

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 50 (1972)

Heft: 12

Artikel: Nachbildungabgleich mit Impulsen = Réglage des équilibreurs au moyen d'impulsions

Autor: Jutzi, Otte / Nüsseler, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874689>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Nachbildungsabgleich mit Impulsen

Réglage des équilibreur au moyen d'impulsions

Otto JUTZI und Franz NÜSSELER, Bern

621.395.661.2.083

Zusammenfassung. Die bisher bekannten Methoden zur Einstellung der Leitungsnachbildungen führen je nach Leitungsart oft nur mühsam zum gewünschten Ziel. Die im vorliegenden Aufsatz beschriebene Methode mit Eintastung von Impulsen hilft die Schwierigkeiten zu lösen. Eine Untersuchung zeigt, dass dank der verhältnismässig niedrigen Phasengeschwindigkeit der Pupinleitungen praktisch nur eine untere Grenzlänge die Anwendung der Methode einschränkt.

Résumé. Suivant le genre de ligne, les méthodes de réglage des équilibreurs, connues jusqu'ici, ne permettent souvent d'atteindre l'objectif visé qu'avec peine. La méthode que décrit le présent article utilise des impulsions et contribue à surmonter les difficultés. Un essai montre que, grâce à la vitesse de phase assez basse des lignes pupinisées, seule une longueur limite inférieure restreint l'application de la méthode.

Equilibramento di una linea artificiale a mezzo di impulsi

Riassunto. Con i metodi finora noti per la regolazione di linee artificiali, si ottenevano sovente solo stentatamente i risultati desiderati. Il metodo descritto nel presente articolo, che s'avvale d'impulsi, facilita la soluzione di questi problemi. Dallo studio risulta che in pratica, grazie alla velocità di fase relativamente bassa delle linee pupinizzate, è solo la lunghezza limite, che pone un termine al campo d'applicazione di questo metodo.

1. Prinzip der Methode

Nachbildungen spielen besonders bei Zweidrahtverstärkern und Gabelendverstärkern eine wichtige Rolle. Die Nachbildungsimpedanz soll in diesen Fällen möglichst gleich der Leitungsimpedanz sein, damit sich für die erforderliche Verstärkung eine genügende Stabilität ergibt. Aufbau und Elemente einer Nachbildung richten sich nach Stromkreisart (zum Beispiel Pupinisierung, Stamm oder Phantom), Aderdurchmesser und Kabellänge bis zum ersten Pupinpunkt. Die genaue Bestimmung der Elemente ist Zweck des Nachbildungsabgleichs. Die klassische Methode würde darin bestehen, dass man bei E (Fig. 1) ein Signal einspeist und aus der Grösse des Restsignals bei A auf die Nachbildgüte schliesst.

Diese ist definiert als

$$\left| \frac{U_A}{U_E} \right| = \left| \frac{Z_N - Z_L}{Z_N + Z_L} \right|$$

Wählt man $U_E = 0,775 \text{ V}$, so kann man aus dem Spannungspegel bei A direkt auf die Fehlerdämpfung schliessen:

$$A_F = \ln \left| \frac{Z_N + Z_L}{Z_N - Z_L} \right| \text{ in Neper}$$

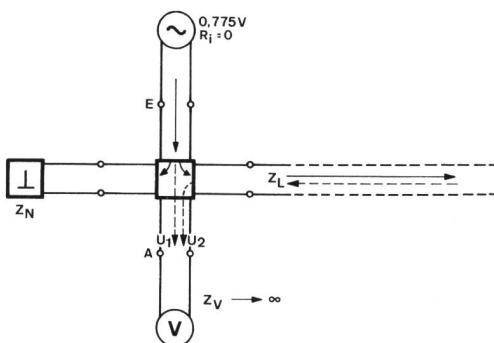


Fig. 1

Messschaltung zur Bestimmung der Fehlerdämpfung – Schéma du dispositif de mesure pour déterminer l'affaiblissement d'équilibrage

1. Principe de la méthode

Les équilibreurs jouent un rôle particulièrement important dans les amplificateurs à deux fils et les amplificateurs terminaux. Dans ces deux cas l'impédance de l'équilibreur doit être autant que possible égale à la valeur de l'impédance de la ligne, de façon que la stabilité soit suffisante selon l'amplification nécessaire. La structure et les éléments d'un équilibreur dépendent du genre de circuit (pupinisation, base ou fantôme), du diamètre du fil et de la longueur du câble jusqu'au premier point Pupin. La détermination exacte des éléments est le but du réglage de l'équilibreur. Dans la méthode classique, on émet un signal en E (fig. 1), et le signal résiduel mesuré en A détermine la qualité de l'équilibrage.

Celle-ci est définie comme il suit:

$$\left| \frac{U_A}{U_E} \right| = \left| \frac{Z_N - Z_L}{Z_N + Z_L} \right|$$

Si l'on choisit $U_E = 0,775 \text{ V}$, on peut, d'après le niveau de tension en A, directement déterminer l'affaiblissement d'équilibrage:

$$A_F = \ln \left| \frac{Z_N + Z_L}{Z_N - Z_L} \right| \text{ en népers}$$

On obtient l'affaiblissement d'équilibrage sans altération, à condition que la ligne soit homogène et présente une grande atténuation ou que la ligne à son extrémité soit terminée par un équilibreur bien adapté. Ces conditions sont difficiles à remplir et en règle générale il y a toujours un signal résiduel en retour qui se superpose en A au courant réfléchi. Il en découle un résultat erroné et des difficultés de mise au point.

Une autre méthode¹ consiste à laisser l'extrémité de la ligne ouverte, ce qui a pour effet de provoquer une réflexion totale. Ce signal réfléchi se superpose par conséquent dans le transformateur différentiel au signal résultant du

¹ F. Nüsseler: Réglage d'amplificateurs terminaux, Bulletin technique PTT, 1966, No 5, p. 139...145.

Man erhält die Fehlerdämpfung nur unverfälscht, wenn die Leitung homogen ist und sie eine sehr grosse Dämpfung aufweist oder aber am fernen Ende mit einer gut passenden Nachbildung abgeschlossen ist. Diese Bedingungen sind nicht leicht zu verwirklichen, denn es fliesst in der Regel immer ein Restsignal zurück, das sich dem Fehlerstrom in A überlagert. Dadurch wird das Resultat beeinträchtigt und der Abgleich erschwert.

Nach einer andern Methode¹ wird das ferne Leitungsende offengelassen, was eine Totalreflexion erzeugt. Dem reflektierten Leitungssignal überlagert sich dann in der Gabel das durch Verstimmung zwischen Leitungs- und Nachbildungsimpedanz entstandene, schwächere Signal. Wegen der starken Frequenzabhängigkeit der Phase des Leitungssignals resultiert eine wellige Pegelkurve. Aus deren Amplitude kann dann auf die Nachbildgüte geschlossen werden. Diese Methode bewährt sich auf mittelstark pupinierten Leitungen, solange die Leitungsdämpfung 1 Neper nicht übersteigt. In unserem Fall trifft dies beim Gabelendverstärker Typ B zu. Bei längeren Leitungen, mit grösseren Dämpfungen, wird jedoch der Nachbildungsabgleich mit Hilfe der Totalreflexion problematisch.

Gelingt es nun, das vom Leitungsende zurücklaufende Restsignal vom Nachbildfehlersignal zeitlich zu trennen, so wird die klassische, eingangs beschriebene Methode wieder interessant. Nach dem von P. Schmid vorgeschlagenen Verfahren werden nun einzelne Schwingungen in periodischen Intervallen in die Gabelschaltung getastet (Fig. 2). Die zur Trennung der Signale erforderliche minimale Verzögerungszeit a muss dann die Leitung selbst erzeugen. Diese Verzögerung entspricht der Zeit, während der das Signal die Leitung zweimal durchläuft. Daraus erhält man eine untere Grenze für die Leitungslänge. Die obere Grenze ergibt sich aus dem Zeitintervall b. Weist die Leitung eine Laufzeit von $\frac{a+b}{2}$ auf, so trifft das Leitungssignal mit dem nächsten Impuls in der Gabel zusammen.

Die Schwingungsdauer a und das Intervall b können nicht beliebig gewählt werden. Interessanterweise entspricht der Eintastung einzelner Schwingungen ein ganzes Spektrum vieler Frequenzen. Die Dichte und Verteilung der Frequenzen ist von den Zeiten a und b abhängig. Gewählt wurden schliesslich a = 1 ms und b = 17 ms. Damit erhält man ein Frequenzspektrum gemäss Figur 3, in welchem der Abstand der Spektrallinien sich aus der Beziehung ergibt

$$\frac{1000}{a+b} \text{ [ms]}$$

Die Wahl von a und b bestimmt auch die für die Anwendung der Abgleichmethode gültigen Grenzen der Kabellängen. Sie ergeben sich aus:

¹ F. Nüsseler: Einmessung von Gabelendverstärkern, Techn. Mitt. PTT, Bern, (1966) Nr. 5, S. 139...145.

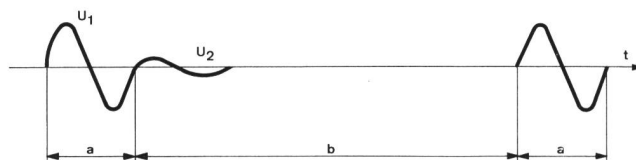


Fig. 2

Das Pegelbild zeigt die Signale U_1 und U_2 , letzteres durch die Leitung verzögert – Oscillogrammes des signaux U_1 et U_2 , le dernier étant décalé dans le temps par la ligne

désaccord des impédances de la ligne et de l'équilibreur. La phase du signal de la ligne dépend fortement de la fréquence, aussi en résulte-t-il une ondulation de la courbe de niveau. L'amplitude de cette ondulation permet de déduire la qualité de l'équilibrage. Cette méthode est efficace sur des lignes moyennement chargées, à condition que l'affaiblissement de la ligne n'excede pas 1 N. C'est le cas lors de l'utilisation de l'amplificateur terminal type B.

Par contre, le réglage de l'équilibreur au moyen de la réflexion totale devient problématique sur de longues lignes présentant un affaiblissement plus important.

Si l'on parvient à séparer temporellement la partie résiduelle du signal réfléchi du signal provenant du désaccord de l'équilibreur et transitant directement à travers le transformateur différentiel, la méthode classique et initialement décrite devient à nouveau intéressante.

D'après la méthode proposée par P. Schmid, des impulsions isolées sont envoyées à intervalles périodiques à travers le transformateur différentiel (Fig. 2). Le temps de retard minimum a, nécessaire à la séparation des signaux, doit provenir de la ligne même. Ce retard correspond au temps pendant lequel le signal parcourt deux fois la ligne.

Nous pouvons alors en déduire la longueur minimale de la ligne. La longueur maximale est déterminée par l'intervalle de temps b. Si le temps de propagation de la ligne équivaut à $\frac{a+b}{2}$, le signal de la ligne coïncide alors avec la prochaine impulsion traversant le transformateur différentiel.

Les temps d'oscillation a et de l'intervalle b ne peuvent pas être choisis arbitrairement. Il est intéressant de noter que la répétition d'oscillations isolées correspond à tout un spectre d'un grand nombre de fréquences. La densité et la répartition des fréquences sont dépendantes des temps a et b. Finalement le choix a été porté sur a = 1 ms et b = 17 ms. Ainsi on obtient le spectre suivant la figure 3.

La relation $\frac{1000}{a+b}$ [ms] nous donne l'écart entre les harmoniques dans le spectre des fréquences.

Le choix de a et de b détermine également les longueurs de câble pour lesquelles l'usage de cette méthode se révèle applicable. On trouve celles-ci dans la relation:

$$L = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t \quad \begin{array}{l} v = \text{Phasengeschwindigkeit} \\ t = a \text{ oder } b \end{array}$$

Mit $t = a = 1$ ms werden die unteren Grenzlängen für Pupinisierung

$$\begin{array}{ll} \text{H-88,5} & L_{\min} = 12 \text{ km und} \\ \text{H-177} & L_{\min} = 8 \text{ km.} \end{array}$$

Je höher die Phasengeschwindigkeit, desto grösser wird die untere Grenzlänge. Man sieht daraus, dass leichtere Pupinisierungen oder gar unpupinisierte Leitungen für die Anwendung dieser Methode nicht in Frage kommen.

Die oberen Grenzlängen werden mit $t = b = 17$ ms für die Pupinisierung

$$\begin{array}{ll} \text{H-88,5} & L_{\max} = 204 \text{ km und} \\ \text{H-177} & L_{\max} = 136 \text{ km.} \end{array}$$

Die praktisch vorkommenden Kabellängen sind in der Regel kürzer. Sollte trotzdem bei der Pupinisierung H-177 136 km erreicht werden, so kann das Zusammenfallen der Signale mit einfachen Mitteln vermieden werden:

- Die Leitung wird durch eine gleichartige Leitung verlängert oder
- sie wird mit einer Nachbildung abgeschlossen. Ein allfälliges Restsignal wird dann durch die lange Leitung so stark gedämpft, dass dieses den Nachbildungsabgleich nicht mehr stören kann.

Als Anzeigegerät für den Nachbildfehler dient ein Kathodenstrahl-Oszillograph. Auf dem Bildschirm erscheint die Sinusschwingung nur bei totaler Verstimmung der Gabel und falls der Endverstärker das ganze Spektrum durchlässt. Dies ist der Fall, wenn eine Seite offen oder kurzgeschlossen ist und keine Filter das Band begrenzen. Da der Endverstärker den Charakter eines Bandpasses hat und man den Abgleich mit einer nach den Richtwerten eingestellten Nachbildung beginnen soll, wird das Spektrum nur noch unvollständig durchgelassen. Mit den üblichen Netzwerken kann die Leitungsimpedanz nicht ganz vollkommen nachgebildet werden. Es wird daher immer noch ein schwaches Restsignal erscheinen. Durch zusätzliche Messungen lässt sich aber zeigen, dass der verbleibende Nachbildfehler für den vorgesehenen Zweck vernachlässigbar klein ist.

2. Der Impulsgenerator

Das Schema des Impulsgenerators ist in *Figur 4* dargestellt. Ein astabiler Multivibrator erzeugt rechteckförmige asymmetrische Impulse. Diese werden einem Schwingkreis zugeführt, der die Impulse in Sinusschwingungen umwandelt. Der eigentliche Multivibrator besteht aus den Transistoren T1 und T2. Die Impulsdauer von 1 ms ist durch den Kondensator C2 (25 nF) gegeben, während die Entladezeit des Kondensators C3 (470 nF) die Pause zwischen zwei Signalen bestimmt. Die Sinusform des Signals ergibt sich

$$L = \frac{1}{2} v \cdot t \quad \begin{array}{l} v = \text{vitesse de propagation de phase} \\ t = a \text{ ou } b \end{array}$$

Avec $t = a = 1$ ms, les limites inférieures se situent, pour une pupinisation de

$$\begin{array}{ll} \text{H-88,5} & L_{\min} = 12 \text{ km et} \\ \text{H-177} & L_{\min} = 8 \text{ km.} \end{array}$$

Une augmentation de la vitesse de propagation de phase équivaut aussi à une élévation de la limite inférieure. Il appert donc qu'il n'est pas question d'utiliser cette méthode dans le cas d'une ligne légèrement ou même non pupinisée.

Pour $t = b = 17$ ms, les limites supérieures deviennent pour une pupinisation de

$$\begin{array}{ll} \text{H-88,5} & L_{\max} = 204 \text{ km et} \\ \text{H-177} & L_{\max} = 136 \text{ km.} \end{array}$$

En pratique, les câbles sont habituellement plus courts. Toutefois, s'il se présente que la longueur de 136 km pour une pupinisation de H-177 soit atteinte, on peut obvier à la coïncidence des deux signaux par des moyens simples tels que:

- prolongement de la ligne par une autre ligne équivalente,
- terminaison de la ligne par un équilibreur. Un éventuel signal résiduel est si fortement amorti par la longueur de la ligne qu'il ne peut plus perturber les opérations d'équilibrage.

Un oscilloscope fait fonction d'instrument indicateur pour la mesure de l'équilibrage. Un signal sinusoïdal n'apparaît sur l'écran que dans le cas d'un déséquilibre total et en tant que l'amplificateur terminal laisse le passage à tout le spectre de fréquences. Ces conditions sont remplies si un des côtés du transformateur différentiel est ouvert ou court-circuité et qu'aucun filtre ne limite la bande passante. Mais du fait que l'amplificateur terminal présente les particularités d'un filtre passe-bande et que l'équilibreur est préajusté d'après certaines valeurs directives, le spectre de fréquences n'est pas transmis complètement.

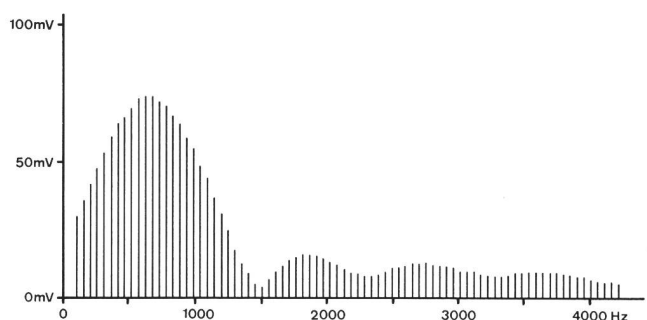


Fig. 3
Frequenzspektrum des Impulsgenerators – Spectre de fréquences du générateur d'impulsions

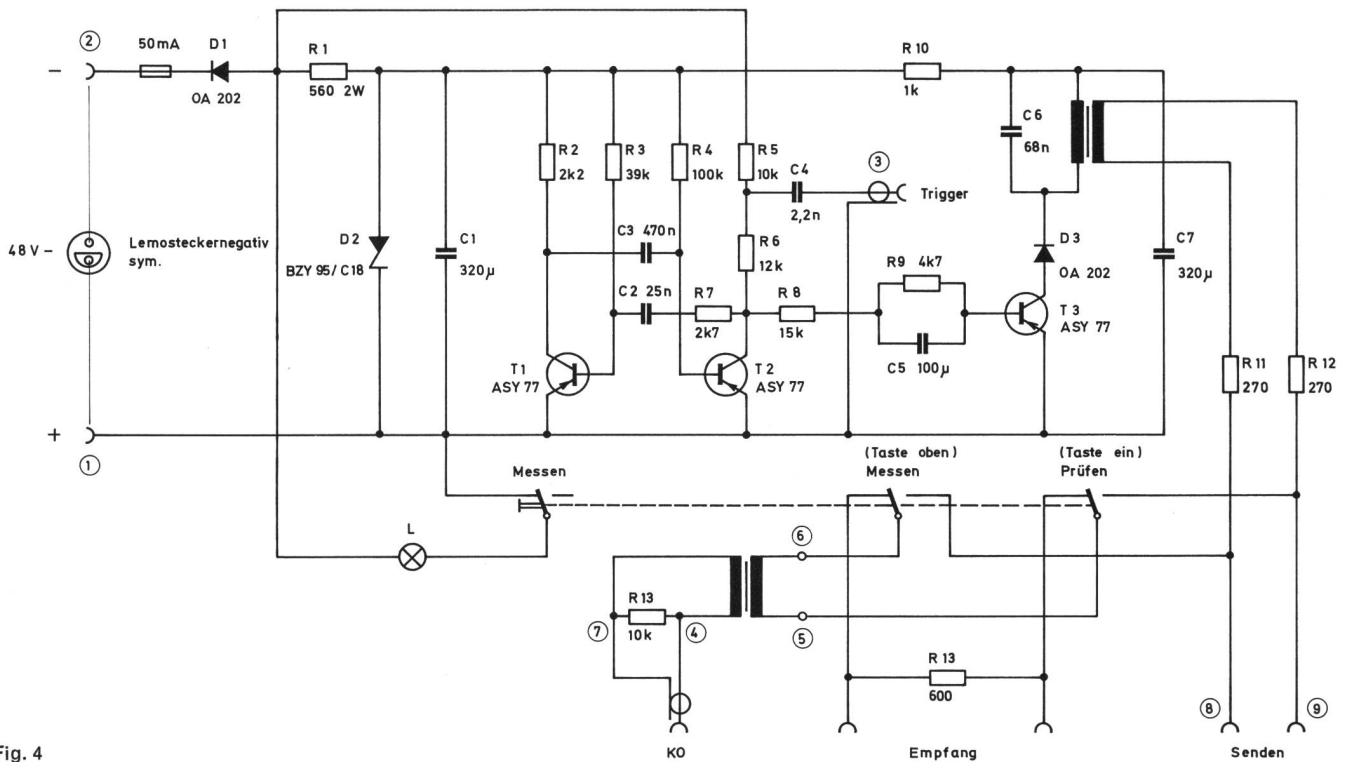


Fig. 4
Schema des Impulsenerators – Schéma du générateur d'impulsions

Lemosteckernegativ sym. – Prise Lemo sym.
Messen – Mesure
Prüfen – Essai
Empfang – Réception

Senden – Emission
KO Kathodenstrahloszillograph – Oscilloscope à rayon cathodique
Taste oben – Bouton non pressé
Taste ein – Bouton pressé

aus den Elementen des Schwingkreises, bestehend aus Kondensator C6 und der Induktivität des Ausgangstransformators. Die Ausgangsimpedanz ist für 600 Ohm dimensioniert. Bei der Wahl der drei Germanium-Transistoren musste man lediglich darauf achten, dass sie die verhältnismässig hohen Spannungen des Generators ertragen.

Die Speisespannung von 48 V = wird mit dem Widerstand R1 und der Zehner-Diode D2 auf 18 V = reduziert. Die Diode D1 bewirkt den Schutz bei falscher Anschluss-polarität.

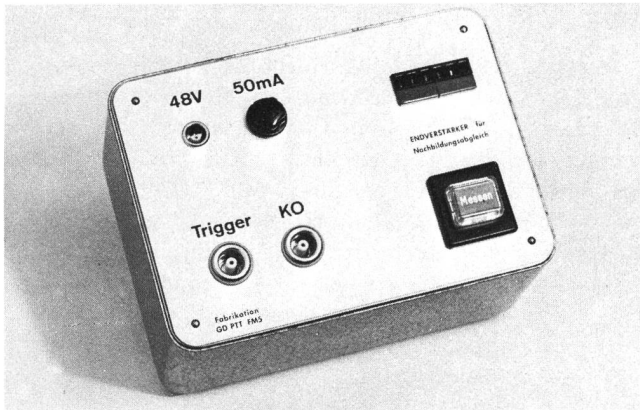
Als Anzeigegerät dient ein Kathodenstrahloszillograph. Die notwendige Triggerspannung wird beim Ausgang des Multivibrators am Spannungsteiler R5-R6 über den Kondensator C4 abgenommen. Der Triggerimpuls hat eine sehr steile Flanke, was eine genaue Strahlableitung erleichtert. Die externe Steuerung ist notwendig, weil das Nachbildfehlersignal zu schwach ist und deformiert wird. Die äusseren Anschlüsse des Impulsenerators wurden so gewählt, dass sie zu den entsprechenden Ausrüstungen der Verstärkerämter passen. Das Gerät ist in Figur 5 abgebildet.

Un faible signal résiduel subsistera toujours car l'impédance de la ligne ne peut être restituée complètement au moyen des éléments usuels. Mais des mesures accessoires démontrent que le déséquilibre restant est négligeable en regard du but à atteindre.

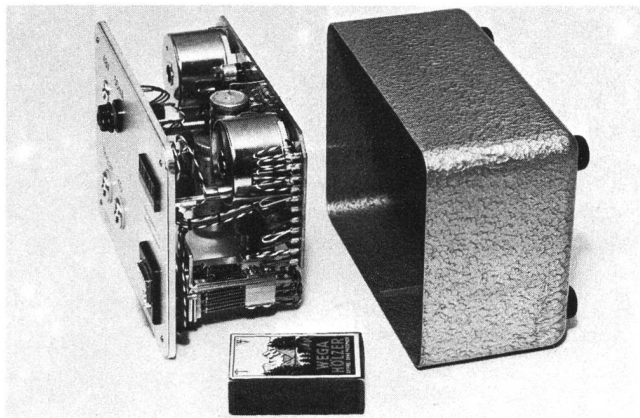
2. Le générateur d'impulsions (Fig. 4 et 5)

Il se compose d'un multivibrateur astable, produisant des impulsions rectangulaires asymétriques; il est suivi d'un circuit oscillant qui transforme ces impulsions rectangulaires en périodes sinusoïdales.

L'oscillateur proprement dit comprend les transistors T1 et T2. La durée de l'impulsion de 1 ms est donnée par le condensateur C2 (25 nF.), tandis que le temps de décharge de C3 (470 nF) détermine le temps de pause (17 ms) entre deux signaux. La période sinusoïdale est obtenue au moyen du circuit oscillant, soit C6 et le transformateur de sortie. L'impédance de sortie est de 600 Ω.



a



b

Fig. 5
Ansicht des Impulsenerators – Vue du générateur d'impulsions

a Betriebsbereit – Prêt à l'utilisation
b Offen – Ouvert

3. Praktische Anwendung

Figur 6 zeigt das Prinzipschema des Nachbildungsabgleichs. Vor Beginn eines Abgleichs muss der Kathodenstrahloszillograph so eingestellt werden, dass der Impuls die ganze Schirmbreite ausfüllt (Fig. 7). Zu diesem Zweck muss die Drucktaste «Messen» noch in Stellung «Aus» sein. Hierauf wird auf «Messen» umgeschaltet, wobei die Taste leuchten soll. Auf dem Schirm erscheint nun das durch den Nachbildfehler erzeugte Signal. Die Elemente der Nachbildung werden nach und nach passender eingestellt, wobei die vertikale Ablenkung kleiner wird. Je nach der entstehenden Kurve auf dem Bildschirm erkennt man sofort, ob man das richtige Element der Nachbildung ver-

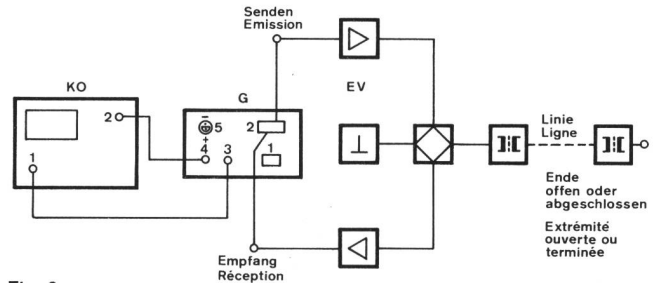


Fig. 6

Prinzipschema zum Messaufbau – Schéma de principe de mesure

- KO Kathodenstrahloszillograph – Oscilloscope à rayon cathodique
 1 Eingang Kathodenstrahloszillograph – Entrée oscilloscope
 2 Anschluss für Trigger – Raccordement du Trigger
 G Impulsenerators – Générateur d'impulsions
 1 Umschalter für Messen oder Eichen – Commutateur Mesure-Etalonnage
 2 Anschlüsse «Empfangen» und «Senden» – Raccordements «Réception» et «Emission»
 3 Ausgang nach Kathodenstrahloszillograph – Sortie vers l'oscilloscope
 4 Ausgang Trigger – Sortie Trigger
 5 Speiseanschluss 48 V – Raccordement d'alimentation 48 V =
 EV Endverstärker – Amplificateur terminal

Les trois transistors sont au germanium sans performances particulières, sinon celle de supporter les tensions relativement élevées du générateur.

La tension d'alimentation de 48 V= est abaissée à 18 V= au moyen de la résistance R1 et de la diode Z D2. La diode D1 assure une polarité correcte. L'utilisation de l'appareil se fait conjointement avec un oscilloscope. La commande de balayage «Trigger» est prise à la sortie du multivibrateur sur le diviseur de tension R5–R6 et le condensateur de différenciation C4. Elle présente un front très raide, propice à un balayage correct. Cette commande de balayage externe est nécessaire car le signal sinusoïdal, à l'origine, arrive fortement déformé après son passage dans l'amplificateur terminal et le transformateur différentiel. Les éléments de raccordement de l'appareil ont été choisis en fonction des équipements à disposition dans chaque station d'amplificateurs.

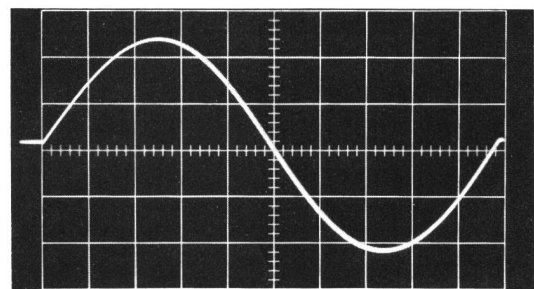


Fig. 7

Sendepuls auf abgestimmten Kathodenstrahloszillograph – Impulsion d'émission sur l'écran de l'oscilloscope réglé

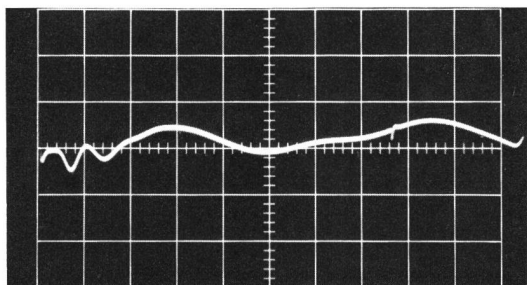


Fig. 8
Signalrest bei abgeglicherer Nachbildung – Signal résiduel après équilibrage

ändert. Selbstverständlich wird zur Verbesserung der Empfindlichkeit die Verstärkung erhöht. Nachdem alle Elemente optimal bestimmt sind, verbleibt eine Kurve ungefähr gemäss *Figur 8*.

4. Schlussfolgerung

Da die beschriebene Methode zur Einstellung von Nachbildungen bei längeren Pupinkabeln ihre Brauchbarkeit in der Praxis bewiesen hat, wurde eine Serie Impulsgeneratoren durch die Telephon- und Telegraphenwerkstätte PTT gebaut, und die Verstärkerdienste wurden entsprechend der Zahl der zu betreuenden Netzgruppen damit ausgerüstet.

3. Utilisation pratique

La *figure 6* représente le schéma de principe de l'équilibrage. Celui-ci débute par la mise au point de l'oscilloscope, qui consiste à cadrer l'impulsion de façon qu'elle occupe tout l'écran (*fig. 7*). Le bouton poussoir «Messen» (Mesure) doit être à cet effet en position «Aus» (Hors). Lorsqu'on commute ensuite sur «Messen», le bouton doit s'allumer. Le signal de déséquilibre apparaît alors sur l'écran. On réduit l'amplitude du signal de déséquilibre en ajustant successivement les différents éléments de l'équilibreur. A la réaction de ce signal, on discerne immédiatement les éléments qu'il faut insérer. Evidemment, la précision du réglage peut être améliorée par l'augmentation de l'amplification. Après le choix optimal des éléments, une courbe à peu près identique à celle de la *figure 8* subsiste.

4. Conclusion

Cette méthode expérimentée lors d'essais pratiques s'est révélée particulièrement adéquate pour l'équilibrage de longs câbles pupinisés. Les ateliers TT furent alors chargés de la fabrication d'une série d'appareils, lesquels furent répartis dans les DAT suivant le nombre de groupes de réseaux confiés à leur soin.

Hinweis auf eingegangene Bücher

Fernkurs Elektronik-Oberstufe. Kreuzlingen, Technisches Lehrinstitut Onken, 1972. 18 Lehrbriefe (zusammen rund 600 S. und 1000 Abb.) mit Experimentiermaterial. Preis (Studienhonorar¹) insgesamt Fr. 1170.—, bei Bezug ohne Grundkurs zusätzliches Material Fr. 99.—.

Der neue Fernkurs «Elektronik-Oberstufe» schliesst an den Grundkurs «Elektronik mit Experimenten» an. Seine Lernziele sind: der erfolgreiche Absolvent soll in der Lage sein, Fehler in elektronischen Geräten und Anlagen zu finden und zu beheben, elektronische Schaltungen nicht nur zu verstehen, sondern auch zu entwerfen und sie den gegebenen Bedingun-

gen anzupassen. Dazu wird der Stoff unter den fünf Haupttiteln Grundlagen – Fachkunde – Industrielle Elektronik – Unterhaltungselektronik – Computertechnik vermittelt. Das Erreichen der Lernziele wird durch die Stoffauswahl sehr erleichtert. Durch Experimente wird eine enge Verbindung zwischen Theorie und Praxis geschaffen.

K.

¹ Im Studienhonorar inbegriffen sind die Lehrbriefe nebst dem Experimentiermaterial, die Versandkosten, die Beantwortung von Fragen zum Lehrstoff, die Korrektur und Bewertung der Aufgabenlösungen, das Zeugnis, die mündlich-schriftliche Prüfung und die Ausstellung des Diploms. Die Kursteilnahme kann nach 6 oder 12 Lehrbriefen gekündigt werden. Bei gleichzeitigem Bezug des ganzen Lehrganges werden 10% Skonto gewährt.