

KOAXIALE
ÜBERSpannungs-SCHUTZELEMENTE

hofi



Allgemeines

Geräte der elektrischen Nachrichtentechnik sind häufig über koaxiale Leitungen mit einer Antennenanlage im Außenbereich verbunden. Dadurch sind sie Überspannungen ausgesetzt, die durch statische Aufladung und atmosphärische Entladungen (Gewitter) entstehen.

Die Anstiegs- und Abfallzeiten des elektromagnetischen Pulses (EMP), bei einer atmosphärischen Blitzentladung, liegen im Bereich von einigen Mikrosekunden bei einer Feldstärke von mehreren 10 KV/m.

Auch bei einer Nuklearexplosion entsteht ein solcher Impuls (NEMP). Die Anstiegs- und Abfallzeiten liegen hier im Nanosekundenbereich bei Feldstärken von über 50 KV/m. Welche Auswirkung ein solcher Impuls hat registrierten Wissenschaftler im Jahre 1962 bei einer außeratmosphärisch Nuklearexplosion über Johnstone Island: Noch in 1000 km Entfernung fiel in Hawaii die Straßenbeleuchtung aus!

Um die Gefährdung von Personen und Anlagen bei der Entstehung solcher Impulse weitgehend auszuschließen, müssen die Überspannungen sicher auf ungefährliche Werte begrenzt werden.

hofi forscht, entwickelt und produziert koaxiale Schutzelemente seit über 20 Jahren. Unsere Erfahrung garantiert höchste Qualität, kompetente Beratung und umfangreichen Service.

Im Bereich der Hochfrequenztechnik werden zur Überspannungsbegrenzung vorwiegend 2 Schutzelemente eingesetzt:

- Koaxiale Überspannungsableiter
- Koaxiale Kurzschlußfilter

Koaxiale Überspannungsableiter

Koaxiale Überspannungsableiter bestehen aus einer mechanisch nachgebildeten Koaxleitung mit integriertem Überspannungsschutz und entsprechenden Steckanschlüssen an beiden Enden.

Unsere Produktpalette umfaßt Ausführungen zum direkten Anschluß an Endgeräte (Bild 1), als Koaxialdurchführung (Bild 3) und eine Vielzahl an Sonderausführungen nach Kundenspezifikation (Bild 2).



Bild 1
LP 2251

Bild 2
LP 3455



Bild 3
LP 2254

Funktion

Das Schutzprinzip besteht darin, daß ein edelgasgefüllter Überspannungsableiter zwischen Innen- und Außenleiter des koaxialen Leitungsstücks eingebracht wird. Die Möglichkeit der parallelen Gleichstromübertragung über das Koaxialkabel bleibt erhalten.

Durch konstruktive Maßnahmen wird erreicht, daß die zusätzliche Querkapazität des edelgasgefüllten Überspannungsableiters breitbandig kompensiert wird. Dadurch werden hervorragende HF-Eigenschaften bis ca. 2,6 GHz gewährleistet (Bild 4).

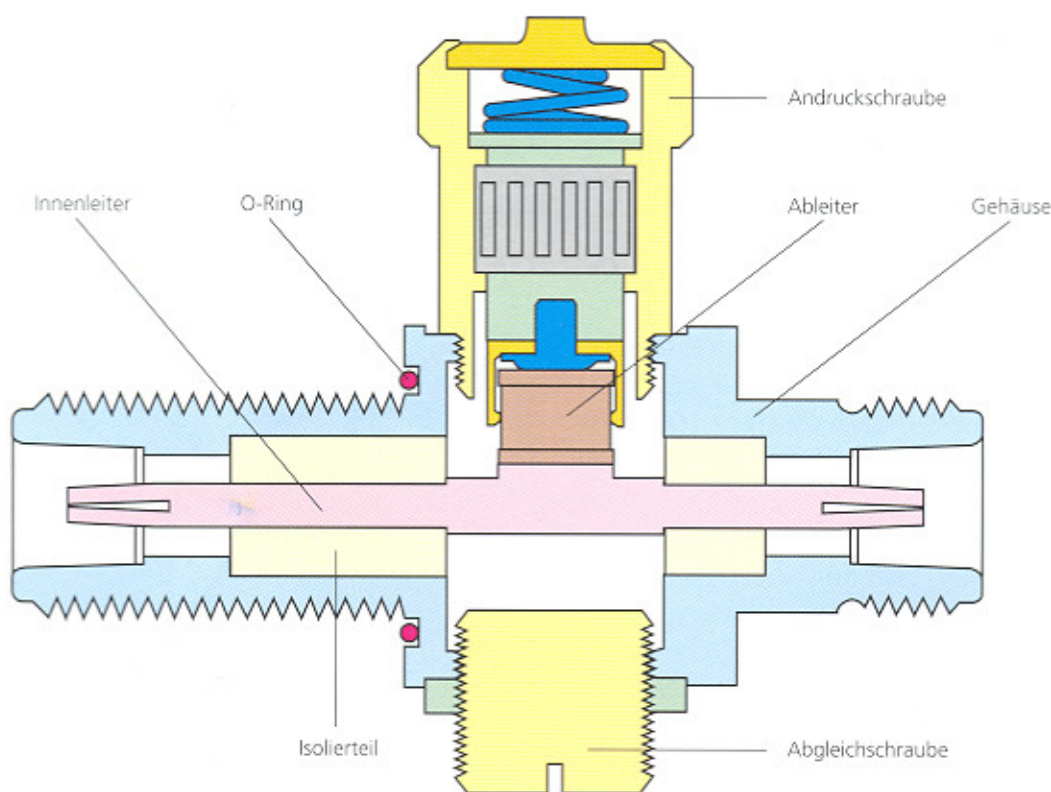


Bild 4
LP 2254 im Schnitt

Edelgasgefüllte Überspannungsableiter arbeiten nach dem gasphysikalischen Prinzip der Bogenentladung. Elektrisch gesehen verhält sich der Überspannungsableiter wie ein spannungsabhängiger Schalter: Nach Überschreiten der typenabhängigen Ansprechspannung bildet sich im gasdichten Entladungsraum im Nanosekundenbereich ein Lichtbogen mit hoher Stromtragfähigkeit aus.

Der Innenwiderstand des Überspannungsableiters springt schlagartig von $>10 \text{ G}\Omega$ auf einen Wert $<0,1\Omega$.

Die Bogenbrennspannung von 10 - 25 V schließt die Überspannung quasi kurz. Nach Abklingen der Entladung löscht der Überspannungsableiter und ist sofort wieder einsatzbereit.

Ansprechspannung

Edelgasgefüllte Überspannungsableiter werden mit unterschiedlichen Ansprechspannungen gefertigt, um möglichst vielen Anwendungen gerecht zu werden (90 V bis 1400 V).

Wirkt auf den Überspannungsableiter eine Spannung mit langsamer Anstiegsgeschwindigkeit (100 V/s), so zündet er bei der definierten Ansprechspannung (statischer Ansprechwert).

Die Anstiegsgeschwindigkeit der Spannungswelle bei einer atmosphärischen Entladung (Gewitter) liegt jedoch bei Werten oberhalb von 1 kV/μs. Bedingt durch die endliche Zeit, die das Edelgas zur Ionisierung benötigt, zündet der Überspannungsableiter bei Anstiegsgeschwindigkeiten $>0,1 \text{ V/μs}$ nicht mehr bei der definierten Ansprechspannung (statischer Ansprechwert), sondern oberhalb (dynamischer Ansprechwert). Bild 5 zeigt diesen Zusammenhang:

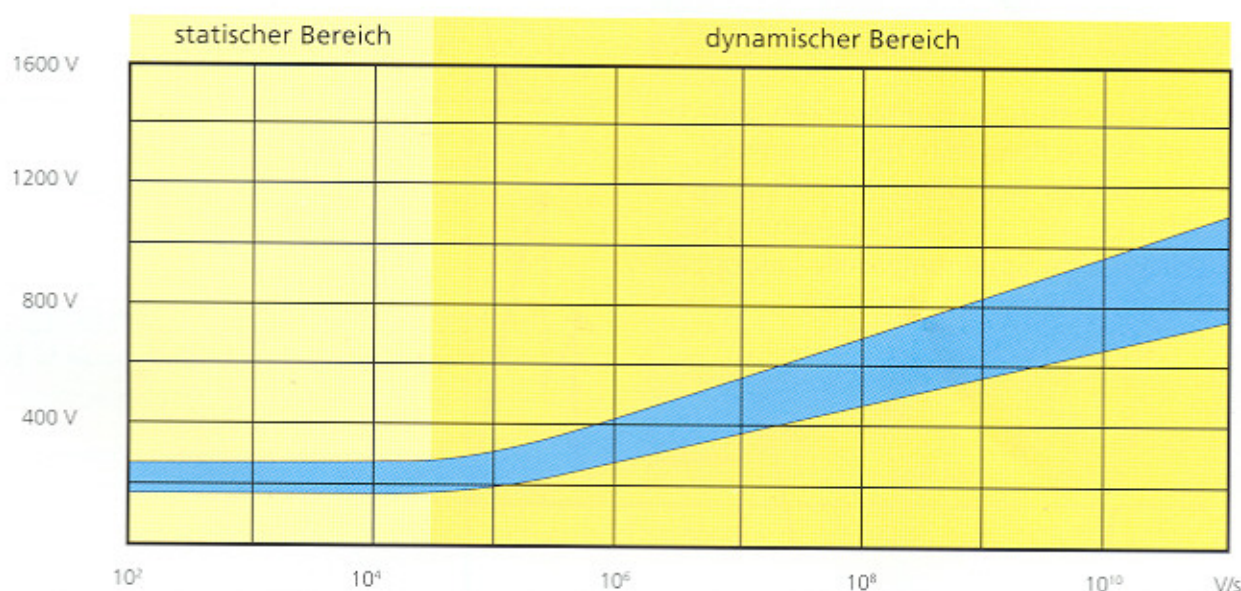


Bild 5
Zündspannung in Abhängigkeit von der Anstiegsgeschwindigkeit der Spannungswelle.

In elektrischen Nachrichtensystemen soll die Ansprechspannung des Überspannungsableiters einerseits möglichst niedrig gewählt werden, andererseits darf bei Sendegeräten die dort erzeugte HF-Spannung den Überspannungsableiter nicht zum Zünden bringen. Die statische Ansprechspannung muß also unterhalb der Spannung liegen, die der Sender erzeugt.

Beispiel:

Sendeleistung = 300 W_{eff} VSWR = 1:1 Z = 50 Ω

Formel:

$$U_s = \sqrt{2} \cdot \sqrt{P_{\text{eff}} \cdot Z} = 1,414 \cdot \sqrt{300 \cdot 50} = 173 \text{ V}_s$$

Dieser rechnerisch ermittelte Wert ist nur theoretisch richtig, da in der Praxis die Anpassung zwischen Sender, Koaxleitung und Antenne fehlerbehaftet ist, also kein VSWR von 1:1 aufweist. Die dadurch hervorgerufene Reflektion der hinlaufenden Spannungswelle führt dazu, daß die Amplitude der Spannung ortsabhängig unterschiedlich ist. Es bilden sich stehende Wellen mit Spannungsknoten und Spannungsbäuchen. Das Maximum der Amplitude einer stehenden Welle im Spannungsbauch kann wie folgt berechnet werden:

Beispiel:

Leistung = 300 W_{eff} VSWR = 1:3 (r = 0,5) Z = 50 Ω

Formel:

$$U_{\max} = U_{\text{hin}} \cdot (1+r) = 173 \text{ V} \cdot (1+0,5) = \text{ca. } 260 \text{ V}$$

Bei automatischen Anpassnetzwerken (match-box) kann es durchaus sein, daß kurzzeitig Totalreflektion der hinlaufenden Spannungswelle auftritt (r = 1). Durch Überlagerung mit der rücklaufenden Spannungswelle verdoppelt sich die Spannungsamplitude (Bild 6).

Formel:

$$U_{\max} = U_{\text{hin}} \cdot (1+r) = U_{\text{hin}} \cdot 2$$

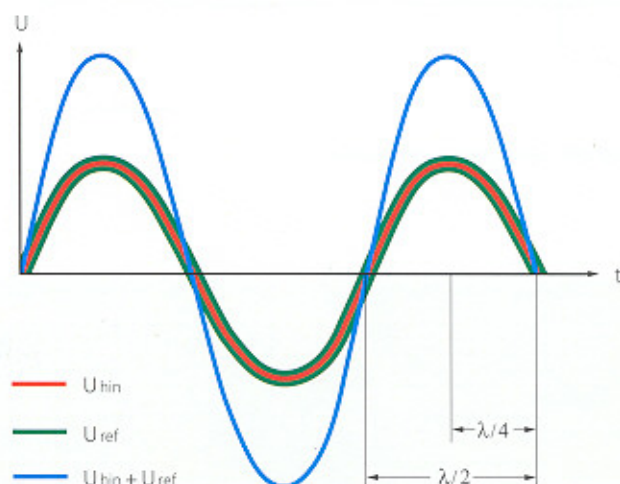


Bild 6
Totalreflektion einer am Ende kurzgeschlossenen Leitung

Ableitstrom

Nomineller Ableitstrom (Scheitelwert) mit der der Überspannungsableiter wiederholt belastet werden kann, ohne Schaden zu erleiden.

Der Wert bezieht sich auf den Normimpuls 8/20 µs (Bild 7).

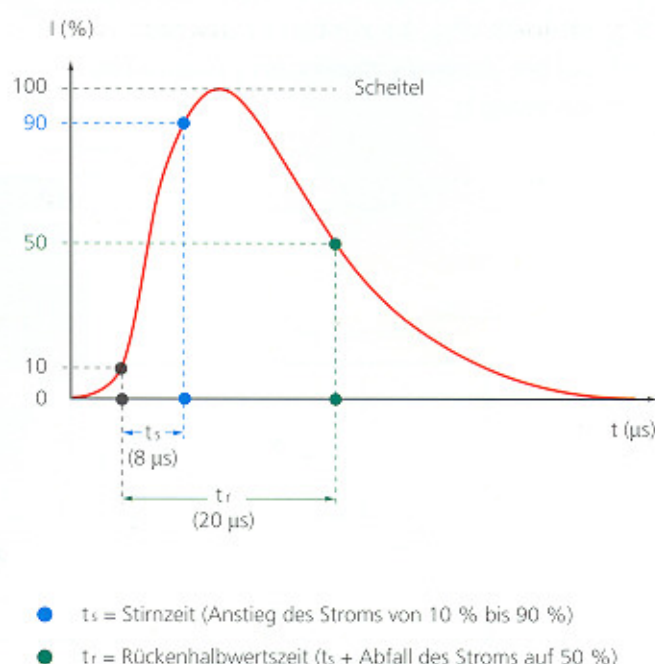


Bild 7
Stromstoßwelle 8/20 µs

Die von uns eingesetzten Überspannungsableiter der Firma SIEMENS erfüllen sowohl die Forderungen von **CCITT** als auch **DIN/VDE**, die sich wie folgt unterscheiden:

CCITT:

10 Belastungen im Abstand von je 3 min

DIN/VDE:

5 Belastungen im Abstand von je 30 s

hofi verwendet standardmäßig Glasableiter mit 5 kA und Keramikableiter mit 10 kA (20 kA) Stromstoßbelastung.

Arbeitsweise des Ableiters

Wird die Zündspannung (dynamischer Ansprechwert) des Überspannungsableiters erreicht, bricht die Spannung auf die typenabhängige Glimmbrennspannung zusammen. Der Übergang in die Bogenentladung folgt bei weiter ansteigendem Strom. Diese Bogenbrennspannung ist in weiten Grenzen vom Strom unabhängig und liegt zwischen 10 V und 25 V.

Bei abnehmender Überspannung verarmt der Strom im Lichtbogen, bis der zur Aufrechter-

haltung der Bogenentladung erforderliche Stromwert von ca. 10 mA bis 100 mA unterschritten wird. Die Bogenentladung reißt ab und der Überspannungsableiter löscht nach Durchlaufen der Glimmphase.

Durch die extrem schnelle Ansprechzeit wird die Überspannung im Nanosekundenbereich begrenzt. Stromstöße bis 10 kA (20 kA) werden gegen Erde abgeleitet, ohne daß der Überspannungsableiter zerstört wird.

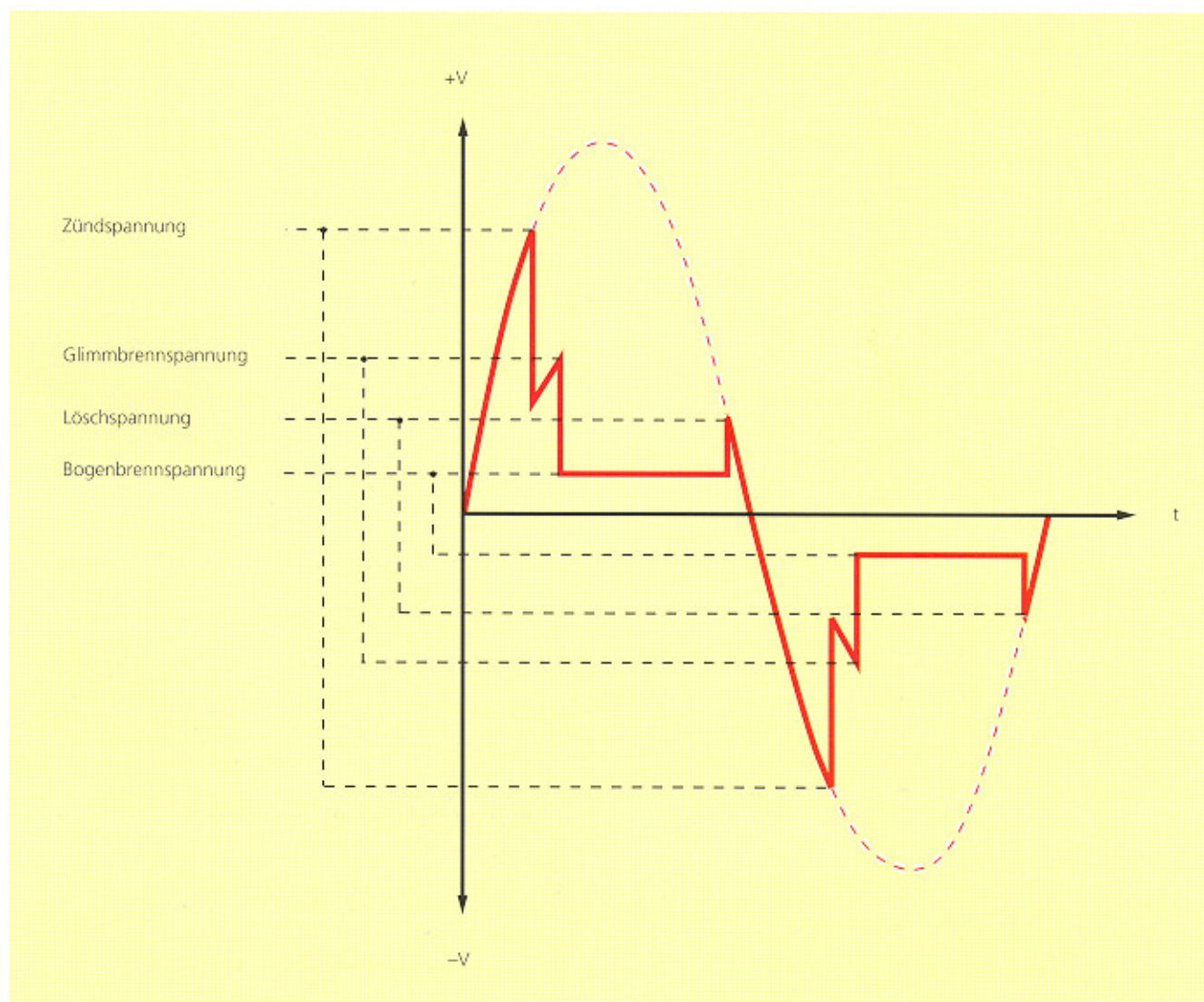


Bild 8
Begrenzung einer sinusförmigen Spannung durch einen Überspannungsableiter

Andruckschraube

Um kürzeste Ansprechzeiten zu erreichen ist es erforderlich, daß der gasgefüllte Überspannungsableiter direkt zwischen Innen- und Außenleiter eingebracht wird.

Eine speziell dafür entwickelte Andruckschraube (Bild 9) garantiert durch einen lageausgleichenden Kugelandruck eine absolut gleichmäßige Kontaktierung des Überspannungsableiters.

Im eingebauten Zustand wird der gasgefüllte Überspannungsableiter mit definierter Federkraft gegen die Kontaktplatte des Innenleiters gedrückt. Durch die Konstruktion der Andruckschraube ist ein »Überdrehen« selbst dann nicht möglich, wenn aus Gründen der Rüttelfestigkeit - z.B. bei mobilem Einsatz - die Andruckschraube mit einem Werkzeug festgezogen wird.

Der gasgefüllte Überspannungsableiter wird in einer federnden Kunststoffkralle gehalten. Anwenderfreundlicher Aus- und Einbau des Ableiters ist dadurch sichergestellt.

Um die teils gewaltigen Ströme bei atmosphä-

rischer Entladung (Gewitter) nicht über die Andruckfeder abzuleiten, wurde radial eine 15-polige Kammfeder aus Kupferberyllium angebracht, die die Ströme praktisch widerstandsfrei über das Gehäuse ableitet.

Allgemeine technische Daten

Temperaturbereich:	-40 bis +100 °C
Temperatur-Schock:	MIL-Standard-202, Method 107 F, Condition B
Vibration:	MIL-Standard-202, Method 204 F, Condition D
Material:	Außenleiter CuZn 39Pb3 Innenleiter CuBe2, Isolator PTFE, Dichtung NBR
Oberfläche:	Ni, Ag
Ableiterspannung:	90, 150, 230, 350, 470, 600, 800, 1000, 1400 V
Ableiterstrom:	5, 10, 20 kA (Welle 8/20 µs)
HF-Daten:	siehe Produktübersicht
Ursprungsland:	Germany

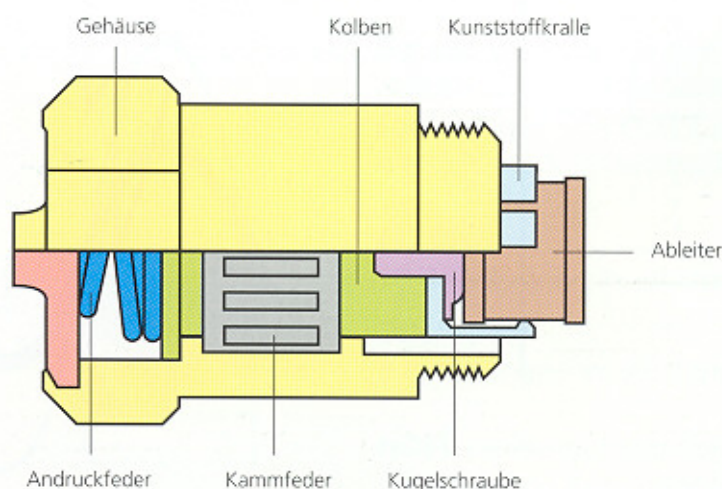


Bild 9
Andruckschraube

Qualitätskontrolle

hofi Koaxiale Überspannungsableiter zeichnen sich durch hervorragende Werte im HF-Bereich aus.

Bereits in der "Standardausführung" wird eine Rückflußdämpfung von ≥ 30 dB (VSWR $\leq 1,06$) bis 1,3 GHz **garantiert**. Die tatsächlichen Werte liegen in der Regel noch weit darüber (Bild 10).

Alle Produkte werden vor Auslieferung am Netzwerk-Analysator vermessen. Das Protokoll der gemessenen Rückflußdämpfung (VSWR) wird mitgeliefert.

Sonderabgleich nach Kunden-Spezifikation wird ohne Aufpreis durchgeführt.

hofi

PRÜFPROTOKOLL / CERTIFICATE

Device : LP 2201.000
Parameter : Return Loss
Test Frequency : 4 - 1300 MHz
Marker Spacing : 50 MHz
Scale : 2 dB / Div.
Date : 7.2.1996
Invoice No. : 612 077

Messaufbau / Test Configuration

Network Analyser : HP 8754 A
Storage Normalizer : HP 8750 A
X-Y Recorder : HP 7004 B
SWR-Bridge R&S : ZRB 2
Termination SPINNER : 46 dB RL

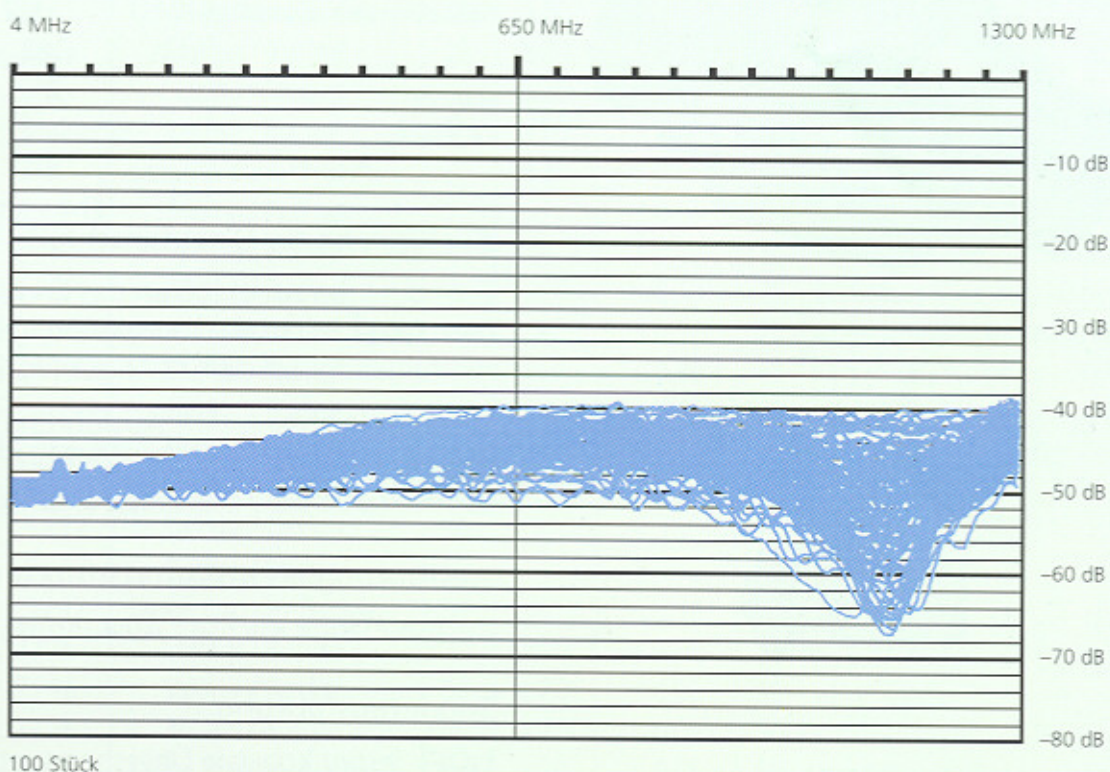


Bild 10 gemessene Rückflußdämpfung von 100 Stück LP 2201.000

Produktausführungen

Präzisionsausführung

Alle in dieser Druckschrift gemachten Angaben beziehen sich auf die Präzisionsausführung.

Standardausführung

Die HF-Eigenschaften sind völlig identisch mit der Präzisionsausführung.

Durch den Einsatz kosten- und verarbeitungsgünstiger Materialien (AlCuMgPb F38) sowie die Verwendung einer Standard-Andruckschraube (Bild 11 und 12), wird bei dieser Ausführung ein besonders günstiges Preis / Leistungsverhältnis erzielt.

Standard-Andruckschraube



Bild 11
LP 5523

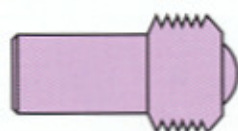


Bild 12
Standard-Andruckschraube

Erdfreie Ausführung

Alle koaxiale Überspannungsableiter können auch in erdfreier Ausführung geliefert werden. Diese Produkte werden mit einem zweiten edelgasgefüllter Überspannungsableiter versehen, der das Gehäuse galvanisch vom Erdpotential trennt (Bild 13).



Bild 13
LP 5583

Ausführung für Direktanschluß

Zum direkten Anschluß an das Endgerät werden **hofi** Koaxiale Überspannungsableiter mit folgender Stecker-Konfiguration geliefert:

Stecker / Buchse	: Ausführung 01 (Bild 1)
Stecker / Stecker	: Ausführung 02
Buchse / Buchse	: Ausführung 03

Ausführung als Koaxdurchführung

Buchse / lange Buchse : Ausführung 04 (Bild 3)

Sonderausführung

hofi fertigt koaxiale Überspannungsableiter nach Kundenspezifikation auch in Einzelanfertigung. Nehmen Sie ganz einfach Kontakt mit uns auf, wir beraten Sie gerne.

Produktübersicht

Typ	Anschluß	Bauform	Rückflußdämpfg. (dB)		Dämpfung (dB)	Imp. Ω	Bemerkung
			1,3 GHz	2,6 GHz	1,3 GHz		
STANDARDAUSFÜHRUNG							
LP 1101	UHF	Stecker / Buchse	–	–	≤ 0,05	50	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 150 MHz
LP 1102	UHF	Stecker / Stecker	–	–	≤ 0,05	50	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 150 MHz
LP 1103	UHF	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,05	50	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 150 MHz
LP 1104	UHF	Lange Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,05	50	Lange Buchse = 5/8" x 24
LP 2201	N	Stecker / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2202	N	Stecker / Stecker	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2203	N	Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2204	N	Lange Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	Lange Buchse = 5/8" x 24
LP 3303	BNC	Buchse / Buchse	≥ 30	–	≤ 0,05	50	
LP 5523	5 / 8"	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 800 MHz
PRÄZISIONSAUSFÜHRUNG							
LP 2251	N	Stecker / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2252	N	Stecker / Stecker	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2253	N	Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 2254	N	Lange Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	Lange Buchse = 5/8" x 24
LP 3351	BNC	Stecker / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 3352	BNC	Stecker / Stecker	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 3353	BNC	Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 3354	BNC	Lange Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	Lange Buchse = 1/2" x 28
LP 3455	BNC / 4-11	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,05	50	Rfd. ≥ 30 dB bis 500 MHz, Winkelausführung
LP 5573	5 / 8"	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 800 MHz
LP 5583	5 / 8"	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rückflußdämpfung ≥ 30 dB bis 800 MHz
LP 6621	IEC 169-2	Stecker / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rfd. ≥ 30 dB bis 900 MHz, Mutter M14 x 1
LP 6623	IEC 169-2	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rfd. ≥ 30 dB bis 900 MHz, Mutter M14 x 1
LP 6631	IEC 169-2	Stecker / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rfd. ≥ 30 dB bis 900 MHz, Mutter PG11
LP 6633	IEC 169-2	Buchse / Buchse	–	–	≤ 0,10	75	Rfd. ≥ 30 dB bis 900 MHz, Mutter PG11
LP 6651	3,5 / 12	Stecker / Buchse	≥ 30	–	≤ 0,10	75	
LP 6652	3,5 / 12	Stecker / Stecker	≥ 30	–	≤ 0,10	75	
LP 6653	3,5 / 12	Buchse / Buchse	≥ 30	–	≤ 0,10	75	
LP 6654	3,5 / 12	Lange Buchse / Buchse	≥ 30	–	≤ 0,10	75	Lange Buchse = M20 x 1
LP 7751	7 / 16	Stecker / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 7752	7 / 16	Stecker / Stecker	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 7753	7 / 16	Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	
LP 7756	7 / 16	Lange Buchse / Buchse	≥ 30	≥ 20	≤ 0,05	50	Lange Buchse = M30 x 1,5

Für jeden Artikel ist eine detaillierte Produktinformation erhältlich.

Bestellschlüssel

Beispiel:

Koaxialer Überspannungsableiter, eine Seite N-Stecker, andere Seite N-Buchse,
230 V Keramikableiter 10 kA, Präzisionsausführung mit Kette an der Andruckschraube.

LP	2251	232
Oberfläche 1 = Ag 2 = Ni		
Ableitertyp, Kette 0 = Glasableiter 5 kA 1 = Glasableiter 5 kA mit Kette an der Andruckschraube 2 = Keramikableiter 10 kA 3 = Keramikableiter 10 kA mit Kette an der Andruckschraube 4 = Keramikableiter 20 kA 5 = Keramikableiter 20 kA mit Kette an der Andruckschraube		
Ansprechspannung des Überspannungsableiters 0 = 90 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 40 Watt 1 = 145 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 100 Watt 2 = 230 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 260 Watt 3 = 350 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 600 Watt 4 = 470 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 1.100 Watt 5 = 1000 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 5.000 Watt 6 = 600 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 1.800 Watt 7 = 1400 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 9.800 Watt 8 = 800 V max. Sendeleistung (Totalreflektion) 3.200 Watt		
Bauform 1 = Stecker / Buchse 2 = Stecker / Stecker 3 = Buchse / Buchse 4 = Durchführung: lange Buchse (Gewinde 5/8" x 24) / Buchse 5 = Durchführung: lange Buchse (Gewinde 1/2" x 28) / Buchse 6 = Durchführung: lange Buchse (Gewinde M30 x 1,5) / Buchse		
Anschlußnorm		
Produktgruppe (Lightning Protector)		

Allgemeines

Koaxiale Kurzschlußfilter bestehen aus einem mechanisch nachgeformten Koaxstück mit einer am Ende kurzgeschlossenen $\lambda/4$ -langen Stichleitung und entsprechenden Steckanschlüssen an beiden Enden (Bild 14).



Bild 14
Koaxialer Kurzschlußfilter KF 0920.712

Funktion

Beim koaxiale Kurzschlußfilter ist der Innenleiter über eine $\lambda/4$ -lange Stichleitung mit dem Außenleiter kurzgeschlossen. Dadurch entsteht ein Filter, der bei Betriebsfrequenz perfekt angepaßt ist (Bild 15).

Die Bandbreite läßt sich durch konstruktive Maßnahmen in gewissen Grenzen verändern. **hOFi** Koaxiale Kurzschlußfilter werden standardmäßig auf eine Bandbreite von ca. 10% der Mittenfrequenz ausgelegt.

Allgemeine technische Daten

Temperaturbereich:	-40 bis +100 °C
Temperatur-Schock:	MIL-Standard-202, Method 107 F, Condition B
Vibration:	MIL-Standard-202, Method 204 F, Condition D
Material:	Außenleiter CuZn 39Pb3 Innenleiter CuBe2, Isolator PTFE, Dichtung NBR
Oberfläche:	Ni, Ag
Ableiterstrom:	> 25 kA (Welle 8/20 μ s)
HF-Daten:	frequenzabhängig Einfügungsdämpf. $\leq 0,1$ dB bei Mittenfrequenz. Rückflußdämpfung ≥ 30 dB über die gesamte Bandbreite.
Ursprungsland:	Germany

Einsatz

Ist kein Breitbandbetrieb gefordert, eignen sich koaxiale Kurzschlußfilter hervorragend für Frequenzen bis 10 GHz und darüber. Dem unteren Frequenzbereich sind lediglich durch

die Bandbreite und den mechanischen Abmessungen Grenzen gesetzt. Ein koaxialer Kurzschlußfilter für 150 MHz Mittenfrequenz hat bereits eine Gesamtbauhöhe von ca. 550 mm!

Ein weiterer Vorteil beim Einsatz eines koaxialen Kurzschlußfilters besteht darin, daß das Frequenzspektrum außerhalb der Betriebsfrequenz gedämpft wird.

Bedingt durch die direkte Verbindung zwischen Innen- und Außenleiter ist jedoch keine zusätzliche Gleichstromübertragung über das Koaxialkabel möglich.

hofi Koaxiale Kurzschlußfilter werden nach Kundenspezifikation gefertigt. Es werden folgende Angaben benötigt:

- » Mittenfrequenz «
- » Bandbreite «
- » Anschlußnorm «

hofi

PRÜFPROTOKOLL / CERTIFICATE

Device : KF 0152.712
 Parameter : Return Loss
 Test Frequency : 140 - 160 MHz
 Marker Spacing : 10 MHz
 Scale : 2 dB / Div.
 Date : 24.11.1994
 Invoice No. : 421 022

Messaufbau / Test Configuration

Network Analyser : HP 8754 A
 Storage Normalizer : HP 8750 A
 X-Y Recorder : HP 7004 B
 SWR-Bridge R&S : ZRB 2
 Termination SPINNER : 46 dB RL

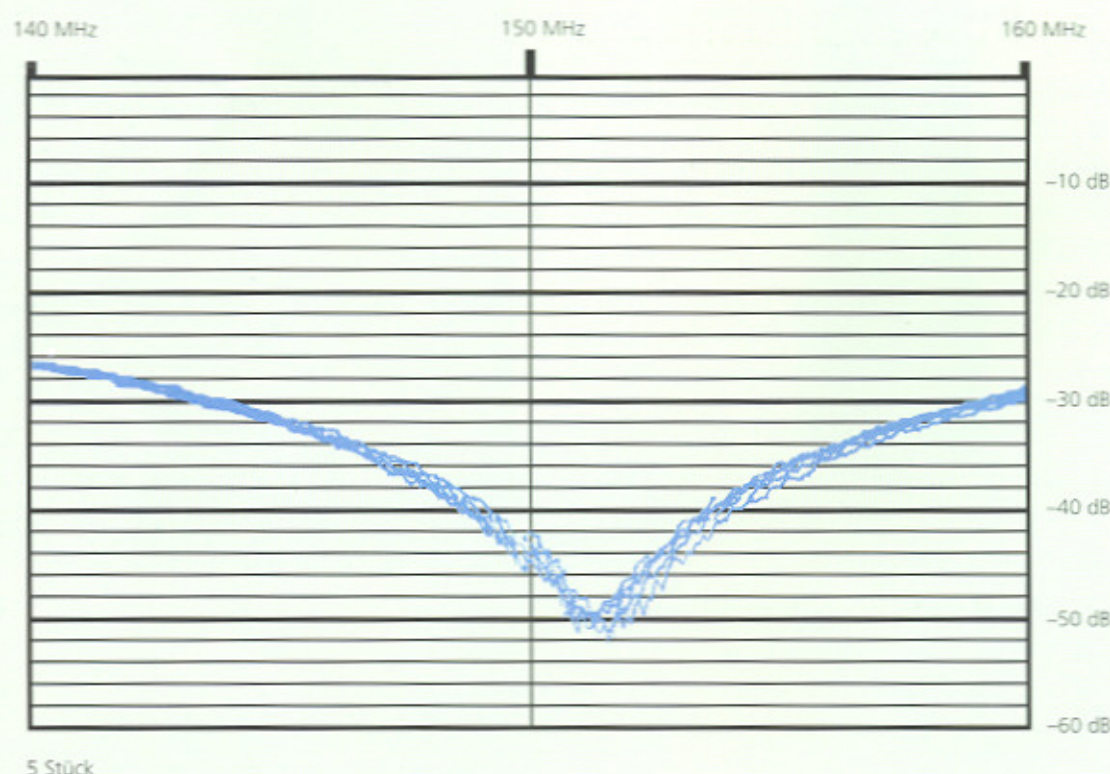
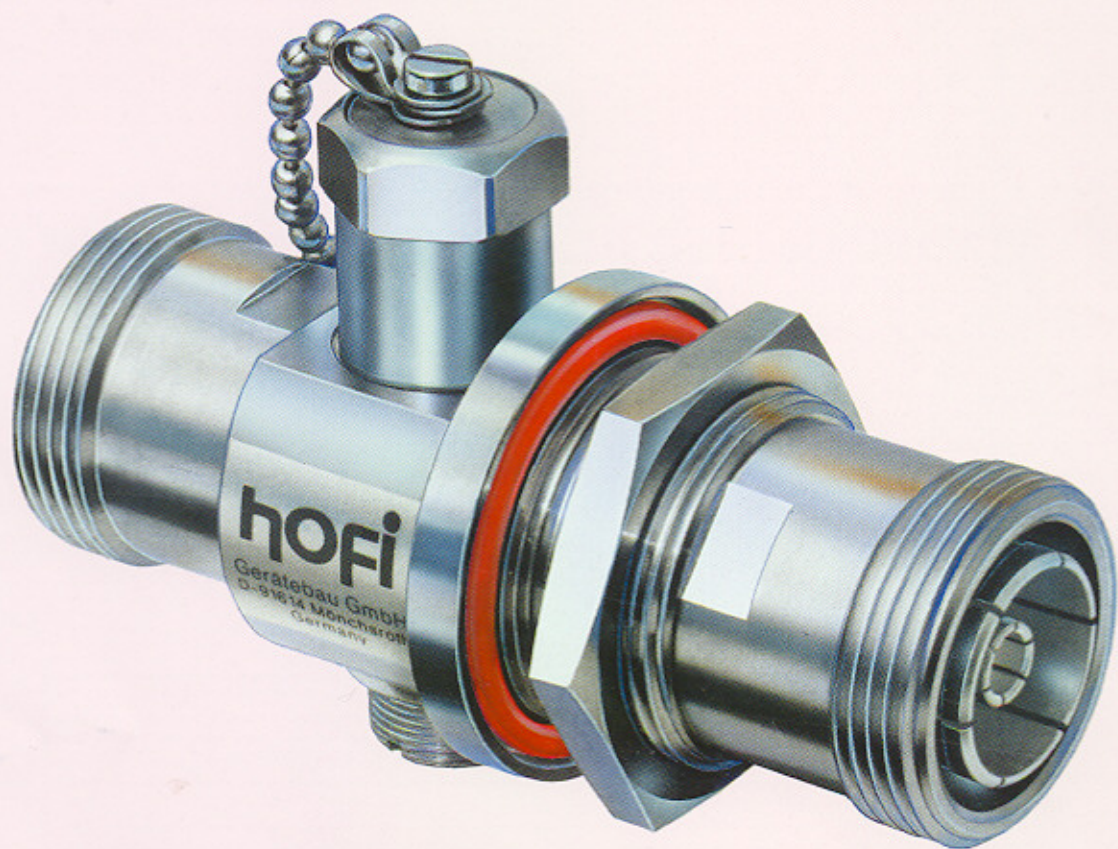


Bild 15 gemessene Rückflußdämpfung von 5 Stück KF 0152.712



hofi

hofi Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Wittenbacher Straße 12
D-91614 Mönchsroth

Telefon 09853/1003
Telefax 09853/1005
E-Mail: info@hofi.de
WWW: <http://www.hofi.de>