



Doctoral Thesis

Ein Amplituden-Spektrograph für Trägerfrequenz-Systeme

Author(s):

Müller, Arno Hermann

Publication Date:

1963

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000089210> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Ein Amplituden-Spektrograph für Trägerfrequenz-Systeme

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH
zur Erlangung
der Würde eines Doktors der
technischen Wissenschaften
genehmigte
PROMOTIONSARBEIT

Vorgelegt von
ARNO MÜLLER
dipl. Physiker ETH
von Stäfa

Referent: Herr Prof. H. Weber
Korreferent: Herr Prof. Dr. E. Baumann

Ein Amplituden-Spektrograph für Trägerfrequenz-Systeme

Resumé

Es wird eine Messapparatur beschrieben, mit der die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Spannung auf Trägerfrequenzleitungen im Frequenzbereich von 10 kHz bis 6 MHz punktweise bestimmt werden kann. Die Apparatur liefert als Resultat direkt den Bruchteil der Messzeit (in %), während dem ein vorgegebener Spannungswert überschritten war. Die Genauigkeit des verwendeten Abtastverfahrens wird untersucht. Es zeigt sich, dass eine Abtastfrequenz von 200 kHz ausreichend ist, wenn der mit 1‰ Wahrscheinlichkeit überschrittene Spannungswert auf 5% genau bestimmt werden soll. Der verwendete Tunnelioden-Amplitudendiskriminator wird untersucht.

Il s'agit de la description d'un appareillage de mesure permettant de déterminer point par point la répartition de probabilité de la tension sur des lignes à fréquences porteuses, et ceci dans le domaine de fréquence de 10 kHz à 6 MHz. Comme résultat, l'appareillage donne directement la fraction (en %) du temps de mesure pendant laquelle une valeur donnée de tension est dépassée. On a calculé l'exactitude du procédé d'exploration, et déterminé ainsi qu'une fréquence d'exploration de 200 kHz est suffisante si l'on doit déterminer à 5% près la tension dépassée avec 1‰ de probabilité. Le discriminateur d'amplitude à diodes-tunnel, qui est employé dans cet appareillage, est décrit en détail.

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

Ein modernes Telefon-Netz wäre undenkbar ohne Trägerfrequenz-Übertragungssysteme. Die Anzahl der Gespräche ist in den letzten dreissig Jahren so stark angestiegen, dass es nicht mehr möglich ist, jedem Gespräch zwei Adern eines Kabels zuzuordnen. Mit Hilfe der modernen Trägerfrequenz-Technik kann man über zwei normale Adern eines Kabels mehrere Gespräche führen, und über Koaxial-Kabel kann man heute schon bis zu 2900 Gespräche pro Koax-Tube übertragen.

Einer der wichtigsten Bausteine von Trägerfrequenz-Systemen ist der Verstärker. Er muss sehr hohen Anforderungen bezüglich Linearität genügen, weil die durch Nichtlinearitäten hervorgerufenen Intermodulations-Geräusche nur sehr klein sein dürfen. Im normalen Aussteuerungsbereich kann man nun einen Verstärker durch Gegenkopplung stark linearisieren. Beim Erreichen des Überlastpunktes wird die Gegenkopplung aber unwirksam und die Intermodulations-Geräusche steigen sehr schnell an. Nach den Empfehlungen des CCITT sind Trägerfrequenz-Verstärker deshalb so zu dimensionieren, dass sie in der Hauptverkehrsstunde während höchstens 1 Promille der Zeit übersteuert werden.

Zur Dimensionierung von Verstärkern sollte also bekannt sein, wie gross die Spannung ist, die während

der Hauptverkehrsstunde mit höchstens 1 Promille Wahrscheinlichkeit überschritten wird. Angaben über diesen Wert konnten bisher nur theoretisch erhalten werden. Mit der beschriebenen Apparatur kann nun gemessen werden, welchen Bruchteil der Messzeit die Eingangsspannung grösser war als ein vorgewählter Wert. Durch Messungen auf Trägerleitungen können also Angaben erhalten werden über die an die Verstärker zu stellenden Anforderungen.

1.2 Zusammenfassung

Der Abschnitt 1 enthält einige allgemeine Betrachtungen.

Im Abschnitt 2 wird die Funktionsweise eines Spektrographen für den Frequenzbereich von 10 kHz bis 6 MHz und dessen Aufbau beschrieben. Dieser Spektrograph gestattet es, denjenigen Bruchteil der Messzeit zu bestimmen, während dem das Eingangssignal eine vorgegebene Spannung übersteigt. Die Wirkungsweise des verwendeten Tunnelioden-Diskriminators wird untersucht.

Der Abschnitt 3 enthält eine Untersuchung über die Bestimmung des Mittelwertes einer statistischen Rechteckwelle durch Abtastung. Die Resultate werden benützt zur Berechnung der Abtastfrequenz des Spektrographen. Die Messgenauigkeit des Spektrographen wird untersucht.

2 Der Spektrograph

2.1 Messprinzip

Der Spektrograph bestimmt die totale Zeit, während der die Eingangsspannung dem Betrage nach grösser ist als ein vorgegebener Wert U_0 . Diese Messung kann einfach durchgeführt werden, wenn wir annehmen, dass Spannungswerte positiver als $+U_0$ gleich häufig sind wie Spannungswerte negativer als $-U_0$. Es genügt dann zu bestimmen, wie lange das Signal positiver war als U_0 . Multipliziert man die derart gemessene Zeit mit 2, so erhält man die gesuchte totale Zeit der Überschreitung von $|U_0|$. Der Ansprechpegel U_0 der Messapparatur ist fest eingestellt auf 13,7 mV (dies entspricht -3 Neper relativ zu 274 mV). Die Veränderung des Ansprechpegels geschieht durch Dämpfen des zu messenden Signales um einen bekannten Faktor. Wird das Eingangssignal um A Neper gedämpft, so entspricht dies einer Erhöhung des Ansprechpegels um A Neper. Wird beispielsweise eine Dämpfung von 3 Neper eingeschaltet, so entspricht dies einer Erhöhung des Ansprechpegels auf 274 mV. Fig. 2.1-1 zeigt ein Schema der Messanordnung.

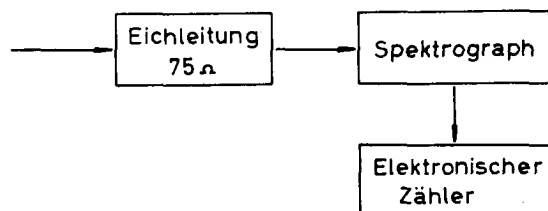


Fig. 2.1-1 Schema der Messanordnung

2.2 Funktionsweise

Der Spektrograph soll die totale Zeit bestimmen, während der ein eingestellter Spannungspegel überschritten ist. Dazu sind zwei Teilprobleme zu lösen: 1. Es wird ein Amplituden-Diskriminator benötigt, der bis zu Frequenzen von 6 MHz zuverlässig arbeitet, und