

~~5.1.7~~ Störungen in Meßleitungen

Die Übertragung der Signale zwischen den Meßwertgebern bzw. den Sensoren und den Meßverstärkern, den Anzeigeeinrichtungen, z. B. einem Oszilloskop, oder der Meßdatenverarbeitung, z. B. einem Tischrechner, kann so gestört sein, daß eine Messung überhaupt nicht mehr möglich ist. Ursache für Störungen in Signalleitungen sind galvanische Störbeeinflussungen, kapazitive Einstreuungen und induktive Einstreuungen.

Galvanische Störbeeinflussungen entstehen durch gemeinsame Stromwege eines Meßstromkreises mit anderen Stromkreisen, z. B. anderen Meßstromkreisen, Steuerstromkreisen oder Leistungsstromkreisen (**Bild 1**). Durch den gemeinsamen Bezugsleiter verschiedener Sensoren oder anderer elektronischer Baugruppen entstehen durch den Leitungswiderstand und durch den Übergangswiderstand in den Anschlüssen oder Steckverbindungen *Spannungsabfälle*, die sich direkt dem Meßsignal überlagern. Falls kein eigenes Netzteil für jeden Meßstromkreis oder jede Elektronikbaugruppe vorhanden ist, faßt man alle Bezugsleiter (Masseleiter) *sternförmig* zu einem Bezugspunkt zusammen. Neben der direkten Störbeeinflussung durch gemeinsame Leitungs-Wirkwiderstände verursachen induktive und kapazitive Leitungswiderstände Störungen, und zwar in um so stärkerem Maße, je höherfrequent die Signalspannungen bzw. je steiler die Impulsflanken bei Impulssignalen sind.

Beispiel:

Bei einer Leitung der Länge $l = 2 \text{ m}$ beträgt die längenbezogene Induktivität $\Delta L / \Delta l = 1 \mu\text{H}/\text{m}$. Es wird ein Strom von $I = 500 \text{ mA}$ mit einer Stromanstiegszeit von $t = 1 \mu\text{s}$ geschaltet. Welche Spannungstörung erhält man bei gemeinsam verwendetem Bezugsleiter für das Sensorsignal und das Schaltsignal?

Lösung:

$$\text{Leitungsinduktivität: } L = \frac{\Delta L}{\Delta l} \cdot l = \frac{1 \mu\text{H}}{\text{m}} \cdot 2 \text{ m} = 2 \mu\text{H}$$

$$\text{Stromänderung des Schaltsignals: } \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{500 \text{ mA}}{1 \mu\text{s}}$$

$$\text{induzierte Spannung: } u_i = -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} = -2 \mu\text{H} \cdot \frac{500 \text{ mA}}{1 \mu\text{s}} = -1 \text{ V}$$

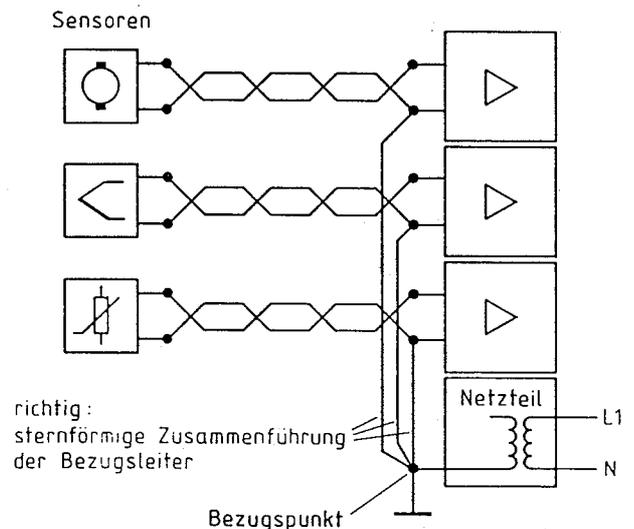
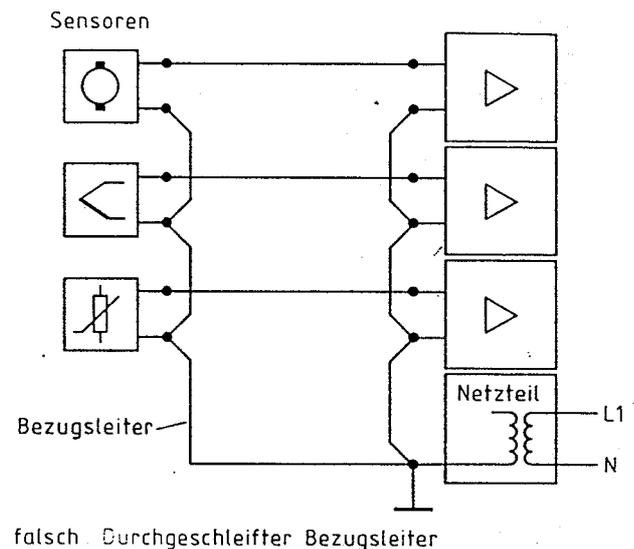


Bild 1: Falscher und richtiger Anschluß des Bezugsleiters

Galvanische Störbeeinflussungen vermeidet man durch *galvanische Entkopplung*. Dies geschieht durch Vermeiden gemeinsamer Bezugsleiter, auch innerhalb eines Schaltschranks, und durch Potentialtrennung der Stromkreise. Eine Potentialtrennung erfolgt elektromagnetisch durch Transformatoren für jeden Stromkreis, oder elektromechanisch über Relais oder optoelektronisch durch Optokoppler.

Bezugsleiter elektronischer Sensoren und Baugruppen werden sternförmig zu einem Bezugspunkt zusammengefaßt.

Bezugsleiter sind leitende Verbindungen, auf welche die Potentiale signalführender Leiter bezogen werden. Bezugsleiter können mit dem Schutzleiter im Schaltschrank verbunden und damit geerdet werden. Die Erdung soll nur an einem Punkt erfolgen.

Induktive Einstreuungen entstehen durch *induktive Kopplung* zweier Stromkreise oder durch andere *elektromagnetische Felder*. Die induktive Kopplung entsteht durch eine Leiterschleife, z. B. gebildet aus Signalleiter und Bezugsleiter (**Bild 1**). Verdrillt man beide Leiter, dann verringern sich der Flächeninhalt der Leiterschleife und damit die Wirkung eines magnetischen Störflusses (**Bild 2**). Wegen der Verdrillung ändert sich in kurzen Längenabständen die Richtung des austretenden Störflusses. Entsprechend induziert der eintretende magnetische Störfluß in jeder Teilschleife gleiche Teilspannungen entgegengesetzter Polung, die sich gegenseitig aufheben.

Induktive Einstreuungen verringert man durch verdrillte Meßleiter.

Beim *Verlegen* der Meßleitungen ist darauf zu achten, daß diese in möglichst weitem Abstand und nicht parallel zu anderen Leitungen liegen. Gemeinsame Kabelkanäle und Kabelbäume sind zu vermeiden.

Durch *Schirmung* der Meßleitungen, der Sensoren und der magnetischen Störquellen, z. B. Thyristorsteller, vermindert man *magnetische Einstreuungen*.

Magnetische Störungen können durch magnetische Leiter aus ferromagnetischem Werkstoff abgeschirmt werden oder durch *Wirbelstromschirme* in ihrer Wirkung vermindert werden (**Bild 2**).

Die Abschirmung besteht z. B. aus einem Kupferdrahtgeflecht. Hochfrequente magnetische Felder verursachen im Schirm Wirbelströme und werden dadurch für die innenliegenden Meßleitungen stark gedämpft.

Stahlblechgehäuse und das Verlegen der Leitungen in Stahlrohren oder in Kabeln mit Stahlgeflechtummantelung ermöglichen eine Abschirmung, insbesondere der Störquellen. Mit hochpermeablen Werkstoffen, z. B. Mumetall (75% Ni, 8% Fe, 5% Cu, 2% Cr), erreicht man eine besonders gute Abschirmwirkung.

Kapazitive Einstreuungen entstehen durch ungewollte Kapazitäten zwischen verschiedenen Stromkreisen, z. B. durch die Leitungskapazität parallelverlaufender Leitungen zwei verschiedener Stromkreise. Zur Verringerung kapazitiver Einstreuungen sind wie zur Verringerung induktiver Einstreuungen gemeinsame Kabelkanäle und Kabelbäume zu vermeiden. Störquellen wirken um so stärker, je kürzer die Spannungsanstiegszeit in den störenden Stromkreisen ist und je hochohmiger der gestörte Stromkreis ist. Meßwertgeber mit niederohmigen Ausgangswiderständen und Meßverstärker mit niederohmigen Eingangswiderständen sind daher weniger empfindlich gegenüber kapazitiven Einstreuungen als solche mit hochohmigen Widerständen. Kapazitive Einstreuung vermindert man ferner durch *Schirmung* mit Schirmen aus gut leitendem Werkstoff. Bei abgeschirmten Meßleitungen schließt man den Schirm nur auf einer Seite an den Bezugsleiter an (**Bild 2**).

Niederohmige Meßsysteme sind weniger stöempfindlich als hochohmige Meßsysteme.

Eine **Verringerung der Störungen** beim elektronischen Messen mechanischer Größen erreicht man meist auch durch Filtern mit RC-Gliedern. Die Meßsignale sind Gleichspannungssignale oder niederfrequente Wechselfspannungen, z. B. entsprechend den mechanischen Schwingungen, während die eingestreuten Spannungen meist hochfrequent bzw. impulsförmig sind. Mit RC-Tiefpaßfiltern erreicht man in diesen Fällen eine starke Verringerung der Einstreuung.

Störspannungen bestimmter Frequenz, z. B. der Netzfrequenz (Netzbrumm), können mit Bandsperrern (selektive Filter) ausgeblendet werden.

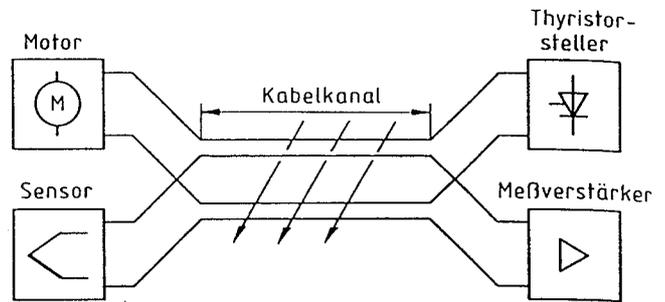


Bild 1: Induktive Einstreuung

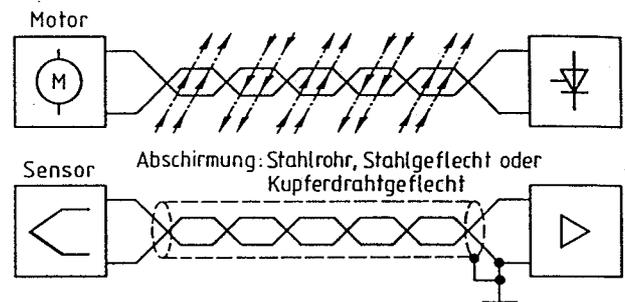
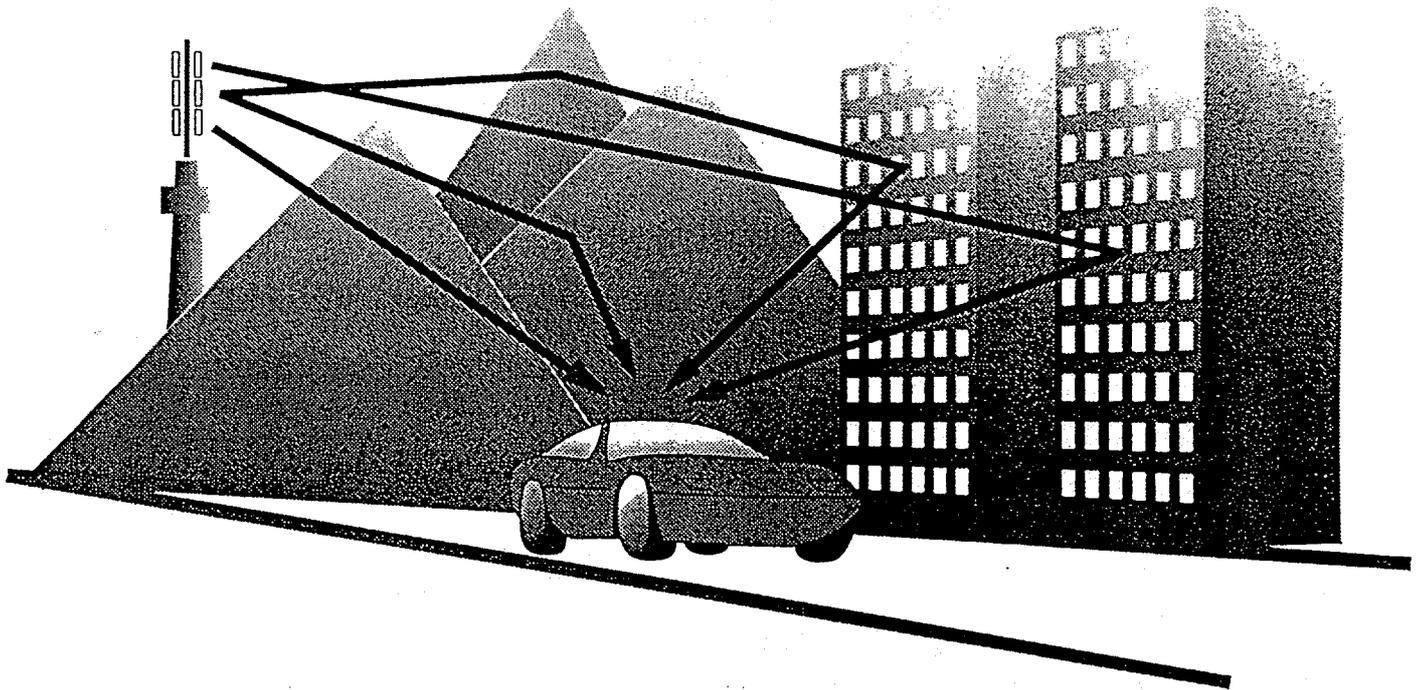
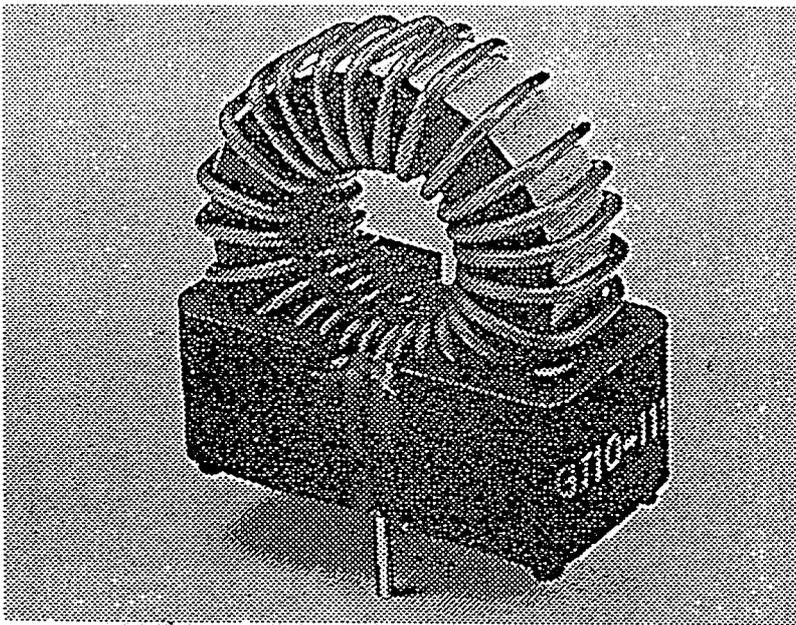


Bild 2: Schutzmaßnahmen gegen induktive Einstreuungen



Mehrweg- ausbreitung beim Radioempfang

Entstördrosseln



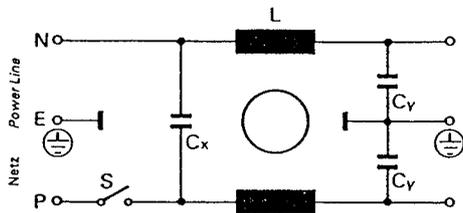
Die GT-Serie hochwertiger Entstördrosseln ist mit oder ohne PCB-Montageplatte erhältlich und deckt den Induktivitätenbereich von 25 bis 450 μH ab. Die mit PCB-Montageplatten ausgerüsteten Entstördrosseln entsprechen den Anforderungen nach UL 94 V-0 und sind speziell auf den automatisierten Produktionsprozess ausgerichtet.

NR. 90 LESERDIENST

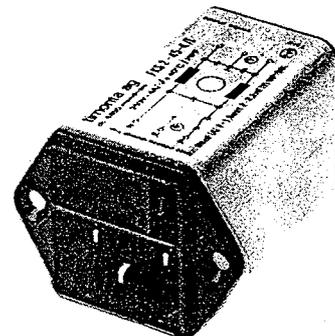
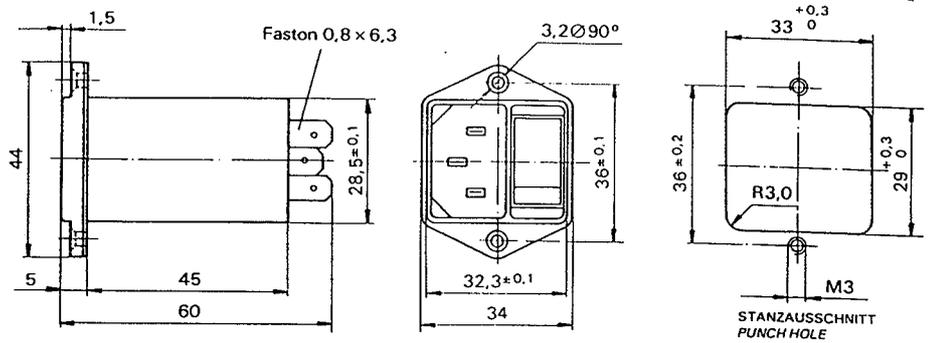
Kombifilter FKS mit 1poligem Schalter und Stecker

Filtre combiné FKS avec interrupteur unipolaire et fiche mâle

Schema/Schéma



Abmessungen/Dimensions



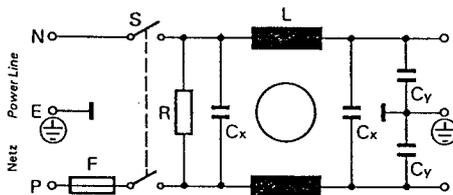
Art. Nr. No d'art.	Typ Type	Preis Prix	1 9
11 2063	FKS 2-45-1/I 1 A	25.80	
11 2065	FKS 2-45-2/I 2 A	25.80	
11 2067	FKS 2-45-4/I 4 A	25.80	

timonta

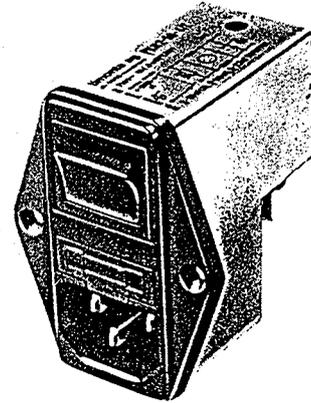
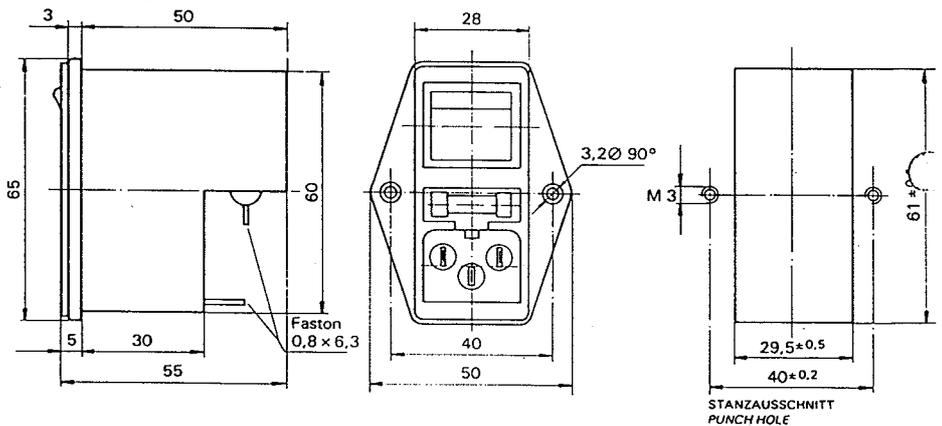
Kombifilter FKH mit 1 Sicherung, 2poligem Schalter und Stecker

Filtre combiné FKH avec 1 fusible, interrupteur bipolaire et fiche mâle

Schema/Schéma



Abmessungen/Dimensions



Art. Nr. No d'art.	Typ Type	Preis Prix	1 9
11 2051	FKH 2-50-1/I 1 A	34.30	
11 2053	FKH 2-50-2/I 2 A	34.30	
11 2061	FKH 2-50-4/I 4 A	34.30	

timonta

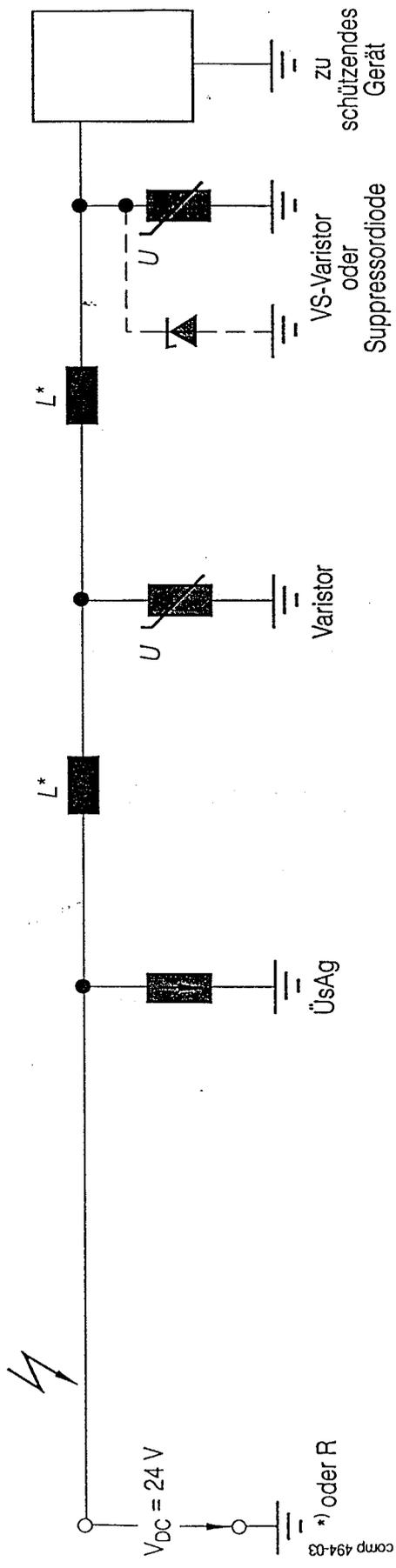
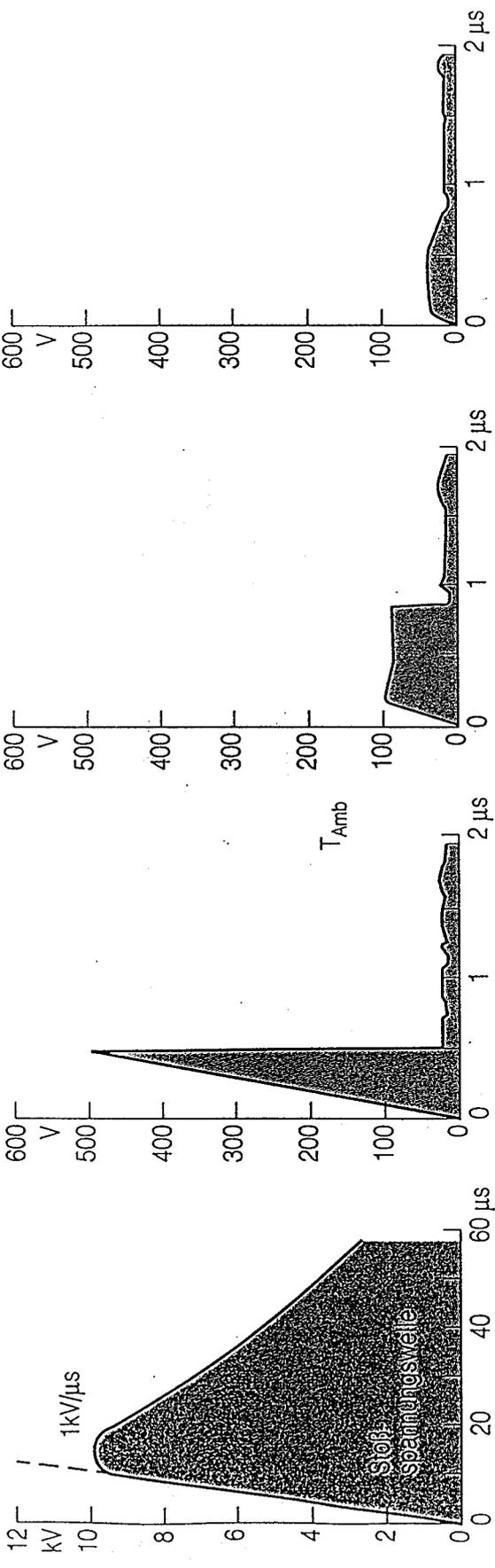
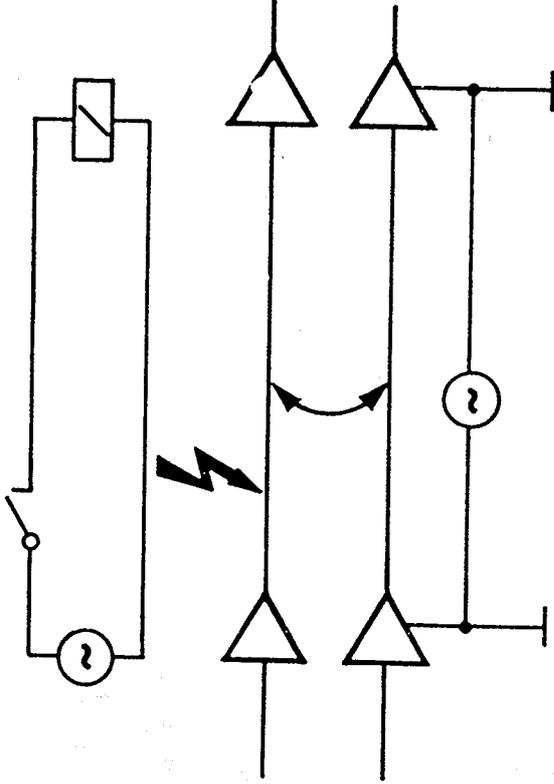


Bild 3 Dieser Staffelschutz wirkt dreistufig und begrenzt eine Überspannung von 10 kV auf weniger als 50 V

FO III

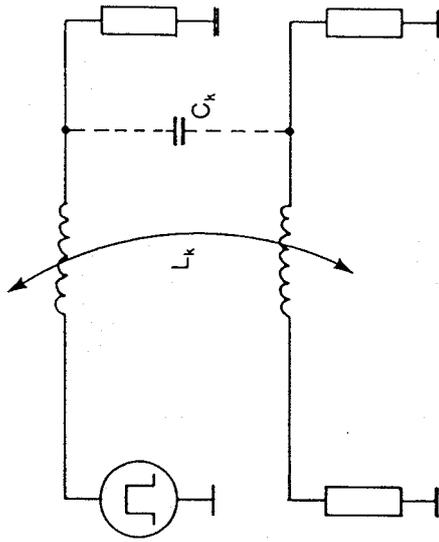
comp 194-03

Störquellen in Datenübertragungssystemen



- LEITUNGSREFLEXIONEN
- ÜBERSPRECHEN ZWISCHEN SIGNALLEITUNGEN:
 - 10 ... 15% BEI ASYMMETRISCHEN LEITUNGEN
 - 1 ... 5% BEI SYMMETRISCHEN LEITUNGEN
- GLEICHTAKTSPANNUNGEN AUF GRUND UNTERSCHIEDLICHER MASSEPOTENTIALE (EINIGE 10V BEI GROSSEN LEITUNGLÄNGEN)
- EXTERNE STÖRQUELLEN (z.B. MOTOREN, RELAIS)
! SPANNUNGEN BIS ZU MEHREREN KILOVOLT !

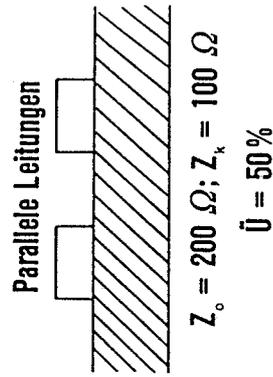
Übersprechen



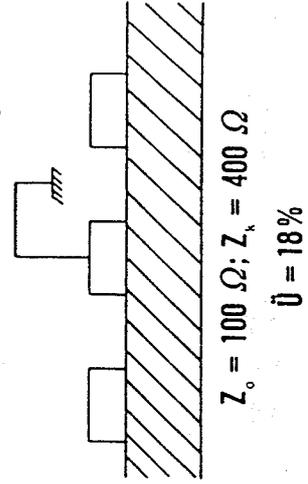
Koppelimpedanz $Z_k = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}}$

Leistungsimpedanz $Z_o = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}}$

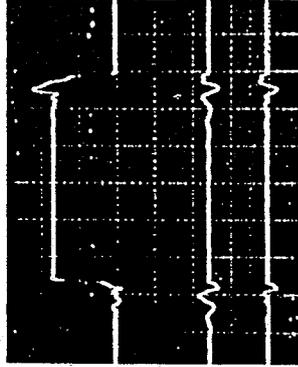
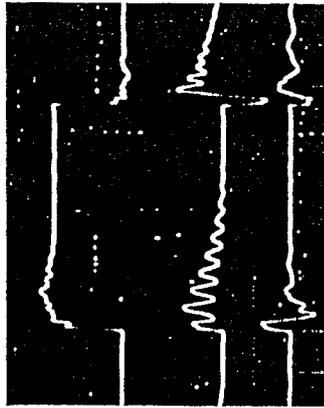
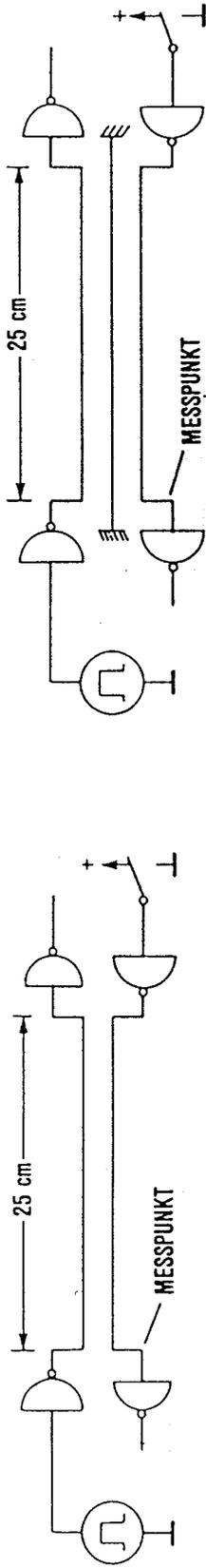
Übersprechen $\dot{U} = \frac{1}{1,5 + \frac{Z_k}{Z_o}}$



Parallele Leitungen mit
zusätzlicher Masseleitung



Einfluss des Leitungsaufbaus auf das Übersprechen



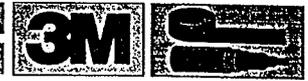
GATTER: SN74AS00

HORIZONTAL: 20 ns/DIV

VERTIKAL: 2 V/DIV

ZUR VERMEIDUNG VON ÜBERSPRECHEN ZWISCHEN SIGNALLEITUNGEN VERWENDET MAN

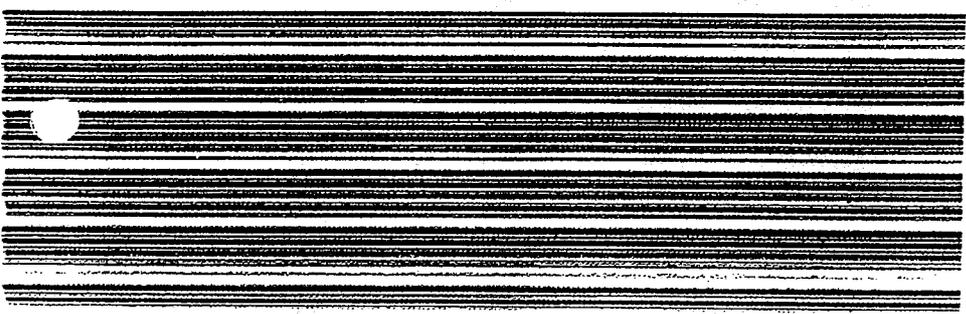
- VERDRILLTE LEITUNGEN (TWISTED PAIR), WOBEI EINE ADER SIGNALLEITUNG, DIE ANDERE ADER MASSELEITUNG IST
- FLACHBANDKABEL, BEI DENEN SIGNAL- UND MASSELEITUNGEN ABWECHSELND ANGEORDNET SIND.



Perfekt abgestimmte Kabel Câbles de conception parfaite

Für das Schneid/Klemm-
Verbindersystem im Raster
2,54 mm

Pour le système de
connecteurs autodénudants
avec grille de 2,54 mm

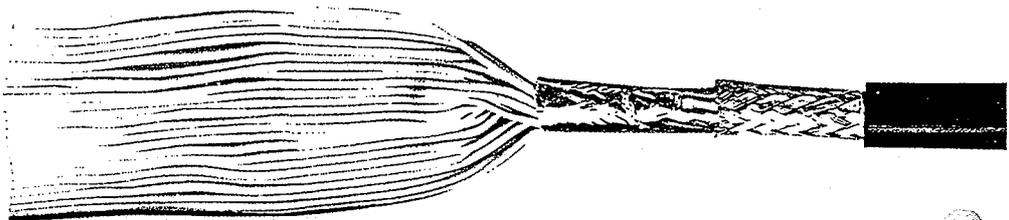


Das Board-to-Board-Kabel
unverwechselbar farbcodiert

*Le câble board-to-board
nettement codé en couleur*

Das flexible Input/Output-Kabel
schützt vor Störstrahlung

*Le câble input/output à haute
flexibilité, protège des champs
de parasites*



Art.-Nr. No d'art.	Typ Type	Polzahl Pôles	Preis pro Meter Prix par mètre	1 9	10 24
51 09 10	3302	10	2.95		2.65
51 09 14	3302	14	4.15		3.75
51 09 16	3302	16	4.75		4.30
51 09 20	3302	20	4.95		4.45
51 09 24	3302	24	7.15		6.50
51 09 26	3302	26	6.45		5.80
51 09 34	3302	34	10. —		9.10
51 09 35	3302	36	10.60		9.65
51 09 40	3302	40	11.80		10.75
51 09 50	3302	50	14.75		13.40
51 09 60	3302	60	17.65		16.05
51 09 64	3302	64	18.85		17.15
51 08 90	3659	10	9.80		8.90
51 08 93	3659	16	11.65		10.60
51 08 94	3659	20	12.35		11.25
51 08 96	3659	25	14.25		12.95
51 08 99	3659	37	15.40		14. —
51 09 00	3659	40	16.65		15.15
51 09 01	3659	50	19.25		17.50
51 09 02	3659	60	21.65		19.70
51 09 03	3659	64	21. —		18.80

Echte 3M-Qualität zu
attraktiven Preisen

*Véritable qualité 3M à des prix
attractifs*

**neu
nouveau**