

RosenbergerHSD® Connectors High Speed Data Connectors



Headquarters

Rosenberger

Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG

Hauptstraße 1 | 83413 Fridolfing

P.O. Box 1260 | 84526 Tittmoning

Germany

Phone +49 (0)8684 18-0 info@rosenberger.de

Fax +49 (0)8684 18-499 www.rosenberger.com



Sales Automotive

Germany

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Hauptstraße 1
83413 Fridolfing
Phone + 49-8684-18-694
automotive@rosenberger.de

Europe

France

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Representation Office France
Actipark
17, Rue des Frères Lumière
F-67201 Eckbolsheim
Phone + 33-3-90 20 76 03
Fax + 33-3-90 20 76 01
pascal.stenger@rosenberger.de

Italy

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Representation Office Italy
Via Brodolini, 31
I-20863 Concorezzo - MB
Phone + 39-039-96 30306
Fax + 39-039-59 68439
riccardo.santovito@rosenberger.de

Sweden

Rosenberger Sverige AB
Vallgatan 5B
S-17067 Solna
Phone + 46-8-6 36 26 00
Fax + 46-8-6 36 26 26
info@rosenberger.se

United Kingdom

Rosenberger Micro-Coax Ltd.
2b Mercury House
Calleva Park, Aldermaston
GB-Berkshire RG7 8PN
Phone + 44 - 1-18 - 9 81 00 23
Fax + 44 - 1-18 - 9 81 61 80
sales@rmcoax.com

South America

Brazil

Rosenberger Domex Telecom
Cabletech Avenue, 601
Guaramirim
CEP 12295-230
BR-Cacapava - São Paulo
Phone + 55 - 12 - 3221 8500
Fax + 55 - 12 - 3221 8543
vendas@rosenbergerdomex.com.br

Chile, Latin America

Rosenberger Sudamérica Ltda.
Aldunate 1961,
Santiago 836-1195
Phone + 56 - 2 - 3 67 11 70
Fax + 56 - 2 - 3 67 12 78
rosenberger@rosenberger.cl

North America

Rosenberger North America

Representation Office Automotive
15900 Michigan Ave, Suite 5
USA-Dearborn, MI 48126
Phone +1 -248-890 6917
mark.machin@rosenberger.de
Phone +1-734-673 4131
brandon.dicks@rosenberger.de

Asia

China, Asia, Australia

Rosenberger
Asia Pacific Electronic Co., Ltd.
No. 3, Anxiang Road, Block B
Tianzhu Airport Industrial Zone
Beijing 101300
PR China
Phone + 86 - 10 - 80 48 19 95
Fax + 86 - 10 - 80 48 24 38
info@rosenberger.com.cn

India

Rosenberger Electronic Co. (India) Pvt Limited
Plot No. 263, Sector 6
IMT Manesar, Gurgaon
Haryana-122050
Phone + 91 - 124 - 477 55 00
Fax + 91 - 124 - 477 55 01
info@rosenberger.in

Japan

Fusoh Shoji Co., Ltd.
No. 10-2, 2-Chome
Nagata-Cho, Chiyoda-Ku
J-Tokyo 100-0014
Phone + 81 - 3 - 35 81 90 56
Fax + 81 - 3 - 35 81 57 09
inq@fusoh.co.jp

Korea South, Sales Automotive

Dream Holdings Co. Ltd.
977-1, Gosaek-dong, Gwonseon-gu,
Suwon-si
Gyeonggi-do
Korea (South) (441-813)
Phone + 82 - 31 - 243 - 1767
Fax + 82 - 31 - 243 - 1769
sales@dreamholdings.co.kr
www.dreamholdings.co.kr

Introduction	2	RosenbergerHSD® PCB Connectors	26
Company Profile	2	RosenbergerHSD® Cable Connectors	28
Quality and Environment	3	RosenbergerHSD® double 8 mm	29
RosenbergerHSD® Connectors	4	RosenbergerHSD® double 12.7 mm	30
RosenbergerHSD®e Connectors	5	RosenbergerHSD® Waterproof Connectors	32
RosenbergerHSD® Concept	6	RosenbergerHSD®e Cable Connectors	33
Rosenberger Ordering Number Code	16	RosenbergerHSD®e Waterproof Connectors	34
Cable Groups, Plating Code	17	RosenbergerHSD®+2 Power Pin Connectors	35
Coding, Cable down, left, right	18	RosenbergerHSD®+4 Power Pin Connectors	36
Coding, Cable up	19	RosenbergerHSD®+8 Power Pin Connectors	37
Coding RosenbergerHSD® double 8 mm	20	Cable Assemblies	38
Coding RosenbergerHSD® double 12.7 mm	21	RosenbergerHSD® Test Components	49
Coding RosenbergerHSD®+8	22	Tools	50
Interface Dimensions	23	Technical References	51
Pinning	23	Index	73
Technical Data RosenbergerHSD®	24		
Technical Data RosenbergerHSD®e	25		

Rosenberger Online Catalog

www.rosenberger.com

Our Rosenberger Online Catalog contains the current standard product range with specific details, including data sheets, assembly instructions and panel piercings. catalog.rosenberger.com

Unser Rosenberger Online Catalog enthält das aktuelle Standard-Produktspektrum mit Detailinformationen wie Datenblätter, Montageanleitungen und Montagebohrungen. catalog.rosenberger.de



Rosenberger – Company Profile

From its humble beginnings in the year 1958 in a locksmith shop Rosenberger has developed into a worldwide operating company with an international reputation. The unique business sense and entrepreneurship of Hans (d.2007) and Katharina (d.2004) Rosenberger and, in ensuing years, the vision, management style and leadership of their three sons Hans, Bernhard and Peter led Rosenberger to today's prominence.

Today, Rosenberger is a medium-sized family-owned company – with Hans, Bernhard and Peter Rosenberger as well as Dr. Tosja Zywiets as Managing Directors – and ranks among the worldwide leading manufacturers of standard and customer-specific connectivity solutions in high frequency and fiber optic technology.

Products and Markets

The product range covers RF coaxial connectors, RF test & measurement products, RF connectors for automotive electronics, medical electronics as well as fiber optic products and cable assemblies. Renowned companies in high-tech industries, e.g. telecommunication, data systems, medical electronics, test & measurement, aerospace engineering or automotive electronics trust the precision and quality of Rosenberger products.

Rosenberger manufactures complex job-order products on request.

Rosenberger's custom machining center, the primary roots of the company, produces as a components system supplier (metal) components for the transmission, automotive and construction machine industries.

The Rosenberger Group

The headquarters of Rosenberger is located in Fridolfing/Tittmoning (Oberbayern, Germany) where today approx. 1100 people are employed. Worldwide, the Rosenberger group operates 18 manufacturing and assembly locations as well as the Rosenberger sales network in Europe, Asia and North and South America where – in total – more than 5000 employees develop, produce and sell our products.

Rosenberger – Unternehmensprofil

Aus bescheidenen Anfängen im Jahre 1958 in einer kleinen Schlosserwerkstatt hat sich Rosenberger zu einem Unternehmen von Weltrang entwickelt. Aufbauend auf der einmaligen unternehmerischen Leistung von Hans (+ 2007) und Katharina Rosenberger (+ 2004), haben die Söhne Hans, Bernhard und Peter das Unternehmen durch Engagement, Umsicht und Weitblick zur heutigen Größe geführt.

Heute ist Rosenberger ein mittelständisches Industrieunternehmen in Familienbesitz – mit Hans, Bernhard und Peter Rosenberger sowie Dr. Tosja Zywiets als Geschäftsführern – und zählt zu den weltweit führenden Anbietern von standardisierten und kundenspezifischen Verbindungslösungen in Hochfrequenz- und Faseroptik-Technologie.

Produkte und Märkte

Das Produktspektrum umfasst HF-Koaxialsteckverbinder, HF-Messtechnik-Produkte, HF-Steckverbinder-Systeme für Automobilelektronik, Medizintechnik sowie Faseroptik-Produkte und Kabel-Konfektionierung. Namhafte HighTech-Unternehmen in Mobil- und Telekommunikation, Datentechnik, Medizintechnik, industrieller Messtechnik, Luft- und Raumfahrt oder der Automobil-Elektronik setzen auf Präzision und Qualität unserer Produkte.

Rosenberger fertigt auf Kundenwunsch komplexe Lohnfertigungsteile.

Im Geschäftsbereich Maschinenbau, der Keimzelle des Unternehmens, bearbeitet Rosenberger als Komponenten-Systemlieferant Metallrohrenteile für Getriebe-, Nutzfahrzeug- und Baumaschinenhersteller.

Die Rosenberger-Gruppe

In unserem Stammwerk in Fridolfing/Tittmoning sind heute rund 1100 Mitarbeiter beschäftigt. In der Rosenberger-Gruppe sorgen mehr als 5000 Mitarbeiter in unserem Stammwerk, an 18 Fertigungs- und Montage-Standorten sowie den Rosenberger-Vertriebsniederlassungen in Europa, Asien sowie Nord- und Südamerika für Entwicklung, Herstellung und Verkauf unserer Produkte.



Superior Quality

The quality of our products and services is an essential part of our corporate strategy. Rosenberger's quality philosophy is not just to optimize components and products, but to continuously improve and optimize all processes to ensure customer satisfaction: from product development, planning, purchasing, production, sales, logistics and service to environmental policy – all in all, to offer maximum benefit to our customers all over the world.

Responsibility for quality also means being proactive in protecting our environment and natural resources. We endeavour to avoid or minimize environmental pollution – even beyond the requirements of legal regulations whenever possible.

Rosenberger is certified according to **ISO/TS 16949**, **ISO 9001** and **ISO 14001**.

Ausgezeichnete Qualität

Die hohe Qualität unserer Produkte und Serviceleistungen ist ein grundlegender Bestandteil unserer Unternehmensstrategie. Die Rosenberger-Qualitätsphilosophie beinhaltet nicht nur die Optimierung aller einzelnen Produkte, sondern auch die kontinuierliche und abteilungsübergreifende Verbesserung und Optimierung aller Unternehmensprozesse: von der Produktentwicklung über Planung, Einkauf, Produktion, Vertrieb, Logistik bis hin zur Umweltpolitik – mit dem Ziel, allen unseren Kunden weltweit größtmögliche Kundenzufriedenheit zu bieten.

Verantwortung für Qualität bedeutet auch umweltbewusstes Handeln und Schutz der natürlichen Ressourcen. Unser Ziel ist es, eine Verschmutzung der Umwelt zu vermeiden, beziehungsweise auf ein Minimum zu beschränken – möglichst deutlich unterhalb der gesetzlich erlaubten Grenzwerte.

Rosenberger ist zertifiziert nach **ISO/TS 16949**, **ISO 9001** und **ISO 14001**.

European Environmental Directives

Connectors and cable assemblies manufactured by Rosenberger correspond to the following European Directives:

- 2011/65/EU – Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (**RoHS2**)
- 2012/19/EU – Waste Electrical and Electronic Equipment (**WEEE2**)
- 2003/11/EG and 2000/53/EC – End of Life Vehicle (**ELV**)
- IEC 61760-1 – max. soldering temperature +260 °C for 10 sec. for PCB connectors

The objective of the above mentioned European Directives is to avoid or to limit the use of the following hazardous substances:

- Lead
- Mercury
- Cadmium
- Chrome VI
- PBB (Polybrominated Biphenyls)
- PBDE (Polybrominated Diphenyl Ethers)

EU-Umweltschutzrichtlinien

Die von Rosenberger gelieferten Steckverbinder und Kabel-Assemblies sind mit folgenden EU-Richtlinien konform:

- 2011/65/EU – Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (**RoHS2**)
- 2012/19/EU – Waste Electrical and Electronic Equipment (**WEEE2**)
- 2003/11/EG und 2000/53/EC – End of Life Vehicle (**ELV**)
- IEC 61760-1 – max. soldering temperature +260 °C for 10 sec. for PCB connectors

In den aufgeführten EU-Richtlinien ist die Vermeidung bzw. die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte bei Einsatz folgender Stoffe geregelt:

- Blei
- Quecksilber
- Cadmium
- Chrom VI
- PBB (Polybromierte Biphenyle)
- PBDE (Polybromierte Diphenylether)

IMDS System

Rosenberger is registered with the IMDS system (Internationales MaterialDatenSystem der Automobilindustrie) since 2001. The products are fed systematically into the IMDS system.

www.IMDS.de

IMDS-System

Rosenberger ist seit 2001 im IMDS (Internationales MaterialDatenSystem der Automobilindustrie) registriert. Die Produkte werden systematisch in das System eingegeben.

www.IMDS.de

ISO/TS 16949 : 2009

Certification decision
This certificate is valid until 2012-04-04

Certificate Registration No. 2015-04-03

IATF No. 070883 TS09

Main Certificate Registration No. 0137352

Frankfurt am Main, Germany 070883 TS09

2012-04-04

DQS GmbH

Michael Drechsel
Managing Director

IATF Contract Office: DQS GmbH, August-Schurz-Straße 21



RosenbergerHSD® Connectors

Rosenberger has developed a homogeneous impedance controlled interconnect system for High Speed Data (RosenbergerHSD®) applications. This is a high performance digital system for low voltage differential signals that prevents interference by crosstalk and external sources. Performance is achieved by using an optimized shielding concept with complete braid connection to the outer contact of the connector.

The RosenbergerHSD® interconnect system is exclusively dedicated to the automotive market, e.g. LVDS camera, USB and IEEE 1394 applications. The RosenbergerHSD® system features mechanical keying, latching, colour code options and minimum size to satisfy worldwide automotive requirements. RosenbergerHSD® is a 100 Ω fully shielded interconnect system that can use shielded twisted quad cables.

RosenbergerHSD®-Steckverbinder

Das von Rosenberger entwickelte impedanzkontrollierte, 100 Ω -Steckverbindungs-System für High Speed Data-Anwendungen (RosenbergerHSD®) überträgt LVDS-(Low Voltage Differential Signal)Signale in erstklassiger Qualität, Störsignale durch interne Signaleffekte („Crosstalk“) und externe Störquellen werden verhindert. Die hohe Übertragungsqualität wird erreicht durch ein optimiertes Schirmungskonzept - das Kabelgeflecht ist mit dem Außenleiter des Steckverbinders vollständig verbunden.

Das RosenbergerHSD®-Steckverbinder-System wurde speziell für Anwendungen in der Automobil-Elektronik entwickelt, beispielsweise LVDS-Kameras, USB oder IEEE 1394-Applikationen. Mit dem ausgereiften Kodierungs- und Verriegelungssystem sowie den minimalen Produktabmessungen erfüllen RosenbergerHSD®-Steckverbinder die hohen Anforderungen der Automobilindustrie. Das geschirmte Steckverbinder-System ist für 4-polige geschirmte Kabelanwendungen geeignet.



The RosenbergerHSD® system is characterized by the following mechanical properties:

- Primary and secondary lock
- Crimp connection on signal and outer conductor
- Insertion funnel on jack inner conductors
- Protection of plug pins by plastic domes
- High cable retention force
- High coding effectiveness (different codings to exclude misconnects are available on the plastic housing).
- No contact pin damage possible
- Scoop proof

Das RosenbergerHSD®-System zeichnet sich durch folgende mechanische Eigenschaften aus:

- Primär- und Sekundärsicherung
- Crimpverbindung an Signal- und Außenleiter
- Einführtrichter an den Kupplerinnenleitern
- Schutz der Steckerpins durch Kunststoff-Dome
- Hohe Kabelabzugskraft
- Hohe Kodierungseffizienz (am Kunststoffgehäuse sind verschiedene Kodierungen verfügbar, die Fehlsteckungen ausschließen)
- Keine Beschädigung der Kontaktpins möglich
- Kontaktsicherheit

Applications

- Automotive electronics
- Telecom industries, e.g. radio base stations
- Digital infotainment electronics
- Digital symmetrical networks
- USB 1.0, 2.0, 3.0
- LVDS
- Ethernet
- IEEE 1394 (Firewire)
- APIX®
- CAN (Controller Area Network)
- MHL™ (Mobile High-Definition Link)

Anwendungen

- Automobil-Elektronik
- Mobilfunk-Basisstationen
- Digitale Infotainment-Anwendungen
- Digitale symmetrische Netzwerke
- USB 1.0, 2.0, 3.0
- LVDS
- Ethernet
- IEEE 1394 (Firewire)
- APIX®
- CAN (Controller Area Network)
- MHL™ (Mobile High-Definition Link)

Product Range

Cable and PCB connectors, cable assemblies, waterproof types:

- RosenbergerHSD®
- RosenbergerHSD®double 8 mm
- RosenbergerHSD®double 12.7 mm
- RosenbergerHSD®+2 types
- RosenbergerHSD®+4 types
- RosenbergerHSD®+8 types
- RosenbergerHSD®e types

Produktspektrum

Kabel- und Leiterplattensteckverbinder, Kable Assemblies, wasserdichte Varianten:

- RosenbergerHSD®
- RosenbergerHSD®double 8 mm
- RosenbergerHSD®double 12.7 mm
- RosenbergerHSD®+2
- RosenbergerHSD®+4
- RosenbergerHSD®+8
- RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e Connectors

RosenbergerHSD®e connectors – very cost effective high speed data connectors – are used in Ethernet applications, e.g. in modern automotive electronics. They fulfill the very high requirements of the automotive industries and are fully compatible with standard RosenbergerHSD® connectors.

RosenbergerHSD®e-Steckverbinder

RosenbergerHSD®e Steckverbinder – die kostengünstige Variante der High Speed Data Steckverbinder für Ethernet Anwendungen, z.B. in der Automobil-Elektronik. Sie erfüllen die hohen Anforderungen der Automobil-Industrie und sind kompatibel mit den Standard-RosenbergerHSD® Steckverbindern.



Product Features

- Cost optimized products
- Low space requirements
- Mechanical very robust
- Twisted-quad and twisted-pair cables
- Quick and fully automated cable assembling process
- Designed for highest automotive demands – LV-214/USCar
- Compatibility with standard RosenbergerHSD® connectors and standard cavities

Produkteigenschaften

- Kostenoptimierte Ausführungen
- Platzsparende Designs
- Mechanisch sehr robust
- Twisted-Quad- und Twisted-Pair-Kabel
- Für vollautomatische Kabelkonfektion geeignet
- Entwickelt für höchste Automobil-Anforderungen, z.B. LV-214/USCar
- Kompatibel mit Standard-RosenbergerHSD® Steckverbinder und -Gehäuse

Applications

- Ethernet applications in automobiles
- Unshielded applications: unshielded RosenbergerHSD®e connectors are compatible with shielded RosenbergerHSD® variants.

Anwendungen

- Ethernet Anwendungen in Automobilen
- Ungeschirmte Anwendungen: Kompatibilität der ungeschirmten RosenbergerHSD®e Steckverbinder mit geschirmten RosenbergerHSD® Ausführungen.

RosenbergerHSD®+2, +4, +8 Connectors

RosenbergerHSD®+2, +4, +8 (on request) power pin connectors – further variants with additional pins (MQS contacts) for power supply purposes.

RosenbergerHSD®+2, +4, +8-Steckverbinder

RosenbergerHSD®+2, +4, +8 (auf Anfrage) Power Pin Steckverbinder – weitere Varianten mit zusätzlichen Pins (MQS-Kontakten) zur Stromversorgung.



The RosenbergerHSD® Concept – Data Transmission on Copper Cables

The RosenbergerHSD® system for transmission of low and high bit rate data streams is based on the star-quad principle and was originally developed for the automotive industry. The system provides two differential signal pairs decoupled from each other, and thus data streams can be sent not just according to the Low Voltage Differential Signal (LVDS), but also using the USB 2.0/3.0¹, Ethernet (100Base-TX, 1000Base-T¹, BroadR-Reach) and Mobile High Definition Link (MHL) specification. The graph below illustrates an overview of protocols. Furthermore, the control signals from bus systems (LIN, CAN) can be integrated, so that an individual RosenbergerHSD® cable allows transmitting several signals in a type of "Micro-Cable-Harness" Configuration, including (remote) power supply. When combined with high-quality copper conductor cables, the RosenbergerHSD® system is compliant to the highest mechanical and electrical requirements of the automotive industry.

The electromagnetic compatibility (EMC), which is of particular relevance due to the large number of neighboring communication systems in the automotive industry is provided by a high degree of shielding efficiency. Additionally, partly and fully unshielded solutions are available, where the relevant transmission characteristics are compliant even with the most stringent cost requirements.

Since 2006, when leading car manufacturers defined the High-Speed-Data (HSD) connector system together with Rosenberger based on the star-quad concept with 0.14 mm² (AWG26) cables, this open 100-Ω-system became the de facto standard for data transmission in vehicles.

This kind of topology saves costs, weight and precious space. Because of the large market share and the resulting increase in production volume the costs for the RosenbergerHSD®-system – consisting of PCB-interconnects and cable-assemblies – decreased immensely since the introduction. As for coaxial cables highly automated manufacturing and assembly processes guarantee a stable high quality.

The close collaboration with leading semiconductor-, cable manufacturers and fabricators allows an ongoing further development of the RosenbergerHSD® system through innovative solutions. Rosenberger takes high efforts in research and development on the basics of signal transmission (from PHY to PHY) regarding signal integrity and electromagnetic compatibility (EMC) including RF optimized signal paths in the PCB layout. Therefore, Rosenberger acts as a competent partner for customers throughout the product life cycle, starting with the concept and design-in phase.

With the introduction of RosenbergerHSD®e the selection kit has been expanded consistently towards unshielded solutions. Therewith there is now the possibility to introduce e.g. unshielded automotive Ethernet in cars based on 0.35 mm² (AWG22) cables with full backward compatibility towards the screened standard RosenbergerHSD® system.

Das RosenbergerHSD® Konzept – Datenübertragung auf Kupferkabeln

Das RosenbergerHSD®-System zur Übertragung nieder- sowie hochbitratiger Datenströme basiert auf dem Sternviererkonzept und wurde ursprünglich für die Automobilindustrie entwickelt. Das System stellt zwei voneinander entkoppelte differentielle Signalpaare zur Verfügung. Somit können nicht nur LVDS-Datenströme, sondern beispielsweise auch Protokolle gemäß USB 2.0/3.0¹, Ethernet (100Base-TX, 1000Base-T¹, BroadR-Reach) und Mobile High Definition Link (MHL) Spezifikation übertragen werden. Eine Protokollübersicht bietet die unten aufgeführte Graphik. Zusätzlich lassen sich Steuersignale von Bussystemen (LIN, CAN) integrieren, so dass eine einzige Sternvierer-Leitung mehrere Signale in einer Art „Micro-Cable-Harness“-Konfiguration einschließlich Stromversorgung (Fernspeisung) übertragen kann. In Kombination mit hochwertigen Kupferkabeln erfüllt das RosenbergerHSD®-System die hohen mechanischen und elektrischen Anforderungen der Automobilindustrie.

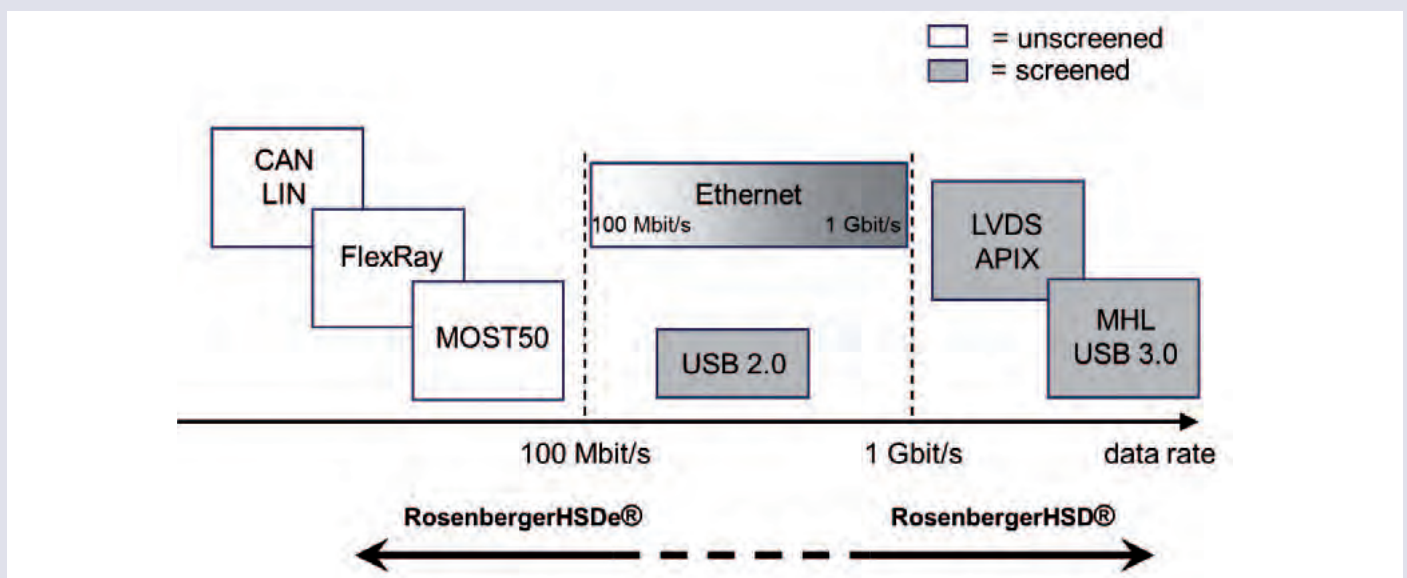
Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), die durch die Vielzahl von benachbarten Kommunikationssystemen gerade im Automobil eine hohe Relevanz besitzt, wird durch ein hohes Maß an Schirmeffizienz bereitgestellt. Zudem werden auch teil- und ungeschirmte Lösungen angeboten, die bei ansprechenden Übertragungseigenschaften selbst den strengsten Kostenanforderungen gerecht werden.

Nachdem 2006 führende Automobilhersteller zusammen mit Rosenberger das High-Speed-Data (HSD)-Stecksystem basierend auf dem Sternvierer-Konzept mit 0,14 mm² (AWG 26) Leitungen definiert hatten, ist dieses offene 100-Ω-System inzwischen zum Defacto-Standard für die Übertragung von Datenströmen im Fahrzeug geworden.

Eine derartige Topologie spart Kosten, Gewicht und wertvollen Bauraum. Aufgrund der hohen Marktdurchdringung und der damit verbundenen Volumenzunahme in der Produktion haben sich die Kosten für ein RosenbergerHSD®-Gesamtsystem – bestehend aus PCB-Übergängen und Kabel-Assemblies – seit Einführung erheblich reduziert. Wie bei einem Koaxialkabel garantieren hochautomatisierte Konfektions- und maschinelle Montageprozesse eine gleichbleibend hohe Qualität.

Die enge Zusammenarbeit mit führenden Halbleiter- und Kabelherstellern sowie Konfektionären ermöglicht es, das RosenbergerHSD®-System gemeinsam durch innovative Lösungen weiter zu entwickeln. Im Hause Rosenberger wird damit intensiv in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten an den Grundlagen der Übertragungstechnik (von PHY zu PHY) im Hinblick auf die Signalintegrität und die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich HF-optimierter Signalpfaden im PCB-Layout gearbeitet. Damit steht man dem Kunden als kompetenter Partner innerhalb des Produktlebenszyklus beginnend bei der Konzept- und Design-In-Phase zur Seite.

Mit der Einführung von RosenbergerHSD®e wurde der Baukasten konsequent in Richtung ungeschirmter Lösungen erweitert. Damit besteht nunmehr die Möglichkeit, bei voller Rückwärtskompatibilität zum geschirmten Standard-RosenbergerHSD®, z.B. Automotive Ethernet ungeschirmt im Fahrzeug auf Basis von 0,35 mm² (AWG 22) Leitungen einzuführen.



¹Two RosenbergerHSD® cables incl. a RosenbergerHSD®double are required.

¹Es werden zwei RosenbergerHSD® Leitungen inkl. eines RosenbergerHSD®double benötigt.

RosenbergerHSD® Selection Kit

The so-called RosenbergerHSD® selection kit consists of different connector interfaces:

RosenbergerHSD®

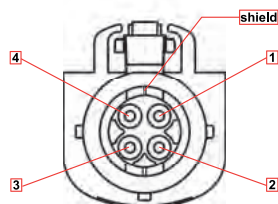
The standard RosenbergerHSD® has been established for years in the automotive industry. RosenbergerHSD® and RosenbergerHSD®e are mechanically compatible to each other.

RosenbergerHSD® Baukasten

Der sogenannte RosenbergerHSD® Baukasten besteht aus verschiedenen Steckerinterfaces:

RosenbergerHSD®

Der Standard RosenbergerHSD® hat sich bereits seit Jahren in der Automobilindustrie etabliert. RosenbergerHSD® und RosenbergerHSD®e sind steckkompatibel.

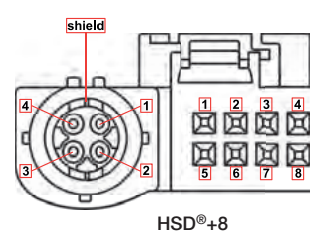
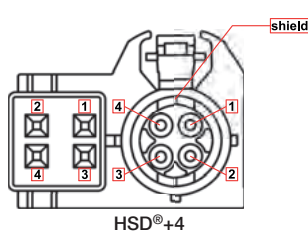
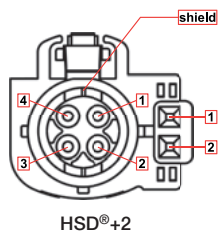


RosenbergerHSD®+2, +4, +8

Variants with additional pins (MQS contacts) for power supply purposes.

RosenbergerHSD®+2, +4, +8

Varianten mit zusätzlichen Pins (MQS-Kontakten) zur Stromversorgung.

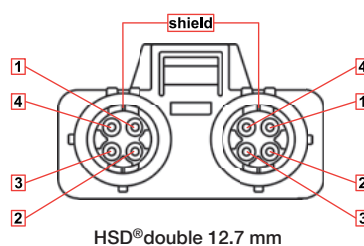
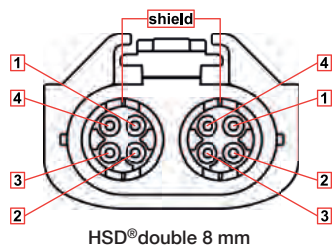


RosenbergerHSD®double 8 mm, 12.7 mm

For high-speed transmissions such as USB 3.0, with the two star-quad cables, which can be connected in the tightest of installation spaces.

RosenbergerHSD®double 8 mm, 12.7 mm

Für High Speed-Übertragungen wie USB 3.0, bei dem zwei Sternviererkabel auf engstem Raum zusammen angeschlossen werden können.

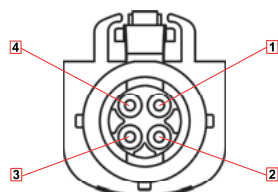


RosenbergerHSD®e

The RosenbergerHSD®e variant that does not use a shield is used for cost-effective unshielded solutions. It is used mainly with (unshielded) Ethernet applications. RosenbergerHSD®e is designed so that it can withstand typical tractive forces just like the standard RosenbergerHSD® regardless of the absence of the shield. The mechanical performance characteristics are compliant with the LV 214 requirements.

RosenbergerHSD®e

Für kostengünstige, ungeschirmte Lösungen kommt die Variante RosenbergerHSD®e zum Einsatz, bei der kein Schirm verwendet wird. Sie findet hauptsächlich bei (ungeschirmtem) Ethernet Anwendung. RosenbergerHSD®e ist so ausgelegt, dass trotz des fehlenden Schirmkontakts die typischen Zugkräfte wie beim Standard-RosenbergerHSD® ausgehalten werden. Mit den erzielten mechanischen Werten werden die Anforderungen der LV 214 erfüllt.



Cables

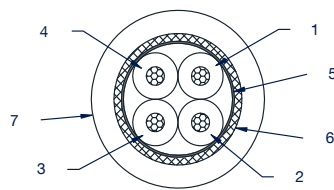
The RosenbergerHSD® system facilitates combination of the most diverse cable types and different conductor cross-sections. Cable variants with 0.14 mm², 0.35 mm² and 0.5 mm² center contact cross-sections are used in conjunction with the RosenbergerHSD®. For the standard RosenbergerHSD®, there are semi- and fully shielded cable variants available. Semi-shielded variants feature only a single drain wire in some cases, but usually a foil shield. Fully shielded cables are usually enclosed in a braided or helical shield. The cost-optimized RosenbergerHSD®e version is combined with unshielded cables. Furthermore, CAT qualifications to EN 50173 are performed with the cable links, whereby compliance to the limits for CAT5 respectively CAT6a is observed, depending on the cable configuration. In addition to compliance of the signal transmission properties to the CAT standard, the EMC performance, which is determined mainly by the cable, must be examined in detail. If required, please ask for the suitable cables for your application, we will advise you.

Kabel

Das RosenbergerHSD®-System kann mit verschiedensten Kabeltypen und Leiterquerschnitten kombiniert werden. Es kommen Kabelvarianten mit 0,14 mm², 0,35 mm² und 0,5 mm² Innenleiterquerschnitten zum Einsatz. Für den Standard RosenbergerHSD® bieten sich teil- und vollgeschirmte Kabelvarianten an. Teilgeschirmte Varianten besitzen in einigen Fällen nur eine Beilaufdrähte, meistens jedoch einen Folienschirm. Vollgeschirmte Kabel sind mindestens von einem Geflechts- bzw. Wendelschirm umgeben. Die kostenoptimierte RosenbergerHSD®e Version wird mit ungeschirmten Kabeln kombiniert. Zudem werden mit den Kabellinks CAT-Qualifikationen nach EN 50173 durchgeführt wobei, je nach Kabelkonfiguration, die Grenzen von CAT5 bzw. CAT6a eingehalten werden. Neben den Übertragungseigenschaften nach CAT Norm ist das EMV-Verhalten genauestens zu prüfen, welches maßgeblich durch das Kabel bestimmt wird. Bitte fragen Sie bei Bedarf nach den passenden Kabeln für Ihre Applikation, wir beraten Sie gerne.

RosenbergerHSD® – Standard cable, shielded (e.g. LEONI Dacar® 535)

RosenbergerHSD® – Standard-Kabel, geschirmt (z.B. LEONI Dacar® 535)

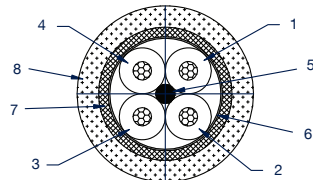


- 1-4 Conductor with insulation, stranded
- 5 Foil
- 6 Shield
- 7 Jacket

- 1-4 Leiter mit Isolierung, verseilt
- 5 Folie
- 6 Schirmung
- 7 Mantel

RosenbergerHSD® – Flexible cable, shielded (e.g. LEONI Dacar® 535-2)

RosenbergerHSD® – Flexibles Kabel, geschirmt (z.B. LEONI Dacar® 535-2)

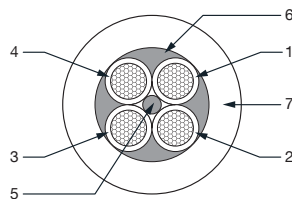


- 1-4 Conductor with insulation, stranded
- 5 Filler
- 6 Foil
- 7 Shield
- 8 Jacket

- 1-4 Leiter mit Isolierung, verseilt
- 5 Füller
- 6 Folie
- 7 Schirmung
- 8 Mantel

RosenbergerHSD®e – Unshielded cable (e.g. LEONI Dacar® 625)

RosenbergerHSD® – Ungeschirmtes Kabel (z.B. LEONI Dacar® 625)



- 1-4 Conductor with insulation, stranded
- 5 Filler
- 6 Jacket TPE-E
- 7 Jacket PVC

- 1-4 Leiter mit Isolierung, verseilt
- 5 Füller
- 6 Mantel TPE-E
- 7 Mantel PVC

The Cable Design – Arrangement of Two Differential Pairs

From twisted-pair to star-quad

With a twisted pair, the conductors are twisted directly around each other. The greatest advantage of a twisted pair is that they mutually, and almost completely, cancel out the influence of external fields that might induce a voltage difference between both conductors. On the other hand also without the presence of an external field those common mode components are averaged out due to the twisting, that result for example from excitation by the asymmetric geometric position of the cable with respect to the neighboring ground conductors. These properties are of particular interest from the point of view of electromagnetic compatibility (EMC), as it is only possible to guarantee low interference from unshielded twisted-pair cables in this manner.

Considering not just one but two pairs, there are two different possibilities available to arrange the individual conductors. On the one hand, the pairs can be individually twisted and both twisted-pairs can be stranded yet again. This process is known as the Dieselhorst-Martin quad, and is mainly used for multi-pair earth cables. On the other hand, it is possible to directly strand the four individual conductors while observing the symmetry of the star-shaped cross-section configuration. The decisive benefits of the star-quad compared to Dieselhorst-Martin stranding is the simpler and more cost-effective production, the smaller external diameter and ability for an automated assembly process. This is why the RosenbergerHSD® system has been consistently designed for cables with star-shaped stranding of twin pairs.

Star-quad topology

Two diagonally opposed conductors in the star-quad form a differential wire pair. In this way there is always a balanced pair on the virtual ground plane of what is the second pair. This results in high crosstalk attenuation, and at the same time the cable is as compact as possible. Maximum crosstalk attenuation is necessary for transmission of broadband datastreams on the two wire pairs independently of one another and without harmful interference between them. Depending on the demands for the shielding effectiveness of the cable assembly, both pairs in a star-quad can be

- enclosed by a common braided or helical shield in addition to a foil shielding (fully shielded),
- equipped with just one foil shield with/without drain wire (semi-shielded) or
- fully unshielded.

Der Kabelaufbau – Anordnung von zwei differentiellen Paaren

Vom Twisted-Pair zum Sternvierer

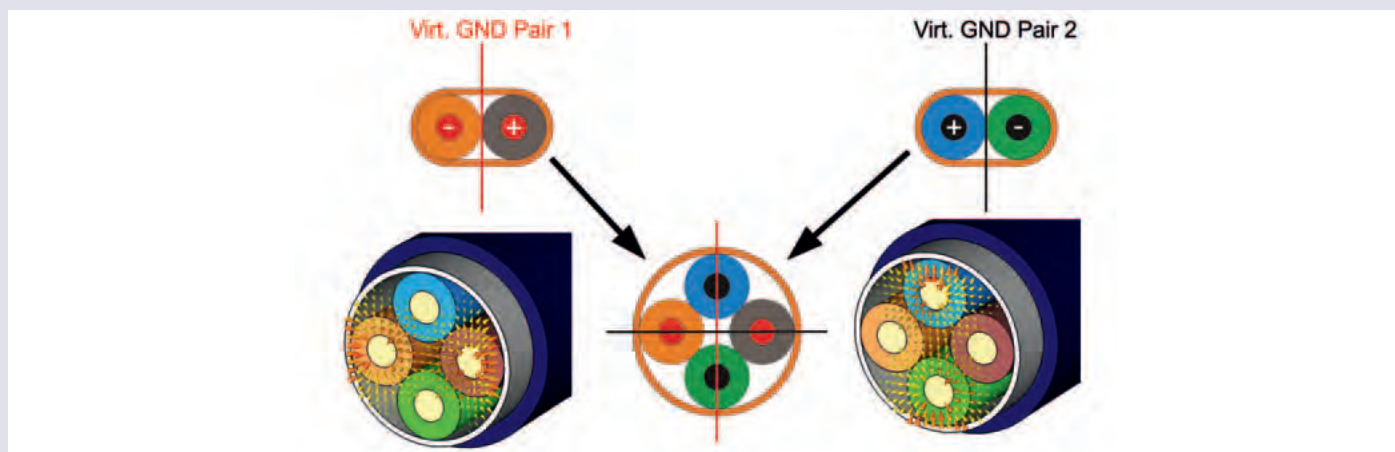
Bei einem Twisted-Pair sind die beiden Adern direkt miteinander verdreht. Der große Vorteil der Verdrehung besteht darin, dass sich zum einen die Beeinflussungen durch äußere Felder, die einen Spannungsunterschied zwischen den beiden Adern induzieren würden, gegenseitig nahezu aufheben. Auf der anderen Seite mitteln sich auch ohne die Anwesenheit eines äußeren Feldes durch die Verdrehung jene Gleichtaktanteile heraus, die beispielsweise durch die asymmetrische geometrische Lage der Leitung zu benachbarten Masseleitungen angeregt werden. Beide Eigenschaften sind insbesondere aus Sicht der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von großem Interesse, da nur hierdurch geringe Störab-/einstrahlungen von ungeschirmten Twisted-Pair Leitungen gewährleistet werden können.

Wird die Betrachtung nun auf zwei Paare erweitert, gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten die einzelnen Adern anzuordnen. Auf der einen Seite kann man die Paare einzeln verdrehen bzw. „twisten“ und dann beide Twisted-Pairs noch einmal verseilen. Dieses Verfahren ist bekannt als Dieselhorst-Martin-Verseilung und wird hauptsächlich bei vielpaarigen Erdkabeln verwendet. Auf der anderen Seite gibt es die Möglichkeit die vier Einzeladern, unter Beibehaltung der Symmetrie der sternförmigen Querschnittsanordnung, direkt zu verseilen. Die entscheidenden Vorteile des Sternvierers gegenüber der Dieselhorst-Martin-Verseilung sind die einfachere und damit kostengünstigere Herstellung, der geringere Außendurchmesser und die automatische Konfektionierbarkeit. Das RosenbergerHSD®-System wurde daher konsequenterweise für Kabel mit sternförmiger Verseilung zweier Paare ausgelegt.

Die Sternvierer-Topologie

Zwei einander im Sternvierer diagonal gegenüberliegende Leiter bilden ein differentielles Adernpaar. Damit liegt ein differentielles Paar über den gesamten Schlag der Verseilung in der Äquipotentialebene des jeweils anderen Paares. Dies ermöglicht die Realisierung einer hohen Übersprechdämpfung bei gleichzeitig größtmöglicher Kompaktheit des Kabels. Eine möglichst hohe Übersprechdämpfung ist notwendig, um auf beiden Leitungspaaren voneinander unabhängig breitbandige Datenströme ohne schädliche gegenseitige Beeinflussung zu übertragen. Je nach Anforderungen an die Schirmwirkung des Kabelassemblies können beide Paare im Sternvierer von einem

- gemeinsamen Wendel- oder Geflechtsschirm mit zusätzlichem Folienschirm umgeben sein (Vollschirmung),
- nur einen Folienschirm mit/ohne Beilauflitze (drain wire) besitzen (Teilschirmung) oder
- komplett ungeschirmt sein.



Arrangement of the conductors of two differential pairs in a shielded star-quad

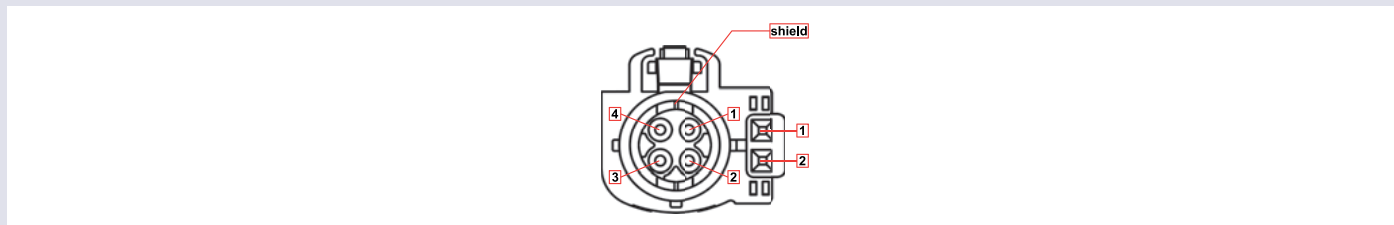
Anordnung der Adern zweier differentieller Paare im geschirmten Sternvierer

Power over HSD (PoH)

Power over HSD (PoH) is a concept for remote power supply, for example, to displays, cameras or similar devices. In addition to the data signal DC is transmitted on separate conductors in order to supply the terminal device with power. Using the RosenbergerHSD®+2 as an example, different current feed variants are shown.

Power over HSD (PoH)

Power over HSD (PoH) ist ein Konzept zur Fernspeisung von z.B. Displays, Kameras oder ähnlichen Geräten. Dabei wird zusätzlich zum Datensignal separat auf anderen Adern Gleichstrom übertragen, um das Endgerät mit Spannung zu versorgen. Am Beispiel des RosenbergerHSD®+2 werden verschiedene Stromspeisevarianten vorgestellt.



With a center conductor cross-section of 0.14 mm² and the specific resistance for copper the resistance per unit length R'_{cond} is determined to approx. 125 Ω/km for the center conductor. The value for the shield R'_{screen} is approx. 20 Ω/km. This allows to calculate the resulting resistances per unit length for the following variants:

Bei einem Innenleiterquerschnitt von 0,14 mm² ergibt sich mit dem spezifischen Widerstand für Kupfer ein Widerstandsbelag R'_{cond} von ca. 125 Ω/km für den Innenleiter. Der Schirm R'_{screen} besitzt ca. 20 Ω/km. Damit lassen sich die daraus resultierenden Widerstandsbeläge für die folgenden Varianten berechnen:

Version	Pin assignment (recommended)	Resistance load per unit length [Ω/km]
1	Pin 2 Vcc, Pin 4 GND	$2 \times R'_{cond}$
2	Pin 2 Vcc, Pin 4 & Screen GND	$(R'_{cond} + R'_{screen} \parallel R'_{cond})^2$
3	Pin 2 Vcc, Screen GND	$(R'_{cond} + R'_{screen})$
4	Pin 2+4 Vcc, Screen GND	$(R'_{cond}/2 + R'_{screen})$
5	Pin 5 Vcc, Pin 6 GND	$2 \times R'_{MQS}$ (MQS conductor)

The values stated in the table are not specifically for 0.14 mm², as they can also be applied to 0.35 and 0.5 mm² inner conductor cross-sections. The conductor resistance is proportional to the reciprocal value of the cross-section, i.e. for 0.35 mm² the conductor resistance is reduced according to the ratio 0.14/0.35 to 40 % of the value for 0.14 mm². For 0.5 mm² it results in a value of 28 %.

Die in der Tabelle angegebenen Werte sind nicht spezifisch für 0,14 mm², sondern lassen sich sehr einfach auf 0,35 und 0,5 mm² Innenleiterquerschnitt umrechnen. Der Leiterwiderstand ist proportional zum Kehrwert des Querschnitts, d.h. für 0,35 mm² verringert sich der Innenleiterwiderstand über das Maß 0,14/0,35 auf 40 % des Wertes für 0,14 mm². Bei 0,5 mm² ergibt sich ein Wert von 28 %.

With known center conductor cross-section and cable lengths, the resulting series resistance for the current supply can be calculated. So the voltage drop respectively the power dissipation can be calculated for a given current.

Bei bekanntem Innenleiterquerschnitt und Kabellänge kann der resultierende Serienwiderstand für die Stromversorgung berechnet werden. Damit ist man in der Lage für eine bestimmte Stromstärke den Spannungsabfall bzw. die Verlustleistung zu berechnen.

If e.g. case 4 with a inner conductor cross-section of 0.35 mm² and a current of 1 A is regarded, this results in a maximum permissible cable length for a voltage drop of 0.25 V as follows.

Hat man z.B. den Fall 4 vorliegen mit einem Innenleiterquerschnitt von 0.35 mm² und einer Stromstärke von 1 A, so ergibt sich die maximal zulässige Leitungslänge für einen Spannungsabfall von 0,25 V wie folgt.

- Inner conductor resistance per unit length 0.35 mm²:
 $R'_{cond} = 0.4 \times 125 \text{ Ω/km} = 50 \text{ Ω/km}$
- Total resistance per unit length:
 $R' = (R'_{cond}/2 + R'_{screen}) = 45 \text{ Ω/km}$
- Maximum resistance:
 $R_{max} = \Delta U/I = 0.25 \text{ Ω}$
- Maximum length:
 $l_{max} = R_{max}/R' = 5.55 \text{ m}$

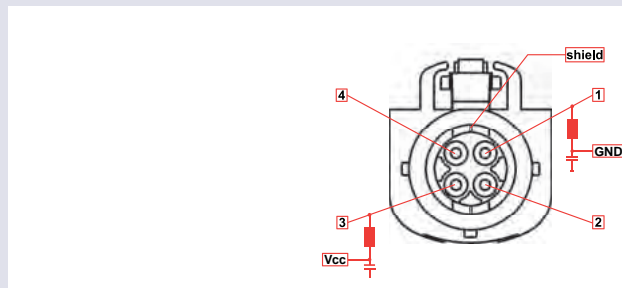
- Innenleiterwiderstandsbelag 0.35 mm²:
 $R'_{cond} = 0.4 \times 125 \text{ Ω/km} = 50 \text{ Ω/km}$
- Gesamtwiderstandsbelag:
 $R' = (R'_{cond}/2 + R'_{screen}) = 45 \text{ Ω/km}$
- Maximaler Widerstand:
 $R_{max} = \Delta U/I = 0.25 \text{ Ω}$
- Maximale Länge:
 $l_{max} = R_{max}/R' = 5.55 \text{ m}$

²||" stands for parallel connection of resistors, i.e. $X \parallel Y = (X \cdot Y)/(X+Y)$

²,"||" steht für die Parallelschaltung der Widerstände, also $X \parallel Y = (X \cdot Y)/(X+Y)$

Power Supply on the Data Pair

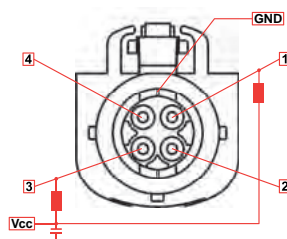
In addition to the possibilities mentioned for separate power supply transmission, it is possible to allow the power supply to operate via the same pair when DC voltage free data transfer is considered. Here the separation of data and power supply is achieved by chokes and capacitors.



Power supply on the data pair

Stromeinspeisung auf dem Datenpaar

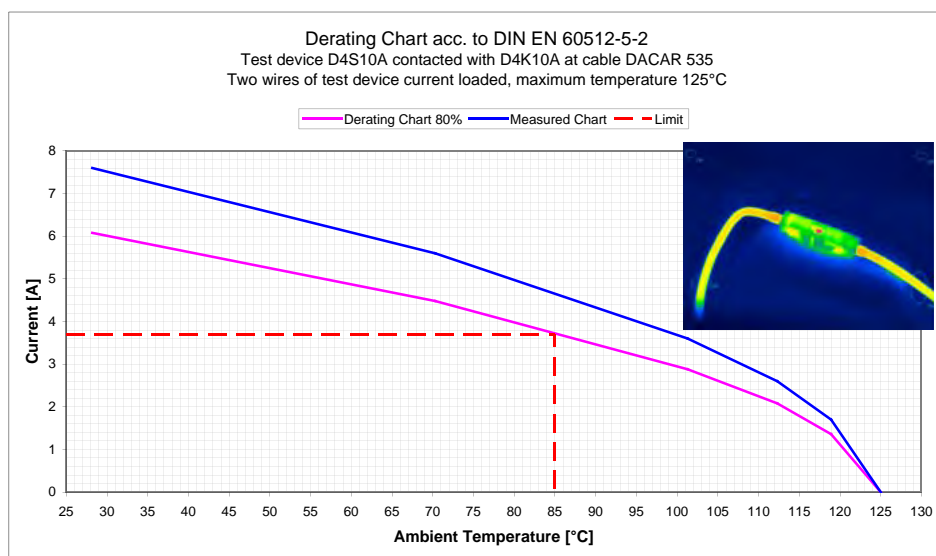
Neben den genannten Möglichkeiten der separaten Spannungsübertragung besteht die Möglichkeit bei gleichspannungsfreien Datenübertragungen die Stromversorgung über dasselbe Paar laufen zu lassen. Dabei wird die Trennung von Daten und Spannungsversorgung durch Spulen und Kondensatoren bei der Speisung erreicht.



Stromspeisung auf dem Datenpaar

For higher currents, a pair can be used in parallel as a feed conductor and the shield as a return conductor. This is permissible when the powered end device is isolated with respect to ground. If GND and earth are NOT separate in the end device, the return currents are split on the end device in accordance to the resistances per unit length. The decisive dimension for evaluation of the functionality is the screening attenuation, i.e. on fully shielded variants this configuration with the shield is permissible as a return conductor and is functional in principle.

Für höhere Ströme kann auch ein Paar parallel als Hin- und der Schirm als Rückleiter verwendet werden. Dies ist zulässig, wenn das gespeiste Endgerät bzgl. Masse isoliert ist. Wenn GND und Masse im Endgerät NICHT getrennt sind, teilen sich die Rückströme am Endgerät nach Maßgabe der Widerstandsbeläge auf. Das entscheidende Maß zur Bewertung der Funktionalität ist die Schirmdämpfung, d.h. dass bei vollgeschirmten Varianten diese Konfiguration mit Schirm als Rückleiter zulässig und prinzipiell funktionsfähig ist.



The graph above shows derating curve on RosenbergerHSD® cable inline connection.

Die obere Abbildung zeigt die Derating-Kurve einer RosenbergerHSD® Inline-Kabel-Verbindung.

For power supply transmission the derating curve must be examined. The curve (pink) is the maximum current load obtained by measurement (blue) at different ambient temperatures with a safety factor of 0.8 (refer to DIN EN 60512-5-2). This means the maximum permissible current can be calculated for every ambient temperature, where the test object does not exceed a temperature of 125 °C. For instance, the maximum permissible ambient temperature of 85 °C results from the current specification of the end user of 3.7 A.

Since version 1 (see page 10) with the biggest resistance has been tested with this derating it can be assumed that all other configurations have an even bigger current carrying capacity.

Bei Spannungsübertragung muss zudem ein Blick auf die Deratingkurve geworfen werden. Die Kurve (pink) ist die aus einer Messung (blau) gewonnene maximale Strombelastbarkeit über der Umgebungstemperatur mit einem Sicherheitsfaktor von 0,8 (siehe DIN EN 60512-5-2). Das bedeutet, dass der maximal zulässige Strom für jede Umgebungstemperatur berechnet werden kann, bis zu welchem sich der Prüfling nicht über 125 °C erwärmt. Zum Beispiel ergibt sich aus der Vorgabe von z.B. 3,7 A eine maximal zulässige Umgebungstemperatur von 85 °C.

Da bei diesem Deratingtest Version 1 (siehe Seite 10) der größte Widerstand gewählt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass alle anderen Konfigurationen eine sogar noch größere Strombelastbarkeit besitzen.

Applications and Protocols

Modern vehicles comprise a variety of complex networks and bus systems, providing a large number of security and comfort functions. By combining data and supply power on one single line, RosenbergerHSD® follows the philosophy of being the most versatile physical data transportation medium within the automotive environment today. Within certain limits it furthermore allows combining different protocols on the same line, forming a "Micro-Cable-Harness"s (e.g. LVDS and CAN). These intelligent configurations help to significantly reduce space, weight, complexity and costs of the cabling harness. Within this chapter RosenbergerHSD® pinning configurations for frequently used applications and protocols are shown. These pinning configurations are recommendations for the cables "A"-side only and do not describe the whole data link from device to device.

APIX®

APIX® is a high speed digital serial link for display and camera point-to-point applications. It can provide a bandwidth of up to 3 GBit/s in downstream direction over one data pair. The second data pair is used for transmission in upstream direction with lower data rate.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
1 x APIX® (2)	RosenbergerHSD®	SDOUT-	SDIN+	SDOUT+	SDIN-

CAN (Controller Area Network)

The RosenbergerHSD® star-quad system allows to transmit CAN Bus data and to provide supply power to a remote device via a single cable. The system can run over RosenbergerHSD® as well as RosenbergerHSD®e.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
CAN	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	CAN-L		CAN-H	
CAN + Supply Power	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	CAN-L	Vcc	CAN-H	GND

LVDS

RosenbergerHSD® is well known to be dedicated to automotive Low Voltage Differential Signal (LVDS) transmission. Due to optimized electrical performance, the system has proven to operate reliably even in the Gigabit range. Minimized crosstalk allows running two high speed data streams or data and supply power on only one cable.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
1 x LVDS	RosenbergerHSD®	DATA+		DATA-	
2 x LVDS	RosenbergerHSD®	D1+	D2+	D1-	D2-
1 x LVDS + Supply Power	RosenbergerHSD®	DATA+	Vcc	DATA-	GND

Anwendungen und Protokolle

Moderne Kraftfahrzeuge enthalten eine Vielzahl komplexer Netzwerke und Bussysteme, die der Bereitstellung zahlreicher Sicherheits- und Komfortfunktionen dienen. Das Zusammenlegen von Datenübertragung und Spannungsversorgung in eine Leitung erfolgt bei RosenbergerHSD® gemäß der Philosophie der modernen Automobiltechnik, ein möglichst vielseitiges Medium für den Datentransport bieten zu können. Mit gewissen Einschränkungen lassen sich ferner verschiedene Protokolle mit einer Leitung übertragen, die damit einen „Micro-Cable-Harness“ bildet (z.B. LVDS und CAN). Diese intelligenten Konfigurationen tragen in erheblichem Umfange dazu bei, Platz, Gewicht, Komplexität und Kosten bei der Verkabelung des Fahrzeugs einzusparen. In diesem Kapitel werden für RosenbergerHSD® empfohlene Pinbelegungen passend zu häufig verwendeten Anwendungen und Protokollen vorgestellt. Diese Pinbelegungen dienen lediglich als Empfehlung und beziehen sich auf die „A“-Seite einer Leitung. Somit geben sie nicht die gesamte Datenverbindung zwischen den Geräten wieder.

APIX®

APIX® ist eine serielle digitale Hochgeschwindigkeitsverbindung für Display- sowie Kamera-Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Dazu steht eine Bandbreite von bis zu 3 GBit/s über nur ein Leiterpaar zur Verfügung. Das zweite differenzielle Datenpaar wird zur Übertragung in Gegenrichtung mit geringerer Datenrate verwendet.

CAN (Controller Area Network)

Das RosenbergerHSD® Sternvierer System ermöglicht die gleichzeitige Übertragung von CAN Bus-Daten und die Stromversorgung eines Endgerätes über eine einzige Leitung. Das System kann sowohl über RosenbergerHSD® als auch über RosenbergerHSD®e betrieben werden.

LVDS

Eines der Hauptanwendungsgebiete von RosenbergerHSD® in Automobilen ist die Videoübertragung von Low Voltage Differential Signalen (LVDS). Aufgrund seiner optimierten elektrischen Eigenschaften hat sich das System auch bei der Übertragung im Gigabit-Bereich als zuverlässig erwiesen. Die hohe Übersprechdämpfung ermöglicht es, zwei Hochgeschwindigkeits-Datenströme oder einen Datenstrom und die Stromversorgung über nur eine Leitung zu führen.

IEEE 802.3 (Ethernet)

A large number of Ethernet protocols are supported by the RosenbergerHSD® system. This ranges from the widely implemented 100Base-T standard, e.g. used for the diagnosis functions, to more demanding Gigabit links.

RosenbergerHSD® connectors are designed to meet the CAT6a requirements according to IEC 60603-7-51 for shielded RosenbergerHSD® connectors and IEC 60603-7-41 for unshielded RosenbergerHSD®e connectors. This ensures the customer to be prepared for current Fast Ethernet and future Gigabit automotive Ethernet application without the need to change the connector interface.

To take full advantage of the star quad system, an automotive 100 MBit/s Ethernet link can be combined with DC for remote power supply of devices, e.g. cameras. This significantly reduces cost and complexity of the wiring harness.

IEEE 802.3 (Ethernet)

Das System RosenbergerHSD® unterstützt eine Vielzahl von Ethernet-Protokollen, von dem weitverbreiteten 100Base-T Standard, z.B. für Diagnosefunktionen bis hin zu den anspruchsvollen Gigabit-Verbindungen.

Die geschirmten RosenbergerHSD®-Steckverbinder entsprechen den CAT6a-Anforderungen gemäß IEC 60603-7-51, die ungeschirmten RosenbergerHSD®e-Steckverbinder sind gemäß IEC 60603-7-41 ausgelegt. Für den Kunden ergibt sich somit ein klarer Migrationspfad, von derzeitigen Automotive-Fast-Ethernet Anwendungen hin zu zukünftigen Gigabit-Ethernet Anwendungen, ohne das Steckerinterface wechseln zu müssen. Um alle Vorteile des Sternvierer-Systems nutzen zu können, ist eine 100 MBit/s Automobil-Ethernetverbindung so ausgelegt, dass sie auch die Gleichstromversorgung von Geräten, wie z.B. Kameras übernehmen kann. Hierdurch lassen sich die Kosten und die Komplexität des Kabelbaumes erheblich verringern.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
1 x 100Base-T	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	TX+	RX+	TX-	RX-
1 x 100Base-CX	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	TX+	RX+	TX-	RX-
1 x BroadR-Reach	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	D+		D-	
1 x BroadR-Reach + Supply Power	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	D+	Vcc	D-	GND
2 x BroadR-Reach	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	D1+	D2+	D1-	D2-
1 x Automotive 1 GBit/s	RosenbergerHSD®e RosenbergerHSD®	D1+	D2+	D1-	D2-

Setting up an Ethernet link according to 1000Base-T standard is also possible by means of a RosenbergerHSD® double connector. Therefore it is necessary to use two RosenbergerHSD® cables in parallel.

Eine nach dem 1000Base-T Standard arbeitende Ethernetverbindung lässt sich mit Hilfe eines RosenbergerHSD®-double-Steckverbinders einrichten. Hierfür müssen zwei parallel geschaltete RosenbergerHSD®-Leitungen verwendet werden.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
1 x 100Base-T	RosenbergerHSD® double	D1+	D2+	D1-	D2-	D3+	D4+	D3-	D4-

IEEE 1394 (Firewire)

RosenbergerHSD® is well suited for multimedia IEEE 1394 links. It is designed to transport video and audio with high bandwidth and assured quality of service.

IEEE 1394 (Firewire)

Das System RosenbergerHSD® eignet sich aber auch für den Aufbau von Multimedia-Verbindungen gemäß IEEE 1394 zur qualitativ hochwertigen Übertragung von Video- und Audiosignalen mit großer Bandbreite.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
IEEE 1394 (Firewire)	RosenbergerHSD®	TPA+	TPB-	TPA-	TPB+

MHL™ (Mobile High-Definition Link)

MHL™ is an interface for transmitting high-definition video and audio data. It also features a channel for control information. This standard is widely adopted in mobile devices and TV sets. For automotive applications an additional version of MHL™ has been adopted, designed to work over RosenbergerHSD® reaching a link length of around 10 m.

MHL™ (Mobile High-Definition Link)

MHL™ ist eine Schnittstelle zur Übertragung von hochauflösenden Video- oder Audiosignalen. Ferner ist auch ein Kanal für Steuersignale vorhanden. Dieses Interface wird in großem Umfange bei Mobil- und Fernsehgeräten angewendet. Für Anwendungen in Automobilen ist eine angepasste Version von MHL™ geschaffen worden, die die Vorteile des RosenbergerHSD®-System nutzt und eine Länge der Verbindung von etwa 10 m ermöglicht.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
1 x automotive MHL™	RosenbergerHSD®	DATA-/ CBUS+	CLOCK-/ CBUS-	DATA+/ CBUS+	CLOCK+/ CBUS-

USB 1.0 and 2.0

Today RosenbergerHSD® is the prevailing media to build up USB links within automotive environment. It supports USB 2.0 in Hi-Speed mode with data rates up to 480 MBit/s but also legacy USB 1.0.

USB links comprise one differential data pair for bidirectional communication and one pair of wires for power supply with Vcc +5 V and ground. For longer link length the DC voltage drop along the line must be considered. Therefore it is recommended to connect DC GND to the screen of the cabling, significantly reducing the resistance to the loop. This can be further reduced by using both wires of the pair power supply wire pair for Vcc, while GND is connected to the cable screen. In both cases configurations, the cable behaves like a coaxial line with inner and outer conductor. This means that the EMC properties of the link are still sufficient, as the screening attenuation of the cable is maintained. In addition cables with larger wire diameter are available, e.g. Dacar 566.

USB 1.0 und 2.0

RosenbergerHSD® ist das bevorzugte Medium für den Aufbau von USB-Verbindungen in Automobilen. Es unterstützt USB 2.0 im Hi-Speed Mode mit Datenübertragungsraten von bis zu 480 MBit/s als auch den weiterhin genutzten USB 1.0 Standard.

USB-Verbindungen bestehen aus einem differentiellen Datenpaar für die bidirektionale Kommunikation und einem Leiterpaar für die Stromversorgung mit Vcc +5 V und Masse. Bei größeren Verbindungslängen muss auf den Abfall der Gleichspannung an der Verbindungsleitung geachtet werden. Aus diesem Grunde wird empfohlen, die Gleichstrommasse an die Abschirmung der Leitung zu legen, da der Widerstand der Verbindung hierdurch erheblich verringert wird. Weiter verringern lässt sich der Widerstand dadurch, dass man beide Leiter des Stromversorgungspaares für Vcc benutzt und die Masse an die Abschirmung gelegt wird. In beiden Fällen verhält sich die Leitung wie eine Koaxialleitung mit einem inneren und einem äußeren Leiter. Das heißt, die EMC-Eigenschaften sind trotzdem ausreichend, da die Wirkung der Abschirmung der Leitung erhalten bleibt. Darüber hinaus stehen auch Leitungen mit größeren Leiterquerschnitten zur Verfügung, z.B. Dacar 566.

Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5 MQS	Pin 6 MQS
1 x USB + Supply Power	RosenbergerHSD®	DATA+	Vcc	DATA-	GND	n/a	n/a
2 x USB	RosenbergerHSD®	D1+	D2+	D1-	D2-	n/a	n/a
2 x USB + Supply Power	RosenbergerHSD®	D1+	D2+	D1-	D2-	Vcc	GND

USB 3.0

USB 3.0 is one of the most demanding protocols concerning the physical data channel properties, as its data rate is 5 GBit/s. Setting up an USB 3.0 link requires a RosenbergerHSD® double connector. One cable carries the USB 2.0 portion of the link including Hi-Speed data and supply power. The second cable is dedicated to the Super Speed portion of USB 3.0.

The reachable link length is influenced by the type and quality of the cable used. USB 3.0 over RosenbergerHSD® was successfully tested over a cable length of 2.5 m with standard shielded RosenbergerHSD® cables.

USB 3.0

Da es mit einer Datenübertragungsraten von 5 GBit/s arbeitet, ist USB 3.0 hinsichtlich der Anforderungen an den physikalischen Datenkanal derzeit eines der anspruchsvollsten Protokolle. Für den Aufbau einer USB 3.0 Verbindung wird ein RosenbergerHSD®-double Steckverbinder benötigt. Die eine Leitung übernimmt den USB 2.0 Teil der Verbindung einschließlich der Hi-Speed-Daten und der Stromversorgung. Die zweite Verbindung übernimmt den Super Speed-Teil der USB 3.0.

Die mit dieser Technik erreichbare Übertragungslänge wird stark von dem Typ und der Qualität der verwendeten Leitungen beeinflusst. Mit geschirmten Standard RosenbergerHSD®-Leitungen sind schon USB 3.0-Verbindungen über RosenbergerHSD® über eine Länge von 2,5 m erfolgreich getestet worden.

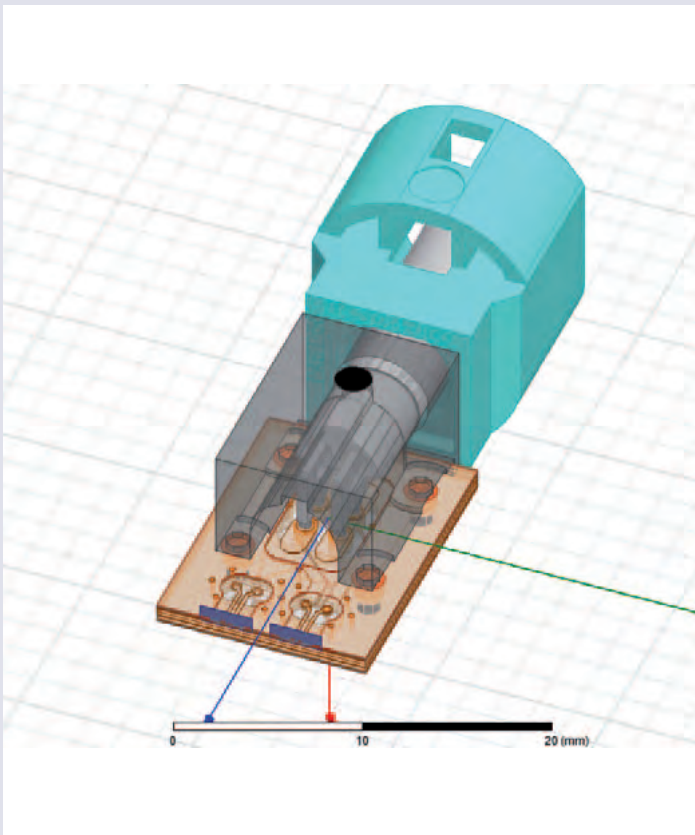
Application	Version	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
1 x USB + Supply Power	RosenbergerHSD® double	DATA+	Vcc	DATA-	GND	SSTX+	SSRX+	SSTX-	SSRX-

Layout recommendations

On request, Rosenberger will provide layout recommendations of PCB connectors (footprints) for your specific board stack-up. Please contact the Rosenberger team in order to get an optimized footprint for your application.

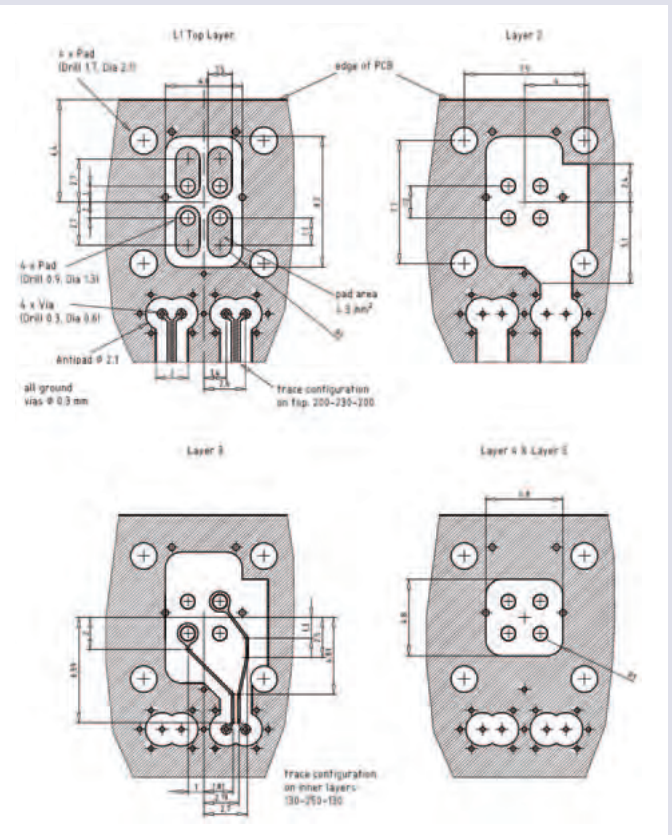
Layoutempfehlungen

Auf Anfrage stellt Rosenberger Layoutempfehlungen von Leiterplatten-Steckern (Footprints) für Ihren spezifischen Lagenaufbau zur Verfügung. Bezüglich des für Ihre Anwendungen optimalen Footprints wenden Sie sich bitte an Ihren Rosenberger-Ansprechpartner.



Excerpt of a layout recommendation for a 8-layer-board

Our layout recommendations are optimized regarding signal integrity with the help of 3D FEM simulations. Therefore, skew due to e.g. length differences of the signal pins, which is generated through the use of right angle connectors, is directly compensated by the footprint. Furthermore, we are able to give recommendations for the entire signal path on the board between PCB connector and PHY including coupling capacitors, ESD diodes, common-mode chokes, etc.



Auszug aus einer Layout-Empfehlung für ein 8-Layer-Board

Unsere Layoutempfehlungen sind mit Hilfe von 3D FEM Simulationen hinsichtlich der Signalintegrität optimiert. So wird z.B. Skew aufgrund von Längendifferenzen der Signalleiter, der durch die Verwendung eines Winkelsteckers entsteht, im Footprint direkt kompensiert. Des Weiteren können wir Empfehlungen für den gesamten Signalpfad auf dem Board zwischen PCB Stecker und PHY inklusive Koppelkondensatoren, ESD-Dioden, Common-Mode Chokes, etc. geben.

Rosenberger Ordering Number Code

D4	K	1	0	A -	1	xx	A5 -	y
								Coding
								A Jet Black / Graphite Black
								B Cream Withe
								C Signal Blue / Light Blue
								D Claret Violet
								E Leaf Green / May Green
								F Nut Brown
								G Blue Gray
								H Heather Violet
								J Beige
								K Curry
								L Yellow Green
								M Pastel Orange
								O Light Green (Neutral Coding for cable up)
								Z Water Blue (Neutral Coding)
								y Blank Coding
								Plating Code
						01-29		Cable Group
						00		Blank
						0M		Surface Mount Device
						xx		Blank Cable Group
								1 Crimp Version
								4 PCB Mounting
								Successive Number
								0 Standard Cable Down
								U Cable Up
								L Cable Left
								R Cable Right
								1 Straight Connector
								2 Right Angle Connector
								K Female Connector, Jack
								S Male Connector, Plug
								W Tool
								Z Plastic Housings and Accessories
Connector Series								
D4 RosenbergerHSD® Connectors								
E4 RosenbergerHSD®e Connectors								
99 Special Products Power Pin (RosenbergerHSD® +2, +4, +8)								

RosenbergerHSD® Cable Groups**RosenbergerHSD® Kabelgruppen**

Cable Group	Impedance	Cable Type
D5	100 Ω	e.g. LEONI Dacar® 535, LEONI Dacar®535-2
AF	90 ± 15 Ω	e.g. LEONI Dacar® 566

RosenbergerHSD®e Cable Group**RosenbergerHSD®e Kabelgruppe**

Cable Group	Impedance	Cable Type
AK	100 Ω	e.g. LEONI Dacar® 625

RosenbergerHSD® Plating Code**RosenbergerHSD® Oberflächenschlüssel****Outer Contact****Außenleiter**

Code	Plating	Symbol	Layer thickness	Magnetic properties
A	Nickel	Ni	3.00 µm	
L	AuroDur®	Au	0.15 µm	non magnetic
X	no plating, no outer contact for unshielded RosenbergerHSD®e			

Center Contact**Innenleiter**

Code	Plating	Symbol	Layer thickness	Magnetic properties
5	AuroDur®	Au	0.15 µm	non magnetic

The used platings of outer and center contacts of Rosenberger connectors can be identified by each part number.

Example:
D4S20L-40MA5-y
Plating outer contact: Nickel (A)
Plating center contact: AuroDur® (5)

Die verwendeten Oberflächen bei Innen- und Außenleiter der Rosenberger-Steckverbinder sind in der Artikel-Bestellnummer definiert.

Beispiel:
D4S20L-40MA5-y
Oberfläche Außenleiter: Nickel (A)
Oberfläche Innenleiter: AuroDur® (5)

AuroDur® – the Standard Plating for Gold Surfaces

AuroDur® plating is the standard gold surface for all Rosenberger connector series. AuroDur® has been developed by the engineering and metallurgical team at Rosenberger, well-experienced in developing electroplating standard and customized surfaces.

The AuroDur® surface consists of a thin gold layer on a non magnetic, chemically deposited layer of nickel:

- 2-3 µm Ni, 0.15 µm Au
- AuroDur® gold plating fully satisfies the high mechanical and electrical demands of radio frequency connectors. In contrast to conventional platings, essential characteristics are improved.

Properties:

- high abrasion and corrosion resistance
- excellent intermodulation
- low contact resistance
- very good solderability
- optimal distribution of layer thickness
- RoHS conform

AuroDur® – Standardoberfläche für Goldbeschichtungen

Die in unserem Hause entwickelte Oberfläche AuroDur® wird als Standardbeschichtung für Goldoberflächen für alle Rosenberger-Steckverbinder serien verwendet.

AuroDur® besteht aus einer dünnen Goldschicht auf einer nicht-magnetischen, chemisch aufgetragenen Nickelschicht

- 2-3 µm Ni, 0.15 µm Au
- und weist hervorragende und im Vergleich zu herkömmlichen Goldbeschichtungen durchwegs bessere Eigenschaften auf.

Eigenschaften:

- sehr hohe Abrieb- und Korrosionsbeständigkeit
- hervorragende Intermodulationswerte
- niedriger Kontaktwiderstand
- sehr gute Löteigenschaften
- optimale Schichtdickenverteilung
- RoHS-konform

**Coding RosenbergerHSD[®], HSD[®]e,
HSD[®]+2, HSD[®]+4,
Cable down, left, right**

**Kodierungen RosenbergerHSD[®], HSD[®]e,
HSD[®]+2, HSD[®]+4,
Cable down, left, right**

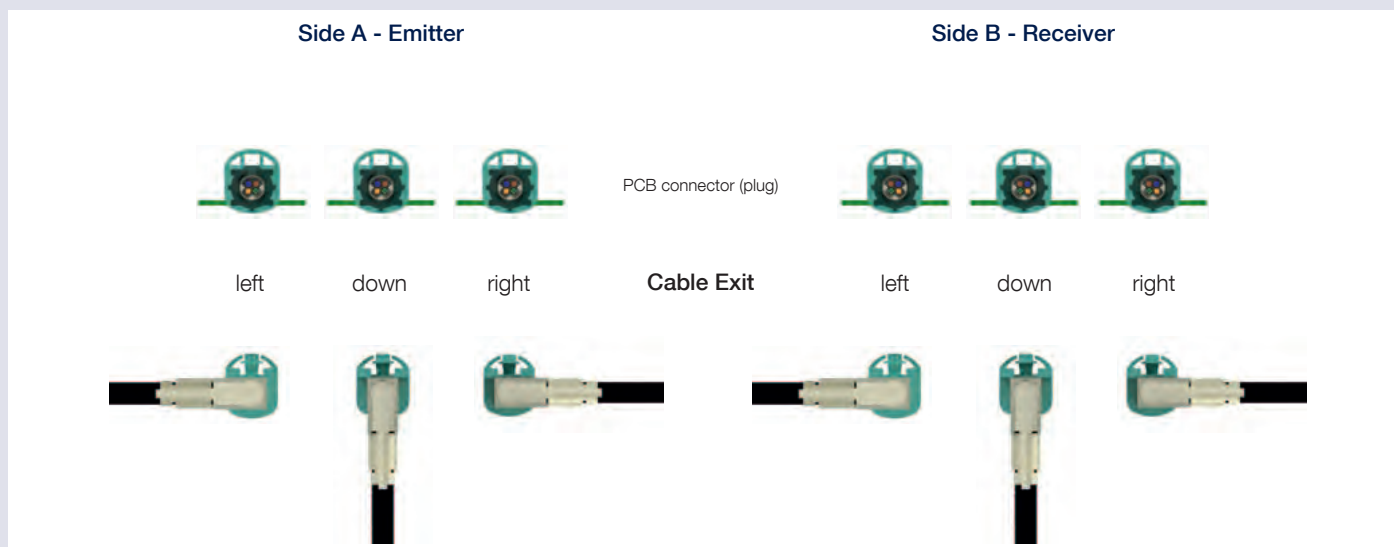
Coding	Jack	Plug	Color/ RAL- Nr.
A			Jet Black/ 9005
B			Cream White/ 9001
C			Signal Blue/ 5005
D			Claret Violet/ 4004
E			Leaf Green/ 6002
F			Nut Brown/ 8011
Z			Water Blue/ 5021

Colors of the plastic housings are in accordance with the listed RAL colors, minor color differences during manufacturing are possible.

Die Farben der Kunststoffgehäuse entsprechen den genannten RAL-Farbbezeichnungen, geringfügige Farbabweichungen im Fertigungsprozess sind möglich.















Definition Cable Exit down, left, right

Definition Kabelabgang down, left, right



**Coding RosenbergerHSD[®], HSD[®]e,
HSD[®]+2, HSD[®]+4,
Cable up**

**Kodierungen RosenbergerHSD[®], HSD[®]e,
HSD[®]+2, HSD[®]+4,
Cable up**

Coding	Jack	Plug	Color/ RAL- Nr.
G			Blue Gray/ 7031
H			Heather Violet/ 4003
J			Beige/ 1001
K			Curry/ 1027
L			Yellow Green/ 6018
M			Pastel Orange/ 2003
O			Light Green/ 6027

Colors of the plastic housings are in accordance with the listed RAL colors, minor color differences during manufacturing are possible.

Die Farben der Kunststoffgehäuse entsprechen den genannten RAL-Farbbezeichnungen, geringfügige Farbabweichungen im Fertigungsprozess sind möglich.

Definition Cable Exit up

Definition Kabelabgang up

Side A - Emitter

Side B - Receiver

up

Cable Exit

up










PCB connector (plug)



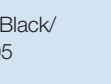


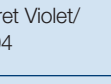
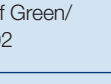
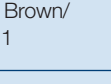
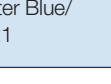
Coding RosenbergerHSD®double 8 mm male

Kodierungen RosenbergerHSD®double 8 mm male

Coding	Plug	Color/ RAL- Nr.
A		Jet Black/ 9005
B		Cream White/ 9001
C		Signal Blue/ 5005
D		Claret Violet/ 4004
E		Leaf Green/ 6002
F		Nut Brown/ 8011
Z		Water Blue/ 5021

Coding RosenbergerHSD®double 8 mm female








Kodierungen RosenbergerHSD®double 8 mm female

Coding	Jack	Color/ RAL- Nr.
A		Jet Black/ 9005
B		Cream White/ 9001
C		Signal Blue/ 5005
D		Claret Violet/ 4004
E		Leaf Green/ 6002
F		Nut Brown/ 8011
Z		Water Blue/ 5021







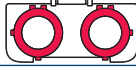
Colors of the plastic housings are in accordance with the listed RAL colors, minor color differences during manufacturing are possible.

Die Farben der Kunststoffgehäuse entsprechen den genannten RAL-Farbbezeichnungen, geringfügige Farbabweichungen im Fertigungsprozess sind möglich.

Coding RosenbergerHSD®double 12.7 mm male
Kodierungen RosenbergerHSD®double 12.7 mm male

Coding	Plug	Color/ RAL- Nr.
A (A+B)		Graphite Black/ 9011
B (B+A)		Cream White/ 9001
C (C+D)		Light Blue/ 5012
D (D+C)		Claret Violet/ 4004
E (E+F)		May Green/ 6017
F (F+E)		Nut Brown/ 8011
Z (Z+Z)		Water Blue/ 5021

Coding RosenbergerHSD®double 12.7 mm female
Kodierungen RosenbergerHSD®double 12.7 mm female

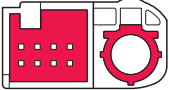

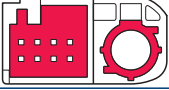







Coding	Jack	Color/ RAL- Nr.
A (A+B)		Graphite Black/ 9011
B (B+A)		Cream White/ 9001
C (C+D)		Light Blue/ 5012
D (D+C)		Claret Violet/ 4004
E (E+F)		May Green/ 6017
F (F+E)		Nut Brown/ 8011
Z (Z+Z)		Water Blue/ 5021

Colors of the plastic housings are in accordance with the listed RAL colors, minor color differences during manufacturing are possible.

Die Farben der Kunststoffgehäuse entsprechen den genannten RAL-Farbbezeichnungen, geringfügige Farbabweichungen im Fertigungsprozess sind möglich.

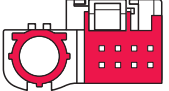

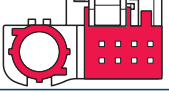







**Coding RosenbergerHSD®+8
male**

**Kodierungen RosenbergerHSD®+8
male**

Coding	Plug	Color/ RAL- Nr.
A		Graphite Black/ 9011 
B		Cream White/ 9001 
C		Light Blue/ 5012 
D		Claret Violet/ 4004 
Z		Water Blue/ 5021 

**Coding RosenbergerHSD®+8
female**

**Kodierungen RosenbergerHSD®+8
female**

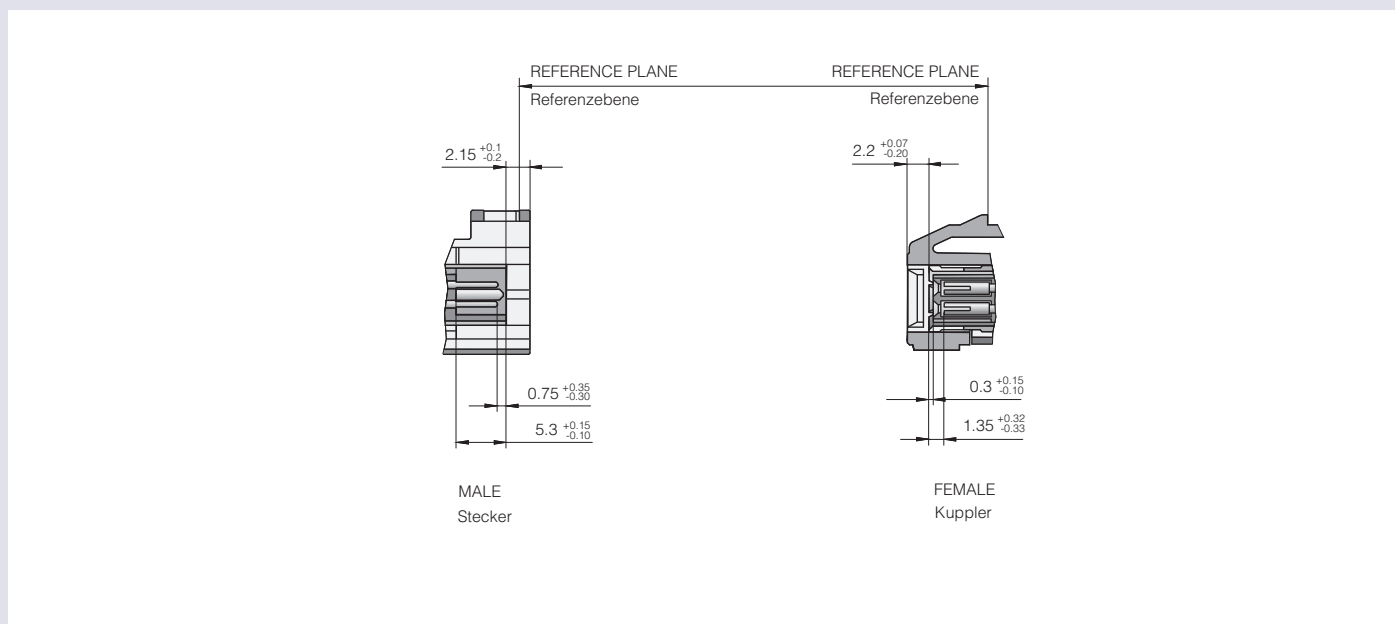
Coding	Jack	Color/ RAL- Nr.
A		Graphite Black/ 9011 
B		Cream White/ 9001 
C		Light Blue/ 5012 
D		Claret Violet/ 4004 
Z		Water Blue/ 5021 

Colors of the plastic housings are in accordance with the listed RAL colors, minor color differences during manufacturing are possible.

Die Farben der Kunststoffgehäuse entsprechen den genannten RAL-Farbbezeichnungen, geringfügige Farbabweichungen im Fertigungsprozess sind möglich.

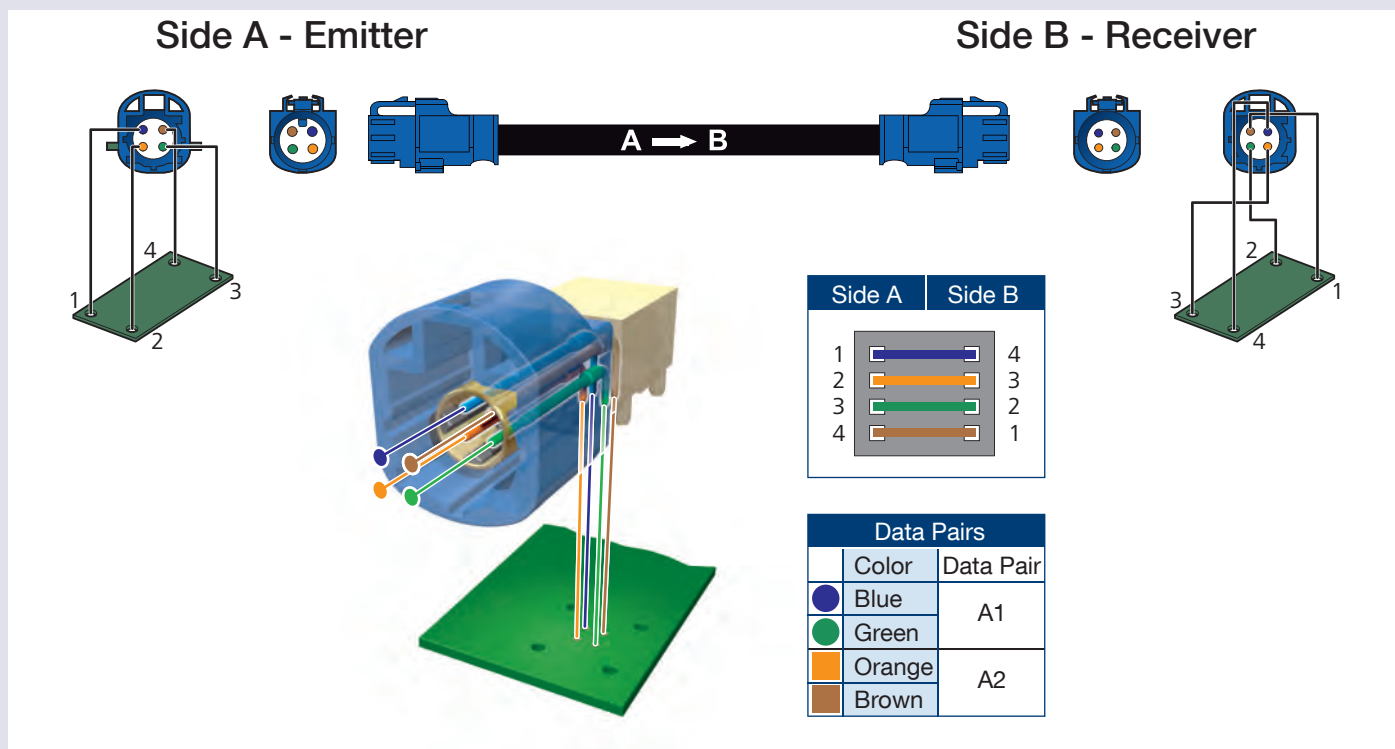
Interface Dimensions

Anschlussmaße



Pinning

Pinning



Pinning according Rosenberger norm RN-053-01

Pinning gemäß Rosenberger-Norm RN-053-01

Technical Data RosenbergerHSD®

Code D4

Applicable standards Anwendbare Normen	
Interface according to <i>Interface gemäß</i>	Rosenberger Standard Connectors RN_059-01, Rosenberger Waterproof Connectors RN_063-01 male D4S000-HSD female D4K000-HSD
Quality tested according to <i>Qualitätsprüfung gemäß</i>	Rosenberger Norm RN 061-01
Electrical data Elektrische Daten	
Impedance <i>Wellenwiderstand</i>	100 Ω
Frequency range depending on cable type <i>Frequenzbereich abhängig vom Kabeltyp</i>	DC to 6 GHz
Return loss <i>Rückflussdämpfung</i>	≥ 20 dB to 1 GHz ≥ 17 dB to 2 GHz
Insertion loss <i>Dämpfung</i>	≤ 0.1 dB to 2 GHz
Skew (between signal contacts) <i>Laufzeitunterschied</i> Straight connectors <i>Steckverbinder gerade</i> Right angle connectors <i>Winkel-Steckverbinder</i>	≤ 5 ps ≤ 25 ps
Near end crosstalk <i>Übersprechen nahes Ende</i>	≤ 30 dB (1 GHz)
Far end crosstalk <i>Übersprechen fernes Ende</i>	≤ 35 dB (1 GHz)
Insulation resistance <i>Isolationswiderstand</i>	≥ 1 x 10 ³ MΩ
Signal contact resistance <i>Übergangswiderstand Signalleiter</i>	≤ 10 mΩ
Outer contact resistance <i>Übergangswiderstand Außenleiter</i>	≤ 7.5 mΩ
Test voltage <i>Prüfspannung</i>	250 V rms
Working voltage <i>Betriebsspannung</i>	100 V rms
Contact current depending on cable type <i>Kontaktstrombelastbarkeit abhängig vom Kabeltyp</i>	≤ 3 A DC @ 85 °C ambient temperature
Differential shielding effectiveness <i>Differentielle Schirmdämpfung</i>	≥ 75 dB up to 1 GHz ≥ 65 dB up to 2 GHz
Mechanical data Mechanische Daten	
Mating cycles <i>Steckzyklen</i>	≥ 25
Engagement force <i>Steckkraft</i>	≤ 30 N
Disengagement force <i>Ziehkraft</i>	≥ 5 N
Retention force latch <i>Haltekraft Wippe/Rastnase</i>	≥ 110 N
Retention force primary lock <i>Haltekraft Primär-Sicherung</i>	≥ 80 N
Retention force secondary lock <i>Haltekraft Sekundärverriegelung</i>	≥ 60 N
Polarization feature effectiveness <i>Kodierungseffizienz</i>	≥ 80 N
Cable torsion depending on cable type <i>Kabeltorsion abhängig vom Kabeltyp</i>	≥ 20 Ncm
Environmental data Umweltdaten	
Temperature range <i>Temperaturbereich</i>	-40 °C to +105 °C
Thermal shock <i>Temperaturwechsel</i>	DIN EN 60068-2-14
Vibration <i>Vibration</i>	DIN EN 60068-2-64
Mechanical shock <i>Mechanischer Schock</i>	DIN EN 60068-2-27
Temperature and humidity <i>Temperatur und Feuchte</i>	USCAR 2.4.-5.6.2
Dry heat <i>Trockene Wärme</i>	DIN EN 60068-2-2
Max. soldering temperature <i>Maximale Löttemperatur</i>	DIN EN 60068-2-58, group 3 & 4
Materials Materialien	
Outer contact <i>Außenleiter</i>	CuZn, CuSn (Brass, Bronze), or equivalent
Signal contacts <i>Signalkontakte</i>	CuZn, CuSn (Brass, Bronze), or equivalent
Dielectric <i>Dielektrikum</i>	PA, LCP, or equivalent
Gasket <i>Dichtung</i>	Silicone, Rubber, or equivalent
Crimping ferrule <i>Crimphülse</i>	CuSn (Bronze), or equivalent
Plastic housings and secondary lock <i>Kunststoff-Gehäuse und Sekundärverriegelung</i>	PA, PBT, or equivalent
Platings Oberflächen	
Outer contact <i>Außenleiter</i>	AuroDur®, Nickel, Tin
Signal contacts <i>Signalkontakte</i>	AuroDur®

Rosenberger connectors fulfill in principle the indicated data of the Technical Data. Individual values of connectors may deviate depending upon application, design, type of cable, assembly method and execution. Specific data sheets for particular products can be provided on request from your Rosenberger sales partner.

Rosenberger Steckverbinder erfüllen grundsätzlich die in den Technischen Daten angegebenen Daten. Je nach Anwendung, Bauart, Kabeltyp, Montageart und -ausführung können einzelne Werte von Steckverbindern hiervon abweichen. Spezifische Datenblätter zu einzelnen Produkten erhalten Sie auf Anfrage von Ihrem Rosenberger-Ansprechpartner.

Technical Data RosenbergerHSD®e

Code E4

Applicable standards Anwendbare Normen	
Interface according to <i>Interface gemäß</i>	Rosenberger Standard Connectors RN_059-01, Rosenberger Waterproof Connectors RN_063-01 male E4S000-HSD female E4K000-HSD
Quality tested according to <i>Qualitätsprüfung gemäß</i>	Rosenberger Norm RN 061-01
Electrical data Elektrische Daten	
Impedance <i>Wellenwiderstand</i>	100 Ω
Frequency range depending on cable type <i>Frequenzbereich abhängig vom Kabeltyp</i>	DC to 1 GHz
Return loss <i>Rückflusdämpfung</i>	≥ 25 dB to 100 MHz ≥ 15 dB to 500 MHz ≥ 10 dB to 1 GHz
Insertion loss <i>Dämpfung</i>	≤ 0.01 dB to 100 MHz ≤ 0.1 dB to 500 MHz
Skew (between signal contacts) <i>Laufzeitunterschied</i> Straight connectors <i>Steckverbinder gerade</i> Right angle connectors <i>Winkel-Steckverbinder</i>	≤ 5 ps ≤ 25 ps
Near end crosstalk <i>Übersprechen nahes Ende</i>	≤ 30 dB (100 MHz)
Far end crosstalk <i>Übersprechen fernes Ende</i>	≤ 35 dB (100 MHz)
Insulation resistance <i>Isolationswiderstand</i>	≥ 1 x 10 ³ MΩ
Signal contact resistance <i>Übergangswiderstand Signalleiter</i>	≤ 10 mΩ
Test voltage <i>Prüfspannung</i>	250 V rms
Working voltage <i>Betriebsspannung</i>	100 V rms
Contact current depending on cable type <i>Kontaktstrombelastbarkeit abhängig vom Kabeltyp</i>	≤ 3 A DC @ 85 °C ambient temperature
Mechanical data Mechanische Daten	
Mating cycles <i>Steckzyklen</i>	≥ 25
Engagement force <i>Steckkraft</i>	≤ 30 N
Disengagement force <i>Ziehkraft</i>	≥ 5 N
Retention force latch <i>Haltekraft Wippe/Rastnase</i>	≥ 110 N
Retention force primary lock <i>Haltekraft Primär-Sicherung</i>	≥ 80 N
Retention force secondary lock <i>Haltekraft Sekundärverriegelung</i>	≥ 60 N
Polarization feature effectiveness <i>Kodierungseffizienz</i>	≥ 80 N
Cable torsion depending on cable type <i>Kabeltorsion abhängig vom Kabeltyp</i>	≥ 20 Ncm
Environmental data Umweltdaten	
Temperature range <i>Temperaturbereich</i>	-40 °C to +105 °C
Thermal shock <i>Temperaturwechsel</i>	DIN EN 60068-2-14
Vibration <i>Vibration</i>	DIN EN 60068-2-64
Mechanical shock <i>Mechanischer Schock</i>	DIN EN 60068-2-27
Temperature and humidity <i>Temperatur und Feuchte</i>	USCAR 2.4.-5.6.2
Dry heat <i>Trockene Wärme</i>	DIN EN 60068-2-2
Max. soldering temperature <i>Maximale Löttemperatur</i>	DIN EN 60068-2-58, group 3 & 4
Materials Materialien	
Signal contacts <i>Signalkontakte</i>	CuZn, CuSn (Brass, Bronze), or equivalent
Dielectric <i>Dielektrikum</i>	PA, LCP, or equivalent
Gasket <i>Dichtung</i>	Silicone, Rubber, or equivalent
Crimping ferrule <i>Crimphülse</i>	CuSn (Bronze), or equivalent
Plastic housings and secondary lock <i>Kunststoff-Gehäuse und Sekundärverriegelung</i>	PA, PBT, or equivalent
Platings Oberflächen	
Signal contacts <i>Signalkontakte</i>	AuroDur®

Rosenberger connectors fulfill in principle the indicated data of the Technical Data. Individual values of connectors may deviate depending upon application, design, type of cable, assembly method and execution. Specific data sheets for particular products can be provided on request from your Rosenberger sales partner.


Rosenberger Steckverbinder erfüllen grundsätzlich die in den Technischen Daten angegebenen Daten. Je nach Anwendung, Bauart, Kabeltyp, Montageart und -ausführung können einzelne Werte von Steckverbindern hiervon abweichen. Spezifische Datenblätter zu einzelnen Produkten erhalten Sie auf Anfrage von Ihrem Rosenberger-Ansprechpartner.



PCB Connectors - Wave Soldering





Straight Plug, single

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S10A-400L5-y	wave soldering 4 signal pins	MB 214	A, B, C, D, E, F, Z	125 tape & reel	

Right Angle Plug, single

RosenbergerHSD®



Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S20G-400A5-y	wave soldering 4 signal pins	MB 261	A, B, C, D, E, F, Z	800 blister 175 tape & reel	
D4S2UG-400A5-y	Connector only mateable with jack, cable up wave soldering 4 signal pins	MB 261	G, H, J, K, L, M, O	800 blister 200 tape & reel	
D4S20Y-400A5-y	wave soldering 4 signal pins	MB 322	A, B, C, D, E, F, Z	50 blister 190 tape & reel	
D4S24D-400A5-y	waterproof wave soldering 4 signal pins	MB 261	A, B, C, D, E, F, Z	25 blister	



PCB Connectors - Pin-in-Paste



Straight Plug, single

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S10E-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins	MB 328	A, B, C, D, E, F, Z	150 tape & reel	
D4S12H-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins	MB 285	A, B, C, D, E, F, Z	150 tape & reel	

Right Angle Plug, single

RosenbergerHSD®


Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S20L-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins	MB 215	A, B, C, D, E, F, Z	200 tape & reel	
D4S2UL-40MA5-y	Connector only mateable with jack, cable up pin-in-paste 4 signal pins	MB 215	G, H, J, K, L, M, O	200 tape & reel	



Cable Connectors


Straight Plug, single, crimp

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S10A-1D5A5-y	4 signal pins components: D4Z002-000Y D4S10A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V008	A, B, C, D, E, F, Z	125 tape & reel	





Straight Jack, single, crimp

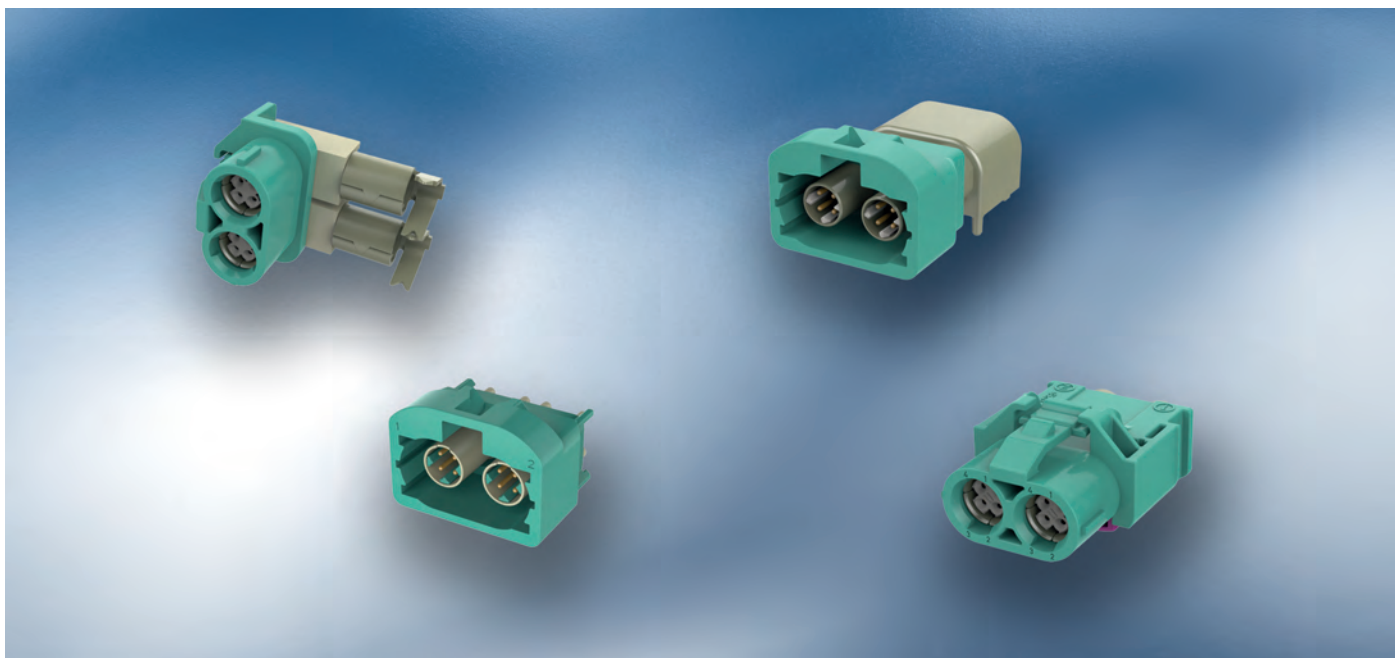
RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4K10A-1D5A5-y	4 signal pins components: D4Z001-000Y D4K10A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V007	A, B, C, D, E, F, Z	2500	


Right Angle Jack, single, crimp

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4K20A-1D5A5-y	4 signal pins cable down	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V009	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
D4K2LA-1D5A5-y	4 signal pins cable left	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V009	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
D4K2RA-1D5A5-y	4 signal pins cable right	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V009	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
D4K2UA-1D5A5-y	4 signal pins cable up	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V009	G, H, J, K, L, M, O	on request	



Cable Connectors
Straight Jack, double 8 mm, crimp

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD® double 8 mm	Packing Unit	
D4K10C-1D5A5-y	2 x 4 signal pins components: D4Z009-000Y 2 x D4K10A-1D5A5 on request	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, C, D, B, E, F, Z on request	on request	


Right Angle Jack, double 8 mm, crimp

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD® double 8 mm	Packing Unit	
D4K20C-1D5A5-y	2 x 4 signal pins components: D4Z045-000Y 2 x D4K20A-1D5A5 on request	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z on request	on request	


PCB Connectors - Pin-in-Paste
Straight Plug, double 8 mm

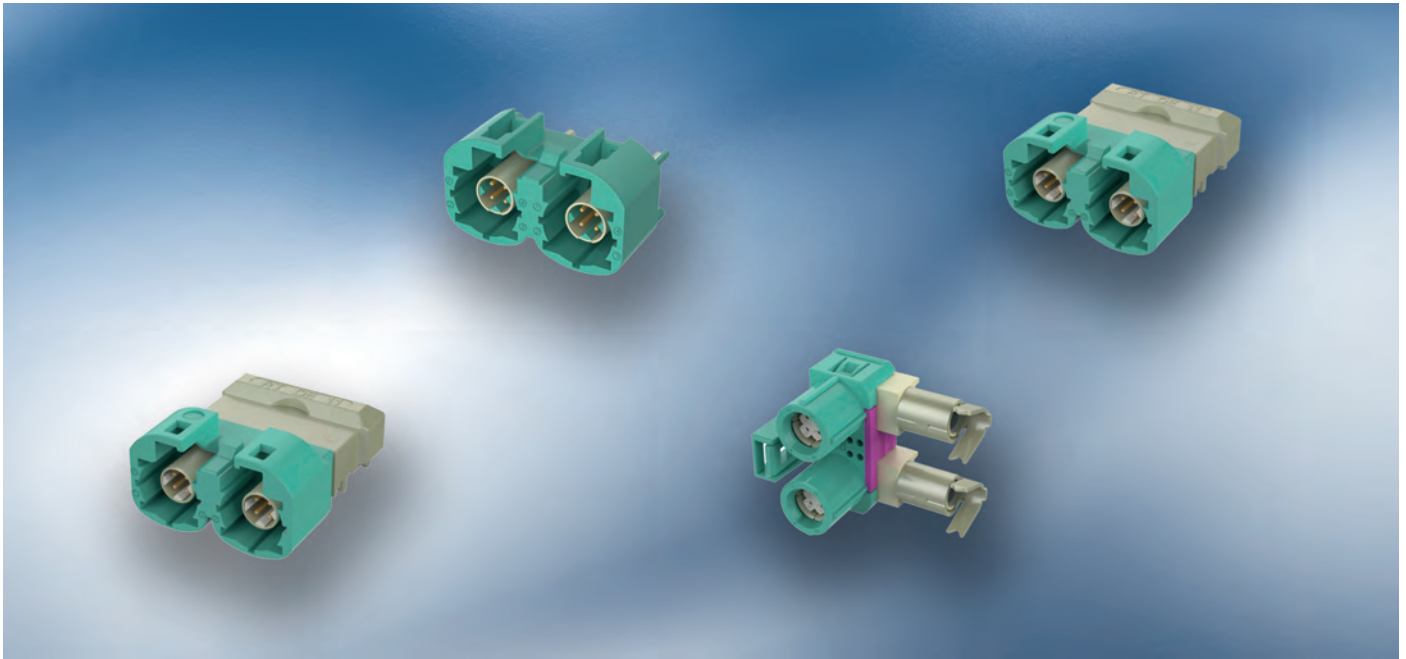
RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing	Coding HSD® double 8 mm	Packing Unit	
D4S10P-40MA5-y	pin-in-paste 2 x 4 signal pins on request	on request	A, B, C, D, E, F, Z on request	on request	

Right Angle Plug, double 8 mm

RosenbergerHSD®


Ordering Number	Remarks	Panel Piercing	Coding HSD® double 8 mm	Packing Unit	
D4S20W-40MA5-y	pin-in-paste 2 x 4 signal pins	MB 427	A, C, D, Z B, E, F on request	135 tape & reel	



Cable Connectors


Straight Jack, double 12.7 mm, crimp

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD® double 12.7 mm	Packing Unit	
D4K10D-1D5A5-y	2 x 4 signal pins components: D4Z013-000Y 2 x D4K10A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, C, D, E, F, Z B on request	on request	

Right Angle Jack, double 12.7 mm, crimp


RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD® double 12.7 mm	Packing Unit	
D4K20B-1D5A5-y	2 x 4 signal pins components: D4Z017-000Y 2 x D4K21A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V009	A, B, C, E, Z D, F on request	on request	

PCB Connectors - Wave Soldering

Right Angle Plug, double 12.7 mm


RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD® double 12.7 mm	Packing Unit	
D4S20P-400A5-y	wave soldering 2 x 4 signal pins	MB 359	E A, B, C, D, F, Z on request	25 blister	

PCB Connectors - Pin-in-Paste


Straight Plug, double 12.7 mm

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD® double 12.7 mm	Packing Unit	
D4S10V-40MA5-y	pin-in-paste 2 x 4 signal pins	MB 411	C, E A, B, D, F, Z on request	200 tape & reel	

Right Angle Plug, double 12.7 mm

RosenbergerHSD®


Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD® double 12.7 mm	Packing Unit	
D4S21J-40MA5-y	pin-in-paste 2 x 4 signal pins	MB 353	A, B, C, E D, F, Z on request	200 tape & reel	



Cable Connectors - Waterproof


Straight Plug, single, crimp, waterproof

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S14A-1D5A5-y	waterproof 4 signal pins components: D4Z004-000Y D4S14A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V021	A, B, C, D, E, F, Z	on request	




Straight Jack, single, crimp, waterproof

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4K14A-1D5A5-y	waterproof 4 signal pins components: D4Z005-000Y D4K14A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V020	A, B, C, D, E, F, Z	on request	

Right Angle Jack, single, crimp, waterproof


RosenbergerHSD®

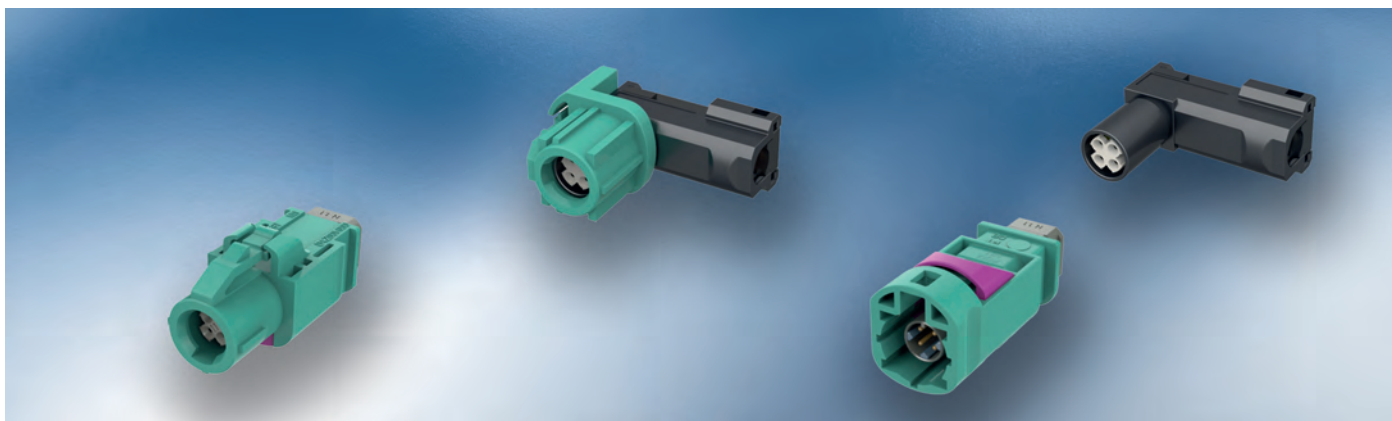
Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
D4K25A-1D5A5-y	waterproof 4 signal pins cable down components: D4Z007-001Y D4K20A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
D4K25L-1D5A5-y	waterproof 4 signal pins cable left components: D4Z007-00LY D4K20A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
D4K25R-1D5A5-y	waterproof 4 signal pins cable right components: D4Z007-00RY D4K20A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	

PCB Connectors - Wave Soldering


Right Angle Plug, single, waterproof

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S24D-400A5-y	waterproof wave soldering 4 signal pins	MB 261	C, D, E, F, Z A, B on request	25 blister	



Cable Connectors
Straight Plug, single, crimp

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4S10A-1AKX5-y	4 signal pins components: D4Z002-000Y E4S10A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	





Straight Jack, single, crimp

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4K10A-1AKX5-y	4 signal pins components: D4Z001-000Y E4K10A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	


Right Angle Jack, single, crimp

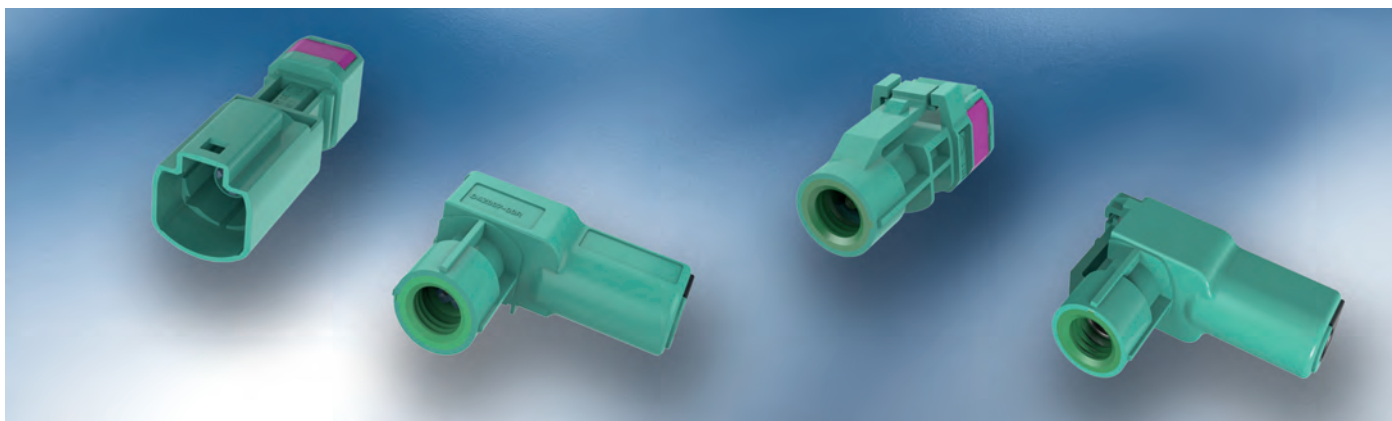
RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4K20A-1AKX5-y	4 signal pins cable down	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
E4K2LA-1AKX5-y	4 signal pins cable left	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
E4K2RA-1AKX5-y	4 signal pins cable right	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	
E4K2UA-1AKX5-y	4 signal pins cable up	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	G, H, I, K, L, M, O	on request	

Right Angle Jack, single, crimp, without housing

RosenbergerHSD®e


Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Packing Unit	
E4K22A-1AKX5	4 signal pins	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	on request	



Cable Connectors - Waterproof


Straight Plug, single, crimp, waterproof

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4S14A-1AKX5-y	waterproof, 4 signal pins components: E4Z004-001Y E4S14A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, Z D, E, F on request	on request	




Straight Jack, single, crimp, waterproof

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4K15A-1AKX5-y	waterproof, 4 signal pins components: E4Z005-001Y E4K15A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A, B, C, D, E, F, Z	on request	

Right Angle Jack, single, crimp, waterproof

RosenbergerHSD®e


Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD®	Packing Unit	
E4K24A-1AKX5-y	waterproof, 4 signal pins cable down components: E4Z007-001Y E4K20A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A B, C, D, E, F, Z on request	on request	
E4K24L-1AKX5-y	waterproof, 4 signal pins cable left components: E4Z007-00LY E4K20A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A B, C, D, E, F, Z on request	on request	
E4K24R-1AKX5-y	waterproof, 4 signal pins cable right components: E4Z007-00RY E4K20A-1AKX5	e.g. Dacar 625, 4-pole	on request	A B, C, D, E, F, Z on request	on request	



Cable Connectors


Straight Jack, single, crimp

RosenbergerHSD[®]+2 Power pin

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99K10D-1D5A5-y	4 signal pins 2 power pins components: 99Z11D-000Y D4K10A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4 V007	A, B, D, E, F, Z C on request	on request	

Right Angle Jack, single, crimp


RosenbergerHSD[®]+2 Power pin

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99K20D-1D5A5-y	4 signal pins 2 power pins components: 99Z22D-000Y D4K20A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, D, E, Z C, F on request	on request	

PCB Connectors - Pin-in-Paste


Straight Plug, single

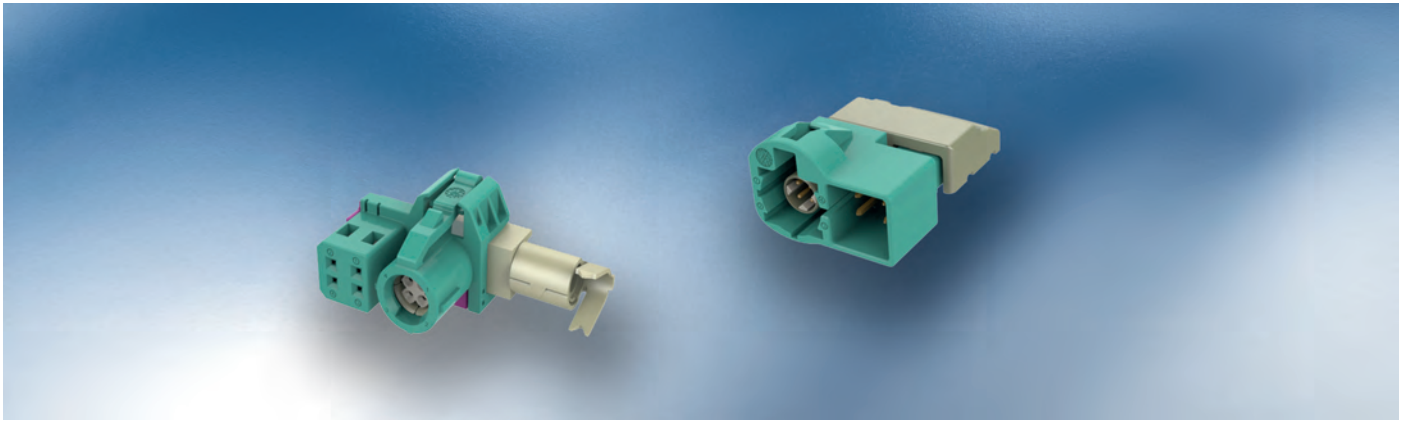
RosenbergerHSD[®]+2 Power pin

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99S10D-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins 2 power pins	MB 323	B, D, E, Z	540 blister 175 tape & reel	

Right Angle Plug, single

RosenbergerHSD[®]+2 Power pin


Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99S20D-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins 2 power pins	MB 310	B, D, E, Z	250 tape & reel	



Cable Connectors

Right Angle Jack, single, crimp


RosenbergerHSD[®]+4 Power pin

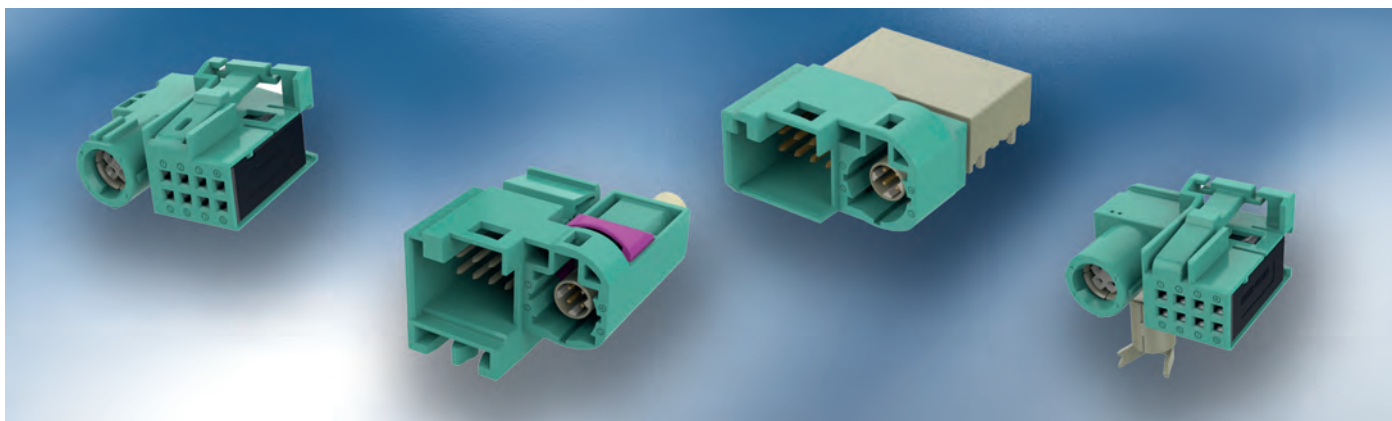
Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99K2LL-1D5A5-y	4 signal pins 4 power pins components: 99Z2LL-000Y D4K21A-1D5A5	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, Z	on request	

PCB Connectors - Pin-in-Paste

Right Angle Plug, single

RosenbergerHSD[®]+4 Power pin


Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD [®]	Packing Unit	
99S20L-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins 4 power pins	MB 417	A, B, C, Z	on request	



Cable Connectors


Straight Plug, single, crimp

RosenbergerHSD[®]+8 Power pin

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®] +8	Packing Unit	
99S15A-1D5A5-y	4 signal pins 8 power pins components: 99Z109-000Y D4S10A-1D5A5 on request	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4V033	A, B, C, D Z on request	on request	


Straight Jack, single, crimp

RosenbergerHSD[®]+8 Power pin

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®] +8	Packing Unit	
99K15A-1D5A5-y	4 signal pins 8 power pins components: 99Z108-000Y + 99Z113-000/51 D4K10A-1D5A5 on request	e.g. Dacar 535, 4-pole	D4V034	A, B, C, D Z on request	on request	

Right Angle Jack, single, crimp


RosenbergerHSD[®]+8 Power pin

Ordering Number	Remarks	Cable	Assy Inst.	Coding HSD [®] +8	Packing Unit	
99K20E-1D5A5-y	4 signal pins 8 power pins cable down components 99Z113-000Y + 99Z113-000/51 D4K21A-1D5A5 on request	e.g. Dacar 535, 4-pole	on request	A, B, C, D, Z on request	on request	

PCB Connectors - Pin-in-Paste

Right Angle Plug, single

RosenbergerHSD[®]+8 Power pin

Ordering Number	Remarks	Panel Piercing / PCB Layout	Coding HSD [®] +8	Packing Unit	
99S204-40MA5-y	pin-in-paste 4 signal pins 8 power pins on request	MB 344	B, C A, D, Z on request	on request	

Procedure for the selection of the appropriate cable assemblies - Example

Vorgehensweise bei der Wahl des passenden Kabelassemblies - Beispiel

1. Allocate to the PCB connectors the regarding Side A and B.

Ordnen Sie dem PCB-Steckverbinder die entsprechende Side A und B zu.

Side A - Ermittler

Side B - Receiver



2. Choose mating connector, plug or jack.

Wählen Sie den zugehörigen Steckverbinder, Stecker oder Kuppler.

3. Choose orientation, straight or right angle (90°).

Wählen Sie die Orientierung, gerade oder rechtwinklig (90°).

Jack 90°

Jack 90°



4. Allocate to each side the cable exit.

Ordnen Sie jeder Seite den Leitungsabgang zu.

Cable Exit right

Cable Exit left



5. Find in the catalogue on the following pages in the columns Side A and Side B the matching descriptions.

Entnehmen Sie die passende Beschreibung aus den Spalten Side A und Side B auf den folgenden Seiten.

Side A, Jack, 90°, cable left

Side B, Jack, 90°, cable right



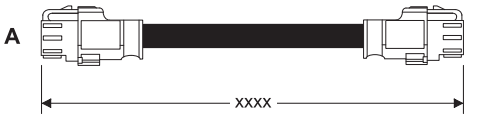


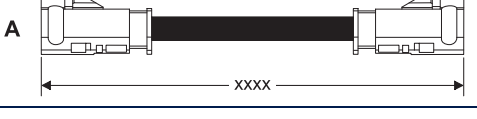
Example: Ordering Number: LD-228-xxxx-y-y

Beispiel: Bestellnummer: LD-228-xxxx-y-y

Cable Assemblies




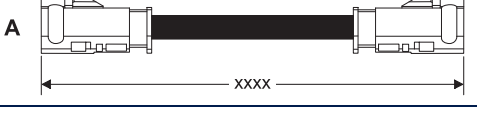
Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-101-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-102-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-103-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-104-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	



Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-101-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-102-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-103-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-104-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	

Cable Assemblies RosenbergerHSD® waterproof



RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-105-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B waterproof cable, side A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-106-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B waterproof cable, side A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	

Further types are available on request

Cable Assemblies RosenbergerHSD®e waterproof


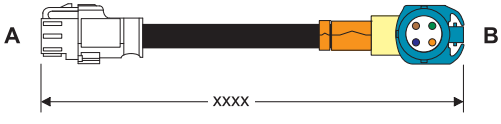


RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-105-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B waterproof cable, side A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-106-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B waterproof cable, side A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	

Further types are available on request





Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-201-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-202-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-203-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-204-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, straight	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	

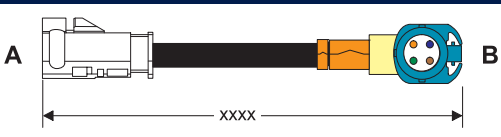

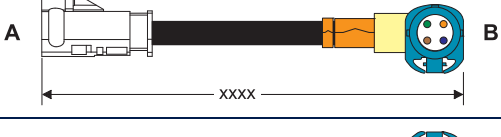

Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-201-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-202-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-203-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-204-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, straight	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	



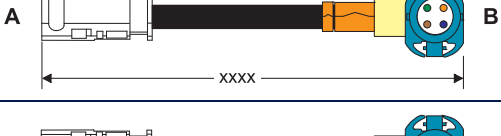

Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-205-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-206-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-207-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-208-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Plug, straight	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	

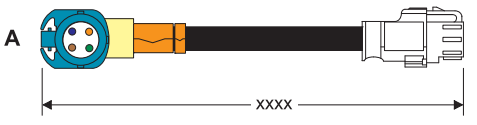
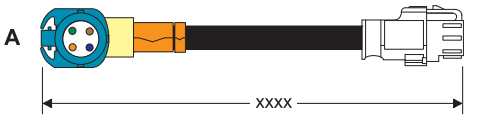
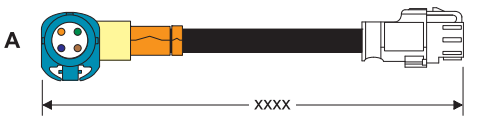
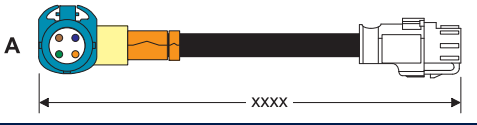
Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-205-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-206-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-207-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-208-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Plug, straight	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	

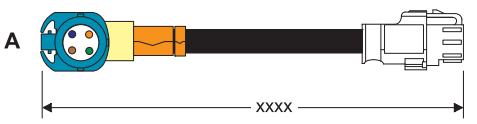
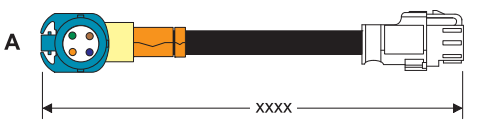
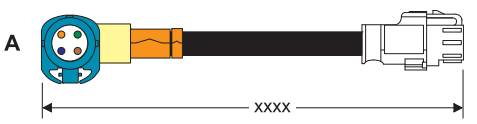
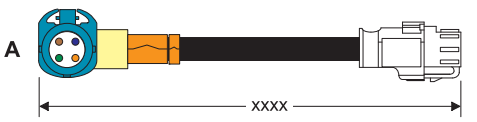
Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-209-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-210-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Jack, straight	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-211-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-212-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	

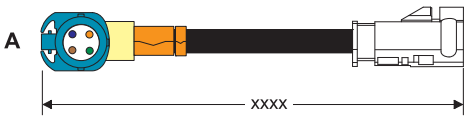
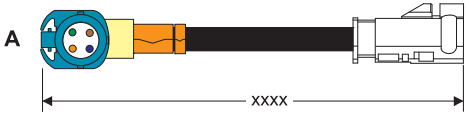
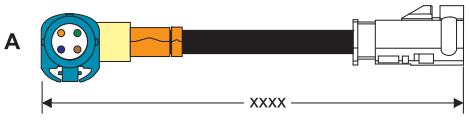
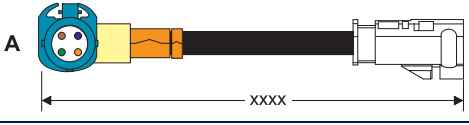
Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-209-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-210-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Jack, straight	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-211-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-212-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Jack, straight	A, B, C, D, E, F, Z	

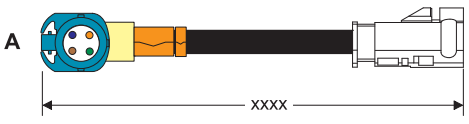
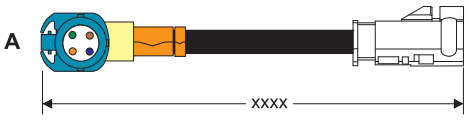
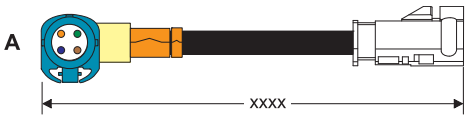
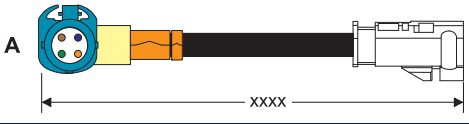
Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-213-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-214-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Plug, straight	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-215-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-216-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	





Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-213-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-214-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Plug, straight	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-215-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-216-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Plug, straight	A, B, C, D, E, F, Z	





Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-217-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-218-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable down	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-219-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-220-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	





Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-217-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-218-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable down	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-219-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-220-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable down	A, B, C, D, E, F, Z	


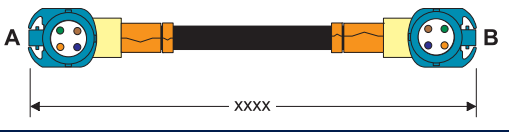


Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-221-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-222-xxxx-y-y	Connector A and B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-223-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-224-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	





Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-221-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-222-xxxx-y-y	Connector A and B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-223-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-224-xxxx-y-y	Connector B: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable up	G, H, J, K, L, M, O	





Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-225-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-226-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable left	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-227-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-228-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	


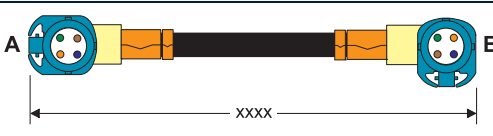
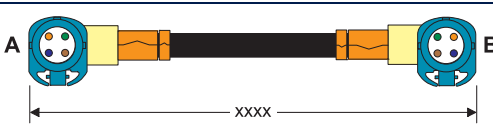
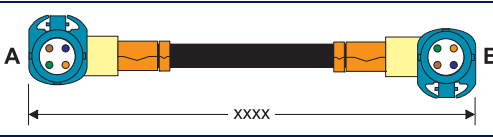
Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-225-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-226-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable left	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-227-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-228-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable left	A, B, C, D, E, F, Z	

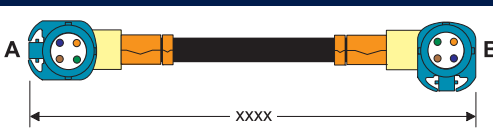
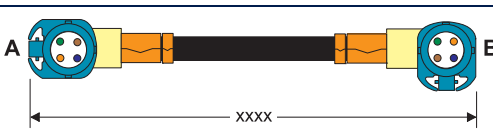
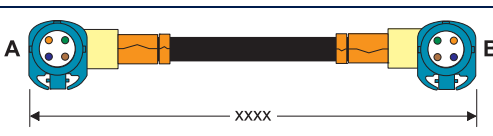
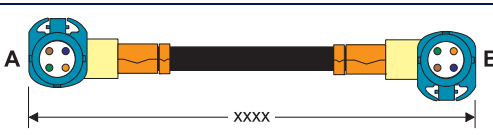
Cable Assemblies RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LD5-229-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-230-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable right	G, H, J, K, L, M, O	
LD5-231-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	
LD5-232-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 535, 4-pole	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	


Cable Assemblies RosenbergerHSD®e

RosenbergerHSD®e

Ordering Number	Remarks	Cable	Side A	Side B	Coding HSD®	
LAK-229-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable down	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-230-xxxx-y-y	Connector A: only mateable with plugs, cable up xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable up	Jack, 90°, cable right	G, H, J, K, L, M, O	
LAK-231-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable right	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	
LAK-232-xxxx-y-y	xxxx: length in mm y-y: coding connector A/B	Dacar 625, unshielded	Jack, 90°, cable left	Jack, 90°, cable right	A, B, C, D, E, F, Z	


Test PC-Board RosenbergerHSD® - SMA

RosenbergerHSD® - SMA

Ordering Number	Remarks	Packing Unit	
PCB-L1501-SB	RosenbergerHSD® male - SMA female (4x) Impedance 100 Ω Frequency range DC to 6 GHz Return loss ≥ 20 dB to 2 GHz Insertion loss ≤ 0.3 dB to 2 GHz Skew ≤ 5 ps Nearend crosstalk ≤ 30 dB (1 GHz) Farend crosstalk ≤ 35 dB (1 GHz) Insulation resistance ≥ 1 × 10 ³ MΩ Signal contact resistance ≤ 10 mΩ Outer contact resistance ≤ 7.5 mΩ Test voltage 250 V rms Working voltage 100 V rms Test PC-Boards for electrical evaluations are available on request	1	


RosenbergerHSD® Adapter - Equalizer

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Coding HSD®	Packing Unit	
D4S1EQ-S01A5-yy	RosenbergerHSD® male - male Impedance 100 Ω Frequency range DC to 1 GHz Return loss ≥ 15 dB to 500 MHz ≥ 10 dB to 1 GHz Insertion loss ≤ 8.5 dB typ. @ DC ≤ 4.0 dB typ. @ 100 MHz ≤ 1.3 dB typ. @ 250 MHz ≤ 0.6 dB typ. @ 500 MHz ≤ 1.0 dB typ. @ 1.0 GHz Skew ≤ 40 ps Test voltage 50 V rms Working voltage 50 V rms Power current ≤ 0.3 A DC RF-leakage ≥ 65 dB up to 1 GHz (IEC 62153-4-7) ≥ 60 dB up to 2 GHz (IEC 62153-4-7) Improvement to Loss Budget ≥ 12 dB @ 1.0 GHz Mating cycles ≥ 25 Part number has to be accomplished by codification	ZA, AF, BF, CF, DF, EF	1	

RosenbergerHSD® Adaptor

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Version	Remarks	Packing Unit	
D4K10A-K00A5-Z	straight	RosenbergerHSD® female - female Impedance 100 Ω Frequency range DC to 6 GHz Return loss ≥ 20 dB to 2 GHz Insertion loss ≤ 0.2 dB to 2 GHz Skew ≤ 5 ps Nearend crosstalk ≤ 30 dB (1 GHz) Farend crosstalk ≤ 35 dB (1 GHz) Insulation resistance ≥ 1 × 10 ³ MΩ Signal contact resistance ≤ 10 mΩ Outer contact resistance ≤ 7.5 mΩ Test voltage 250 V rms Working voltage 100 V rms Differential shielding eff. ≥ 75 dB up to 1 GHz ≥ 65 dB up to 2 GHz	1	

Repair Tool Kit RosenbergerHSD®

RosenbergerHSD®

Ordering Number	Remarks	Packing Unit	
D4W006-SET	complete tool set in plastic box	1	

Contents of the Tool Kit D4W006-SET

Ordering Number	Remarks
59W010-000	Basic tool small
59W011-000	Basic tool large
D4K101-1D5/40Z	Crimp sleeves for replacement, 250 pcs
D4W001-000	Repair tool for replacing RosenbergerHSD® right angle housings
D4W002-000	Repair tool for replacing RosenbergerHSD® waterproof housings
D4W003-000	Crimping tool for RosenbergerHSD® crimp sleeves
D4W004-000	Tool for fixing RosenbergerHSD® center contacts into the dielectric
D4W006-000	Cable stripping tool
D4W007-000	Crimping tool for RosenbergerHSD® center contacts
D4W008-000	Crimping tool for RosenbergerHSD® outer contacts

Basics of Differential Signaling, Signal Integrity and EMC

The Principle of Differential Data Transmission
Design and Evaluation of a Data Link
EMC Aspects of differential signaling

Grundlagen der Differentiellen Übertragung, Signalintegrität und EMV

Das Prinzip der differentiellen Datenübertragung
Auslegung und Bewertung eines Datenlinks
EMV-Aspekte der differentiellen Signalübertragung

The Principle of Differential Data Transmission

For communication on a line with only one signal conductor, information is transmitted in the form of the potential of the signal conductor referred to ground. This type of information transfer is very sensitive to shifts in ground potential, directly corrupting the communication.

On a balanced line, the communication is transmitted as a potential difference between two signal conductors. In this case, a change of the ground potential through static or dynamic ground currents has the same effect on both signal conductors and can be eliminated in the receiver. It will not influence the transmitted signal.

Differential signal transfer

A symmetrical conductor structure with two signal conductors can be operated in a so-called common mode or differential mode (DM), refer to Figure 1. Common mode (CM) stands for a common phase (and amplitude) of the signal fed to the two conductors. In differential mode, the signals have a phase shift of 180°, therefore they are in phase opposition.

Das Prinzip der differentiellen Datenübertragung

Bei der Nachrichtenübertragung über eine Leitung mit nur einem Signalleiter wird die Information in Form des Potentials des Signalleiters bezüglich Masse übertragen. Diese Art der Informationsübertragung reagiert sehr empfindlich auf Verschiebungen des Massepotentials, welche die Nachricht direkt verfälschen.

Auf der symmetrischen Leitung wird die Nachricht als Potentialdifferenz zwischen zwei Signalleitern übertragen. Eine Änderung des Massepotentials durch statisch oder dynamisch fließende Masseströme, wirkt in diesem Fall auf beide Signalleiter in gleichem Maße und kann im Empfänger eliminiert werden. Das übertragene Signal wird nicht beeinflusst.

Differentielle Signalübertragung

Eine symmetrische Leitungsstruktur mit zwei Signalleitern kann im sogenannten Gleich- (Common Mode – CM) oder Gegentakt (Differential Mode – DM) betrieben werden (siehe Bild 1). Gleichtakt (CM) steht für gleiche Phase (und Amplitude) des auf zwei Leitern eingespeisten Signals. Beim Gegentakt (DM) besitzen die Signale einen Phasenversatz von 180°, sind also exakt gegenphasig.

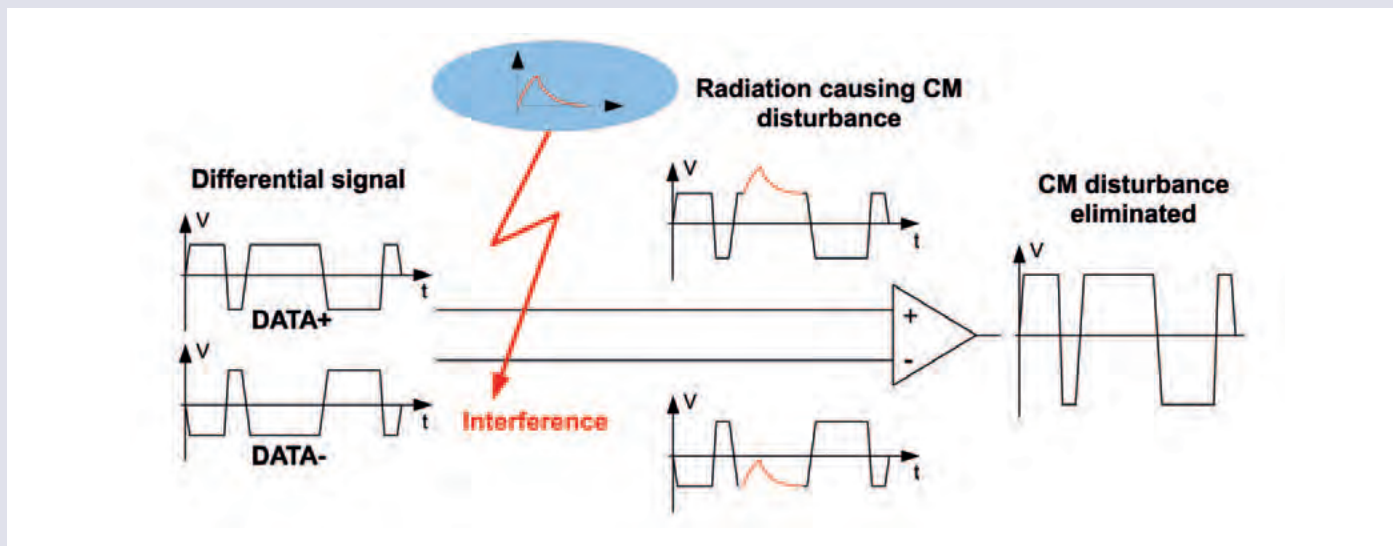


Figure 1: Differential signal transmission

Bild 1: Differentielle Signalübertragung

Common mode (CM) and Differential mode (DM) in detail

Common Mode (CM) und Differential Mode (DM) im Detail

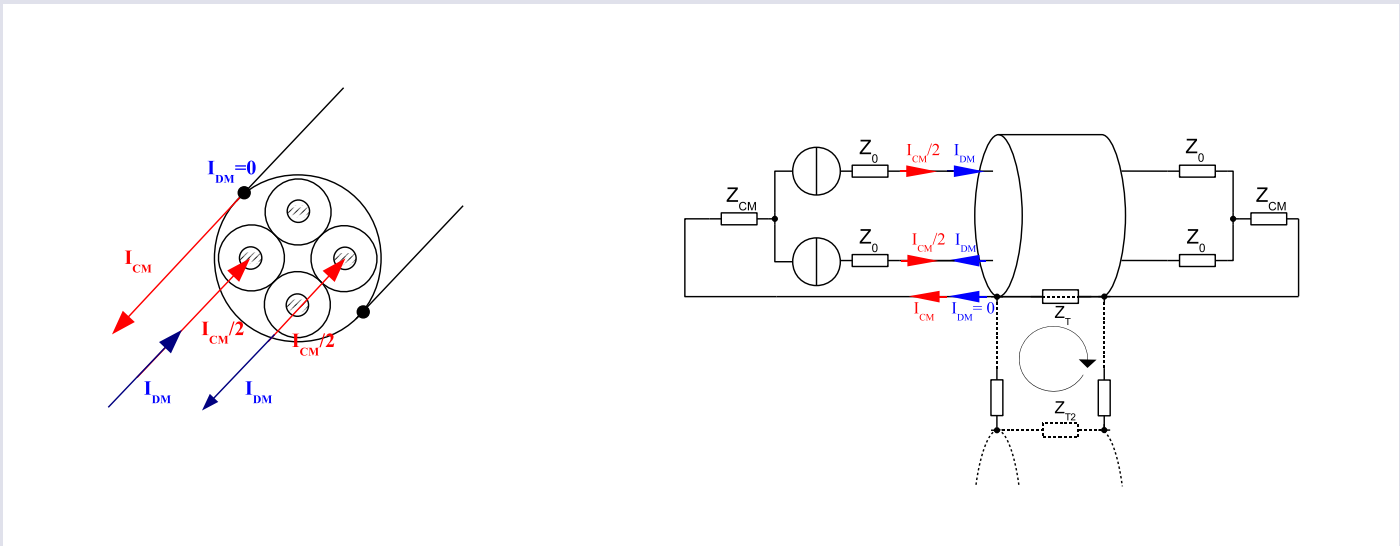


Figure 2: Current paths of Common mode (CM) and Differential mode (DM)

Bild 2: Strompfade des Common (CM) und Differential Mode (DM)

Figure 2 indicates the current direction when the conductor pair is in differential mode (blue) and common mode (red). It is possible to see in differential mode (DM) that one conductor is the feed conductor and the other is the return conductor, and that a return current does not flow on the shield. In common mode (CM), both conductors are more or less connected in parallel as feed conductors and the shield acts as the return conductor. Furthermore, the termination impedances Z_0 of 50 Ω are shown at both ends of the conductors and the impedances for the CM termination Z_{CM} are indicated. In addition, the external coupling via the transfer impedance Z_T is indicated.

Bild 2 zeigt die Stromrichtungen bei Aussteuerung eines Paares im Gegentaktmodus (Differential Mode – DM), blau markiert und Gleichtaktmodus (Common Mode – CM), rot markiert. Es ist zu erkennen, dass im Differential Mode (DM) die eine Ader als Hin- und die andere als Rückleiter fungiert und kein Rückstrom über den Schirm fließt. Im Common Mode (CM) sind beide Adern quasi parallel geschaltet als Hinleiter und der Schirm dient als Rückleiter. Zudem sind die Abschlussimpedanzen Z_0 von 50 Ω an den Enden der Adern gezeigt und Impedanzen für den CM Abschluss Z_{CM} eingezeichnet. Des Weiteren ist die Verkopplung über die Transferimpedanz Z_T in den Außenraum angedeutet.

The DM waveguide impedance of the pair matches typically the series connection of the termination impedances, i.e. $2 \times Z_0 = 100 \Omega$, whereas on the other hand, the CM impedance of the pair should be the same as the parallel connection of the termination impedances Z_0 . Due to coupling between the two inner conductors, this cable impedance is in practice larger than the theoretical value of $Z_0/2 = 25 \Omega$.

Die DM-Wellenleiterimpedanz des Paares ist typischerweise gleich der Serienschaltung der Abschlussimpedanzen, also $2 \times Z_0 = 100 \Omega$, wohingegen die CM-Impedanz des Paares gleich der Parallelschaltung der Abschlussimpedanzen Z_0 sein sollte. Aufgrund der Verkopplung zwischen den Adern fällt diese Leiterimpedanz jedoch in der Realität größer aus als dies der theoretische Wert von $Z_0/2 = 25 \Omega$ vorgibt.

Mixed Mode Scattering Parameters

For describing the behavior of 4-Ports for CM/DM excitation, the co-called mixed mode scattering parameters are used in accordance with Figure 3. For the transmission behavior of the pair in differential mode the parameters S_{DD21} and S_{CC21} are used. Asymmetry between both conductors of the pair leads to mode conversion. A purely differential signal on the input can, for example, contain a CM component due to different propagation delays on both conductors. This behaviour is described by the parameter S_{CD21} .

Mixed-Mode Streuparameter

Zur Beschreibung des Verhaltens eines 4-Tors bei CM/DM Aussteuerung dienen die sogenannten Mixed-Mode Streuparameter gemäß Bild 3. Für das Transmissionsverhalten des Paares bei Gegentaktaussteuerung dient der Parameter S_{DD21} und S_{CC21} für die Gleichtaktaussteuerung. Unsymmetrien zwischen den beiden Adern des Paares führen zu Modenkonzersion. Ein rein differentielles Signal am Eingang kann z.B. durch verschiedene Laufzeiten auf den beiden Adern am Ausgang einen Gleichanteil besitzen. Dieses Verhalten wird durch den Parameter S_{CD21} beschrieben.

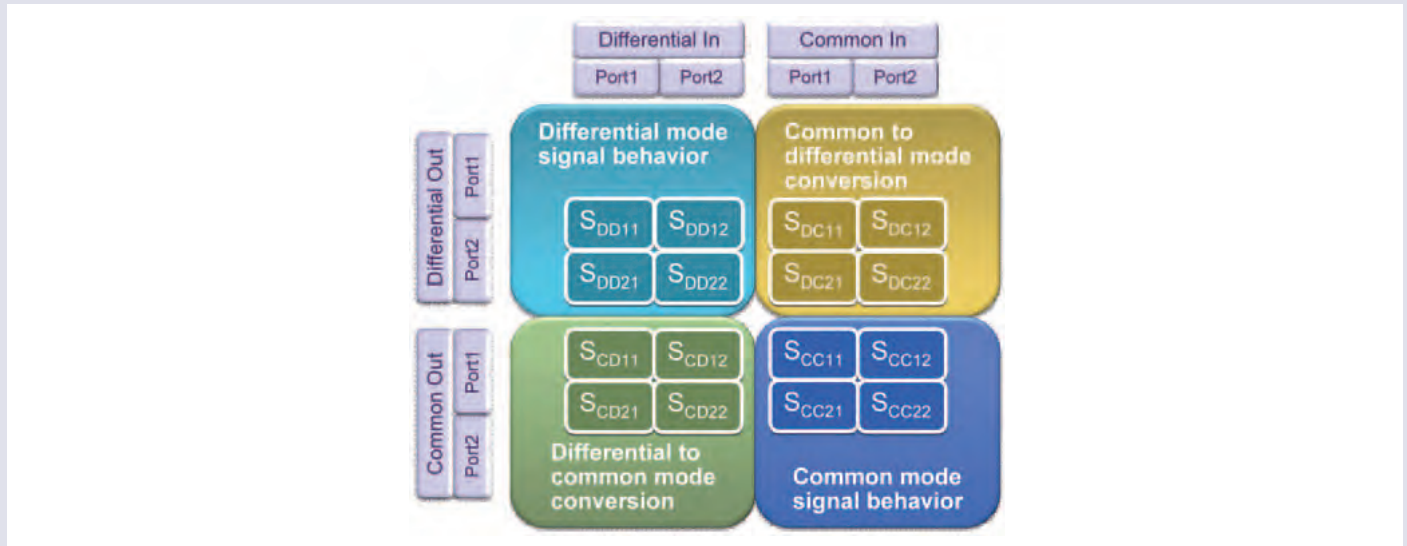


Figure 3: Mixed Mode scattering parameters

Bild 3: Mixed-Mode Streuparameter

Reflection/Transmission and Crosstalk Measurements

Furthermore, these 4-Port parameters can be used, in addition to the conventional measurement in reflection or transmission direction on the same pair, for the characterization of the crosstalk to the respective other pair on the near and far ends. Figure 4 shows the measurement configuration for reflection/transmission, FEXT³ and NEXT⁴ measurements. All connections not connected are terminated with 50 Ω.

Reflexions-/Transmissions- und Crosstalk-Messungen

Des Weiteren können diese 4-Port Parameter neben der üblichen Messung in Reflexions- bzw. Transmissionsrichtung auf einem Paar auch zur Charakterisierung des Übersprechens zum jeweils anderen Paar am nahen und fernen Ende verwendet werden. Bild 4 zeigt den Messaufbau für Reflexions/Transmission-, FEXT³- und NEXT⁴-Messungen. Alle jeweils nicht angeschlossenen Anschlüsse werden mit 50 Ω terminiert.

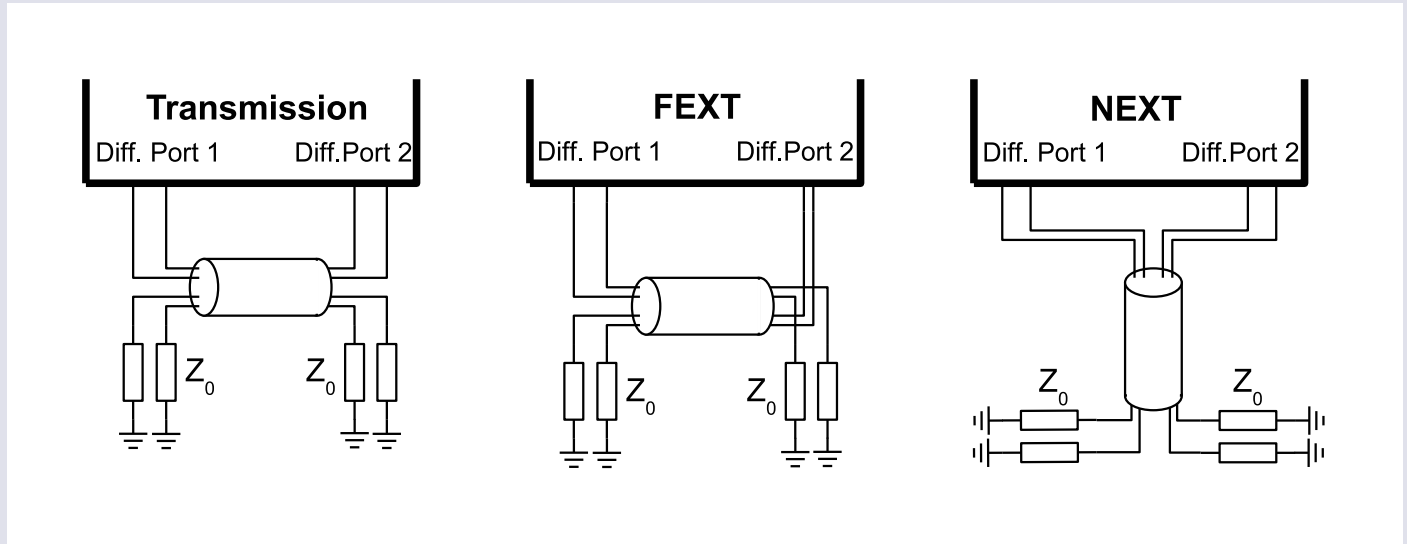


Figure 4: Setup for reflection/transmission measurements on the same pair and Crosstalk measurements to the neighboring pair

Bild 4: Aufbauten für Reflexions-/Transmissionsmessung auf einem Paar und Crosstalk-Messungen zum benachbarten Paar

The most important measurement variables in terms of the scattering parameter representation for characterization of these properties are:

- Insertion loss (Sdd21)
- Return loss (Sdd11)
- Crosstalk (Sdd21 NEXT and Sdd21 FEXT)
- Mode conversion (Scd11/Scd21)
- Screening and coupling attenuation

Die wichtigsten Messgrößen im Sinne der S-Parameterdarstellung zur Charakterisierung dieser Eigenschaften sind:

- Einfügedämpfung (Sdd21)
- Rückflussdämpfung (Sdd11)
- Übersprechen (Sdd21 NEXT und Sdd21 FEXT)
- Modenkonzersion (Scd11/Scd21)
- Schirm- und Kopplungsdämpfung

³FEXT: far end crosstalk
⁴NEXT: near end crosstalk

³FEXT: far end crosstalk
⁴NEXT: near end crosstalk

Design and Evaluation of a Data Link

The eye diagram as the measure of quality for the transmission path

Measurement of eye patterns is performed by a setup in which a source generates a known bit stream that is fed into a transmission channel. Once the signal has passed the channel, the eye, i.e. the pattern of the bit stream, is displayed and rated on the high-speed sampling oscilloscope synchronously to the fed-in bit stream. Hereby, the received data stream is segmented into individual bit intervals and depicted superimposed. Referred to Figure 5 the key parameters, which significantly affect the quality of the received eye, the eye height and the eye width. The determination occurs within a unit interval. For laboratory measurements, a data stream is generally approximated by a PRBS⁵ signal. This results in various bit sequences, which cause different rising and falling edges after passing through the cable. A "1010" sequence exhibits a different behavior of the cable than a sequence of zeros followed by a change to a "1" due to the low-pass characteristic of the cable.

With the help of eye diagrams signal characteristics of transmission channels are already evaluated in the design development phase. In this way, you ensure that not just the RosenbergerHSD[®] system itself, but also that the entire channel including the cable has excellent electrical transmission properties and meets the highest industrial demands.

Auslegung und Bewertung eines Datenlinks

Das Augendiagramm als Qualitätsmaß für die Übertragungstrecke

Die Messung von Augendiagrammen erfolgt typischerweise mittels eines Generators, der einen bekannten Bitstrom erzeugt und diesen in einen Übertragungskanal einspeist. Nachdem das Signal den Kanal durchlaufen hat, wird das Auge, d.h. die Form des Bitstroms, am schnellen Abtastoszilloskop synchron zum eingespeisten Bitstrom dargestellt und bewertet. Hierbei wird der empfangene Datenstrom in einzelne Bitintervalle zerlegt und überlagert dargestellt. Gemäß Bild 5 sind die Schlüsselparameter, die die Güte des empfangenen Auges maßgeblich bestimmen, die Augenhöhe (Eye height) und die Augenweite (Eye width). Die Bestimmung erfolgt innerhalb eines Abtastintervalls (unit interval). Für Labormessungen wird ein Datenstrom üblicherweise durch ein PRBS⁵-Signal angenähert. Hierdurch ergeben sich verschiedenste Bitfolgen, die unterschiedliche steigende und fallende Flanken nach dem Durchlaufen des Kabels hervorrufen. Eine „1010“-Folge zeigt aufgrund der Tiefpasscharakteristik des Kabels ein anderes Verhalten als eine lange Folge von Nullen gefolgt von einem Wechsel auf „1“. Durch Simulation der Signaleigenschaften von Übertragungskanälen werden derartige Augendiagramme designbegleitend in Systemsimulationen bereits in der Entwicklungsphase untersucht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass nicht nur das RosenbergerHSD[®]-System an sich, sondern auch der gesamte Kanal inklusive des Kabels ausgezeichnete elektrische Übertragungseigenschaften besitzt und höchsten Ansprüchen gerecht wird.

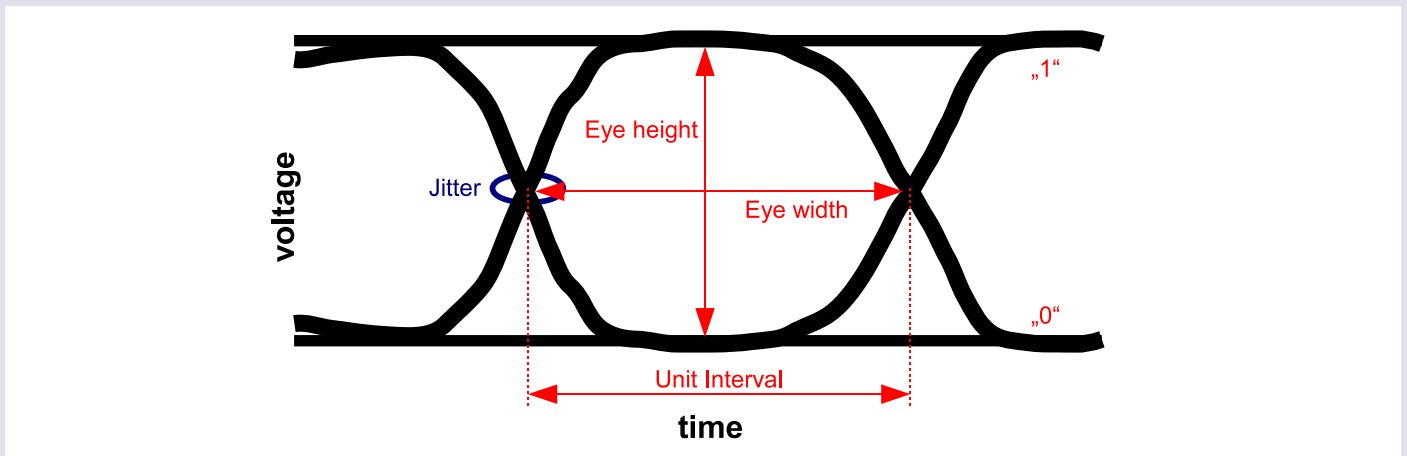


Figure 5: Measurement variables of the eye diagram

Bild 5: Messgrößen beim Augendiagramm

⁵PRBS: pseudo random bit sequence

⁵PRBS: pseudo random bit sequence

System simulations – The modern method of link evaluation

In the workflow of a system simulation, various software tools are used in combination at Rosenberger, which in total enable the transition from frequency domain (measured/ simulated S-parameters) to the simulation of a complete transmission channel in the time domain (eye pattern diagram).

Systemsimulationen – Die moderne Art der Linkbewertung

Im Workflow einer Systemsimulation werden bei Rosenberger diverse Softwaretools in Kombination eingesetzt, die in Summe den Übergang vom Frequenzbereich (simulierte/ gemessene S-Parameter) zur Simulation eines kompletten Übertragungskanals im Zeitbereich (Augendiagramm) ermöglichen.

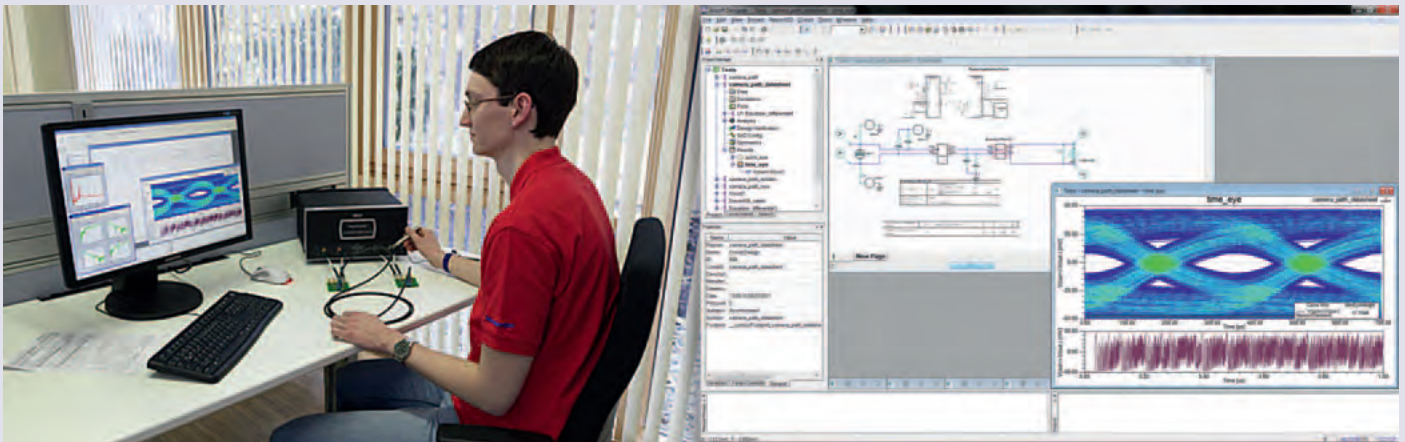


Figure 6: System simulation

Bild 6: Systemsimulation

The electrical properties of a cable measured with vector network analyzers (VNA) and stored as scattering parameters serve as the basis for the system simulation. In addition to the definition of a source and a sink, and thus the definition of the data stream to be transferred, an arbitrary number of measured cables can be connected and the eye pattern can be generated within minutes without physical measurement of the entire assembly.

Die elektrischen Eigenschaften eines mit einem vektoriellen Netzwerkanalysator (VNA) vermessenen und als Streuparameter gespeicherten Kabels dienen als Grundlage für die Systemsimulation. Neben der Definition von Quelle und Senke, und damit der Definition des zu übertragenden Datenstroms, können in der Simulation beliebig viele gemessene Kabel verschaltet werden und das Augendiagramm ohne physikalische Vermessung des gesamten Assemblies innerhalb von Minuten generiert werden.

The simulation setup has been verified based on several physical measurements. As shown in Figure 7, the simulation has a very good correlation with the measurement.

Das Simulationssetup wurde anhand mehrerer physikalischer Messungen verifiziert. Wie in Bild 7 gezeigt, ist hierbei die Simulation in sehr guter Übereinstimmung zur Messung.

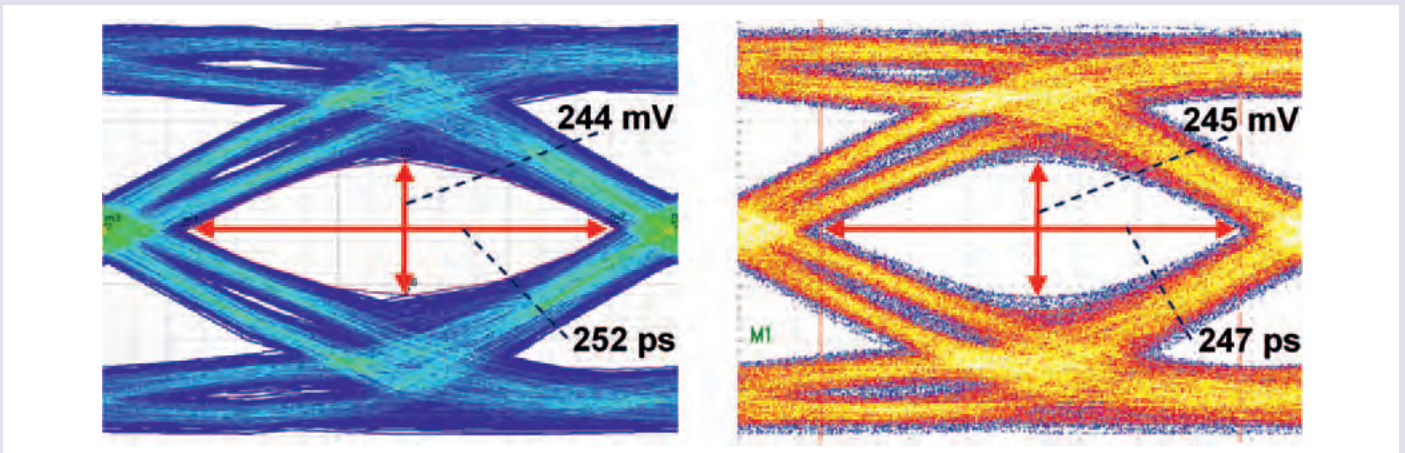


Figure 7: Simulation (left) and measurement (right) of eye pattern diagrams

Bild 7: Simulation (links) und Messung (rechts) von Augendiagrammen

Bit rate vs. symbol rate

When transmitting data via a channel, a difference must be drawn between the bit rate and symbol rate. On the one hand, the bit rate describes the throughput of data through the channel per second. On the other hand, the symbol rate describes how this bit rate is achieved by an encoding scheme on signal level. Only with a non-modulated signal in the base band (or NRZ⁶) does the symbol rate correspond to the bit rate. By encoding the symbol rate can be reduced at a constant bit rate. As well reduced are the requirements for the transmission channel regarding the spectral bandwidth. With a pure pulse amplitude modulation PAM (without an additional phase modulation), the fundamental wave is always half the symbol rate, as exactly two symbols fit in a period.

This should be made clearer using the 1000Base-T Ethernet transmission standard as an example. Four channels are used simultaneously to achieve a bit rate of 1000 Mbit/s, which is 250 Mbit/s per channel. The encoding procedure used is PAM5, i.e. an amplitude modulation with the five levels, namely -1, -0.5, 0, 0.5, 1 is applied. Behind four of five symbols (except "0") you will find 2 data bits. This calculates to a symbol rate of 125 Mbaud (125 M symbols/s * 2 bit/symbol = 250 MBit/s). A fundamental wave of 62.5 MHz results from the symbol rate.

Bitrate vs. Symbolrate

Bei der Übertragung von Daten in einem Kanal muss zwischen den Größen Bitrate und Symbolrate unterschieden werden. Auf der einen Seite beschreibt die Bitrate den Durchsatz an Daten durch den Kanal pro Sekunde. Auf der anderen Seite gibt die Symbolrate an wie diese Bitrate durch Kodierverfahren auf Signalebene erreicht wird. Nur bei einem nicht modulierten Signal im Basisband (bzw. NRZ⁶) entspricht die Symbolrate der Bitrate. Durch Kodierung kann die Symbolrate bei konstanter Bitrate gesenkt werden. Damit verbunden reduzieren sich auch die Anforderungen an den Übertragungskanal mit Hinblick auf die benötigte spektrale Bandbreite. Bei reiner Pulsamplitudenmodulation PAM (ohne eine zusätzliche Phasenmodulation) ist die Grundwelle immer die Hälfte der Symbolrate, da in eine Periode genau zwei Symbole passen.

Dies soll am Beispiel vom Übertragungsstandard 1000Base-T Ethernet verdeutlicht werden. Um eine Bitrate von 1000 Mbit/s zu erreichen, werden zunächst einmal vier Kanäle verwendet, was zu 250 Mbit/s pro Kanal führt. Als Kodierungsverfahren wird eine PAM5 verwendet, d.h. eine Amplitudenmodulation mit den fünf Pegeln -1, -0.5, 0, 0.5, 1. Hinter vier von fünf Symbolen (außer der „0“) stecken jeweils 2 Datenbits. Daraus berechnet sich eine Symbolrate von 125 Mbaud (125 M Symbole/s * 2 Bit/Symbol = 250 MBit/s). Aus der Symbolrate ergibt sich die Grundwelle zu 62,5 MHz.

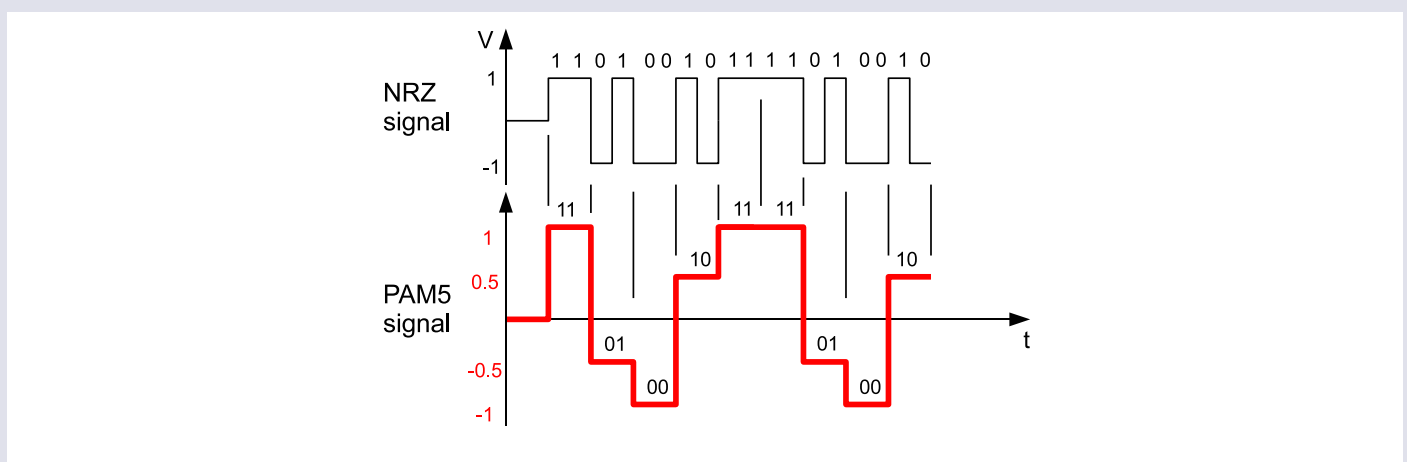


Figure 8: Encoding scheme of a PAM5 signal

Bild 8: Kodierungsschema eines PAM5 Signals

⁶NRZ: Non Return to Zero – simplest form of coding a binary signal with 2 inverted voltage levels

⁶NRZ: Non Return to Zero – einfachste Form der Kodierung eines binären Signals mit 2 inversen Spannungspegeln

Spectrum of the data stream

In order to highlight the benefits of an encoding of the data stream, a look at the spectrum of various data signals should help. For this, a pseudo-random bit stream (PRBS) with a length of 15 bits was generated and this was encoded as shown in Figure 8 on the one hand to a NRZ and on the other to a PAM5.

In Figure 9, the envelope of the amplitude spectrum is shown over the frequency normalized to the bit rate in Hz (f/f_{bit}). The envelope of a NRZ signal always features a $(\sin(x)/x)$ progression in the frequency range. In comparison, the spectrum of a PAM5 is compressed and the first zero in the spectrum occurs at half the frequency due to the halving of the symbol rate.

Spektrien der Datenströme

Um den Vorteil einer Kodierung des Datenstromes zu verdeutlichen, hilft ein Blick auf die Spektren verschiedener Datensignale. Dazu wurde eine Pseudozufallsfolge (PRBS) mit einer Länge von 15 Bits erzeugt und diese gemäß Bild 8 zum einen NRZ und zum anderen PAM5 kodiert.

In Bild 9 ist die Einhüllende des Amplitudendichtespektrums über der auf die Bitrate in Hz normierten Frequenz (f/f_{bit}) dargestellt. Grundsätzlich besitzt diese Einhüllende eines NRZ-Signals im Frequenzbereich einem $(\sin(x)/x)$ Verlauf. Im Vergleich dazu ist das Spektrum bei einer PAM5 gestaucht und die erste Nullstelle tritt im Spektrum durch die Halbierung der Symbolrate schon bei der halben auf die Bitrate normierten Frequenz auf.

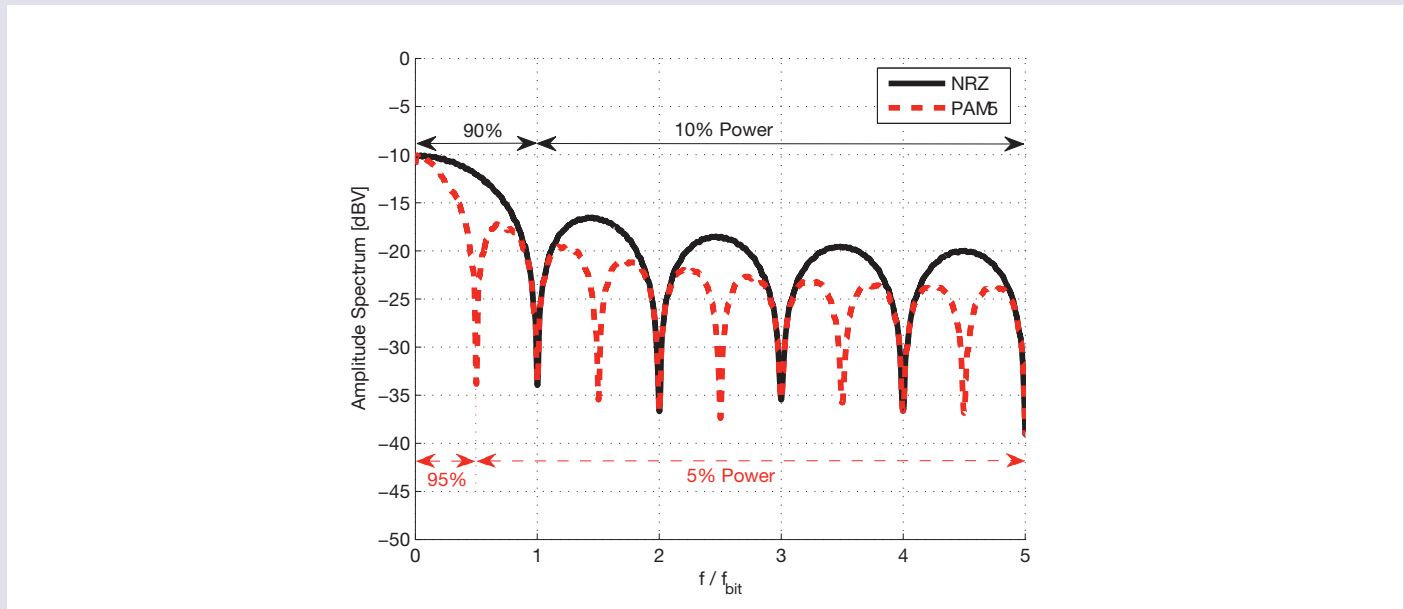


Figure 9: The envelope of the spectral power density of two encoding schemes (NRZ vs. PAM5)

Bild 9: Die Einhüllende der spektralen Leistungsdichte zweier Kodierungsarten (NRZ vs. PAM5)

The observation of the spectral distribution of the signal power indicates that with NRZ encoding approx. 90 % of the overall energy of the data sequence can be found in the main lobe ($0 < f/f_{bit} < 1$). Accordingly, all side lobes ($f/f_{bit} > 1$) only contain 10 % of the signal power in total. With multi-stage encoding schemes(e.g. PAM5), the power distribution of 95 % to 5 % moves even more in the direction of the main lobe.

This leads to the assumption that all frequency components with large powers (from DC up to the first zero at the symbol rate) have a large influence on the form of the eye pattern diagram and thus on the quality of the transmission. In contrast the transmission of the spectral content of the side lobes should have a significantly lower influence. Whether this assertion can be proven is examined in detail in the following sections.

Die Betrachtung der spektrale Verteilung der Signalleistung verdeutlicht, dass sich bei NRZ-Kodierung ca. 90 % der Gesamtenergie der Datenfolge in der Hauptkeule ($0 < f/f_{bit} < 1$) befindet. Demzufolge beinhalten sämtliche Nebenkeulen ($f/f_{bit} > 1$) in Summe nur 10 % der Signalleistung. Bei einer mehrstufigen Kodierung (z.B. PAM5) verschiebt sich die Leistungsverteilung von 95 % zu 5 % noch stärker in Richtung der Hauptkeule. Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass alle Frequenzanteile mit großem Leistungsbeitrag (von DC bis zur ersten Nullstelle bei der Symbolrate) starken Einfluss auf die Form des Augendiagramms nehmen und damit auf die Qualität der Übertragung haben. Die Übertragung des spektralen Inhalts der Nebenkeulen sollte hingegen einen deutlich geringeren Einfluss besitzen. Ob diese Behauptung auch nachgewiesen werden kann, wird in den folgenden Abschnitten detailliert untersucht.

Required bandwidth of the transmission channel

A lower fundamental wave is for the good of the transmission, as a cable has a low-pass filter characteristic and thus lower frequencies are less attenuated than higher frequencies. This results in a time signal with flatter edges and an eye which is slightly less open the longer a cable gets. An estimation of the bandwidth required for a distinct symbol rate has been determined in accordance with a simulation setup, as shown in Figure 10. The setup forms a simple transmission system, where a PRBS source is connected via an "ideal cable"⁷ and a 3rd order Bessel-Thomson low-pass filter, because of its constant group delay in the passband, with a signal sink. The low-pass filter with variable cut-off frequency f_0 provides an adjustable bandwidth limitation of the transmission channel.

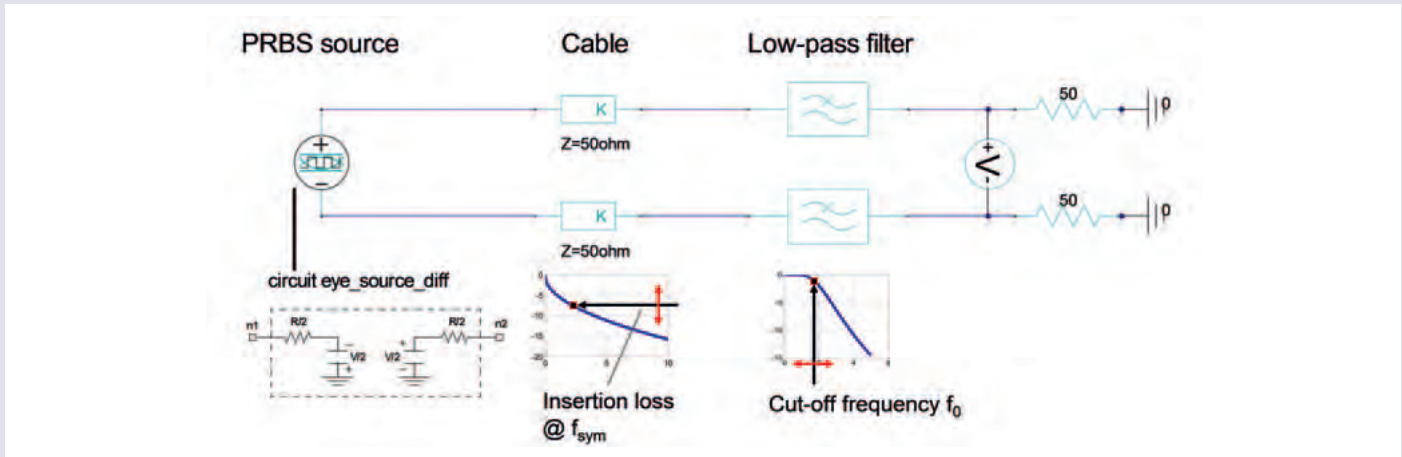


Figure 10: Simulation setup for the estimation of the required bandwidth of a data signal

Figure 11 shows the vertical eye opening in percent over the quotient of the low-pass filter's cut off frequency f_0 and the frequency f_{sym} corresponding to the symbol rate in Hz. The black curve shows the eye opening with pure limitation of the bandwidth by the low-pass filter. With the blue, red and green curves, an additional cable attenuation of 5, 10 or 15 dB at f_{sym} was added, i.e. for example for 1 Gbaud and insertion loss of 5, 10 or 15 dB at $f_{sym} = 1$ GHz.

As depicted, the maximal eye opening for this kind of bandwidth limitation is already achieved at a cut-off frequency of approx. three-fourths of the symbol rate in Hz ($f_0/f_{sym} = 0.75$). Physically this means that the fundamental wave of a NRZ data signal (bit sequence 101010...) at $f_{bit}/2$ must be transmitted. The transmission of harmonics of the fundamental wave plays an inferior role. With high-level encoding, as with PAM5, this means a reduction of the transmission properties of the channel even to $0.375 \cdot f_{bit}$. The reduction in the eye opening for $f_0/f_{sym} < 1$ is significantly determined by the order of the low-pass filter. A higher filter order would ensure a higher bandwidth limitation and thus for a stronger reduction of the eye opening for cut-off frequencies $f_0 < f_{sym}$. Thus, by applying a setup as shown in Figure 10, the assumption is confirmed that primarily the main lobe of the spectrum is responsible for the data transmission and thus the opening of the eye.

⁷This "ideal cable" emulates the response of a decoupled differential pair with variable attenuation characteristic. The attenuation value at the frequency f_{sym} corresponding to the symbol rate in Hz can be explicitly given.

Benötigte Bandbreite des Übertragungskanal

Eine geringe Grundwelle kommt der Übertragung deshalb zu Gute, da ein Kabel eine Tiefpassfiltercharakteristik aufweist und daher niedrige Frequenzen weniger stark gedämpft werden als höhere. Es ergibt sich ein Zeitsignal mit flacheren Flanken und einem geringer geöffneten Auge je länger das Kabel wird. Eine Abschätzung welche Bandbreite für eine bestimmte Symbolrate benötigt wird, wurde mit einer Simulationsanordnung gemäß Bild 10 ermittelt. Die Anordnung bildet ein einfaches Übertragungssystem, bei dem eine PRBS-Quelle über ein „ideales Kabel“⁷ und einen Tiefpassfilter Bessel-Thomson 3. Ordnung, aufgrund der konstanten Gruppenlaufzeit im Durchlassbereich, mit der Signalsenke verbunden sind. Der Tiefpassfilter mit variabler Cut-Off Frequenz f_0 führt hierbei zu einer einstellbaren Bandbegrenzung des Übertragungskanal.

Bild 10: Anordnung zur Abschätzung der benötigten Bandbreite eines Datensignals

Bild 11 zeigt die vertikale Augenöffnung in Prozent über dem Quotient aus Eckfrequenz f_0 des Tiefpassfilters und der Frequenz f_{sym} entsprechend der Symbolrate in Hz. Die schwarze Kurve zeigt die Augenöffnung bei reiner Begrenzung der Bandbreite durch den Tiefpassfilter. Bei der blauen, roten und grünen Kurve wurde zusätzlich eine Kabeldämpfung von 5, 10 bzw. 15 dB bei f_{sym} hinzugefügt, d.h. beispielsweise für 1 Gbaud eine Einfügedämpfung von 5, 10 bzw. 15 dB bei $f_{sym} = 1$ GHz.

Es ist zu sehen, dass die maximale Augenöffnung für diese Art der Bandbreitenbegrenzung bereits bei einer Eckfrequenz von ungefähr drei viertel der Symbolrate in Hz ($f_0/f_{sym} = 0.75$) erreicht wird. Physikalisch bedeutet dies, dass die Grundwelle eines NRZ-Datensignals (Bitfolge 101010...) bei $f_{bit}/2$ zwingend übertragen werden muss. Die Übertragung von Harmonischen dieser Grundwelle spielt eine untergeordnete Rolle. Bei einer höherwertigen Kodierung, wie PAM5, bedeutet dies eine Reduktion der Übertragungseigenschaften des Kanals auf sogar $0,375 \cdot f_{bit}$. Der Abfall der Augenöffnung für $f_0/f_{sym} < 1$ wird maßgeblich durch die Ordnung des Tiefpassfilters bestimmt. Eine höhere Filterordnung würde für eine stärkere Bandbegrenzung und damit einen stärkeren Abfall der Augenöffnung für Eckfrequenzen $f_0 < f_{sym}$ sorgen. Somit konnte mit Hilfe der in Bild 10 dargestellten Anordnung die Vermutung bestätigt werden, dass hauptsächlich die Hauptkeule des Spektrums für die Datenübertragung und damit ein offenes Auge verantwortlich ist.

⁷Dieses „ideales Kabel“ emuliert das Verhalten eines unverkoppelten differentiellen Paares mit variablem Dämpfungsverlauf. Der Dämpfungswert bei der Frequenz f_{sym} entsprechend der Symbolrate in Hz kann explizit vorgegeben werden.

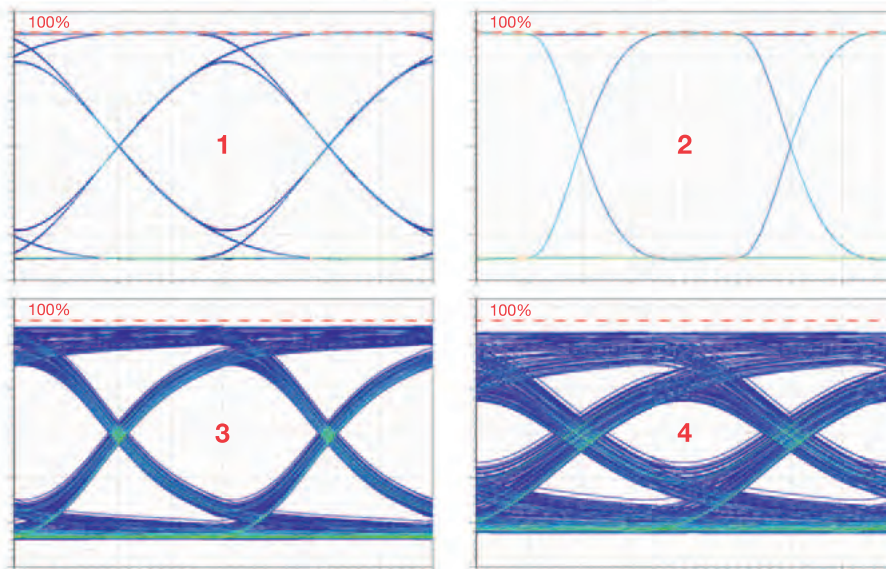
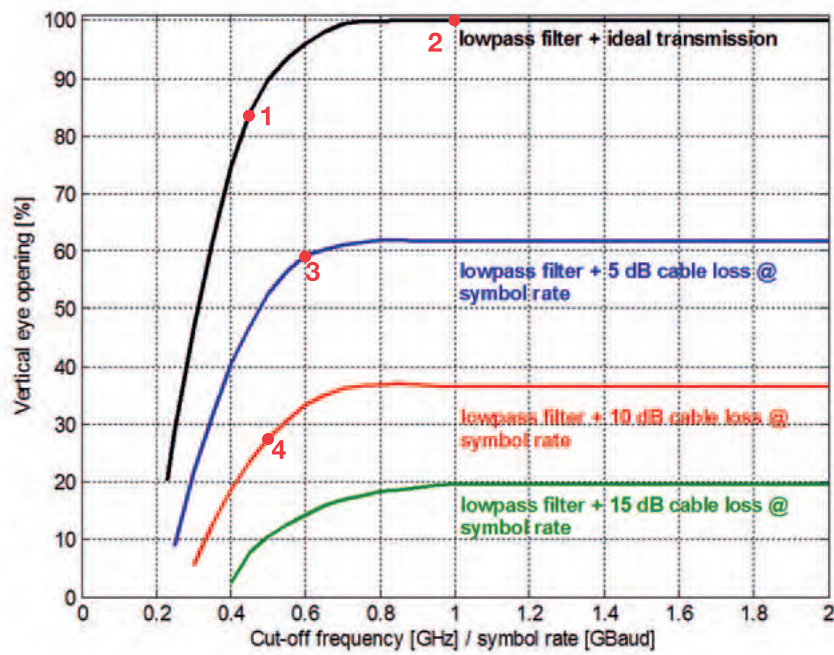


Figure 11: Eye opening at a limited channel bandwidth

Bild 11: Augenöffnung bei Bandbreitenbegrenzung

Maximum link length

Maximale Linklänge

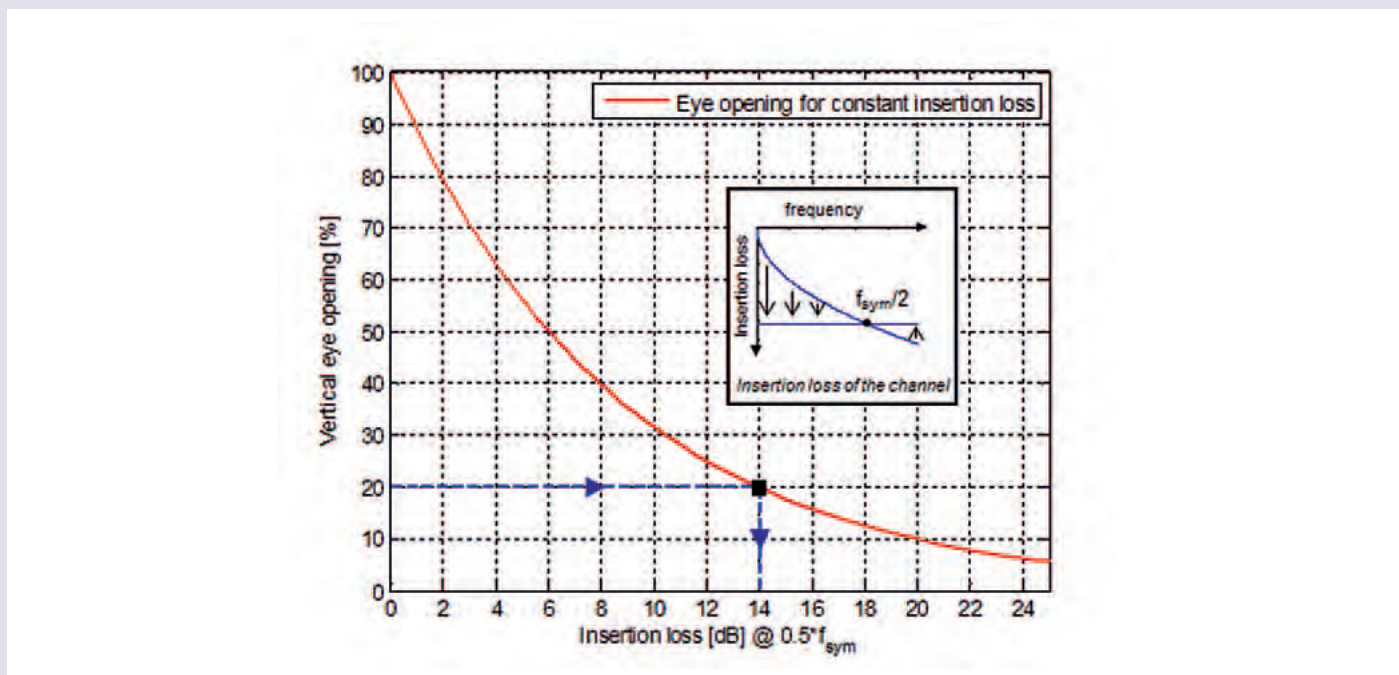


Figure 12: Eye opening via the insertion loss

Bild 12: Augenöffnung über der Einfügedämpfung

For the case that there is no obligatory specification from the chip manufacturer regarding a certain transmission standard, Figure 12 helps estimating the maximum possible link length. Therefore, the following steps are necessary:

- With the cable datasheet: Determination of the attenuation budget of the link (new/aged) consisting of the influence of the cable, the connector/inlines and the PCB
- With the chip datasheet: Determination of the voltage swing (max./typ./worst-case) between the transmitter amplitude and the height of the decision threshold at the receiver.

As a calculation example, the worst-case estimate for a fictive LVDS system (NRZ encoding) with 3 Gbit/s is used, with an amplitude of at least 500 mV on the output of the transmitter and a maximum decision threshold on the receiver input of 100 mV. This results in a required vertical eye opening of 20 %. This equals to a maximum permissible attenuation of 14 dB. Subtracting 1 dB insertion loss for the PCBs leaves an attenuation budget of 13 dB for the cable. According to the data sheet, the cable has an attenuation at $0.5 \cdot f_{\text{sym}} = 1.5 \text{ GHz}$ of 1.3 dB/m (in new condition). Accordingly, the maximum link length is calculated to be 10 m. If it is also known to which extent the insertion loss of the cable material increases over aging as determined by environmental testing, the maximum link length can be estimated even for the aged case using Figure 12. These estimations are only valid under the assumption that through equalization the frequency response of the channel can be completely flattened, i.e. there is constant attenuation over all frequencies. This condition, which is state-of-the-art, is sketched in Figure 12. Furthermore, this type of equalization is described in more detail in one of the following chapters. If the low-pass characteristic of the channel is not compensated, it may occur that the signal at the receiver chip is too much distorted because of ISI jitter.

Für den Fall, dass keine bindende Spezifikation des Chipherstellers für einen bestimmten Übertragungsstandard besteht, bietet Bild 12 die Möglichkeit eine Abschätzung der maximal möglichen Linklänge zu tätigen. Hierzu sind folgende Schritte notwendig:

- Mit Hilfe des Kabeldatenblatts: Bestimmung des Dämpfungsbudgets des Links (neu/gealtert) bestehend aus dem Einfluss der Kabel, der Steckverbinder/Inlines und der Leiterplatte (PCB)
- Mit Hilfe des Chip-Datenblatts: Bestimmung des Spannungshubs (max./typ./worst-case) zwischen der Senderamplitude und der Höhe der Entscheidungsschwelle am Empfängereingang.

Als Rechnungsbeispiel dient eine Worst-case Abschätzung für ein fiktives LVDS-System (NRZ-Kodierung) mit 3 Gbit/s, dass eine Amplitude von mindestens 500 mV am Ausgang des Senders bereitstellt und eine maximale Entscheidungsschwelle am Eingang des Empfängers von 100 mV besitzt. Daraus ergibt sich eine benötigte vertikale Augenöffnung von 20 %. Dies entspricht einer maximal zulässigen Dämpfung von ca. 14 dB. Abzüglich 1 dB Einfügedämpfung der Leiterplatten verbleibt ein Dämpfungsbudget von 13 dB für das Kabel. Gemäß Datenblatt habe das Kabel eine Dämpfung bei $0.5 \cdot f_{\text{sym}} = 1,5 \text{ GHz}$ von 1,3 dB/m (im Neuzustand). Daraus berechnet sich die maximale Linklänge zu 10 m. Ist zudem bekannt, in welchem Maße die Einfügedämpfung des Kabelmaterials infolge von Alterungstest bei Umweltprüfungen zunimmt, kann auch für diesen Fall die maximale Linklänge unter Verwendung von Bild 12 abgeschätzt werden. Diese Abschätzungen sind nur gültig unter der Annahme, dass durch Equalisierung der Frequenzgang der Übertragungsstrecke vollständig geglättet wird, d.h. dass sich eine konstante Dämpfung über der Frequenz einstellt. Diese Voraussetzung, die Stand der Technik ist, ist schematisch in Bild 12 dargestellt. Zudem ist diese Art der Equalisierung genauer ein einem der folgenden Kapitel beschrieben. Wird das Tiefpassverhalten der Übertragungsstrecke nicht kompensiert, kann es sein, dass durch ISI Jitter der Empfangschip das Signal nicht richtig verarbeiten kann.

Crosstalk (FEXT/NEXT)

By combining the individual scattering parameters of Reflexion/Transmission, FEXT and NEXT measurements (compare to Figure 4), overall models of measured star quad cables (here for example a LEONI Dacar® 535-2) can be achieved. Such a scattering parameter model is the basis for tests for the examination of the signal quality with crosstalk (FEXT/NEXT) according to Figure 13.

There a RosenbergerHSD®-Link with a PRBS signal (NRZ encoded) at 3 GBit/s over 1 meter is shown, which is operated initially without noise on the second pair of wires. If a second data signal which operates as an interference (noise) signal for the first pair is put into operation, the favorable crosstalk behavior of the star quad becomes evident. It is characterized by very minimal crosstalk on the near as well as the far end. This enables the transmission of a second independent data signal with 3 Gbit/s on the second pair without subjecting the eye pattern diagram to visible influences (Figure 13, above) Only the increase of the signal amplitude of the interference source by a factor of 10 (below) leads to a visible influence on the eye opening diagram on the first pair.

Übersprechen (FEXT/NEXT)

Durch die Zusammenführung der Einzel-Streuparameter von Reflexion/Transmission, FEXT und NEXT Messungen (vgl. Bild 4) können Gesamtmodelle des messtechnisch charakterisierten Sternviererkabels (hier bspw. für ein LEONI Dacar® 535-2) gewonnen werden. Solch ein Streuparametermodell ist die Grundlage für Untersuchungen zur Beeinflussung der Signalqualität durch Übersprechen (FEXT/NEXT) gemäß Bild 13.

Dort ist ein RosenbergerHSD®-Link mit einem PRBS-Signal (NRZ-kodiert) bei 3 GBit/s über 1m Meter gezeigt, der zunächst ohne ein Störsignal („Noise“) auf dem zweiten Aderpaar betrieben wird. Wird auf dem zweiten Paar ein zweites Datensignal, das für das erste Paar als Störsignal wirkt, in Betrieb genommen, zeigt sich das günstige Übersprechverhalten des Sternvierer-Konzepts. Es zeichnet sich durch ein sehr geringes Übersprechen sowohl am nahen als auch am fernen Ende aus. Dies ermöglicht die Übertragung eines zweiten unabhängigen Datensignals mit 3 Gbit/s auf dem zweiten Paar, ohne dass das Augendiagramm sichtbaren Beeinflussungen ausgesetzt ist (Bild 13, oben). Erst eine Erhöhung der Signalamplitude des Störers um den Faktor 10 (unten) führt zu einem sichtbaren Einfluss des Augendiagramms auf dem ersten Paar.

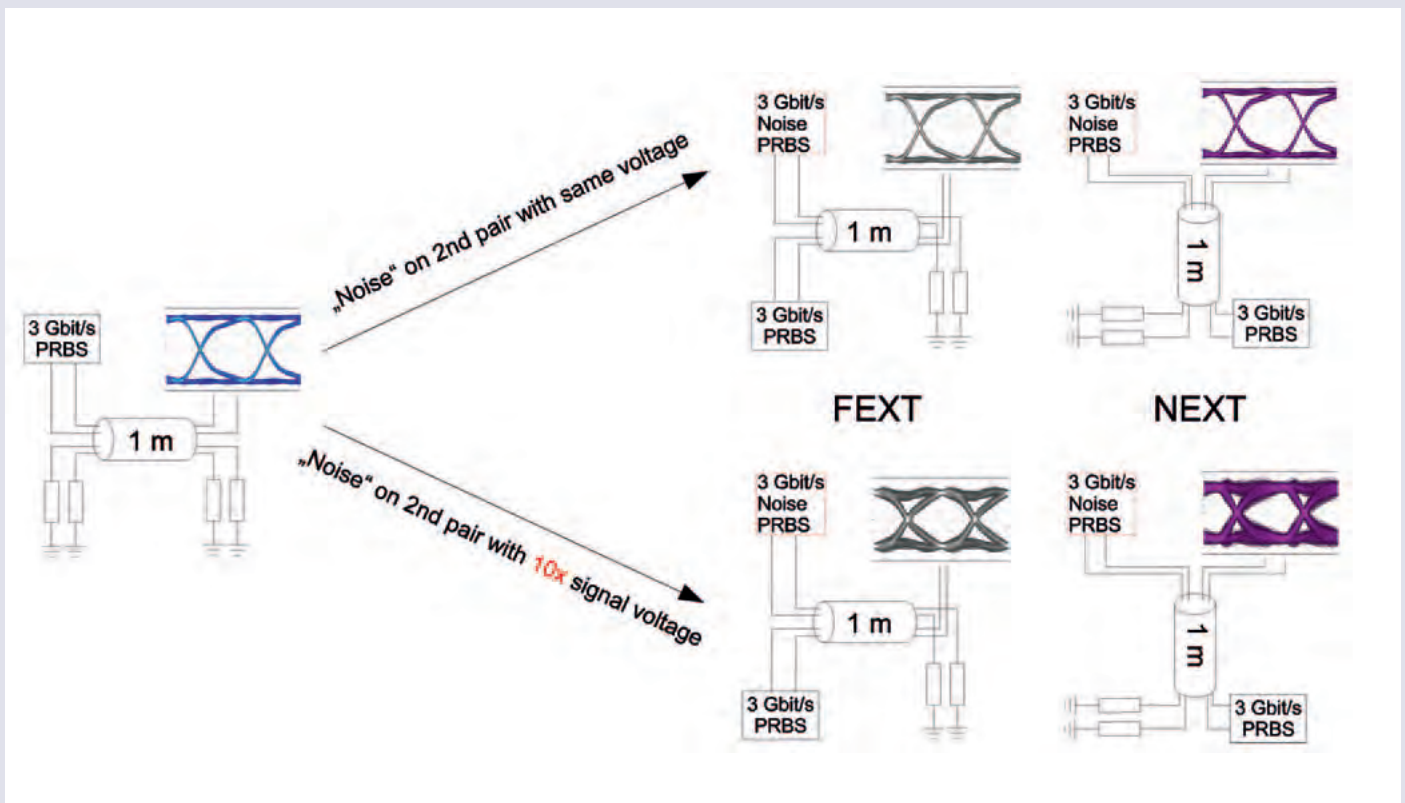


Figure 13: Influence of the eye opening diagram by crosstalk (FEXT/NEXT) of a separate data signal ("Noise") over 1 m cable length (measured) on an LVDS system @ 3 GBit/s

Bild 13: Beeinflussung der Augendiagramme durch Übersprechen (FEXT/NEXT) eines separaten Datensignals („Noise“) über 1 m Kabellänge (gemessen) bei einem LVDS-System @ 3 GBit/s

TDR⁸-measurement for determination of the impedance of the connector and the cable

With the aid of the TDR measurement method, the impedance level along a link can be represented over times and locations respectively. To avoid signal distortion due to multiple reflections between discontinuities, particularly in the area of the junction from the connector to the cable, the lowest possible divergence from the reference impedance of 100 Ω is to be achieved.

For evaluation of the typical impedance curve of the RosenbergerHSD[®] system, the rise time has been limited to 120 ps on a TDR oscilloscope. Using the relationship

$$\text{"Rise time} \times \text{Band width} = 0.3\text{"}$$

it can be calculated to an approximate measurement bandwidth of 3 GHz. The measurement result is shown in Figure 14. The plot shows the impedance when running through an adapter board and a section of a 10 m long LEONI Dacar[®] 535. Even with the shortest rise time of 120 ps, the divergences from the rated impedance of 100 Ω remains under 10 %. In the following section, it is evaluated if several discontinuities of this type have an effect on the transmission.

TDR⁸-Messung zur Bestimmung der Impedanz des Steckverbinders und des Kabels

Mit Hilfe des TDR-Messverfahrens lassen sich die Impedanzverläufe entlang eines Links zeit- bzw. ortsaufgelöst darstellen. Zur Vermeidung von Signalverzerrungen durch Mehrfachreflexionen zwischen Stoßstellen, im Bereich des Übergangs vom Stecker zum Kabel, ist eine möglichst geringe Abweichung von der Bezugsimpedanz von 100 Ω zu erzielen.

Zur Beurteilung des typischen Impedanzverlaufs des RosenbergerHSD[®]-Systems wurde hierfür an einem TDR Oszilloskop die Anstiegszeit durch Risetime-Limiter auf 120 ps begrenzt. Dies lässt sich durch die Beziehung

$$\text{„Anstiegszeit} \times \text{Bandbreite} = 0,35\text{“}$$

in eine ungefähre Messbandbreite von 3 GHz umrechnen. Das Messergebnis ist in Bild 14 gezeigt. Der Plot zeigt die Impedanz beim Durchlaufen einer Adapterplatine und eines Teils einer 10 m langen LEONI Dacar[®] 535. Selbst bei der kurzen Anstiegszeit von 120 ps bleiben die Abweichungen vom Nennwellenwiderstand von 100 Ω unter 10 %. Im folgenden Abschnitt wird darauf eingegangen inwiefern sich mehrere solcher Stoßstellen in einem Link auf die Übertragung auswirken.

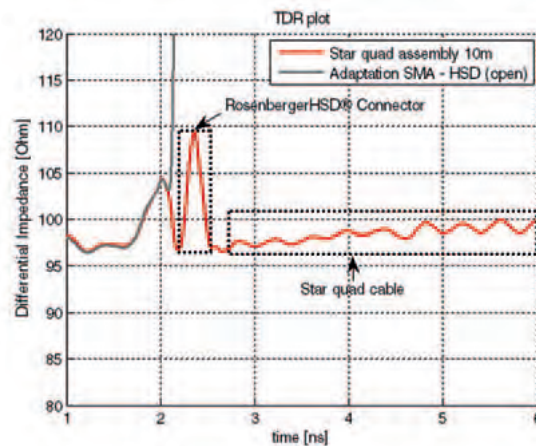


Figure 14: TDR plot of a star quad-cable

Bild 14: TDR plot eines Sternvierer-Kabels

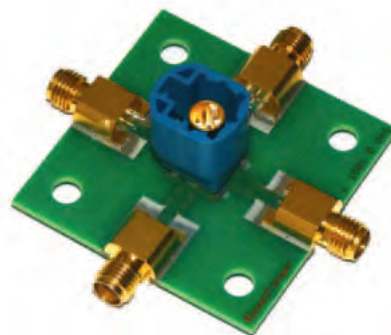


Figure 15: Adaption of SMA to RosenbergerHSD[®], which is used for VNA and TDR measurements

Bild 15: Adaptierung von SMA auf RosenbergerHSD[®], die zur Messung am VNA und TDR verwendet wird

⁸Time Domain Reflectometry – a procedure for determination of impedance curves over time due to reflections and running times in the test object

⁸Time Domain Reflectometry – Ein Verfahren zur Bestimmung von Impedanzverläufen über der Zeit aufgrund von Reflexionen und Laufzeiten im Prüfling

Influence of the transmission behavior through several inlines

In the following test, a 10 m cable with a 10 m link cut into pieces, consisting of a total of five cable segments each of 2 m length are compared. The term "inline" here represents the additional couplings in the link, i.e. the link of five cable sections accordingly has four inlines.

Beeinflussung des Übertragungsverhaltens durch mehrere Inlines

Im folgenden Test wird ein 10 m Kabel mit einem gestückelten 10 m Link, bestehend aus insgesamt fünf Leitungssegmenten zu je 2 m Länge, verglichen. Der Begriff „Inline“ steht hierbei für die zusätzlichen Kupplungen in dem Link, d.h. der Link aus fünf Leitungsstücken besitzt folglich vier Inlines.

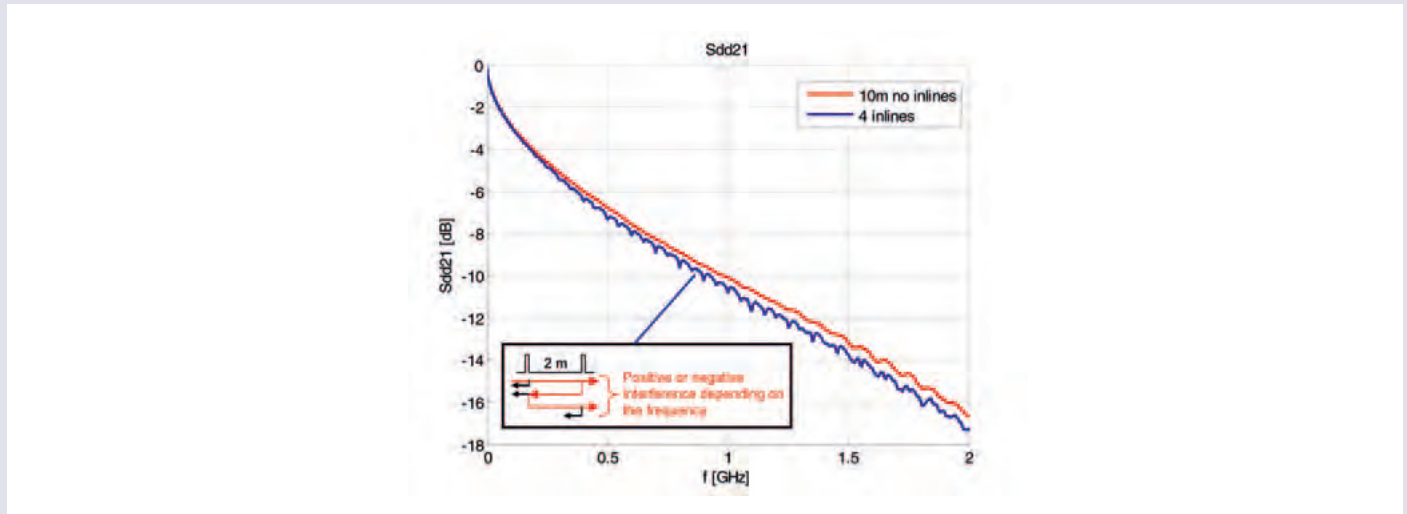


Figure 16: Insertion losses when using Inline

Bild 16: Einfügedämpfung bei Verwendung von Inlines

If the differential transmission is observed (Figure 16), a slight ripple is recognizable over frequency, which results from the reflections at these inline connectors. Due to the impact of multiple reflexions among the discontinuities, the transmission attenuation is slightly larger compared to the case without any inline. Additional eye pattern diagrams have been created in order to examine the influence on the transmission more closely. In Figure 17 it is clearly shown that with a data transmission of 2 Gbit/s over a link length of 10 m with four inlines that the eye pattern diagram is only affected insignificantly.

Wird die differentielle Transmission betrachtet (Bild 16) ist im Frequenzgang eine leichte Welligkeit erkennbar, die aufgrund der Reflexionen an Inlines zustande kommt. Aufgrund von Mehrfachreflexionen zwischen den Störstellen ist zudem die Transmissionsdämpfung insgesamt etwas stärker im Vergleich zum Fall ohne Inlines. Um den Einfluss auf die Übertragung genauer zu untersuchen, sind zusätzlich die Augendiagramme angegeben. In Bild 17 ist klar erkennbar, dass bei einer Datenübertragung 2 Gbit/s über eine Linklänge von 10 m selbst eine Anzahl von vier Inlines das Augendiagramm nur unwesentlich beeinflusst.

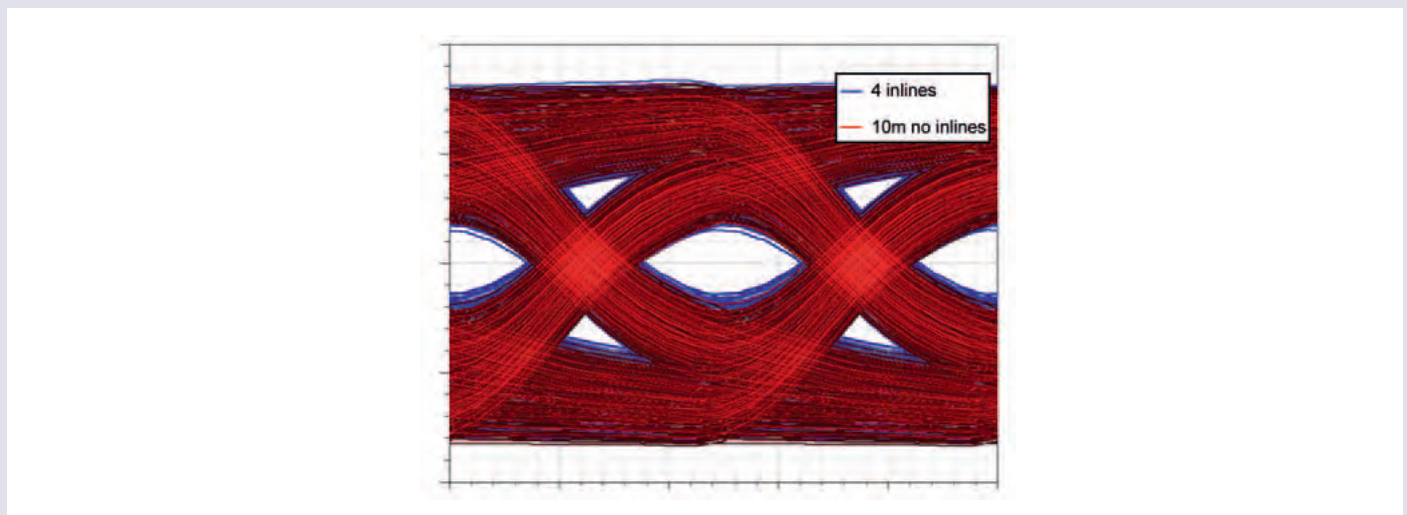


Figure 17: Eye diagram when using four inlines over 10 m and 2 Gbit/s

Bild 17: Augendiagramm bei Verwendung von vier Inlines über 10 m und 2 Gbit/s

Linearization of the frequency response

In this section, it is examined how the closing of the eye diagram can be counteracted. A measure of this kind can be undertaken passively (without amplification) as well as actively (with amplification). The objective in both cases is to compensate the rise in cable attenuation at high frequencies (low-pass response) with the assistance of an equalizer (with high-pass response). This is typically achieved by preemphasis and deemphasis implemented directly within the transmit and receive chipset.

Linearisierung des Frequenzgangs

In diesem Abschnitt wird kurz darauf eingegangen auf welche Weise dem Schließen des Augendiagramms entgegen gewirkt werden kann. Eine solche Maßnahme kann sowohl passiv (ohne Verstärkung) als auch aktiv (mit Verstärkung) durchgeführt werden. Ziel ist es in beiden Fällen das Ansteigen der Kabeldämpfung zu hohen Frequenzen (Tiefpassverhalten) mit Hilfe eines „Equalizers“ (mit Hochpassverhalten) zu kompensieren. Dies wird typischerweise in den Sende- und Empfangschips durch Prä- bzw. Deemphasis erzielt.

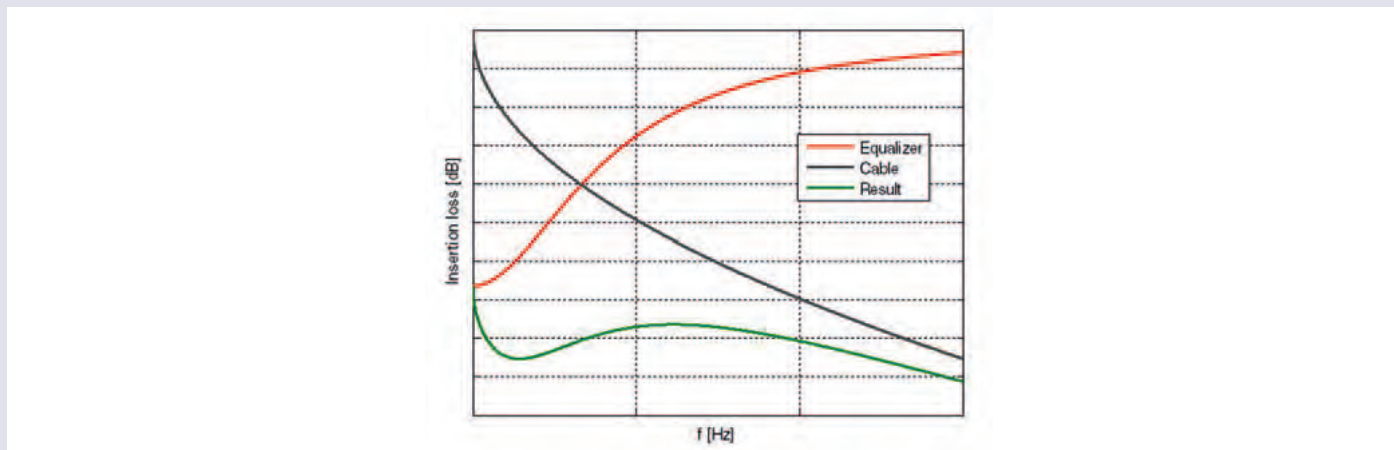


Figure 18: Insertion losses when a passive equalizer is used

Bild 18: Einfügedämpfung bei der Verwendung eines passiven Equalizers

In Figure 18, the principle shape of the differential insertion loss Sdd21 is represented over frequency separately for a cable (gray) as well as for a passive equalizer (red). The green curve indicates the resulting transmission response after running through the cable and equalizer. The smoothing/linearization of the frequency response is clearly depicted. The effects on the eye pattern diagram can be seen in Figure 19. Even though the amplitude is somewhat attenuated, the opening of the eye it is clear to see through the passive linearization. Thus the maximal transmission length of a link can be increased for a certain data rate. Alternatively, an equalizer allows raising the maximum data rate at a fixed link length.

In Bild 18 ist der prinzipielle Verlauf der differentiellen Einfügedämpfung Sdd21 separat für ein Kabel (grau) sowie einen passiven Equalizer (rot) über der Frequenz dargestellt. Die grüne Kurve zeigt das resultierende Übertragungsverhalten nach dem Durchlaufen des Kabels und Equalizers. Deutlich ist die Glättung/Linearisierung des Frequenzgangs zu erkennen. Die Auswirkungen auf das Augendiagramm sind in Bild 19 zu sehen. Obwohl die Amplitude insgesamt gedämpft ist, sieht man deutlich die Öffnung des Auges durch die passive Linearisierung. Somit kann die maximale Übertragungslänge eines Links bei einer gewissen Datenrate bzw. bei fester Länge die maximale Datenrate gesteigert werden.

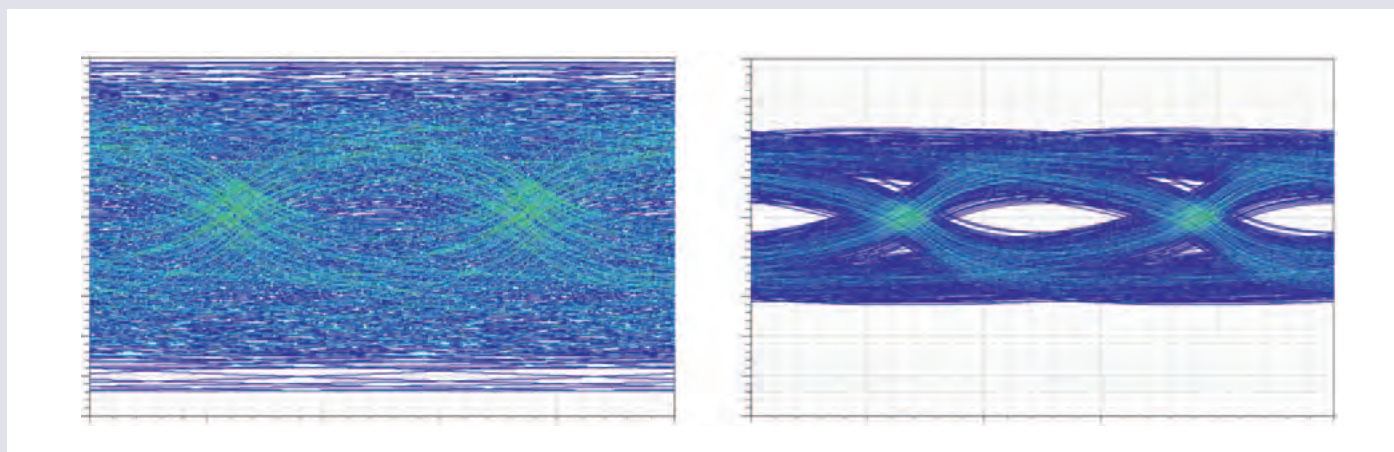


Figure 19: Eye opening with the use of a passive Equalizer (left "without", right "with Equalizer")

Bild 19: Augenöffnung bei der Verwendung eines passiven Equalizers (links „ohne“, rechts „mit Equalizer“)

Using passive linearization in a test with a transmission rate of 800 Mbit/s and a cable with approx. 1.25 dB/m @ 1 GHz, the total length of approx. 13 meters could be increased to approx 25 meters. This corresponds to an increase of almost 100 %. Particularly with higher data rates such as e.g. 3 Gbit/s linearization measures are indispensable. Through active linearization, the maximum possible transmission length can be extended far more.

Durch passive Linearisierung konnte in einem Test bei einer Übertragungsrates von 800 Mbit/s und einem Kabel mit ca. 1,25 dB/m @ 1 GHz die Gesamtlänge von ca. 13 Meter auf über 25 Meter gesteigert werden. Dies entspricht einem Zuwachs von nahezu 100 %. Gerade bei höheren Datenraten, wie z.B. 3 Gbit/s, werden Linearisierungsmaßnahmen unerlässlich. Durch aktive Linearisierung kann die maximal mögliche Übertragungslänge darüber hinaus weiter gesteigert werden.

Propagation delay differences at higher data rates

Propagation delay differences within a differential pair can result due to the differing lengths of both conductors. This difference, also referred to as "intra-pair skew" can be determined with scattering parameter measurements based on increased mode conversion. Length differences become primarily evident at higher data rates, as here delay differences are in the range of the symbol length.

Laufzeitunterschiede bei hohen Datenraten

Laufzeitunterschiede innerhalb eines differentiellen Paares können aufgrund von unterschiedlichen Längen der beiden Adern entstehen. Dieser Unterschied, auch „intra-pair skew“ genannt, lässt sich bei Streuparametermessungen anhand von erhöhter Modenkonzersion feststellen. Längendifferenzen machen sich vornehmlich bei hohen Datenraten bemerkbar, da dort Laufzeitunterschiede eher in der Größenordnung der Symbollänge liegen.



Figure 20: Pair length difference

Bild 20: Längendifferenz in einem Paar

The length difference causes the conversion from differential mode (DM) to common mode (CM). In Figure 21 you can see that for a frequency of 1.5 GHz 100 mm length difference (black curve), a complete conversion from DM to CM has occurred. A frequency of 1.5 GHz corresponds to a wavelength of 200 mm in air, i.e. 100 mm corresponds exactly to a 180° phase difference and thus the differential signal on the input will become a CM signal by the phase offset and thus the differential voltage on the output is equal to zero. Frequencies above 1.5 GHz may again show a better mode conversion behaviour since the phase shift increases towards 360°. However, this is harmful for data transmission, since the receiver then sees different bits on the two wires at a given time.

Die Längendifferenz bewirkt eine Umwandlung vom Gegentakt in den Gleichtakt. In Bild 21 ist zu erkennen, dass für eine Frequenz von 1,5 GHz 100 mm Längenunterschied (schwarze Kurve) eine komplette Umwandlung vom Gegen- in den Gleichtakt zur Folge hat. Eine Frequenz von 1,5 GHz besitzt in Luft eine Wellenlänge von 200 mm, d.h. 100 mm entsprechen genau 180° Phasendifferenz und damit wird aus dem differentiellen Signal am Eingang durch den Phasenversatz wieder ein Gleichtaktssignal und damit ist die differentielle Spannung am Ausgang gleich null. Frequenzen ab 1,5 GHz zeigen zwar wieder ein besseres Modenkonzversionsverhalten, da der Phasenversatz Richtung 360° geht. Dennoch ist dies bei der Datenübertragung schädlich, da dann am Empfänger unterschiedliche Bits auf den beiden Adern zu einem Zeitpunkt ankommen.

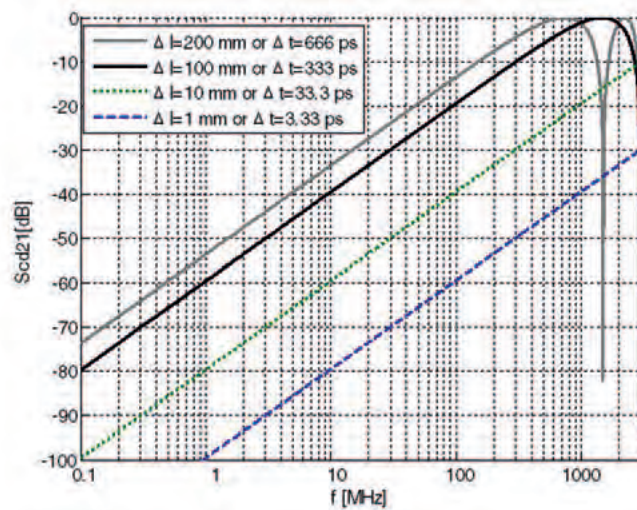


Figure 21: Mode conversion with differing conductor lengths

Bild 21: Modenkonzersion bei unterschiedlicher Aderlänge

Impact of propagation delay differences on the data transmission

If the differential data signal is now observed, a time offset between both conductors leads to closing of the eye and bit errors can result. Figure 22 shows the symbol length (in Unit Interval, abbr. UI) and the time offset through the longer delay on DATA- up to the output. You can see that the phase difference is no longer 180°, the edges no longer change synchronously and thus the maximum differential amplitude can only be achieved when both edge changes have occurred after one another. If the sampling occurs before the second delayed edge has changed completely, there is a reduced or no differential amplitude.

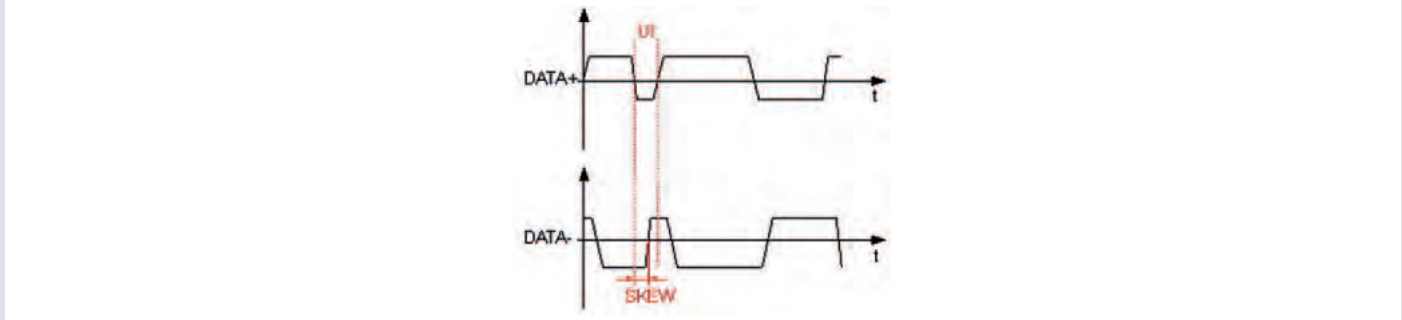


Figure 22: Skew on the differential data signal

Auswirkungen von Laufzeitunterschieden auf die Datenübertragung

Betrachtet man nun das differentielle Datensignal, so führt ein Zeitversatz zwischen den beiden Adern dazu, dass sich das Auge schließt und Bitfehler entstehen können. Bild 22 zeigt die Symbollänge (UI für Unit Interval) und den Zeitversatz durch die längere Laufzeit auf DATA- bis zum Ausgang. Man erkennt dass der Phasenunterschied nicht mehr 180° beträgt, die Flankenwechsel nicht mehr synchron erfolgen und dadurch die maximale differentielle Amplitude nur noch erreicht wird wenn beide Flankenwechsel nacheinander stattgefunden haben. Findet ein Abtastzeitpunkt, das Auslesen eines Symbols, nun jedoch statt bevor der zweite verzögerte Flankenwechsel vollzogen ist ergibt sich eine verringerte bzw. gar keine differentielle Amplitude.

Bild 22: Skew auf dem differentiellen Datensignal

The level to which the differential signal and thus the eye height is affected highly depends on the shape of the edge and a general relationship between the propagation delay difference with respect to the symbol duration and the eye opening cannot be derived. Figure 23 shows the simulation configuration with the introduced runtime difference on a conductor and measured scattering parameter set of a cable.

Wie stark das Gegentaktsignal und damit die Augenhöhe beschnitten wird hängt sehr stark von der Form der Flanke ab und es lässt sich so kein allgemeiner Zusammenhang zwischen der Laufzeitdifferenz bezogen auf die Symboldauer und der Augenöffnung ableiten. Bild 23 zeigt den Simulationsaufbau mit eingebrachter Laufzeitdifferenz auf einer Ader und gemessenem Streuparametersatz eines Kabels.

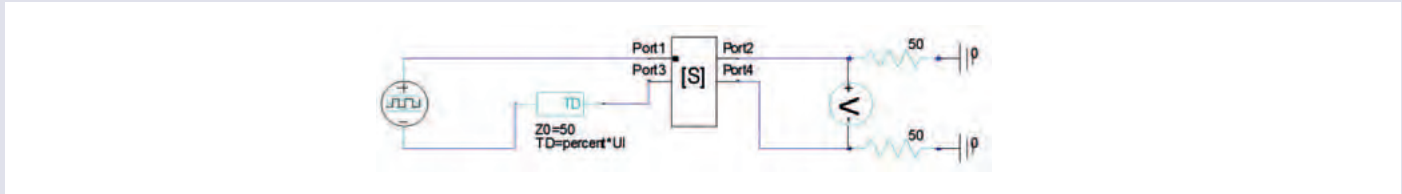


Figure 23: Circuit for simulation of run time differences

Bild 23: Schaltung zur Simulation von Laufzeitdifferenzen

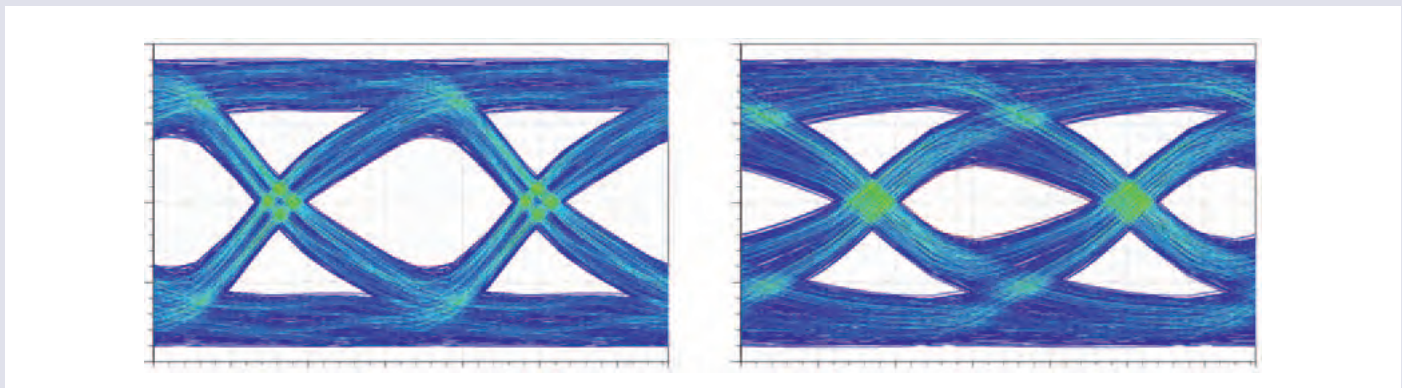


Figure 24: Data quality at 3 GBit/s over 5m without (left) and with 0.5 UI delay difference (right)

Bild 24: Datenqualität bei 3 GBit/s über 5m ohne (links) und mit 0,5 UI Laufzeitdifferenz (rechts)

As an example, the eye diagram without and with 0.5 UI, i.e. 167 ps, runtime difference, is shown in Figure 24 over a 5 m cable at 3 GBit/s. A reduced eye opening can be seen, however, the eye is still open even though the data signal on one conductor is delayed by half the symbol length. Furthermore, compensation measures are possible that are undertaken in the receiver or the introduced runtime difference is counteracted directly in the transmission channel by compensation of the different lengths.

Beispielhaft sind für ein fünf Meter langes Kabel, über das ein 3 GBit/s schneller Datenstrom läuft, in Bild 24 die Augendiagramme ohne und mit 0.5 UI, also 167 ps, Laufzeitdifferenz gezeigt. Es ist die verringerte Augenöffnung zu erkennen, jedoch ist das Auge noch geöffnet, obwohl das Datensignal auf der einen Ader um ein halbes Symbol verzögert ist. Zudem sind noch Kompensierungsmaßnahmen möglich, die im Empfänger stattfinden, oder dem eingebrachten Laufzeitunterschied ist direkt im Übertragungskanal, durch Ausgleich der unterschiedlichen Längen, entgegenzuwirken.

EMC Aspects of differential signaling

As more and more electronic services are integrated into modern passenger cars, they may be considered as mobile infotainment platforms. Proper EMC-design is a very challenging aspect of the electronics system integration as high amplitude sources of noise have to be placed very close to sensitive broadcast, navigation and communication equipment. The key challenge of all EMC efforts is defined nicely within VDE 0870: The term EMC describes the ability of an electrical equipment to work sufficiently within its electromagnetic environment without disturbing this environment, which also includes other equipment, in an impermissible way.

This means that every electronic system has to work reliably under worst case exposure to external electromagnetic interferers while self-emissions have to be sufficiently low in order to assure that no other system is impacted.

The susceptibility of the system to electromagnetic noise from an interferer is often measured according to ISO 11452-4 (BCI-test) or ISO 11452-5 (Stripline test). In both cases, the system is subject to a strong interfering signal. A set of test severity levels defines the amplitude of the interferer. The system has to work properly up to the predefined severity levels.

It is widely accepted in the automotive industry to measure emissions from an automotive electronic system according to CISPR 25. As is the case for susceptibility tests, the topology of the system under test (position, length, height above the ground plane) is defined in every detail. This is essential in order to ensure comparability between test results.

EMV-Aspekte der differentiellen Signalübertragung

Da moderne Kraftfahrzeuge mit immer mehr elektronischen Funktionen ausgestattet werden, kann man sie auch als mobile „Infotainment“-Plattformen bezeichnen. Die einwandfreie EMV-Auslegung ist ein sehr herausfordernder Aspekt der Integration des Elektroniksystems, da Störquellen mit hoher Leistungsamplitude in sehr enger Nachbarschaft mit empfindlichen Rundfunk- und Navigationseinrichtungen angeordnet werden müssen. Die wesentlichen Herausforderungen auf dem Gebiete der EMV sind sehr anschaulich in der VDE 0870 dargestellt:

Mit dem Begriff EMV wird die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung bezeichnet, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.

Dies bedeutet, dass jedes elektronische System auch bei der Exposition mit größtmöglichen elektromagnetischen Störungen zuverlässig arbeiten muss und die eigenen Emissionen ausreichend gering sein müssen, um sicherzustellen, dass andere Systeme nicht beeinträchtigt werden.

Die Störempfindlichkeit von Systemen gegenüber elektromagnetischen Störungen anderer Störquellen wird häufig gemäß ISO 11452-4 (BCI-Test) oder ISO 11452-5 (Stripline Test) ermittelt. In beiden Fällen wird das System starken Störsignalen ausgesetzt. Ein Satz von Schweregraden der Prüfung legt die Amplitude der Störquelle fest. Das System muss bis zu den festgelegten Schweregraden einwandfrei funktionieren. In der Automobilindustrie werden die Störemissionen elektronischer Automobilsysteme im Allgemeinen gemäß der CISPR 25 ermittelt. Dies ist z.B. bei der Empfindlichkeitsprüfung der Fall, bei der die Topologie des zu prüfenden Systems (Position, Länge, Höhe über der Bodenebene) in jedem Detail festgelegt ist, was die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse sicher stellt.



EMC test standards at component level

Rosenberger put a significant amount of work in the answer to the question, what screening requirements are to be specified for each of the components in the link. Figure 25 shows the situation on an abstract level: The entire system is operated transmitting and receiving data (left box). A certain amount of the signal is received in the test setup (right box). Following the approaches of communications engineering, we may define a transfer function that explains, to what extent the transmitted signal couples to the adjacent receiving device (middle box). This transfer function is defined by the topology of the test setup together with the screening (coupling) attenuation of the individual components of the link. If the power spectrum of the datastream, the network topology and the frequency response of the link are known, the potential noise level may be estimated – or – if the spectral power distribution and the permissible noise level are defined, requirements for the screening attenuation of components may be derived.

EMV Prüfnormen auf Komponentenebene

Bei Rosenberger wird eine erhebliche Menge an Arbeit zur Beantwortung der Frage aufgewendet, welche Prüfanforderungen für die Komponenten einer Verbindung festgelegt werden müssen. Bild 25 gibt die Situation auf einer abstrakten Ebene wieder: Das gesamte System befindet sich in Betrieb, d.h. es sendet und empfängt Daten (linker Kasten). Ein gewisser Teil des Signals wird von der Prüfvorrichtung empfangen (rechter Kasten). Nach den Ansätzen der Kommunikationstechnik können wir nun eine Übertragungsfunktion definieren, die erläutert, in welchem Umfange das übertragene Signal an dem benachbarten Empfangsgerät ankoppelt (mittlerer Kasten). Diese Übertragungsfunktion ist durch die Topologie der Prüfvorrichtung zusammen mit der Schirm-/Kopplungsdämpfung der einzelnen Komponenten der Verbindung festgelegt. Ist das Leistungsspektrum des Datenstromes, die Topologie des Netzwerkes und der Frequenzgang der Verbindung bekannt, so lässt sich der potentielle Störpegel abschätzen – oder – wenn die spektrale Leistungsverteilung und der zulässige Störpegel festgelegt sind, kann die Schirmdämpfung der Komponenten ermittelt werden.

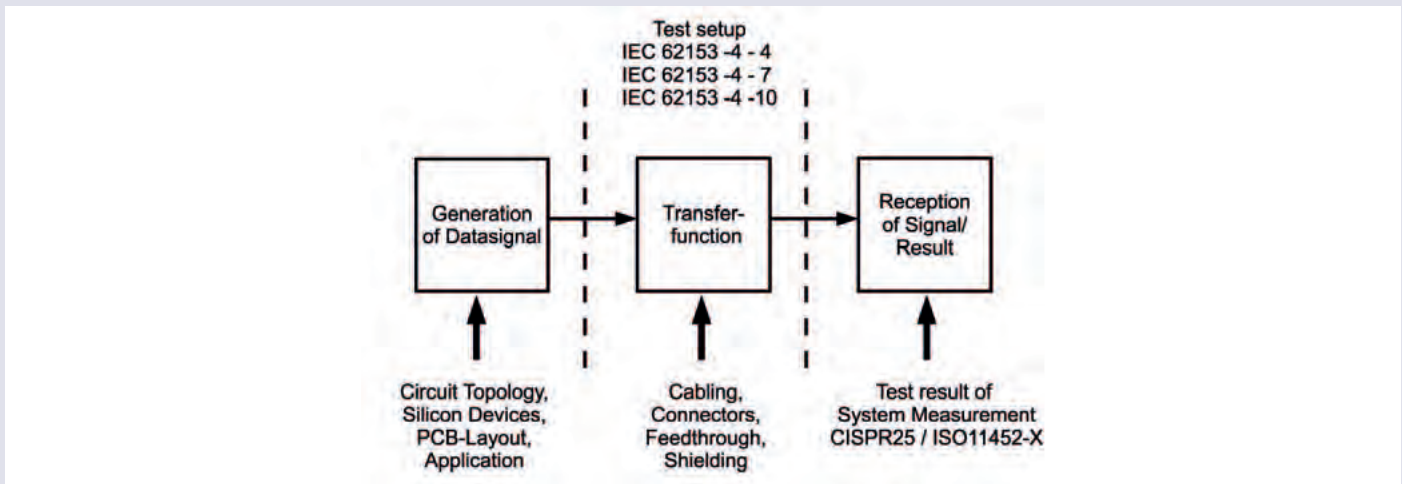


Figure 25: Link between transmitted datasignal and received EMC levels

Bild 25: Verbindung zwischen dem übertragenen Datensignal und den empfangenen EMV-Pegeln

If we take a closer look at the topology of the datalink, we will find a situation as shown in Figure 26. Components involved are feedthroughs (blue), cables (darkgray) and inlines (lightgray). We have learned that reasonable estimations for the maximum values of the transfer function may be deduced. Requirements for the screening (coupling) performance of individual components may then be defined. Rosenberger contributes to IEC standardization, where a set of test procedures have been specified that define how to measure the transfer impedance and screening (coupling) attenuation of feedthroughs, cables and inlines. The test specifications are named in Figure 26. If components with proven EMV performance are applied in the system integration, there is very high confidence that the system will meet the requirements in the first design cycle. As well, these test setups are a very powerful tool to investigate the screening attenuation of unknown products over frequency and thus to be able to judge their applicability in a given project.

Betrachten wir die Topologie der Datenverbindung etwas näher, so finden wir die in Bild 26 dargestellte Situation. Die betroffenen Komponenten sind Durchführungen (blau), Leitungen (dunkelgrau) und Inlines (hellgrau). Wir haben gesehen, dass sich angemessene Schätzungen der Maximalwerte der Übertragungsfunktion ableiten lassen. Das Schirm-/Kopplungsverhalten einzelner Komponenten kann festgelegt werden. Rosenberger wirkt bei der IEC Standardisierung mit, von der ein Satz Prüfverfahren entwickelt worden ist, in denen festgelegt ist, wie die Transferimpedanz und die Schirm-/Kopplungsdämpfung der Durchführungen, Leitungen und Inlines zu messen ist. Die Prüfspezifikationen sind in Bild 26 aufgeführt. Wird bei der Systemintegration mit Komponenten mit nachgewiesenem EMV-Verhalten gearbeitet, so kann mit hoher Zuversicht erwartet werden, dass das System schon beim ersten Entwurfszyklus die Anforderungen erfüllt. Zudem stellen diese Prüfverfahren leistungsfähige Werkzeuge zur Untersuchung des frequenzabhängigen Dämpfungsverhaltens von unbekanntem Produkten und damit zur Beurteilung ihrer Eignung für ein bestimmtes Projekt dar.

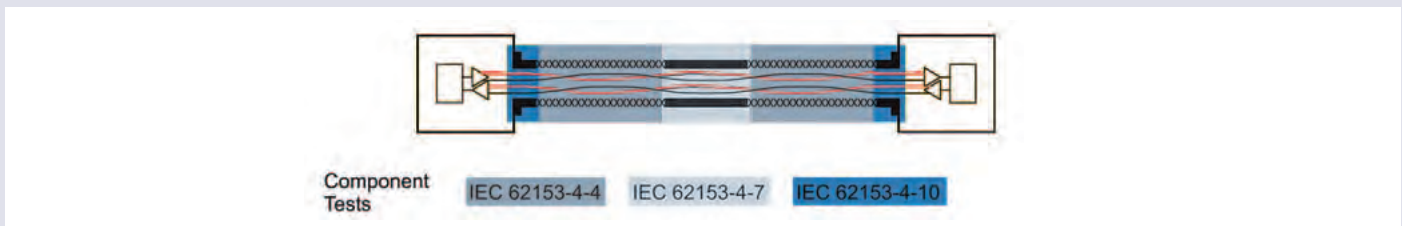


Figure 26: Schematic breakup of the screen into individual components
Feedthroughs: blue, Cabling: darkgray, Inlines: lightgray

Bild 26: Schematische Aufteilung des Schirms in einzelne Komponenten
Durchführungen: blau, Verkabelung: dunkelgrau, Inlines: hellgrau

Screening of cables and feedthroughs

Figure 27 presents the screening attenuation for different cables with RosenbergerHSD® connectors. The three variants involved are an unshielded (green), semi shielded (red) and fully shielded (blue) cables.

Figure 28 shows the screening effectiveness of different housing feedthroughs for the HSD system.

Schirmung von Kabeln und Durchführungen

Bild 27 zeigt die Schirmdämpfung für verschiedene Kabel mit RosenbergerHSD® Steckverbinder. Bei den drei Varianten handelt es sich um ein un- (grün), ein teil- (rot) und ein vollgeschirmtes (blau) Kabel.

Bild 28 zeigt die Schirmwirkung verschiedener Gehäusedurchführungen für das HSD System.

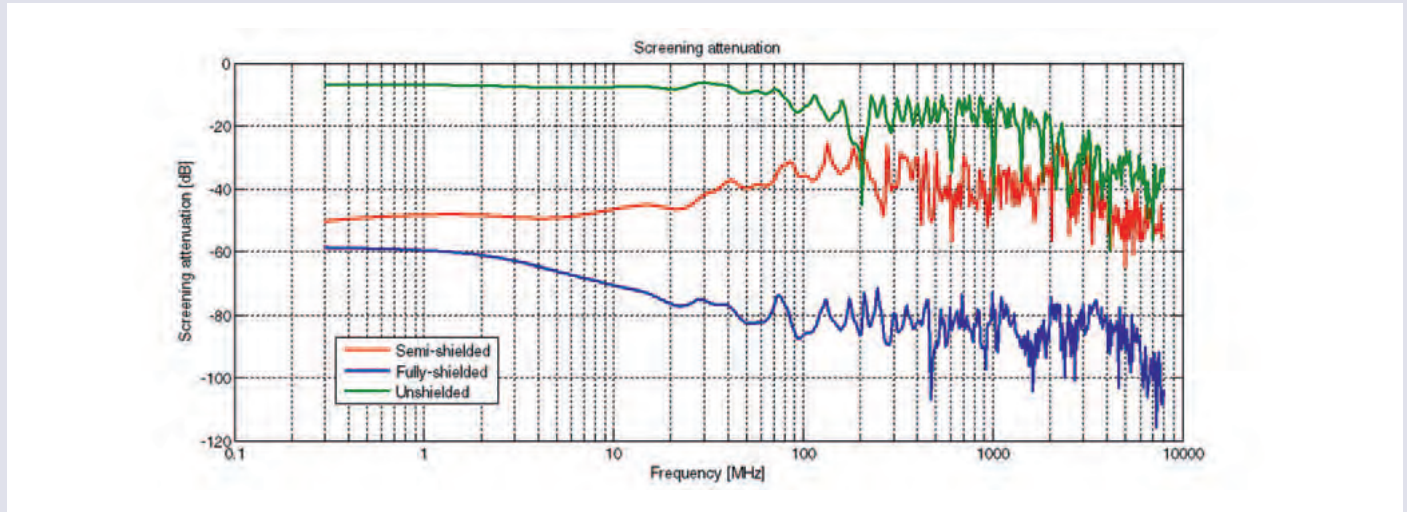


Figure 27: Screening attenuation

Bild 27: Schirmdämpfung

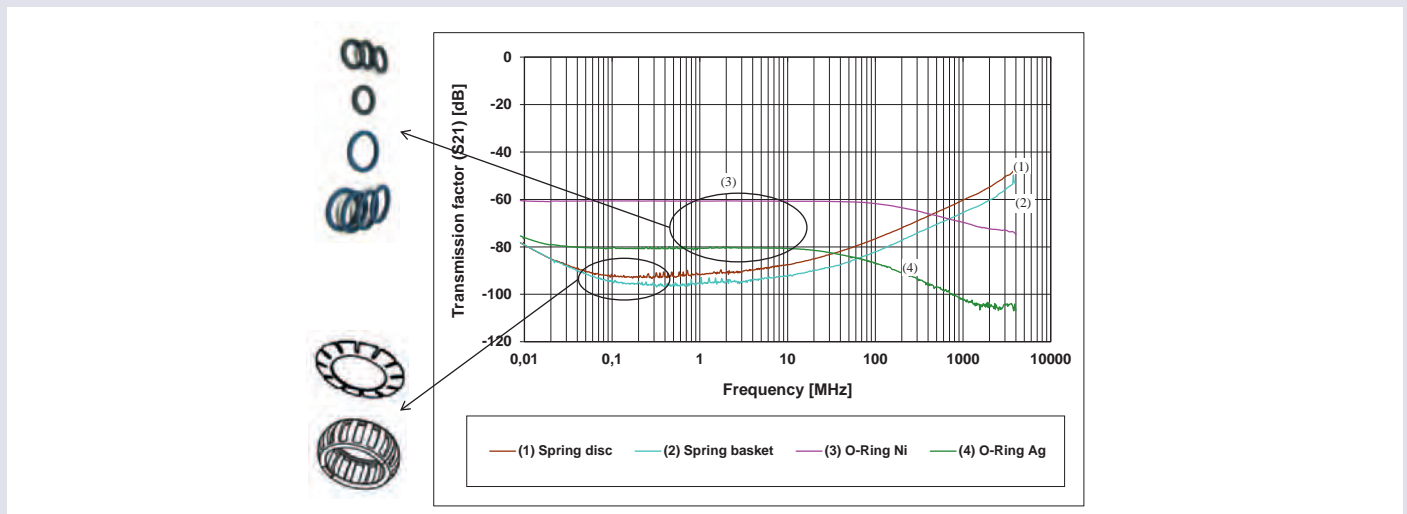


Figure 28: Shielding of feedthroughs

Bild 28: Schirmung von Gehäusedurchführungen

Glossary

Common mode: Describes the part of two signals that has same phase and amplitude [$(U1+U2)/2$].

Differential mode: Describes the difference of two signals [$U1-U2$]. For maximum differential signal the two signals have to be shifted by 180° .

FEXT: Far End Crosstalk, describes the part of an input signal that couples into an adjacent wire or diff. pair at the far end, i.e. from one end of the cable to the other.

NEXT: Near End Crosstalk, describes the part of an input signal that couples into an adjacent wire or diff. pair at the near end, i.e. at the same end of the cable.

TDR: Time Domain Reflectometry, a time domain measurement technique that uses a voltage pulse in order to show impedance over time or spatially resolved.

Glossar

Common mode: (dt. Gleichtakt) Beschreibt den Anteil zweier Signale mit gleicher Amplitude und Phase [$(U1+U2)/2$].

Differential mode: (dt. Gegentakt) Beschreibt die Differenz zweier Signale gegenüber Masse [$U1-U2$]. Damit man maximale Gegentaktanteil erreicht müssen die zwei Signale genau gegenphasig sein, sprich um 180° verschoben.

FEXT: Far End Crosstalk (dt. Fernnebensprechen), beschreibt welcher Anteil eines Signals in einen Nachbarleiter oder diff. Paar einkoppelt und zwar am fernen Ende, sprich von einen Ende der Leitung zum anderen.

NEXT: Near End Crosstalk (dt. Nahnebensprechen), beschreibt welcher Anteil eines Signals in einen Nachbarleiter oder diff. Paar einkoppelt und zwar am nahen Ende, sprich am selben Ende der Leitung.

TDR: Time Domain Reflectometry (dt. Zeitbereichreflektometrie), ein Zeitbereichsmessverfahren, bei dem mit Hilfe eines Spannungspulses die Impedanz zeit- bzw. ortsaufgelöst dargestellt wird.

Ordering Numbers

59W010-000	50	LAK-221-xxxx-y-y	46
59W011-000	50	LAK-222-xxxx-y-y	46
99K10D-1D5A5-y	35	LAK-223-xxxx-y-y	46
99K15A-1D5A5-y	37	LAK-224-xxxx-y-y	46
99K20D-1D5A5-y	35	LAK-225-xxxx-y-y	47
99K20E-1D5A5-y	37	LAK-226-xxxx-y-y	47
99K2LL-1D5A5-y	36	LAK-227-xxxx-y-y	47
99S10D-40MA5-y	35	LAK-228-xxxx-y-y	47
99S15A-1D5A5-y	37	LAK-229-xxxx-y-y	48
99S204-40MA5-y	37	LAK-230-xxxx-y-y	48
99S20D-40MA5-y	35	LAK-231-xxxx-y-y	48
99S20L-40MA5-y	36	LAK-232-xxxx-y-y	48
D4K101-1D5/40Z	50	LD5-101-xxxx-y-y	39
D4K10A-1D5A5-y	28	LD5-102-xxxx-y-y	39
D4K10A-K00A5-Z	49	LD5-103-xxxx-y-y	39
D4K10C-1D5A5-y	29	LD5-104-xxxx-y-y	39
D4K10D-1D5A5-y	30	LD5-105-xxxx-y-y	40
D4K14A-1D5A5-y	32	LD5-106-xxxx-y-y	40
D4K20A-1D5A5-y	28	LD5-201-xxxx-y-y	41
D4K20B-1D5A5-y	30	LD5-202-xxxx-y-y	41
D4K20C-1D5A5-y	29	LD5-203-xxxx-y-y	41
D4K25A-1D5A5-y	32	LD5-204-xxxx-y-y	41
D4K25L-1D5A5-y	32	LD5-205-xxxx-y-y	42
D4K25R-1D5A5-y	32	LD5-206-xxxx-y-y	42
D4K2LA-1D5A5-y	28	LD5-207-xxxx-y-y	42
D4K2RA-1D5A5-y	28	LD5-208-xxxx-y-y	42
D4K2UA-1D5A5-y	28	LD5-209-xxxx-y-y	43
D4S10A-1D5A5-y	28	LD5-210-xxxx-y-y	43
D4S10A-400L5-y	26	LD5-211-xxxx-y-y	43
D4S10E-40MA5-y	27	LD5-212-xxxx-y-y	43
D4S10P-40MA5-y	29	LD5-213-xxxx-y-y	44
D4S10V-40MA5-y	31	LD5-214-xxxx-y-y	44
D4S12H-40MA5-y	27	LD5-215-xxxx-y-y	44
D4S14A-1D5A5-y	32	LD5-216-xxxx-y-y	44
D4S1EQ-S01A5-yy	49	LD5-217-xxxx-y-y	45
D4S20G-400A5-y	26	LD5-218-xxxx-y-y	45
D4S20L-40MA5-y	27	LD5-219-xxxx-y-y	45
D4S20P-400A5-y	31	LD5-220-xxxx-y-y	45
D4S20W-40MA5-y	29	LD5-221-xxxx-y-y	46
D4S20Y-400A5-y	26	LD5-222-xxxx-y-y	46
D4S21J-40MA5-y	31	LD5-223-xxxx-y-y	46
D4S24D-400A5-y	26, 32	LD5-224-xxxx-y-y	46
D4S2UG-400A5-y	26	LD5-225-xxxx-y-y	47
D4S2UL-40MA5-y	27	LD5-226-xxxx-y-y	47
D4W001-000	50	LD5-227-xxxx-y-y	47
D4W002-000	50	LD5-228-xxxx-y-y	47
D4W003-000	50	LD5-229-xxxx-y-y	48
D4W004-000	50	LD5-230-xxxx-y-y	48
D4W006-000	50	LD5-231-xxxx-y-y	48
D4W006-SET	50	LD5-232-xxxx-y-y	48
D4W007-000	50	LD5-232-xxxx-y-y	48
D4W008-000	50	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K10A-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K15A-1AKX5-y	34	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K20A-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K22A-1AKX5	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K24A-1AKX5-y	34	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K24L-1AKX5-y	34	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K24R-1AKX5-y	34	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K2LA-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K2RA-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4K2UA-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4S10A-1AKX5-y	33	LD5-232-xxxx-y-y	48
E4S14A-1AKX5-y	34	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-101-xxxx-y-y	39	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-102-xxxx-y-y	39	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-103-xxxx-y-y	39	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-104-xxxx-y-y	39	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-105-xxxx-y-y	40	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-106-xxxx-y-y	40	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-201-xxxx-y-y	41	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-202-xxxx-y-y	41	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-203-xxxx-y-y	41	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-204-xxxx-y-y	41	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-205-xxxx-y-y	42	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-206-xxxx-y-y	42	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-207-xxxx-y-y	42	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-208-xxxx-y-y	42	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-209-xxxx-y-y	43	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-210-xxxx-y-y	43	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-211-xxxx-y-y	43	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-212-xxxx-y-y	43	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-213-xxxx-y-y	44	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-214-xxxx-y-y	44	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-215-xxxx-y-y	44	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-216-xxxx-y-y	44	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-217-xxxx-y-y	45	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-218-xxxx-y-y	45	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-219-xxxx-y-y	45	LD5-232-xxxx-y-y	48
LAK-220-xxxx-y-y	45	LD5-232-xxxx-y-y	48
		PCB-L1501-SB	49

Rosenberger

Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG

Hauptstraße 1 | 83413 Fridolfing

P.O. Box 1260 | 84526 Tittmoning

Germany

Phone +49 (0)8684 18-0

Fax +49 (0)8684 18-499

info@rosenberger.de

www.rosenberger.com

Certified by ISO/TS 16949 · ISO 9001 · ISO 14001

Ordering No.:

Info 205HSDCat | pA 170061

3000/2014

Rosenberger® is a registered trademark by Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG.
RosenbergerHSD® is a registered trademark by Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG.
All rights reserved.

© 2014 **Rosenberger**

Design **Thewald Kommunikation**

