

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 58 (1967)  
**Heft:** 21  
  
**Rubrik:** Regeln und Leitsätze für trägerfrequenzverbindungen längs Hochspannungsleitungen (TFH-Verbindungen)

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Regeln des SEV, Allgemeine Charakteristiken für die Instrumentierung von Kernreaktoren

Der Vorstand des SEV hat am 23. August 1967 beschlossen, den Mitgliedern des SEV die 1. Auflage (1966) der Publikation 232 der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) im Hinblick auf die beabsichtigte Inkraftsetzung in der Schweiz zur Prüfung zu unterbreiten. Diese Publikation, betitelt «Caractéristiques générales de l'instrumentation des réacteurs nucléaires», enthält den französischen und englischen Wortlaut in Gegenüberstellung. An der Ausarbeitung waren die im Schweizerischen Elektrotechnischen Komitee (CES) vertretenen schweizerischen Fachleute massgebend beteiligt, insbesondere die Mitglieder des FK 45, Elektrische Messgeräte zur Verwendung im Zusammenhang mit ionisierender Strahlung.

Der Vorstand und das CES vertreten die Ansicht, es sollte auf die Ausarbeitung besonderer schweizerischer Regeln verzichtet werden, um sowohl zur internationalen Vereinheitlichung der Regeln beizutragen, als auch die finanziellen Aufwendungen, die bei der Herausgabe besonderer schweizerischer Regeln nötig wären, zu ersparen.

Da der wirtschaftliche Vorteil der unveränderten Übernahme einer CEI-Publikation nicht mehr gegeben wäre, wenn ihr Text gesetzt und im Bulletin veröffentlicht würde, verzichtet der Vorstand auf einen Abdruck. Mitglieder des SEV, welche die Publikation noch nicht kennen, sich für die Materie jedoch interessieren, werden deshalb eingeladen, sie bei der Verwaltungsstelle des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, zum Preise von Fr. 35.— zu beziehen.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, die CEI-Publikation zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spätestens *Samstag, den 4. November 1967, schriftlich in doppelter Ausfertigung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, einzureichen. Sollten bis zu diesem Termin keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Text einverstanden, und auf Grund der ihm von der 78. Generalversammlung 1962 erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen. Die Tatsache der Inkraftsetzung würde wie bisher durch ein entsprechendes Einführungsblatt im Publikationenwerk des SEV festgelegt.

## Regeln und Leitsätze für Trägerfrequenzverbindungen längs Hochspannungsleitungen (TFH-Verbindungen)

Die im Jahre 1954 in Kraft getretenen Regeln und Leitsätze für Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen, Publ. 0203 des SEV, sind vom Expertenkomitee für die Begutachtung von Konzessionsgesuchen für Trägerfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen (EK-TF) in zweijähriger Arbeit revidiert worden. Dabei wurden die Erfahrungen berücksichtigt, welche in den vergangenen 13 Jahren bei der Anwendung der Regeln gemacht worden sind. Überdies wurde den Fortschritten der Technik Rechnung getragen. Der vorliegende Entwurf zur 2. Auflage, die als Publ. 3052 des SEV erscheinen wird, wurde von einem Redaktionskomitee <sup>1)</sup> ausgearbeitet und vom EK-TF genehmigt.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, diesen Entwurf zu prüfen und Bemerkungen bis zum *4. November 1967 in*

*doppelter Ausfertigung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, einzureichen. Wenn bis zu diesem Datum keine Stellungnahmen eingehen, so wird der Vorstand die Zustimmung der Mitglieder zum Entwurf voraussetzen und auf Grund der ihm von der 73. Generalversammlung 1957 in Genf erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

<sup>1)</sup> Das unter dem Vorsitz von Dr. A. de Quervain, AG Brown, Boveri & Cie., Baden, stehende Redaktionskomitee setzte sich folgendermassen zusammen:

R. Casti, Oberingenieur, Motor-Columbus AG, Baden  
H. Kieffer, Ingenieur, Generaldirektion PTT, Bern  
B. Lauterburg, Ingenieur, Hasler AG, Bern  
R. Steffen, Ingenieur, S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne  
H. Lütolf, Ingenieur, Sekretariat des SEV, Zürich

# Regeln und Leitsätze für Trägerfrequenzverbindungen längs Hochspannungsleitungen (TFH-Verbindungen)

Entwurf

*In dieser Publikation kennzeichnet ein Strich am Rande die Regeln, d. h. jene Bestimmungen, deren Einhaltung für die Konzessionserteilung unerlässlich ist*

## 1 Einleitung

### 1.1

Die Elektrizitätswerke benötigen für den Ausbau ihrer Fernsprech-, Fernmess- und Fernwirkanlagen Trägerfrequenzverbindungen über ihre Hochspannungsleitungen. Die normalerweise zur Verfügung stehenden Frequenzbereiche von 40...160 kHz, 284...300 kHz, 416...452 kHz und 472...492 kHz sind, gemessen am Informationsbedarf der Elektrizitätswerke, klein. Überdies liegen in diesen Bereichen noch andere Dienste (kommerzieller Langwellendienst, Flugsicherung), auf die von Fall zu Fall Rücksicht zu nehmen ist. Eine Erweiterung durch Hinzuziehen des Langwellen-Rundspruchbandes, das in anderen Ländern teilweise für diese Zwecke benutzt wird, kommt zur Zeit nicht in Frage, weil die PTT den Langwellenempfang vor möglichen Störungen schützen will.

### 1.2

Die vorliegenden Regeln und Leitsätze bezwecken die bestmögliche Ausnutzung der verfügbaren Frequenzbereiche und die Gewährleistung der Betriebssicherheit, einer ausreichenden Qualität der Übertragung und den Störschutz gegenüber benachbarten Anlagen.

## 2 Geltungsbereich

Diese Regeln und Leitsätze gelten für die Bemessung, Bewertung und Prüfung aller mit Trägerfrequenzströmen längs Hochspannungsleitungen im Bereich von 40...500 kHz betriebenen Einrichtungen. Sie umfassen die an das Material zu stellenden Anforderungen. Die durch einen Strich am Rande als Regeln gekennzeichneten Anforderungen sind in jedem Falle verbindlich. Regeln und Leitsätze für Hochfrequenzverbindungen in andern Frequenzbereichen bleiben vorbehalten.

## 3 Allgemeines

### 3.1

Ein vom Vorstand des SEV im Einvernehmen mit der Generaldirektion der PTT eingesetztes Expertenkomitee begutachtet jeweils auf Grund dieser Regeln und Leitsätze und eines für die ganze Schweiz von ihm aufgestellten und nachzuführenden Frequenzplanes die neu eingehenden Konzessionsgesuche, um der PTT einen Vorschlag für die am geeignetsten erscheinende Lösung zu unterbreiten. Dieses Expertenkomitee besteht aus 2 Vertretern der PTT, 4 Vertretern der Elektrizitätswerke, ferner je einem Vertreter der schweizerischen Hersteller von Anlagen für Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen, welche letztere zusammen über 2 Stimmen verfügen, und einem neutralen Vorsitzenden. Zu den Beratungen von Konzessionsgesuchen werden ausserdem ein Vertreter des gesuchstellenden Elektrizitätsunternehmens und gegebenenfalls je ein Vertreter von den im Experten-Komitee nicht vertretenen Herstellern von Anlagen für Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen, die für das zur Diskussion stehende Projekt eine Offerte eingereicht haben, eingeladen. Sie nehmen an den Verhandlungen mit beratender Stimme teil.

Die Interessenten reichen die Gesuche dem Sekretariat des SEV auf den eigens hiefür geschaffenen Formularen «Konzessionsgesuch für Trägerfrequenzverbindungen längs Hochspannungsleitungen» (kurz «Konzessionsgesuch») und «Anhang zu Konzessionsgesuch für die Trägerfrequenzverbindung . . .» (kurz «Anhang») <sup>1)</sup> ein. Sie bestätigen damit, dass die auszuführenden Anlagen, für welche dieses Gesuch eingereicht wird, den in der vorliegenden Publ. 3052 enthaltenen Regeln entsprechen werden. Das Sekretariat leitet die Gesuche nach der Bereinigung durch das Expertenkomitee zur Erteilung der Konzession an die Generaldirektion der PTT in Bern weiter.

**Erläuterung:** Als Hersteller von Anlagen für Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen gelten im Sinne von Ziff. 3.1 Firmen, die im Laufe der letzten 5 Jahre vor Einreichung des zur Diskussion stehenden Projektes solche Anlagen hergestellt und abgeliefert haben.

### 3.2

Bei der Planung sind folgende Grundsätze zu befolgen:

Die Übertragung soll nach einem Verfahren erfolgen, bei dem das im Trägerfrequenzbereich beanspruchte Frequenzband möglichst nicht grösser ist als jenes im Originalbereich der Nachricht.

Höchstspannungsleitungen kommt bei der Zuteilung von Kanälen die Priorität zu.

### 3.3

Für alle zu den Anlagen gehörenden Apparate und Einrichtungen sind neben den vorliegenden Regeln und Leitsätzen die einschlägigen Vorschriften und Regeln verbindlich, insbesondere die folgenden:

- Verordnung über Schwachstromanlagen vom 7. Juli 1933;
- Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933;
- Publ. 0172 des SEV, Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik (VAF);
- Publ. 3011 des SEV, Regeln für grosse Wechselstromkondensatoren;
- Publ. 1000 des SEV, Hausinstallationsvorschriften des SEV;
- Publ. 3001 des SEV, Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen;
- Publ. 3002 des SEV, Regeln und Leitsätze für die Bemessung und die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Niederspannungsanlagen;
- Publ. 3003 des SEV, Regeln für Spannungsprüfungen;
- Publ. 3004 des SEV, Regeln für Überspannungsableiter;
- Publ. 3007 des SEV, Regeln für anzeigende elektrische Messgeräte und deren Zubehör;
- Publ. 4002 des SEV, Leitsätze für die Koordination, Bemessung und Prüfung der Isolation von Hochspannungsfreileitungen;
- Publ. A 101 der PTT, Allgemeine Bestimmungen und Konzessionsordnung;
- Publ. B 191 der PTT, Vorschriften und Erläuterungen für die Erstellung von Hausinstallationen im Anschluss an das öffentliche Telephonnetz;
- Publ. Tfg. 3-3553 der PTT, Vorschriften und Erläuterungen für Fernwirkanlagen.

<sup>1)</sup> Das «Konzessionsgesuch» ist verwendbar, um Gesuche für eine bis drei Trägerfrequenzverbindungen einzureichen. Zur Erleichterung der Frequenzplanung ist zudem für jede gewünschte Trägerfrequenzverbindung ein *separater* «Anhang» (zweiseitig) auszufüllen. Ein Gesuch kann vom EK-TF nur behandelt werden, wenn sowohl die Fragen des «Konzessionsgesuches» als auch jene des «Anhangs» beantwortet sind. Die auf Transparentpapier gedruckten Formulare sind samt einem Textblatt «Erläuterungen» in deutscher oder französischer Sprache beim Sekretariat des SEV auf Abruf erhältlich. Sie sollen zur Erleichterung der Vervielfältigung gut kopierfähig beschriftet werden (gutes Farbband, Unterlegen eines Kohlepapiers, dunkle Tinte).

## 4

## Begriffserklärungen

## 4.1

## Modulationsarten

Für trägerfrequente Nachrichtenübertragung werden derzeit folgende Modulationsarten verwendet:

## 4.1.1 Zweiseitenbandmodulation, DSB (Double Side Band)

Die Amplitude einer Hochfrequenz- oder Trägerfrequenzschwingung wird synchron und proportional zum Nachrichtensignal verändert. Das so erzeugte Signal besteht aus dem Träger und zwei dazu symmetrisch liegenden Seitenbändern.

## 4.1.2 Einseitenbandmodulation, SSB (Single Side Band)

Das Nachrichtensignal wird unter Mitwirkung eines Hilfsträgers frequenzmäßig in den Trägerfrequenzbereich transponiert. Das beanspruchte Frequenzband entspricht jenem eines Seitenbandes bei Zweiseitenbandmodulation. Der Träger kann ganz oder teilweise unterdrückt sein.

## 4.1.3 Modulation mit zwei unabhängigen Seitenbändern, ISB (Independent Side Band)

Zwei voneinander unabhängige Nachrichtensignale werden derart in den Trägerfrequenzbereich transponiert, dass die entstehenden, je einer Nachricht entsprechenden Seitenbänder beidseitig eines ganz oder teilweise unterdrückten Trägers liegen.

## 4.1.4 Trägertastung

Durch eine Folge von Ein-Aus-Zuständen (digitale Signale) wird die Amplitude, die Frequenz oder die Phase eines hochfrequenten Trägers um einen vorbestimmten Betrag verändert. Man spricht hierbei von direkter Amplituden-, Frequenz- oder Phasentastung des Trägers. Das am meisten verwendete Verfahren, die Frequenzastung, wird als FSK (Frequency Shift Keying) bezeichnet.

**Erläuterung zu Ziff. 4.1:** Soll eine Nachricht, die ein niederfrequentes Band belegt, das innerhalb einer unteren Frequenz  $f_a$  und einer oberen  $f_b$  liegt, nach dem DSB-Verfahren übertragen werden, so wird dazu eine hochfrequente Bandbreite von  $2 f_b$  benötigt. Für die Übertragung derselben Nachricht benötigt das SSB-Verfahren mit unterdrückten Träger die Bandbreite  $f_b - f_a$ .

Für die Übertragung von zwei voneinander unabhängigen Nachrichten der Bandbreite  $f_b - f_a$  belegt das ISB-Verfahren die hochfrequente Bandbreite  $2 f_b$ .

Die bei direkter Amplituden-, Frequenz- oder Phasentastung eines Trägers belegte Bandbreite ist von der Tastgeschwindigkeit (Zeichenwechsel pro Sekunde = Anzahl Baud) abhängig und beträgt angenähert  $\Delta f \approx 2 \times \text{Anzahl Baud}$ .

## Bemerkungen zu den Ziff. 4.1.2 und 4.1.3:

Bei SSB-Modulation bezeichnet man als virtuelle Trägerfrequenz jene Frequenz des Trägerfrequenzbereiches, die der Frequenz Null des Originalfrequenzbereiches entspricht. Ein teilweise unterdrückter Träger kann mit der virtuellen Trägerfrequenz zusammenfallen oder auch ihr gegenüber verschoben sein.

Normallage des übertragenen Seitenbandes liegt vor, wenn einer höheren Frequenz des Originalfrequenzbereiches eine höhere Frequenz im Trägerfrequenzbereich entspricht, Kehrlage, wenn einer höheren Frequenz des Originalfrequenzbereiches eine niedrigere im Trägerfrequenzbereich entspricht.

Bei Normallage des Seitenbandes ist die Nennfrequenz der Verbindung (Definition siehe Ziff. 4.2.5) mit der virtuellen Trägerfrequenz identisch.

Bei ISB-Übertragung können die Seitenbänder in Normal- oder Kehrlage übertragen werden. Der teilweise oder ganz unterdrückte Träger ist mit der virtuellen Trägerfrequenz des oberen Seitenbandes in Normallage identisch.

## 4.1.5

## Kurzbezeichnungen

Durch die Union Internationale des Télécommunications (UIT) sind Bezeichnungen für die verschiedenen Modulationsarten festgelegt.

Sie setzen sich aus einer Zahl, welche die im HF-Bereich belegte Bandbreite in kHz angibt, und einer Kenngruppe zusammen, welche die Modulationsart kennzeichnet (siehe Fig. 1).

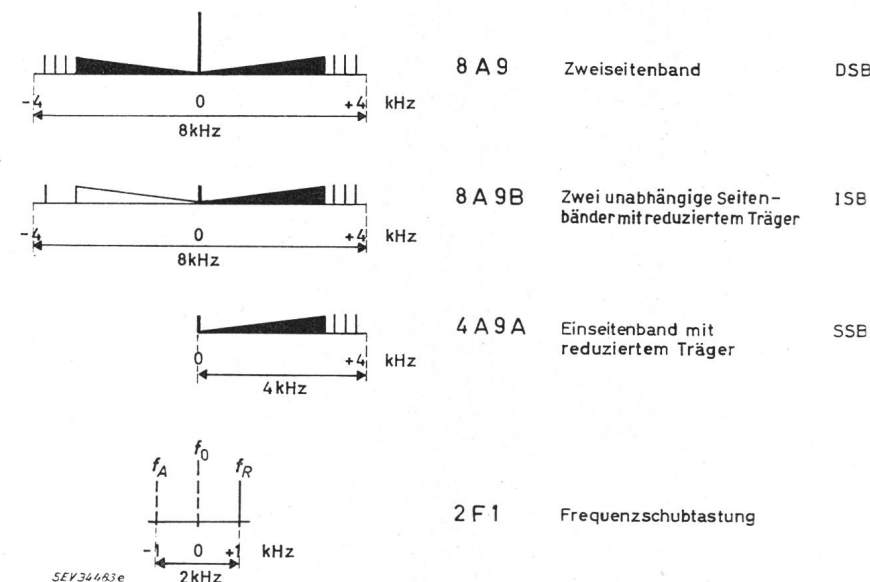


Fig. 1

## Modulationsarten

(Für ausführliche Angaben wird auf die Publikation Nr. A 122 der PTT, Artikel 2, Abschnitt I, verwiesen)

A an 2. Stelle: Amplitudenmodulation  $f_0$  Virtuelle Trägerfrequenz  
 A an 4. Stelle: Einseitenband mit reduziertem Träger  $f_R$  Ruhefrequenz  
 F Frequenzmodulation  $f_A$  Arbeitsfrequenz  
 B Unabhängige Seitenbänder

## 4.2

## Übertragungskanäle

## 4.2.1

Als **Kanal**<sup>2)</sup> wird das Frequenzband bezeichnet, welches jeweils für ein bestimmtes Teilstück einer Verbindung zur Übertragung einer oder mehrerer Nachrichten in einer vorgegebenen Richtung benützt wird. Je nach der Art des Teilstückes liegt der Kanal im Niederfrequenz- oder Trägerfrequenzbereich.

## 4.2.2

Ein **Teilkana**l ist ein Teilbereich eines Kanals, der durch die Übermittlung einer selbständigen Teilnachricht belegt ist.

<sup>2)</sup> Der Begriff «Kanal» wird in der Technik im Gegensatz zu dieser Definition auch im Sinne von «Verbindungsweg» benutzt, wobei die für die Verbindung nötigen Einrichtungen miteinbezogen werden. Die Definition 4.2.1 lässt die Frage offen, ob an der Übertragung von Nachrichten innerhalb eines Kanals eine oder mehrere Endausrüstungen beteiligt sind.

**Erläuterung:** Zur Übertragung von Mess- und Meldegrößen sowie Steuerbefehlen werden innerhalb des Teilkanals Teilträger benutzt. Das von diesen Teilkanälen beanspruchte Frequenzband hängt von der Art der übermittelten Information und der gewünschten Übermittlungsgeschwindigkeit ab.

Ein Kanal kann mit einem Telephoniekanal und dem zugehörigen Wahlkanal allein oder zusammen mit zusätzlichen Teilkanälen belegt werden. Unter Umständen kann er aber auch allein durch solche Teilkanäle ausgenutzt sein, ein Telephoniekanal also fehlen.

#### 4.2.3

Als **Grenzen eines Kanals** gelten jene untere bzw. obere Frequenz, zwischen welchen der Kanal nominell liegen soll. Die untere Grenzfrequenz ist Bestandteil des Kanals.

#### 4.2.4

Als **Breite eines Kanals** wird die Frequenzdifferenz zwischen oberer und unterer Grenze definiert.

#### 4.2.5

Als **Nennfrequenz einer Trägerfrequenzverbindung** wird bezeichnet:

Bei DSB-Anlagen die Trägerfrequenz;

Bei SSB-Anlagen in Normallage die untere Grenzfrequenz;

Bei ISB-Anlagen die teilweise oder ganz unterdrückte Trägerfrequenz;

Bei Frequenzastung des Trägers das arithmetische Mittel aus Arbeits- und Ruhefrequenz;

Bei Amplituden- oder Phasentastung des Trägers dessen Frequenz.

#### 4.2.6

Als **Abstand zweier Kanäle** im Trägerfrequenzbereich gilt der Abstand ihrer Nennfrequenzen.

### 4.3

#### Nutz- und Störleistung

#### 4.3.1

Für **Dämpfungs- und Leistungsangaben in Dezibel** (Symbol dB und dBm), gelten folgende Definitionen, wobei «log» den Briggschen Logarithmus bedeutet:

##### 4.3.1.1

Die Dämpfung  $A$ , gemessen als Verhältnis zweier Leistungen  $P_1$  und  $P_2$ , ist definiert durch

$$A = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \text{ in dB}$$

Die Dämpfung  $A$ , gemessen als Verhältnis zweier Spannungen  $U_1$  und  $U_2$ , ist definiert durch

$$A = 20 \log \frac{U_1}{U_2} \text{ in dB}$$

**Erläuterung:** Die Dämpfung  $A = 20$  dB entspricht beispielsweise dem Verhältnis 100 : 1 zweier Leistungen bzw. dem Verhältnis 10 : 1 zweier Spannungen, die über dem gleichen Widerstand gemessen werden.

##### 4.3.1.2

Der absolute Leistungspegel  $p_m$  ist definiert durch

$$p_m = 10 \cdot \log \frac{P}{P_0} \text{ in dBm}$$

worin:  $P_0$  1 mW Bezugsleistung  
 $P$  Leistung am Messpunkt

Der absolute Spannungspegel  $u_m$  ist definiert durch

$$u_m = 20 \cdot \log \frac{U}{U_0} \text{ in dBm}$$

worin:  $U_0$  Spannung, die an 600  $\Omega$  die Leistung 1 mW erzeugt (0,775 V)  
 $U$  Spannung am Messpunkt

### Bemerkung:

Angaben im absoluten Spannungspegel sind nur sinnvoll, wenn gleichzeitig der Widerstand bekannt ist, über dem die Spannung gemessen wird.

**Erläuterung:**  $p_m$  wird positiv für Leistungen über 1 mW, negativ für Leistungen unter 1 mW; analog kann  $u_m$  positiv oder negativ sein.

Der Leistungspegel  $p_m = +40$  dBm entspricht 10 W Leistung.

Der Spannungspegel  $u_m = -4$  dBm entspricht an 600  $\Omega$  der Spannung 423 mV.

Für die an 600  $\Omega$  gemessenen Spannungspegel sind die Zahlenwerte von  $u_m$  gleich den Zahlenwerten der entsprechenden Leistungspegel  $p_m$ .

#### 4.3.2

Als **Sendeleistung in einem Trägerfrequenzkanal** wird definiert:

Bei DSB-Anlagen die Leistung des Trägers;

Bei SSB-Anlagen die im Kanal zu verzeichnende mittlere Leistung;

Bei ISB-Anlagen sinngemäss die innerhalb jedes Seitenbandes zu verzeichnende mittlere Leistung;

Bei Anlagen mit Trägertastung die Leistung des Trägers bzw. die Summe der Leistungen der Teilträger innerhalb des Kanals.

Die **Nenn-Sendeleistung** ist die mittlere Leistung, für welche das Gerät bemessen und benannt ist.

Die **Nenn-Geräteleistung** ist bei DSB-Anlagen die Leistung des Trägers, bei SSB- und ISB-Anlagen die Leistung im Maximum der Schwebungshüllkurve, für welche das Gerät bemessen und benannt ist.

Als **mittlere Leistung in einem Trägerfrequenzkanal von SSB- und ISB-Anlagen** wird die Summe der Leistungen aller zum Kanal gehörenden und am Senderausgang auftretenden Teilträger und Teilschwingungen definiert.

Als **Leistung im Maximum der Schwebungshüllkurve** wird der Mittelwert der Leistung über eine Periode der Hochfrequenzschwingung im Zeitpunkt des Höchstwertes der Schwebungshüllkurve definiert.

### Bemerkungen:

Bei Ermittlung der mittleren Leistung in einem Trägerfrequenzkanal von SSB- und ISB-Anlagen wird der Anteil des Telephoniekanals durch Einspeisung eines Ersatzsignals mit dem Pegel  $-4$  dBm am Zweidrahtpunkt des Gerätes erzeugt.

Als Zweidrahtpunkt eines Trägerfrequenz-Telephoniekanals werden die Klemmen bezeichnet, an welchen ein Teilnehmerapparat ohne Zwischenschaltung von Verstärkern oder zusätzlicher Dämpfung angeschlossen wird. In Geräten ohne zugänglichen Zweidrahtpunkt muss der Ersatzpegel sinngemäss auf den Vierdrahteingang umgerechnet werden.

Teilnehmerstationen mit eingebautem Verstärker werden den gewöhnlichen Stationen gleichgestellt, indem vorausgesetzt wird, dass der Sprechverstärker auf die gleiche Sprechleistung eingeregelt ist, wie sie eine normale Station abgibt.

Bei Anlagen, welche im Telephoniekanal mit einem Sprachkompressor ausgerüstet sind, hat die Messung mit abgeschaltetem Kompressor zu erfolgen.

**Erläuterungen:** Die Unterscheidung von Mittelwert der Leistung und Leistung im Maximum der Schwebungshüllkurve ist speziell bei SSB- und ISB-Anlagen nötig, weil für die störende Beeinflussung von andern Übertragungsanlagen die mittlere Leistung massgebend ist, während für die Bemessung der Sendestufe wegen der in ihr auftretenden Verzerrungen und entsprechenden Übersprechens die Leistung im Maximum der Schwebungshüllkurve zugrundegelegt werden muss. Das Verhältnis der Leistung im Maximum der Schwebungshüllkurve zur mittleren Leistung beträgt bei Vorhandensein von z. B. 2 gleichen Teilträgern 2, bei 4 gleichen Teilträgern 4.

Der in der Telephonie genormte Pegel von 0 dBm (1 mW an 600  $\Omega$ ) wird am Ausgang der üblichen Telephonstationen bei mittlerer Sprechlautstärke nur bei selten auftretenden Spitzen erreicht. Zur besseren Ausnützung der zur Verfügung stehenden Sendeleistung wird bei SSB-Anlagen daher ein Pegel des Ersatzsignals von  $-4$  dBm zugrundegelegt.



Ein Sprachkompressor kann verwendet werden, um Spitzenwerte des Sprachsignals herunterzudrücken und den mittleren Pegel anzuheben. Er ergibt zwischen Eingangs- und Ausgangssignal keinen linearen Zusammenhang, und muss daher für eine Leistungsmessung abgeschaltet bzw. überbrückt werden.

#### 4.3.3

Ein Signal von bestimmter Frequenz im Niederfrequenzbereich gilt nur dann als **effektiv übertragen**, wenn seine Restdämpfung diejenige eines Signals der Frequenz 800 Hz um nicht mehr als 9 dB überschreitet.

**Erläuterung:** Die effektiv übertragene Bandbreite im Niederfrequenzbereich ist infolge der endlichen Flankensteilheit der Filter geringer als die Bandbreite pro Seitenband im Trägerfrequenzbereich.

#### 4.3.4

Als **Geräuschspannung**, die bei einer Telefonieverbindung auftritt, gilt die empfangsseitig nach den Empfehlungen des CCITT psophometrisch gemessene Spannung.

**Erläuterung:** Die so gemessene Geräuschspannung erfasst mit richtiger Bewertung sämtliche Fremdspannungen, die im Telephoniekanal auftreten können.

#### 4.3.5

Als **Normalbetrieb** gilt der Betrieb bei intakten Leitungen mit sauberer Oberfläche bei trockenem Wetter.

## 5

### Übertragungstechnische Daten

#### 5.1

##### Nennfrequenzen und Kanäle

##### 5.1.1

Als **Nennfrequenz** von SSB- und DSB-Kanälen sind nur Vielfache von 4 kHz zulässig. Die obere Kanalgrenze darf nicht durch einen Träger bzw. Restträger belegt sein.

Die höchst zulässige Bandbreite im Trägerfrequenzbereich beträgt:

Bei SSB-Anlagen 4 kHz

Bei DSB- und ISB-Anlagen  $2 \times 4 = 8$  kHz

Bei Anlagen mit Trägertastung sollen die dazugehörenden Frequenzen innerhalb eines Kanals von 4 kHz Bandbreite liegen.

Die zuteilbaren Kanäle sind aus Tabelle I ersichtlich.

Zuteilbare Kanäle (kHz)

Tabelle I

40... 44		416...420	
44... 48		420...424	
· · ·	(30 Kanäle)	· · ·	(9 Kanäle)
· · ·		· · ·	
156...160		448...452	
284...288		472...476	
288...292		476...480	
292...296	(4 Kanäle)	480...484	(5 Kanäle)
296...300		484...488	
		488...492	

**Erläuterung:** Die Bandbreite von 4 kHz bei SSB-Anlagen entspricht der Empfehlung des CCITT und wird als Brutto-Bandbreite bezeichnet. Als Netto-Bandbreite wird die innerhalb der Bandbreite von 4 bzw. 8 kHz tatsächlich mit Informationen belegte Bandbreite bezeichnet. Sie ist mit Rücksicht auf die notwendigen Selektionsmittel der Anlagen kleiner als 4 kHz.

Die Belegung eines 4-kHz-Kanals soll so erfolgen, dass im Trägerfrequenzkanal eine Bandbreite von 300 Hz unterhalb der unteren Grenzfrequenz des nächst höheren Trägerfrequenz-Kanals von der Übertragung von Informationen frei bleibt. Für einen DSB- und SSB-Kanal bedeutet dies, dass im Niederfrequenzbereich die Bandbreite von maximal 0...3700 Hz mit Informationen belegt werden darf.

#### 5.1.2

Für den **Störpegel** von SSB- und ISB-Anlagen gilt:

Der vom betriebsbereiten Gerät an den trägerfrequenzseitigen Klemmen erzeugte Störpegel darf ausserhalb des nach Ziff. 5.1.1 definierten Bruttokanals die Höchstwerte nach Fig. 2 nirgends überschreiten.

Für ISB-Anlagen ist in Fig. 2 für den belegten Kanal der Betrag von 8 kHz einzusetzen.

#### Bemerkungen:

Das Gerät wird bei der Messung mit seinem trägerfrequenzseitigen Nennwiderstand abgeschlossen.

Der Störpegel ist mit einem selektiven Messgerät von höchstens 300 Hz Geräuschbandbreite zu messen.

Betriebsbereit ist ein Gerät, in welchem sämtliche in Send- und Empfangsrichtung benötigten Stromkreise unter Nennspannung eingeschaltet sind. Für die Messung sind die Pegel aller im Betrieb gleichzeitig vorkommenden Teilsignale so einzustellen, dass an den Ausgangsklemmen des Gerätes die Nenn-Sendeleistung erreicht wird.

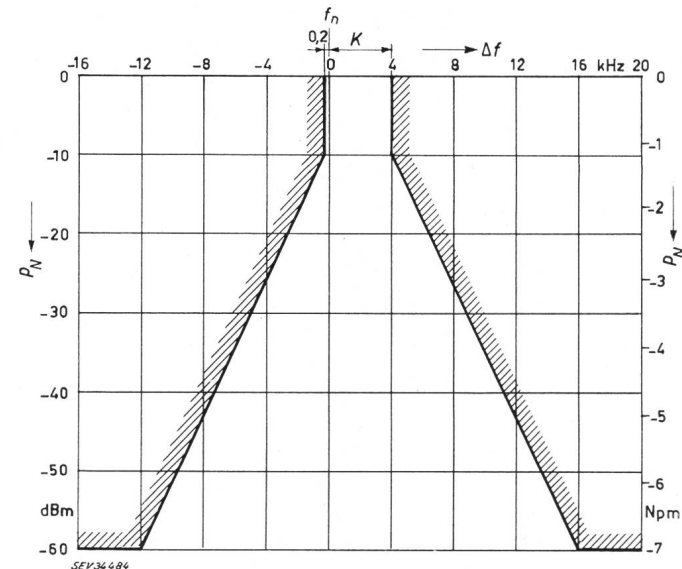


Fig. 2  
Grenze des zulässigen Sendestörpegels  
K Kanal,  $p_N$  Störpegel,  $f_n$  Nennfrequenz

Für Trägertastkanäle, welche für Schutzzwecke eingesetzt sind, dürfen die Störpegel gemäss Fig. 2 nur während der Dauer des Auslösezustandes überschritten werden.

### 5.1.3

Die **Frequenz-Toleranz** für die Hilfsträger- bzw. Trägerfrequenz beträgt:

Bei SSB- und ISB-Anlagen und bei Trägertastung:  $\pm 5$  Hz

Bei DSB-Anlagen:  $\pm 100$  Hz

Diese Toleranzen müssen bei Schwankungen der Speisespannung der Anlagen zwischen  $+10\%$  und  $-15\%$  und bei Umgebungstemperaturen von  $0...40^\circ\text{C}$  eingehalten werden.

Gibt eine Trägerfrequenzabweichung bis  $\pm 100$  Hz bei DSB-Anlagen zu Störungen Anlass, so soll sie nötigenfalls auf  $\pm 5$  Hz begrenzt werden.

### 5.2 Mindestabstände der Nennfrequenzen

Um unzulässig starkes Übersprechen von einer Verbindung in die andere zu vermeiden, sind für die Nennfrequenzen die in Tabelle II angegebenen Mindestabstände empfohlen.

Für SSB-Verbindungen ist der Führung der zusammengehörenden Sende- und Empfangskanäle mit dem Minimalabstand von 4 kHz der Vorzug zu geben.

**Erläuterung:** Die Führung von Verbindungen mit nebeneinanderliegenden SSB-Kanälen für Senden und Empfang ergibt die grösste Freizügigkeit in der Frequenzplanung und die optimale Ausnutzung des zur Verfügung stehenden beschränkten Spektrums.

Mindestabstände der Nennfrequenzen im Trägerfrequenzbereich  
(Beispiel siehe Fig. 3)

Tabelle II

Systeme	Auf gleicher Leitung			Auf verschiedenen Leitungen in der gleichen Station		
	T-T	R-R	T-R	T-T	R-R	T-R
SSB -SSB	8	4	4	4	4	4
ISB/DSB-SSB	8	4	4	4	4	4
SSB -ISB/DSB	12	8	8	8	8	8
ISB/DSB-ISB/DSB	12	8	8	8	8	8
FSK -FSK	4	1	1	1	1	1
FSK -SSB	4	1	1	1	1	1
SSB -FSK	8	4	4	4	1	1
FSK -ISB/DSB	8	4	4	4	4	4
ISB/DSB-FSK	8	4	4	4	4	4
T-T Senden-Senden    SSB Einseitenbandmodulation R-R Empfang-Empfang    ISB Modulation mit zwei unabhängigen Seitenbändern T-R Senden-Empfang    DSB Zweiseitenbandmodulation FSK Frequenzastung						

### 5.3 Wiederholung der Kanalbelegung

#### 5.3.1

Bei galvanisch durchgeschalteten Hochspannungsleitungen sind in der Regel mindestens zwei trägerfrequente Teilstrecken zu überspringen, bevor der gleiche Trägerfrequenzkanal wiederum belegt werden darf.

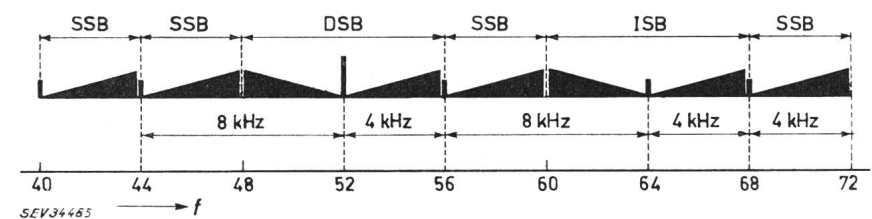


Fig. 3

Darstellung einer Kanalordnung

Angabe der Mindestabstände in kHz in einem Bereich des Trägerfrequenzspektrums. Im Beispiel liegen die Nennfrequenzen der einzelnen Kanäle bei 40, 44, 52, 56, 64 bzw. 68 kHz

Sofern für die in Frage stehenden Trägerfrequenzverbindungen günstige Übertragungsverhältnisse vorliegen und die übersprungene Teilstrecke für das betreffende Trägerfrequenzsignal eine relativ hohe Dämpfung aufweist, kann der Abstand auf eine trägerfrequente Teilstrecke reduziert werden. Dabei ist in den beiden mit dem gleichen Kanal belegten Teilstrecken der Richtungssinn der Übertragung entgegengesetzt zu wählen, indem sich die Sender derselben Nennfrequenz entweder beide an den äusseren oder beide an den inneren Enden der Teilstrecke befinden sollen.

#### 5.3.2

Verlaufen zu Hochspannungsleitungen weitere Leitungen mit oder ohne Trägerfrequenzkanälen über grössere Strecken parallel (Grössenordnung: Abstand der Parallelführung rund 500 m und weniger, Länge der Parallelführung rund 10 km und mehr), so sind bei der Wiederholung der Kanalbelegung mindestens 2 Teilstrecken zu überspringen. In Zweifelsfällen empfiehlt sich eine Abklärung der Verhältnisse durch Messungen.

**Erläuterung zu Ziff. 5.3:** Als Trägerfrequenzteilstrecke gilt ein durch Hochfrequenzsperrern begrenzter und für die betreffenden Frequenzbänder an den Enden gesperrter Abschnitt einer Hochspannungsleitung.

Die Festlegungen gemäss Ziff. 5.3 gelten unter der Annahme, dass Trägerfrequenzteilstrecken mit Leitungsabschnitten zwischen Kraftwerken und Unterwerken sowie zwischen letzteren zusammenfallen. Dann stellen die Sperrern zusammen mit den durch Transformatoren und Messwandler gebildeten Querimpedanzen Spannungsteiler dar, welche die unerwünschte Weiterausbreitung von Trägerfrequenzen hinter den gesperrten Abschnitten herabsetzen. Als weitere Annahme hat zu gelten, dass in der Regel Bandsperrern eingesetzt sind, welche in der übersprungenen Teilstrecke ebenfalls zur Dämpfung beitragen.

### 5.4 Sende- und Empfangsleistungen bzw. -spannungen

#### 5.4.1

Die Sendeleistung eines Kanals gemäss Ziff. 4.3.2, gemessen an den hochspannungsseitigen Klemmen der Kopplungseinrichtung, darf im Normalfall höchstens 10 W, entsprechend dem Sendepegel  $+40$  dBm, betragen.

#### 5.4.2

Bei Verwendung der Trägerfrequenzeinrichtung zur Übertragung von Leitungsschutzsignalen darf für die Dauer des Auslösesignals die Leistung auf höchstens 40 W erhöht werden, entsprechend  $+46$  dBm.

#### 5.4.3

Der Empfangspegel, gemessen an den Eingangsklemmen des Empfängers, darf im Normalfall höchstens  $+23$  dBm betragen.

## 5.4.4

Auf besonders gefährdeten Leitungen oder bei Verwendung der Trägerfrequenzeinrichtung zur Übertragung von Leitungsschutzsignalen darf der Empfangspegel auf höchstens +29 dBm erhöht werden.

## 5.4.5

Die Trägerfrequenzverbindung soll bei Abfall des Empfangspegels um 25 dB noch sicher gewährleistet sein.

**Erläuterung:** Dieser Abfall der Trägerfrequenzspannung wird erfahrungsgemäss bei ein- oder zweipoligem Leitungsbruch oder Erdschluss nur in seltenen Fällen überschritten.

## 5.5 Eigenschaften einer Verbindung im Tonfrequenzbereich

## 5.5.1

Es wird empfohlen, den Frequenzgang der Restdämpfung einer Verbindung, bezogen auf 800 Hz und gemessen zwischen den Vierdrahtpunkten einer Teilstrecke, innerhalb der schraffierten Grenzen gemäss Fig. 4 zu wählen.

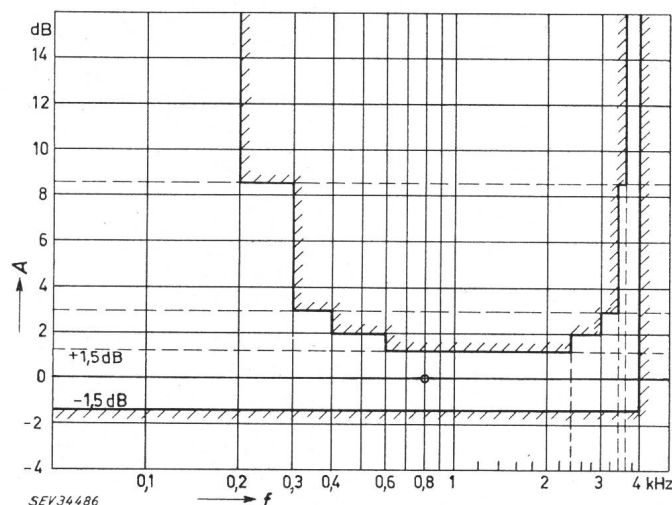


Fig. 4

**Grenzen für den Frequenzgang der Restdämpfung  $A$  im Tonfrequenzbereich pro Hochfrequenzteilstrecke einer Verbindung**

Bezugspunkt bei  $f = 800$  Hz

## 5.5.2

Die innerhalb des effektiv übertragenen Frequenzbandes gemessene Nebensprechdämpfung zwischen zwei Teilkanälen, die nicht dem gleichen Trägerfrequenzkanal angehören, soll mindestens 35 dB betragen.

## 5.5.3

Wird neben einer Telefonieverbindung ein Teil des Kanals noch für die Übertragung anderer Signale reserviert, so soll der Frequenzgang der Restdämpfung

der Telefonieverbindung für eine Hochfrequenzteilstrecke die Bedingungen gemäss Fig. 5 erfüllen.

**Erläuterung:** Die obere Grenzkurve der Restdämpfung einer Telefonieverbindung wurde so gewählt, dass auch bei Tandemschaltung dreier solcher Verbindungsstrecken die beiden Eckfrequenzen 300 und 2000 Hz noch effektiv übertragen werden.

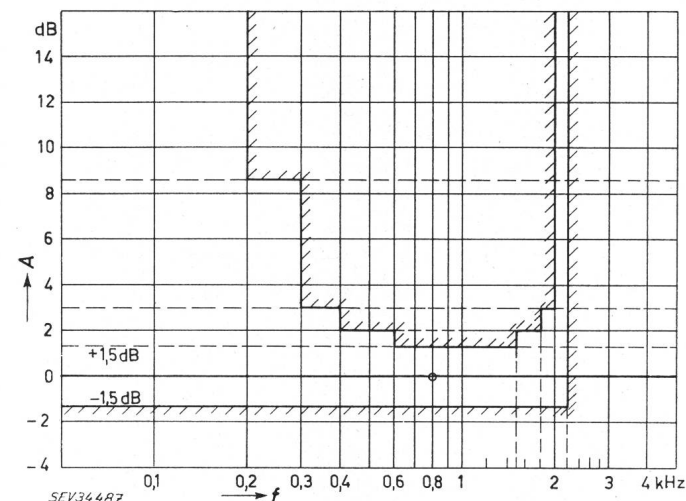


Fig. 5

**Grenzen für den Frequenzgang der Restdämpfung  $A$  einer Telefonieverbindung pro Hochfrequenzteilstrecke bei Mehrfachausnützung des Kanals**

Bezugspunkt bei  $f = 800$  Hz

## 5.5.4

Die Restdämpfung einer betriebsmässig geschalteten Verbindung soll einen solchen Wert besitzen, dass die Stabilität der Verbindung gewährleistet ist.

Vierdrahtdurchschaltung zwischen Teilstrecken verdient den Vorzug. Bei Vierdrahtdurchschaltung soll die Restdämpfung der ganzen Verbindung pro Tandempunkt um höchstens 1 dB vergrößert werden.

**Erläuterung:** Telefonesysteme mit festen Nachbildungen arbeiten im allgemeinen mit einer Restdämpfung von 4...8 dB zwischen den Zweidrahtpunkten der fernen Endstellen. In reinen Vierdrahtsystemen kann die Restdämpfung auch negativ sein (Verstärkung). Zweidrahtdurchschaltung mehrerer Teilstrecken gefährdet die Stabilität einer Verbindung, sofern nicht für jede Teilstrecke die Restdämpfung von wenigstens 6 dB zwischen den Zweidrahtpunkten eingehalten wird.

## 5.5.5

Die Geräuschspannung am Zweidrahtausgang der Gabelschaltung [Bezugs-signalpegel - 10 dBm <sup>3)</sup>] einer Telefonieverbindung über eine Teilstrecke im normalen Betrieb sollte möglichst 4 mV nicht überschreiten.

<sup>3)</sup> Definition des Begriffes «Bezugssignal» siehe in den Bemerkungen zu Ziff. 4.3.2.



## 5.5.6

Der Klirrfaktor einer Telefonieverbindung über eine Hochfrequenzteilstrecke, gemessen mit dem Bezugssignal <sup>3)</sup>, soll höchstens 5 % betragen.

## 5.5.7

Wahlimpulse dürfen durch die tonfrequente Impulsübertragung höchstens um 10 % verlängert bzw. verkürzt werden.

## 5.5.8

Die Nebensprechdämpfung zwischen Teilkanälen im gleichen Trägerfrequenzkanal soll mindestens 25 dB betragen.

## 5.5.9

Die Nebensprechdämpfung zwischen dem Telefoniekanal und einem andern Teilkanal im gleichen Trägerfrequenzkanal soll mindestens 40 dB betragen.

## 6 Ankopplung an die Hochspannungsleitung

### 6.1 Ankopplung an Polleiter

Auf Hochspannungsleitungen, die mit Trägerfrequenzkupplung des Distanzschutzes ausgerüstet sind, ist der Ankopplung an zwei Polleiter nach Möglichkeit der Vorzug zu geben, und zwar in Form der symmetrischen Kopplung.

**Erläuterung:** Die Bezeichnung «symmetrisch» bezieht sich auf den Idealfall einer Gegentaktankopplung an zwei Polleiter gleicher Impedanz gegen Erde. Dieser Zustand ist in Wirklichkeit nicht erfüllt. Trotzdem hat diese Ankopplungsart Vorteile, welche bei der Übertragung von Schutzsignalen von Bedeutung sind, nämlich geringere Übertragungsdämpfung und geringere Erhöhung der durch ein- und mehrphasige Erdschlüsse hervorgerufenen Zusatzdämpfung und damit erhöhte Sicherheit der Übertragung von Schutzsignalen im Störfall.

### 6.2 Sperren

## 6.2.1

Die Sperren sollen parallelgeschaltete Abstimmittel enthalten, die derart dimensioniert sind, dass die Sperrimpedanz innerhalb des Sperrbereiches einen ohmschen Anteil von mindestens 400  $\Omega$  aufweist.

**Erläuterung:** Die Qualität einer TFH-Verbindung hängt weitgehend von der Wirksamkeit der Sperrwirkung einer Sperre innerhalb eines geforderten Sperrbereiches ab.

## 6.2.2

Als **Nebenschlussdämpfung**  $A_s$ , welche durch eine Sperre verursacht wird, gilt der Logarithmus des Verhältnisses der Spannung an den Klemmen eines mit der Impedanz  $Z_L$  (Wellenwiderstand der Leitung) belasteten Generators mit der Innenimpedanz  $Z_i = Z_L$  zur Spannung an diesen Klemmen, wenn ausser  $Z_L$  parallel dazu noch die Sperre angeschlossen ist, wobei die Blindkomponente der Sperrimpedanz  $\bar{Z}_S$  durch Serieschaltung eines Kondensators bzw. einer Spule kompensiert wird. Unter Bezugnahme auf Fig. 6 berechnet sich die Nebenschlussdämpfung also mittels der Gleichung:

$$A_s = 20 \cdot \log \frac{U(K \text{ offen})}{U(K \text{ geschlossen})} \text{ in dB}$$

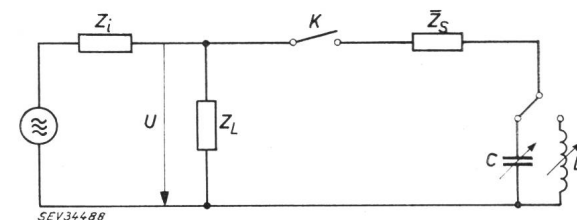


Fig. 6

Messanordnung zur Bestimmung der Nebenschlussdämpfung  $A_s$

$Z_L$	Leitungsimpedanz
$Z_i = Z_L$	Innenwiderstand des Generators
$\bar{Z}_S$	Impedanz der Sperre
$U$	Spannung an der Impedanz $Z_L$
$K$	Schalter zum Parallelschalten der Sperre
$C, L$	Kondensator bzw. Drosselspule zur Kompensation

**Erläuterung:** In Anlagen mit ausgedehnten Sammelschienen, Mess- und Leistungstransformatoren, können innerhalb des für TFH-Anlagen interessierenden Trägerfrequenzbereiches je nach Schaltzustand eine oder mehrere Resonanzstellen auftreten. Sofern die Impedanz der Sperre nur reaktive Komponenten enthält, kann die Sperrwirkung in der Nähe dieser Resonanzstellen verschlechtert oder aufgehoben werden. Die Forderung nach einem minimalen Realteil der Impedanz der Sperre hat den Zweck, die Übertragungsverhältnisse von TFH-Anlagen möglichst unabhängig vom Schaltzustand der Hochspannungsanlagen zu machen.

Für eine charakteristische Impedanz einer Leitung von  $Z_L = 400 \Omega$  und einen Realteil der Impedanz der Sperre von 400  $\Omega$  beträgt die Nebenschlussdämpfung  $A_s = 3,5$  dB. In diesem Beispiel wird angenommen, dass der reaktive Anteil der Sperrimpedanz durch die Blindwiderstände der Anlagereaktanzen kompensiert ist.

## 6.2.3

Als **Bandbreite** einer Sperre werden das Frequenzband bzw. die Frequenzbänder definiert, innerhalb welchen die Nebenschlussdämpfung, gemessen in der Schaltung gemäss Fig. 6, um höchstens  $\pm 1,5$  dB gegenüber dem Wert in der Mitte des Bandes abweicht.

## 6.2.4

Die **Sperrdämpfung**  $A_b$  einer Sperre wird definiert als Logarithmus des Verhältnisses der Spannungen vor und hinter der Sperre (siehe Fig. 7), wenn diese mit der Leitungsimpedanz  $Z_L$  belastet ist:

$$A_b = 20 \cdot \log \frac{U_1}{U_2} \text{ in dB}$$

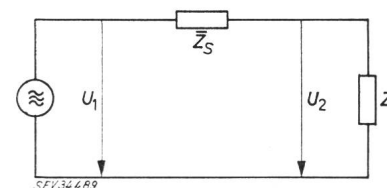


Fig. 7

Messanordnung zur Bestimmung der Sperrdämpfung  $A_b$

$\bar{Z}_S$	Impedanz der Sperre
$Z_L$	Leitungsimpedanz
$U_1$	Eingangsspannung
$U_2$	Ausgangsspannung

**Erläuterung:** Die einen Leitungsabschnitt begrenzenden Sperren bilden mit den ihnen folgenden Leitungsabschnitten bzw. Hochspannungseinrichtungen der Schaltanlagen einen Spannungsteiler, so dass hinter der Sperre noch ein Teil der Trägerfrequenzspannungen des gesperrten Leitungsabschnittes gemessen werden kann. Je grösser dieser Betrag ist, desto schwieriger ist es, die Wiederverwendung derselben Kanäle innerhalb eines bestimmten Bereiches des Hochspannungsnetzes sicherzustellen.

### 6.2.5

Die Sperre und die zugehörigen Abstimmittel und Schutzeinrichtungen sind derart zu bemessen, dass sie den Beanspruchungen durch den Dauerstrom, durch den dynamischen und den thermischen Kurzschlußstrom, sowie den durch Wanderwellen verursachten Überspannungen gewachsen sind.

**Erläuterung:** Die Grösse des Kurzschlußstromes steht in vermaschten Netzen nicht mehr im Zusammenhang mit der Grösse des Nennstromes der Leitung und richtet sich weitgehend nach der installierten Generatorleistung, dem Grad der Vermaschung, den Leitungslängen, sowie den Kurzschlussimpedanzen der Transformatoren. Dies führt dazu, dass der Nennstrom einer Sperre für ihre Dimensionierung nicht allein massgebend ist.

## 6.3 Kopplungskondensatoren

### 6.3.1

Die Kopplungskondensatoren sollen glimmfrei und induktionsarm sein. Ihre Resonanzfrequenz, gemessen in einem Rohr (oder in einer gleichwertigen Reusen-anordnung) mit Endabdeckungen, in welches der Kondensator unter möglicher Vermeidung von Messzuleitungsinduktivitäten coaxial eingesetzt wird, soll über 1 MHz liegen. Der Serienverlustwiderstand des Kopplungskondensators soll im Nutzfrequenzbereich höchstens 40  $\Omega$  betragen.

Wird ein kapazitiver Spannungswandler für die Hochfrequenzankopplung benutzt, so gelten die obigen Anforderungen für die aus der Serieschaltung der beiden Kondensatoren resultierende Kondensatoranordnung. Überdies ist darauf zu achten, dass die gesamte unterspannungsseitige Streukapazität den Wert

$$C = 300 \text{ pF} + 0,05 \cdot C_n$$

worin  $C_n$  die Nennkapazität des Kopplungskondensators in pF ist, nicht überschreitet. Schliesslich soll durch den Anschluss des mit Nennbürde belasteten Messkreis-Transformators an den kapazitiven Spannungswandler für die Hochfrequenzankopplung im Nutzfrequenzbereich eine Zusatzdämpfung von höchstens 1 dB entstehen, und das übertragene Frequenzband darf nur unwesentlich beeinflusst werden.

Es ist empfehlenswert, bei der Wahl des Kapazitätswertes von Kopplungskondensatoren bzw. kapazitiven Spannungswandlern auf die Erfordernisse der TFH-Kopplungseinrichtungen Rücksicht zu nehmen.

**Erläuterung:** Streukapazität und Verlustwiderstand eines kapazitiven Spannungswandlers beeinträchtigen die Übertragungseigenschaften einer TFH-Kopplungseinrichtung. Je grösser die Kapazität eines Kopplungskondensators ist, desto breiter ist das Frequenzband, welches ohne grosse Dämpfung von der Kopplungseinrichtung durchgelassen wird.

Bei Kapazitätswerten von 2000 pF bzw. 4000 pF sind bei einer angenommenen unteren Frequenzgrenze von z. B. 50 kHz Durchlass-Bandbreiten von 25 kHz bzw. 90 kHz erreichbar.

## 6.4 Schutzeinrichtungen

Fig. 8 zeigt ein Beispiel einer Schaltung für die Ankopplung an die Hochspannungsleitung.

### 6.4.1

Die Niederspannungsklemme des Kopplungskondensators (2) ist über eine Drosselspule (3) oder die Primärwicklung eines Schutzübertragers galvanisch mit der Schutzterde (6) zu verbinden.

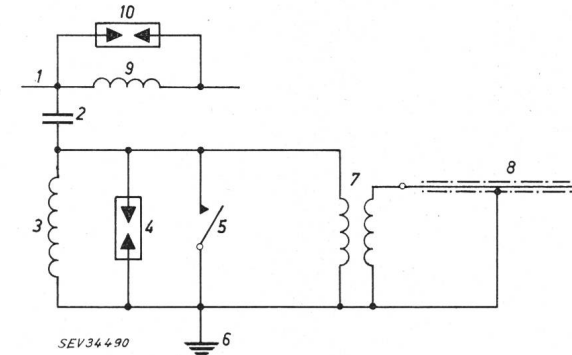


Fig. 8

### Beispiel einer Schaltung für die Ankopplung an die Hochspannungsleitung

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1 Hochspannungsleitung  | 7 Schutzübertrager   |
| 2 Kopplungskondensator  | 8 Hochfrequenzkabel zur Hochfrequenzapparatur              |
| 3 Erddrosselspule       | 9 Hochfrequenzsperre                                       |
| 4 Überspannungsableiter | 10 Überspannungsableiter zum Schutz der Hochfrequenzsperre |
| 5 Erdtrennmesser        |  |
| 6 Schutzterde           |  |

### 6.4.2

Parallel zur Erddrosselspule sind unmittelbar an der Niederspannungsklemme des Kondensators ein Trennmesser (5) zur direkten Erdung und ein Überspannungsableiter (4) von höchstens 2 kV Restspannung bei Netzfrequenz anzuordnen.

### 6.4.3

Die Trägerfrequenz-Sende- und Empfangsapparatur ist durch einen Schutz-Übertrager (7), der für eine Prüfspannung von mindestens 10 kV, 50 Hz, bemessen ist, von der Niederspannungsklemme des Kopplungskondensators galvanisch zu trennen. Der Übertrager ist in der Nähe des Kopplungskondensators aufzustellen.

## 7

### Zusammenschaltung mit Schwachstrom-Einrichtungen

### 7.1

#### Sicherheitstechnische Trennung

Die Niederfrequenzverbindungen (Telephon usw.) der Trägerfrequenzapparatur sind gegenüber dem Anschluss der Trägerfrequenzverbindung derart zu trennen, dass eine allfällige Überspannung auf dem Hochfrequenzkabel nicht auf die Niederfrequenzverbindungen übertreten kann.

### 7.2

#### Verbindungen mit Anlagen der PTT

Verbindungen der Apparatur mit Anlagen der PTT (z. B. Automat im Werk, gemietete Ader usw.) dürfen nur mit spezieller Erlaubnis der PTT und gemäss ihren einschlägigen Vorschriften erfolgen.

## Anhang

### Empfehlungen für den Unterhalt und die Überwachung der Anlagen

#### 1 Einteilung der Anlagen

Es sind 2 Arten von Anlagen zu unterscheiden:

##### 1.1

Anlagen, die nur zur Nachrichtenübermittlung dienen und im wesentlichen Telefonie, Fernmessung und Fernmeldung umfassen.

##### 1.2

Anlagen, mit deren Hilfe betriebsmässige Eingriffe in die Starkstromanlage vorgenommen werden können, also Fernsteuerung, Fernregulierung und Hochfrequenzleitungsschutz.

#### 2 Kontrolle der Anlagen

Es wird empfohlen, für den Unterhalt und die Überwachung der Anlagen eine kurzfristige, regelmässige Kontrolle durch das Betriebspersonal und eine langfristige, gründlichere Kontrolle durch speziell geschultes und ausgerüstetes Personal vornehmen zu lassen.

#### 3 Kurzfristige Kontrolle

##### 3.1

Die kurzfristige Kontrolle soll bei Anlagen nach Ziff. 1.1 in Zeitabständen von höchstens einem Monat und bei Anlagen nach Ziff. 1.2 von höchstens einer Woche erfolgen.

##### 3.2

Sie soll mit in die Anlagen eingebauten Kontrollorganen, Messinstrumenten, Prüftasten, Prüfschaltern oder Klinken ohne spezielle Werkzeuge möglich sein.

##### 3.3

Kontrollierbar sein sollen dem Verschleiss unterworfenen Anlageteile (z. B. Röhren) und die wichtigsten Funktionen der Anlage.

##### 3.4

Die Restdämpfung von Telefonverbindungen ist alle 2 Wochen zu kontrollieren und einzupegeln.

##### 3.5

Bei Verwendung einer Trägerfrequenzverbindung für Leitungsschutz wird eine periodische Kontrolle der Signalübertragung empfohlen.

#### 4 Langfristige Kontrolle

Die langfristige Kontrolle soll bei reinen Nachrichtenanlagen nach Ziff. 1.1 mindestens einmal jährlich, bei Anlagen mit Betriebsfunktionen nach Ziff. 1.2 mindestens zweimal jährlich durchgeführt werden. Sie umfasst eine gründliche Kontrolle aller Spannungen, Ströme, Frequenzen und Frequenzgänge, Schaltorgane und Funktionen. Es soll dabei vor allem auch auf die Einhaltung der durch die vorliegenden «Regeln und Leitsätze» umschriebenen Toleranzen und Sicherheitsmassnahmen geachtet werden.

#### Herausgeber

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.  
Telephon (051) 34 12 12.

#### Redaktion:

Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.  
Telephon (051) 34 12 12.  
«Seiten des VSE»: Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, 8001 Zürich.  
Telephon (051) 27 51 91.

#### Redaktoren:

Chefredaktor: **H. Marti**, Ingenieur, Sekretär des SEV.  
Redaktor: **E. Schiessl**, Ingenieur des Sekretariates.

#### Insertenannahme:

Administration des Bulletins SEV, Postfach 229, 8021 Zürich.  
Telephon (051) 23 77 44.

#### Erscheinungsweise:

14tägig in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe.  
Am Anfang des Jahres wird ein Jahreshft herausgegeben.

#### Bezugsbedingungen:

Für jedes Mitglied des SEV 1 Ex. gratis. Abonnemente im Inland: pro Jahr Fr. 73.—, im Ausland pro Jahr Fr. 85.—, Einzelnummern im Inland: Fr. 5.—, im Ausland: Fr. 6.—.

#### Nachdruck:

Nur mit Zustimmung der Redaktion.

**Nicht verlangte Manuskripte werden nicht zurückgesandt.**