mechanische Belastung ist hier besonders groß und hat natürlich auch Einfluss auf die elektrischen Eigenschaften der Verbindung.

Bei den von mir untersuchten Kabeln gab es Markenprodukte deren sogenannter Knickschutz gerade einmal drei Zentimeter lang war. Das ist natürlich absolut unzureichend. Andererseits werden Systeme gebaut, bei denen der Kabelknickschutz relativ lang und steif ist und auf den ersten Blick die Verbindung gut schützt. Aber dem ist nicht so, da er die Belastung nur zurück auf das Kabel verschiebt und einen relativ langen Hebel darstellt. Gerade bei kleinen Steckern – wie ein SMA – in Verbindung mit einem steifen Knickschutz, können hier nennenswerte Kräfte auf den Stecker wirken, die ihn stark belasten oder sogar beschädigen..



FLEXCORE™
ROHS-072-0101-1MTR
MFR-57500



Frage: Wie hat denn Ihrer Meinung nach ein richtiger Knickschutz auszusehen?

Stefan Burger: Ein guter Knickschutz ist stabil mit dem Stecker verbunden, so dass er die Kräfte beim Biegen des Kabels an den Stecker weiter gibt und sie von der Verbindung Kabel-Stecker fern hält. Zu seinem Ende hin wird er kontinuierlich weniger steif um dem Kabel die Möglichkeit zu geben, einen Bogen auszubilden. Wäre er einfach nur steif, würde das Kabel am Ende des Schutzes abknicken.

Gute Hersteller erreichen dies durch einen mindestens dreilagigen Schrumpfschlauch, wobei jede Lage ein Stück weit länger ist. Dadurch werden die Scherkräfte aufgefangen und abgeleitet, dennoch bleibt das Kabel bis zum Stecker gleichmäßig flexibel. Zusammenfassend kann man also behaupten, ein so kleines Detail wie der richtig aufgebaute Knickschutz ist verantwortlich dafür, wie hoch die Lebenserwartung des Kabels sein wird.

Es gibt meines Wissens nach nur ganz wenige Hersteller weltweit, die in der Lage sind – allerdings auch nur bei bestimmten Sondertypen und zur Erlangung besonderer Eigenschaften – auf diesen eigentlich unverzichtbaren Schutz zu verzichten. Bei von mir untersuchten StormFlex® Kabeln von TSM gibt es ganz bewusst keinen sichtbaren Knickschutz. Das Kabel ist unter Zuhilfenahme spezieller Materialien so konstruiert, dass man guten Gewissens sogar auf einen Winkeladapter verzichten kann. Das Kabel selbst lässt sich nämlich auf 90° abknicken, ohne seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften zu verlieren, bzw. zu verändern.

Frage: Eine weitere grundsätzliche Frage besteht doch auch darin, in wie weit die Dominanz von Kosten über Performance bei der Beschaffung von Mess- oder Übertragungskabeln geht?

Stefan Burger: Nicht immer hat der Ingenieur die freie Wahl. Oft gibt es Vorgaben aus dem Controlling, die es dem Techniker nicht leicht machen, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die Aufgabe mit der entsprechenden Präzision zu lösen.

In bestimmten Bereichen, wie Militär oder in der Flug- und Raumfahrttechnik oder in der Forschung, wo es auf absolute Zuverlässigkeit und Genauigkeit ankommt stellt sich diese Frage zwar wahrscheinlich seltener als im industriellen Alltag, wo am Fließband angelegte Mitarbeiter ohne messtechnisches Bewusstsein die Platinen einmessen. Dennoch ist es auch hier für den Einkauf sicher eine gute Aufgabe, einmal genau nachzurechnen, ob eine hohe Stückzahl verschleißfreudiger NoNames wirklich günstiger sind als ein langlebiges Markenkabel. Große Unterschiede zeigen sich vor allem in den folgenden beiden Bereichen:

Bereich 1: bei den elektrischen (Hochfrequenz-) Parametern.

- Z.B. Höchste Betriebsfrequenz (Max Frequency GHz)
- Anpassung der konfektionierten Leitung (Return Loss dB)
- Maximal zu übertragende Leistung bei der Betriebsfrequenz (CW Power Handling W)

- Wie gering ist die Gesamtdämpfung bei der gewünschten Länge des Kabels (Loss dB)?
- Welchen Wert hat die Höhe der Übersprechdämpfung (Isolation dB)?
- Und die Messwiederholbarkeit nach Kabelbewegung (repeatability)?

Hier hat Teledyne wirklich gut gearbeitet und bietet für jeden Einsatzzweck, bzw. verschiedene Kombinationen sehr gute Lösungen an. So ist zum Beispiel das Kabel Typ „StormFlex“ hervorragend bei Frequenzen von über 50 GHz geeignet.

Bereich 2: weitere wesentliche Kriterien betreffen die Bereiche Lebensdauer- und Beanspruchung.

- Z.B. sind Kabel hoher mechanischer oder thermischer Belastung ausgesetzt? (mit mil Specs zu definieren?)
- Wie hoch ist die Zugbelastung? (tensile load [N])
- Gibt es eine noch so geringe Schock oder Vibration/ Stefan Burgerelastung?
- Genauso wie die Phasentreue nach Kabelbewegung (phase stability).
- Welche Phasenänderung ergibt sich in Abhängigkeit von der Temperatur (Phase Change vs. Temperature ppm)?

Gerade im industriellen Alltag kommt der Biegehäufigkeit (flex lifetime (z.B. durch An-/ Abmontieren, Bewegung beim Messen)) eine entscheidende Bedeutung zu. Daher muss nachgefragt werden: Wie häufig werden die Kabel im Nutzungsverlauf gebogen? Mehr als 5000 Zyklen? Mehr als 10000 Zyklen? Mehr als 25000 Zyklen? Oder gar mehr als 50000 Zyklen?

Wird ein Kabel fest montiert ist die Anzahl der Steckzyklen natürlich nicht so wichtig. Werden sie aber z.B. in der Produktion eingesetzt und mehrmals am Tag angeschlossen, kann schnell die maximale Anzahl der Steckzyklen überschritten werden.

Ein anderer Gesichtspunkt ist die Phasenstabilität beim Biegen. Werden Kalibrierungen durchgeführt und dabei, was eigentlich immer vorkommt, die Kabel bewegt, kann sich die Phase ändern. Wenn dies eine bleibende Veränderung nach dem Biegen ist, kann die Kalibrierung hinfällig sein.

Noch höhere Ansprüche werden an das Kabel gestellt, wenn es auch während des Biegens stabil sein soll. Dies kommt z.B. bei bewegten Phase Array Antennen vor.

Also fragen wir uns:

- Wie wichtig ist die hohe Biegestabilität und Langlebigkeit des Stecker- zu Kabel-Übergangs (Stability of strain critical connector /cable interface)
- Welche Phasenänderung ergibt sich in Abhängigkeit von der Temperatur (Phase Change vs. Temperature ppm)?
- Benötigen Sie Abrieb stabiles Verhalten? (Abrasion resistance)
- Erfahren Ihre Kabel hohen Außendruck? (Pressure on cable diameter)

- Werden die Kabel mechanischem Druck ausgesetzt (Crush Resitance [kN/m])
- Wie oft darf das Kabel gebogen werden (Flex Life Cycles)

Die Antworten sollte jeder Messingenieur bereits genau recherchiert haben bevor er sich Gedanken über die reinen Kosten macht. Denn wie überall im Leben kauft man sonst mindestens zwei Mal und in den Bereichen, in denen Kabel mit den vorgenannten Kriterien zum Einsatz kommen, sind die Folgekosten oft um ein vielfaches höher, als wenn man sich von Anfang an für ein hochwertigeres Produkt entschieden hätte. Und nach Murphys Law geht's gerade dann, wenn es auf keinen Fall schief gehen darf, schief!

Es gibt meiner Untersuchung nach nur wenige Hersteller in deren Portfolio sich Kabeltypen befinden, mit denen Sie die zuvor gestellten Szenarien problemlos bewältigen können. Sie befinden sich ausnahmslos nicht in den unteren Preiskategorien, das ist klar. Aber auch bei den hochwertigen Herstellern gibt es deutliche Preisunterschiede. Nicht das teuerste ist unbedingt das am besten geeignete Kabel. Für mich, und das ist nicht nur meine Meinung, wäre zum Beispiel der amerikanische Hersteller TSM Teledyne Storm Microwave eine gute Wahl für die Kriterien Leistungsfähigkeit, Auswahl, Lebensdauer bei einem hervorragenden Preis.

Herr Burger, vielen Dank für das Gespräch!



Mehrlagiger Knickschutz eines hochwertigen Messkabels

Impressum

©copyright 2016 by el-spec GmbH

Konzept, Text, Zeichnungen: Stefan Burger, DeltaGamma RF-Expert, Melbourne Australien

Layout und Gestaltung: Udo Klünsch | kpr kommunikation, Geretsried

Fotos: Udo Klünsch | kpr kommunikation, alle - außer Seite: 4 ©iStockphoto, xenotar

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung ist ohne Zustimmung der Firma el-spec GmbH unzulässig und strafbar. Insbesondere gilt dies für Vervielfältigungen, Übersetzungen und Einspeicherung in elektronische Systeme.

el-spec GmbH

Lauterbachstr. 23c

82538 Geretsried-Gelting

T.: +49 81 71 43 57-21/-22

F.: +49 81 71 43 57-99

info@elspecgroup.de

Geschäftsführer: Thomas Weber

www.elspecgroup.de

Notes



Notes



Notes



Notes





el-spec GmbH
Lauterbachstr. 23c
82538 Geretsried-Gelting, Germany
Tel. +49 (0) 8171-4357-23
Fax +49 (0) 8171-4357-99
sales@elspecgroup.de
www.elspecgroup.de