

# Der Albis-Dreischleifen-MP-Impulsschreiber = Impulsographe Albis équipé de trois systèmes, à papier métallisé

Autor(en): **Ender, Urs / Müller, Peter**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **37 (1959)**

Heft 5

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875442>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Pour remplacer une inscription que le trilinguisme du pays rendrait assez importante et qui, de ce fait, nuirait beaucoup aux possibilités de mesure susmentionnées, on a choisi l'emblème de l'administration des PTT, qui désigne de façon assez claire le pays et l'organisation pour l'étranger également. Du reste, mentionner spécialement qu'il s'agit de «télévision» sur une mire de télévision serait un pléonasme.

URS ENDER und PETER MÜLLER, Zürich

## Der Albis-Dreischleifen-MP-Impulsschreiber\*

621.317.7.087.6

### Impulsographe Albis équipé de trois systèmes, à papier métallisé

**Zusammenfassung.** *Es wird ein neuentwickelter Impulsschreiber beschrieben, der mit dem bekannten Metallpapier-Schreibverfahren arbeitet. Zwei der drei Registriersysteme sind mit hochohmigen Vorverstärkern von geringer Kapazität ausgerüstet, während das dritte System besonders für die Messung von neutralen Kontakten geschaffen ist. Grosse Wiedergabetreue, hohe Präzision, einfache Handhabung und geringes Gewicht sind die besonderen Merkmale des neuen Impulsschreibers.*

**Résumé.** *Description d'un impulsographe récemment développé avec inscriptions sur papier métallisé. Deux des trois systèmes scripteurs sont équipés de préamplificateurs à haute résistance ohmique et faible capacité, tandis que le troisième système est spécialement conçu pour la mesure des contacts exempts de tension. Un grand pouvoir résolvant, une haute précision, une manipulation simple et un poids réduit sont les particularités du nouvel impulsographe.*

#### 1. Einleitung

In der Fernmeldetechnik werden Impulsschreiber zur Messung und Registrierung von Impulsen, Relais-Ansprech- und Abfallzeiten, Impulsverzerrungen, Prellungen usw. benutzt. Besonders in Prüffeldern und bei den mit Amtsüberwachung und Pflege betrauten Dienststellen gehören sie zu den unentbehrlichen und tagtäglich gebrauchten Geräten. Es werden an sie folgende Forderungen gestellt:

Leichte Bedienbarkeit,  
Mess- und Ablesefehler vernachlässigbar klein,  
geringes Gewicht,  
robuster Aufbau,  
billiger Betrieb bei möglichst wenig Unterhalts- und Kontrollarbeiten.

Die bis jetzt gebräuchlichen Impulsschreiber beruhen fast ausnahmslos auf dem sogenannten Wachspapier-Registrierverfahren. Dabei wird ein farbiger, einseitig mit Wachs bedeckter Papierstreifen mit konstanter Geschwindigkeit unter einer Schreibnadel durchgezogen, welche eine Spur in die Wachsschicht ritzt. Impulse werden dadurch angezeigt, dass ein Magnetsystem die Schreibnadel quer zur Bewegungsrichtung des Streifens auslenkt. Die Leistungsgrenzen solcher Schreiber sind klar erkennbar. Einerseits kann infolge der Trägheit der bewegten Massen und der elektrischen Zeitkonstanten des Magnetsystems die Auslenkgeschwindigkeit nicht genügend gross gemacht werden, andererseits ist die zur Auslenkung benötigte Leistung zu gross, als dass im allgemeinen ohne Beein-

#### 1. Introduction

Les télécommunications utilisent des impulsographes pour mesurer et enregistrer des impulsions, les temps d'attraction et de relâchement des relais, les distorsions d'impulsions, les vibrations, etc. Ces appareils font partie des instruments indispensables et utilisés chaque jour, en particulier dans les salles d'essai et dans les services chargés de la surveillance du réseau et de son entretien. Ils sont soumis aux exigences suivantes:

Manipulation simple,  
Erreurs de mesure et de lecture extrêmement petites,  
Poids minime,  
Construction solide,  
Service bon marché avec le moins possible de travaux d'entretien et de contrôle.

Les impulsographes utilisés jusqu'ici reposent presque exclusivement sur le système d'enregistrement sur papier ciré. Une bande de papier de couleur, recouverte d'un côté par de la cire, passe à une vitesse constante sous un style qui trace une piste dans la couche de cire. Les impulsions sont indiquées par le fait qu'un système magnétique fait dévier le style transversalement à la direction du mouvement de la bande. Les limites de rendement de ce système sont facilement reconnaissables. D'une part, du fait de l'inertie des masses mises en mouvement et des constantes de temps électriques du système magnétique, la vitesse de déviation ne peut pas devenir assez grande; d'autre part, la puissance nécessaire à la déviation est trop grande pour que les impulsions puissent généralement être prises, par exemple, directe-

\* Mit freundlicher Erlaubnis entnommen den Albiswerk-Berichten 1958, Nr. 2, Dezember 1958.

flussung des zu messenden Ablaufes Impulse zum Beispiel direkt über Relaiswicklungen abgenommen werden könnten.

Um trotzdem Gleich- und Wechselstromimpulse kleiner Leistung hochohmig messen zu können, werden gelegentlich Eingangsverstärker den Ablenk-systemen entweder direkt eingebaut oder in Zusatzgeräten vorgeschaltet. Dabei treten gewisse Schwierigkeiten auf, zum Beispiel stört die hohe Erdkapazität des benötigten symmetrischen Gleichstromverstärkers, es ist eine betriebsmäßige Einstellung der Röhrenströme erforderlich, und die durch die mechanische Auslenkung der Schreibfedern bedingte Verzögerung wird nicht vermindert.

Für die Neuentwicklung des nachstehend beschriebenen Impulsschreibers waren von Anfang an folgende Forderungen wegweisend:

Hohes Auflösungsvermögen, da bei schnellschaltenden Systemen Relaisprellungen und ähnliche kurze Impulse mit Sicherheit erkannt werden müssen, Schreibfehler und Verzerrungen vernachlässigbar klein, das heisst unter 0,5 ms,

hochohmiger, symmetrischer Eingang mit kleiner Erdkapazität, Ansprechspannung unter 4 Volt, einfachste Bedienung ohne Abgleichung oder Eichung, kleines Gewicht, handliche Abmessungen.

Der aus der Entwicklung hervorgegangene Impulsschreiber erfüllt diese Anforderungen weitgehend. Er hat in Betriebs- und Laborversuchen die in ihn gesetzten Erwartungen erfüllt.

## 2. Aufzeichnungsverfahren

Da beim Wachspapier-Registrierverfahren die Impulsaufzeichnung ohne mechanische Auslenkung unmöglich ist, wurde nach einem anderen Verfahren gesucht.

Zur tintenlosen Aufzeichnung von Informationen wird heute vielfach das sogenannte Metallpapier-(MP-)Schreibverfahren angewendet. Das Prinzip des Verfahrens ist in Figur 1 dargestellt. Ein Band aus Isolierstoff, meist Papier, ist einseitig mit einer dünn aufgedampften Metallschicht überzogen. Es läuft unter einer grossflächigen Elektrode (Stromzuführung) und unter einer extrem kleinflächigen Elektrode (Schreibstift) durch. Lässt man über die Anordnung Stromzuführung–Metallschicht–Schreibstift Strom

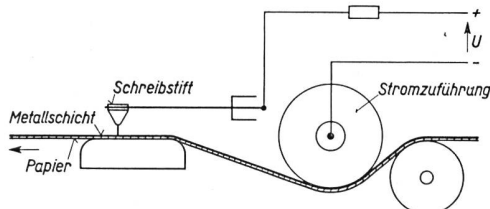


Fig. 1. Prinzipielle Anordnung zur Metallpapier-Registrierung  
Principe de l'enregistrement sur papier métallisé

Legende – Légende:

Metallschicht – Couche métallisée

Papier – Papier

Schreibstift – Style

Stromzuführung – Amenée du courant

ment à travers les enroulements des relais, sans que le fonctionnement des objets à mesurer soit influencée.

Pour que, malgré cela, des impulsions de courant continu et alternatif de petite puissance puissent être mesurées avec une haute résistance ohmique, des amplificateurs d'entrée sont occasionnellement soit directement insérés dans les systèmes de déviation, soit montés dans des appareils accessoires. Mais certaines difficultés se produisent; par exemple, la capacité, par rapport à la terre élevée de l'amplificateur de courant continu symétrique nécessaire, provoque des dérangements, un réglage conforme au service des courants des tubes est indispensable et le retardement provoqué par la déviation mécanique des styles n'est pas diminué.

Pour mettre au point le nouvel impulsographe décrit ci-après, nous nous sommes tenus dès le début aux exigences suivantes:

haut pouvoir de définition, les rebondissements de relais et les brèves impulsions analogues devant être reconnus avec certitude dans les systèmes connectant rapidement,

erreurs d'enregistrement et distorsions négligeables, c'est-à-dire au-dessous de 0,5 ms,

entrée symétrique à haute résistance ohmique avec faible capacité par rapport à la terre, tension d'amorçage inférieure à 4 volts,

service simple sans équilibrage ni étalonnage, faible poids, dimensions pratiques.

L'impulsographe résultant de ce développement satisfait largement à ces exigences. Il a répondu aux attentes mises en lui dans des essais effectués en service et en laboratoire.

## 2. Procédé d'enregistrement

L'enregistrement des impulsions sans déviation mécanique étant impossible dans le procédé d'enregistrement sur papier ciré, on a cherché à obtenir un autre procédé.

Pour enregistrer les informations sans être obligé de recourir à l'encre, on applique de nos jours fréquemment le procédé dit d'enregistrement sur papier métallisé. Le principe de ce procédé est reproduit à la figure 1. Un ruban en matière isolante, généralement du papier, est recouvert d'une fine couche métallisée condensée sur l'une des faces. Il passe sous une électrode à grande surface (amenée du courant) et sous une électrode à très petite surface (style). Si l'on fait passer du courant à travers le circuit d'amenée – couche métallisée – style, la densité de courant devient, lorsque l'intensité est suffisante, si grande sous le style que la couche métallisée se vaporise. Le trajet du courant est interrompu jusqu'à ce que le mouvement du ruban mette à nouveau la pointe du style en contact avec la couche métallisée et que le processus se reproduise. Une piste brûlée de couleur noire se produit sur la couche métallisée brillante.

Les papiers métallisés fabriqués pour des enregistrements ont une épaisseur de 20...50  $\mu$  et une couche de zinc évaporée dans le vide d'environ 40  $\mu$  d'épaisseur.

fließen, so wird bei genügender Stromstärke unter dem Schreibstift die Stromdichte derart gross, dass der Metallbelag verdampft. Der Stromfad wird unterbrochen, bis durch die Bewegung des Bandes die Schreibstiftspitze wieder in Berührung mit der Metallschicht kommt und der Vorgang sich wiederholt. Auf dem hellglänzenden Metallpapier entsteht eine ausgebrannte, schwarze Schreibspur.

Die für Registrierzwecke entwickelten Metallpapiere haben eine Papierdicke von 20...50  $\mu$  und eine im Vakuum aufgedampfte Zinkschicht von etwa 40 m $\mu$  Stärke. Kontrastwirkung und Lesbarkeit der Spur hängen wesentlich von Dicke und Satinierung des Papiers ab, so dass die am besten geeignete Papiersorte von Fall zu Fall durch Versuche ermittelt werden muss. An sich wäre die grösstmögliche Bandgeschwindigkeit durch die Ausbrenngeschwindigkeit der Metallschicht gegeben. Untersuchungen haben gezeigt, dass diese etwa 1500 m/s beträgt. Es ist natürlich nicht möglich, diesen Grenzwert praktisch auszunutzen. Die mechanische Beanspruchung von Papier und Schreibstift würde zum kaum lösbaren Problem. Immerhin gelingt es ohne allzu grossen Aufwand, bei einer Papiergeschwindigkeit von 10 m/s eine saubere, aussetzerfreie Schrift zu erzielen.

Durch die Wahl von Spannung, Stromkreiswiderstand, Art und Auflagedruck des Schreibstiftes kann man Breite sowie Randschärfe der Spur von einer 20  $\mu$  breiten «Mikroschrift» bis zu einem millimeterstarken Strich beliebig festlegen. Für Impulsaufzeichnungen wäre an sich eine feine Spur erwünscht, da unter ungünstigen Verhältnissen Anfangs- und Endpunkte der Schrift um etwa eine halbe Spurbreite unbestimmt sind. Für die Ablesung und Auswertung mit unbewaffnetem Auge muss jedoch eine gewisse Mindestbreite eingehalten werden.

Die gute Transparenz des Papierträgers und die Undurchsichtigkeit der Metallschicht ermöglichen die Auswertung in der Durchsicht und das direkte Lichtpausen beschriebener Streifen.

### 3. Direktschreibende, niederohmige Schleife

Die Aufzeichnung von Impulsen erfolgt beim MP-Verfahren nicht mehr durch seitliche Auslenkung der Schrift, sondern durch Einschaltung des Schreibstromes während der Impulse. Die Messgenauigkeit eines solchen Schreibers ist durch Spurschärfe, Bandgeschwindigkeit und Ablesefehler eindeutig bestimmt. Eine Anordnung zur direkten Messung von Kontaktzeiten zeigt Figur 2. Wird der zu prüfende Kontakt geschlossen, so fliesst Strom über die Vorschaltwiderstände  $R_1$ ,  $R_2$ , Schreibfeder, Metallpapier, Stromzuführung und den zu prüfenden Kontakt. Auf dem Metallpapier entsteht eine Schreibspur, solange der zu messende Kontakt geschlossen ist. Ein derart vereinfachter Schreibstromkreis hat den Vorzug, keinerlei Verzerrungen in den Messvorgang hineinzubringen. Allerdings lassen sich mit ihm nur neutrale Kontakte messen wie bei den einfachen Wachspapier-schreibern, aber mit viel grösserer Genauigkeit. Es ist

L'effet de contraste et la lisibilité de la piste dépendent essentiellement de l'épaisseur et du satinage du papier, de sorte que le papier le plus adéquat doit être recherché dans chaque cas par des essais. La vitesse du ruban la plus grande possible serait donnée par la vitesse de carbonisation de la couche métallisée. Des essais ont montré qu'elle est d'environ 1500 m/s. Il n'est naturellement pas possible d'utiliser pratiquement cette valeur limite. L'effort mécanique imposé au papier et au style deviendrait un problème difficilement soluble. On arrive néanmoins, sans faire de trop grandes dépenses, à obtenir un relevé propre et ininterrompu à une vitesse de 10 m/s.

En choisissant la tension, la résistance du circuit, le genre et la pression du style, on peut fixer à volonté la largeur et la netteté marginale du tracé depuis un «relevé microscopique» de 20  $\mu$  jusqu'à un trait de 1 millimètre de large. Il serait souhaitable d'avoir un fin tracé pour enregistrer les impulsions, les points de début et de fin étant, lorsque les conditions sont défavorables, imprécis d'une demi-largeur de tracé environ. Une certaine largeur minimum doit cependant être maintenue pour que la lecture et l'appréciation puissent se faire à l'œil nu.

La bonne transparence du support en papier et l'opacité de la couche métallique permettent l'appréciation par transparence et l'établissement direct de calques des bandes écrites.

### 3. Système à faible résistance ohmique écrivant directement

Dans le procédé d'enregistrement sur papier métallisé, les impulsions ne sont plus relevées par déviation latérale de l'écriture, mais par insertion du courant d'écriture pendant les impulsions. La netteté du tracé, la vitesse du ruban et l'erreur de lecture déterminent l'exactitude de mesure d'un

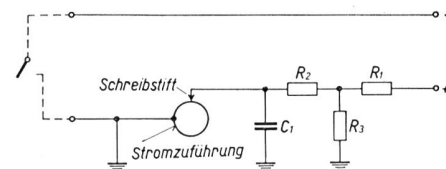


Fig. 2. Stromlauf der direktschreibenden niederohmigen Schleife  
Parcours du courant du système à faible résistance ohmique écrivant directement

Legende – Légende:

Schreibstift – Style

Stromzuführung – Amenée du courant

impulsographe de ce genre. La figure 2 montre un dispositif permettant de lire directement les temps de fonctionnement des contacts. Le contact à essayer est-il fermé, le courant passe à travers les résistances additionnelles  $R_1$ ,  $R_2$ , le style, le papier métallisé, l'amenée du courant et le contact à essayer. Une piste est tracée sur le papier métallisé aussi longtemps que le contact est fermé. Un circuit scripteur aussi simplifié offre l'avantage de n'apporter aucune distorsion dans le processus de mesure. En

zu beachten, dass am offenen Messkontakt die Schreibspannung von etwa 40 V liegt, und dass durch den geschlossenen Kontakt der Schreibstrom von etwa 20 mA fließt. Die niederohmige Schleife ist deshalb besonders geeignet für die rasche und genaue Prüfung von Nummernschaltern und ähnlichen mechanischen Impulsgebern.

#### 4. Hochohmige Schleife mit Eingangsverstärker

Die Notwendigkeit, Gleich- und Wechselstromimpulse kleiner Leistung hochohmig messen zu können, zwingt auch beim MP-Verfahren zur Leistungsverstärkung. Zudem wird immer mehr die Möglichkeit gewünscht, Impulse über Relaiswicklungen oder Widerstände direkt abnehmen zu können, ohne eine Beeinflussung des zu prüfenden Vorganges befürch-

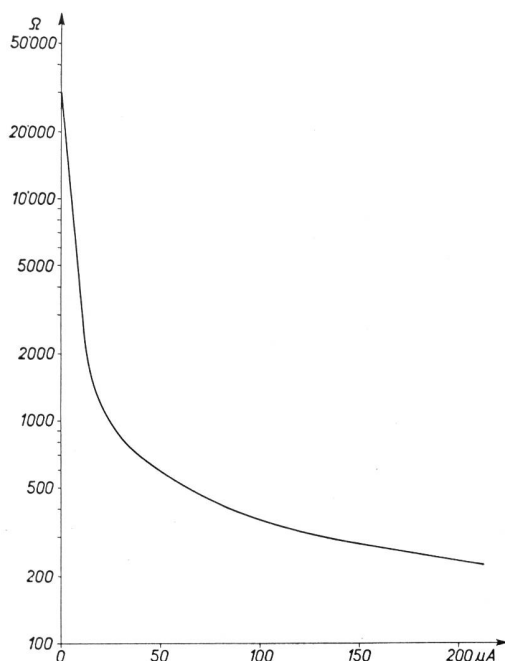


Fig. 3. Wechselstromwiderstand der Siliziumdiode S 34 als Funktion des Durchlaßstromes  
Résistance à courant alternatif de la diode au silicium S 34 en fonction du courant de passage

ten zu müssen. Auch diese Forderung lässt sich nicht ohne Verstärkung erfüllen. Um die bereits erwähnten Schwierigkeiten bei symmetrischen Gleichstromverstärkern zu vermeiden, werden an ihrer Stelle beim vorliegenden Impulsschreiber durch Siliziumdioden gesteuerte Oszillatoren verwendet.

Es ist bekannt, dass Siliziumdioden im Durchlassbereich eine sehr stark nichtlineare Stromspannungscharakteristik aufweisen. Figur 3 stellt den differentiellen Widerstand  $r = \frac{dU}{dI}$  einer Intermetall-Siliziumdiode S 34 in Abhängigkeit des Stromes in Durchlassrichtung dar. Wie man sieht, genügen geringste Ströme, um diesen Widerstand um zwei Zehnerpotenzen zu senken. Dieser Widerstandsverlauf ist im interessierenden Bereich nahezu temperaturunabhängig.

effet, il ne permet de mesurer que des contacts neutres de la même façon que les simples impulsographes à papier ciré, mais avec une beaucoup plus grande précision. Il y a lieu de tenir compte du fait que la tension est d'environ 40 volts au contact de mesure ouvert et que le courant de 20 milliampères environ passe à travers le contact fermé. C'est pourquoi le système à faible résistance ohmique est particulièrement indiqué pour essayer rapidement et de façon précise les disques d'appel et autres générateurs d'impulsions mécaniques analogues.

#### 4. Système à haute résistance ohmique avec amplificateur d'entrée

La nécessité de pouvoir mesurer avec une haute résistance ohmique des impulsions de courant continu ou alternatif de faible puissance implique l'obligation d'amplifier la puissance également dans le procédé d'enregistrement sur papier métallisé. En outre, il est de plus en plus souhaitable de pouvoir recueillir directement des impulsions à travers des enroulements de relais ou des résistances, sans devoir craindre d'influencer le processus en cours de mesure. Cette exigence ne peut pas non plus être satisfaite sans amplification. Pour éviter les difficultés déjà mentionnées des amplificateurs à courant continu symétriques, on les a remplacés dans le nouvel impulsographe par des oscillateurs commandés par des diodes au silicium.

On sait que les diodes au silicium accusent une caractéristique de tension de courant très fortement non linéaire dans la bande passante. La figure 3 représente la résistance différentielle  $r = \frac{dU}{dI}$  d'une

diode au silicium Intermetall S 34 en fonction du courant dans la direction de passage. On voit que de très faibles courants suffisent pour faire descendre cette résistance dans un rapport de 100 à 1. Dans la bande qui nous intéresse, cette courbe de résistance est à peu près indépendante de la température. Le schéma d'un système à haute résistance ohmique (fig. 4) montre l'utilisation de l'effet. Deux diodes au silicium Gr 1, 2, connectées antiparallèlement, sont en série sur la capacité  $C_1, C_2$  d'un circuit oscillateur déterminant la fréquence. La résistance différentielle de la paire de diodes agit comme résistance d'amortissement. Le circuit est calculé de telle sorte que la condition d'oscillation est remplie pour le circuit oscillateur dès que cette résistance tombe au-dessous d'une valeur déterminée. C'est le cas lorsque, une tension étant appliquée aux bornes d'entrée, un courant déterminé passe à travers les résistances  $W_1, 3, 4, 2$  et une des deux diodes. La fréquence oscillante de l'oscillateur est d'environ 100 kHz et les temps de mise en oscillation et d'évanouissement sont inférieurs à 0,1 ms, de sorte que l'oscillateur vibre pratiquement aussi longtemps que la tension d'entrée est au-dessus du seuil d'environ 2 V. En modifiant le régulateur de sensibilité  $W_1, 22$ , on peut augmenter à

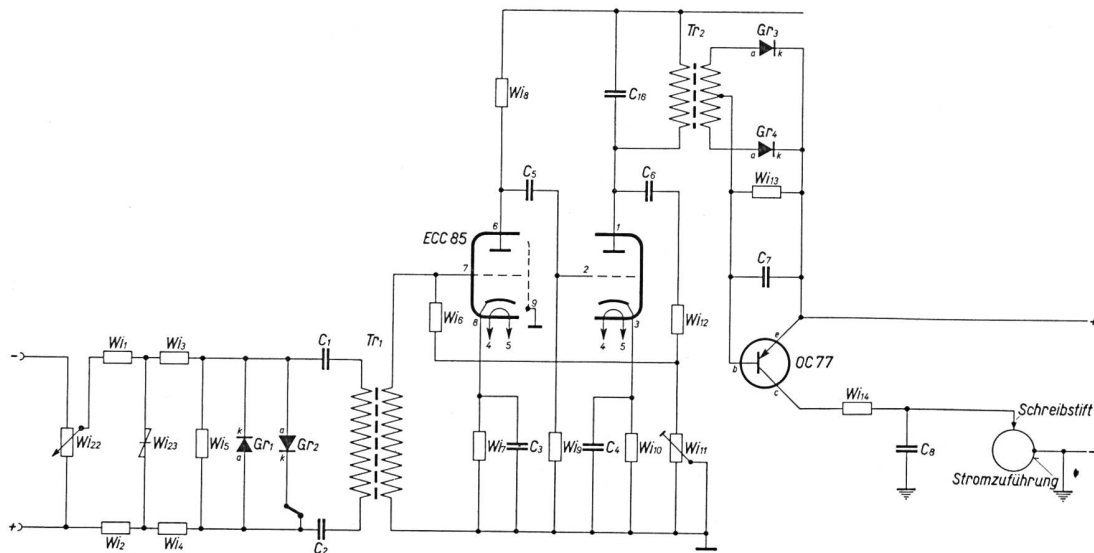


Fig. 4. Stromlauf der hochohmigen Schleife mit Eingangsverstärker

Parcours du courant du système à haute résistance ohmique avec amplificateur d'entrée

Légende - Legende: Schreibstift - Style Stromzuführung - Amenée du courant

Die Verwertung des Effektes ist aus dem Schaltbild einer hochohmigen Schleife (Figur 4) ersichtlich. Zwei antiparallel geschaltete Siliziumdioden Gr 1, 2 liegen in Reihe zur frequenzbestimmenden Kapazität  $C_1$ ,  $C_2$  eines Oszillatorschwingkreises. Der differentielle Widerstand des Diodenpaares wirkt als Dämpfungswiderstand. Die Schaltung ist so bemessen, dass die Schwingbedingung für den Oszillatorkreis erfüllt ist, sobald dieser Widerstand unter einen bestimmten Wert fällt. Dies ist der Fall, wenn infolge einer an die Eingangsklemmen gelegten Spannung ein bestimmter Strom über die Widerstände  $W_i 1, 3, 4, 2$  und eine der beiden Dioden fließt. Die Schwingfrequenz des Oszillators beträgt etwa 100 kHz, und die An- und Ausschwingzeit ist kleiner als 0,1 ms, so dass der Oszillator praktisch schwingt, so lange die Eingangsspannung oberhalb des Schwellenwertes von etwa 2 V liegt. Durch Verändern des Empfindlichkeitsreglers  $W_i 22$  kann die Ansprechspannung beliebig erhöht werden. In bekannter Weise gelingen damit die Trennung von Impulsen verschiedener Spannung und eine grobe Aufnahme von Impulsformen.

Die vom Oszillator abgegebene Wechselfspannung wird über den Übertrager Tr 2 ausgekoppelt, von den Dioden Gr 3, 4 gleichgerichtet und zwischen Basis und Emmitter des Schalttransistors OC 77 gelegt. Dieser sperrt im Ruhezustand den Schreibstromkreis +35 V, Emmitter, Kollektor,  $W_i 14$ , Schreibfeder, Metallpapier, Stromzuführung -35 V. Durch die gleichgerichtete Schwingspannung wird der Transistor geöffnet, es entsteht auf dem Papierband eine Schreibspur.

Die Koinzidenz Eingangsspannung/Schreibspur wird grundsätzlich durch die Anschwingzeiten des Oszillators und die Ladezeiten des Kondensators C 7 gestört. Diese Zeiten sind jedoch so, dass der resultierende Fehler weniger als 0,2 ms beträgt. Für die Messung von Gleichstromimpulsen wird die Diode Gr 2 ausgeschaltet. Eine unzulässig hohe Beanspruchung

volonté la tension de fonctionnement. On parvient de la façon connue à séparer des impulsions de tension différente et à enregistrer approximativement des formes d'impulsions.

La tension alternative émise par l'oscillateur est découplée à travers le translateur Tr 2, redressée par les diodes Gr 3, 4 et appliquée entre la base et l'émetteur du transistor de couplage OC 77. Ce dernier bloque au repos le circuit du scripteur +35 V, émetteur, collecteur, résistance  $W_i 14$ , style, papier métallisé, amenée du courant, -35 V. La tension oscillante redressée ouvre le transistor et un tracé se produit sur la bande de papier.

La coïncidence entre la tension d'entrée et le tracé est principalement troublée par les temps de mise en oscillation de l'oscillateur et les temps de charge du condensateur C 7. Ces temps sont cependant tels que l'erreur en résultant est inférieure à 0,2 ms. Pour la mesure d'impulsions à courant continu, la diode Gr 2 est mise hors circuit. Le varistor  $W_i 23$  empêche, dans cet état d'exploitation, que la diode Gr 1 soit mise à contribution de façon inadmissible dans la direction de blocage. Du reste, la tension d'entrée admise au maximum ne dépend que de la capacité de charge thermique de  $W_i 22$ . La tension supportée en permanence est supérieure à 300 volts et des pointes de tension de courte durée de plus de 1000 volts ne provoquent aucun dommage.

Lorsqu'il s'agit d'enregistrer des impulsions de courant alternatif, la tension de réponse est augmentée du facteur 2, dès que les temps de demiondes peuvent être comparés avec les temps de mise en oscillation de l'oscillateur. La figure 5 montre la caractéristique de fréquence de la tension de réponse pour laquelle la valeur de pointe d'impulsions de courant alternatif est reportée.

La coupure galvanique entre le circuit d'entrée, l'oscillateur et le circuit scripteur offre divers avan-

der Diode Gr 1 in Sperrichtung wird in diesem Betriebszustand durch den Varistor Wi 23 verhindert. Im übrigen ist die höchstzulässige Eingangsspannung nur von der thermischen Belastbarkeit von Wi 22 abhängig. Die dauernd ertragene Spannung liegt über 300 V, und auch kurzzeitige Spannungsspitzen über 1000 V verursachen keinen Schaden.

Bei der Registrierung von Wechselstromimpulsen erhöht sich die Ansprechspannung um den Faktor 2, sobald die Halbwellenzeiten vergleichbar mit den Anschlagzeiten des Oszillators werden. Figur 5 zeigt den Frequenzgang der Ansprechspannung, wobei der Scheitelwert von Wechselstromimpulsen aufgetragen ist.

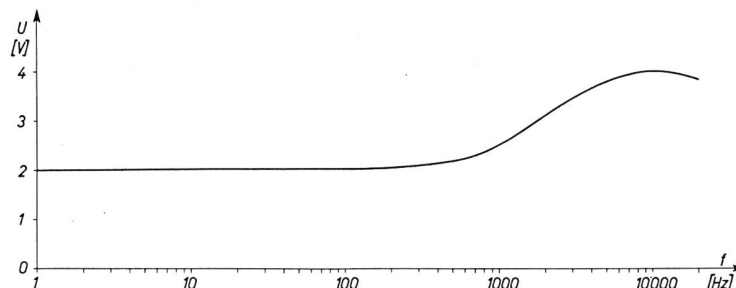


Fig. 5.  
Ansprechspannung der hochohmigen Schleife als Funktion der Frequenz  
Tension de réponse du système à forte résistance ohmique en fonction de la fréquence

Die galvanische Trennung zwischen Eingangsschaltung, Oszillator und Schreibstromkreis bietet verschiedene Vorteile. Der symmetrische Eingang hat bei einem Eingangswiderstand grösser als 85 k $\Omega$  eine Erdkapazität von nur 40 pF. Dieser Wert ist in den weitaus meisten Fällen vernachlässigbar, so dass Spannungsimpulse an beliebigen Orten abgenommen werden können. Ferner tritt an der Schreibfeder nur die vollkommen ungefährliche Spannung von 35 V auf. Netzspannungsschwankungen innerhalb der üblichen Grenzen haben nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf Ansprechspannung und Schreibgenauigkeit. Schliesslich ist nach Ersatz von Bauelementen ausser der Einstellung der Ansprechspannung mit dem Potentiometer Wi 11 kein Abgleich nötig.

### 5. Konstruktive Ausführung

Der nach den genannten Prinzipien entwickelte Impulsschreiber ist in Figur 6 in betriebsbereitem Zustand dargestellt. Er ist mit zwei hochohmigen und einer niederohmigen Schreibschleife ausgerüstet, ist für zwei Bandgeschwindigkeiten, Hand-, Fern- und automatische Anlassung eingerichtet und enthält ferner einen Impulsgeber und einen beleuchtbaren Auswertemaßstab (siehe Fig. 7). Das Gerät ist in einem kofferartigen Blechgehäuse mit abnehmbarem Deckel eingebaut, hat ein Gewicht von 10,6 kg und Abmessungen von 400  $\times$  160  $\times$  260 mm. Für die Speisung wird 50 Hz-Wechselstrom benötigt; ein Spannungsumschalter ermöglicht die Verwendung bei verschiedenen Netzspannungen. Die aufgenommene Leistung beträgt im Maximum 85 VA.

Das 10 mm breite Metallpapier läuft von der Vorratsrolle durch den Schreibkopf, die Antriebsrollen

tages. L'entrée symétrique a une capacité par rapport à la terre de 40 pF seulement pour une résistance d'entrée supérieure à 85 k $\Omega$ . Cette valeur est négligeable dans la plupart des cas, de sorte que des impulsions de tension peuvent être recueillies en des endroits quelconques. En outre, seule la tension absolument inoffensive de 35 volts apparaît sur le ressort du circuit scripteur. Les variations de tension du secteur dans les limites ordinaires n'ont qu'une influence négligeable sur la tension de réponse et l'exactitude du tracé. Enfin, lors du remplacement éventuel d'un élément il ne faut procéder à aucun équilibrage en dehors du réglage de la tension de fonctionnement à l'aide du potentiomètre Wi 11.

### 5. Construction

La figure 6 représente l'impulsographe mis au point selon les principes énumérés ci-dessus et en état de service. Il est équipé de deux systèmes scripteurs à haute résistance ohmique ainsi que d'un système à faible résistance ohmique, il est prévu pour deux vitesses de bande et démarrage manuel, télécommandé et automatique; en outre, il contient un générateur d'impulsions et une échelle d'évaluation pouvant s'éclairer (voir fig. 7). L'appareil est installé dans un coffret métallique à couvercle démontable; son poids est de 10,6 kg et ses dimensions de 400  $\times$  160  $\times$  260 mm. Un courant alternatif de 50 Hz est nécessaire à son alimentation et un commutateur de tension permet de l'employer à différentes tensions du réseau. La puissance absorbée est de 85 VA au maximum.

Le papier métallisé de 10 mm de large passe du rouleau vierge à la tête enregistreuse, aux galets d'entraînement et au dispositif à couper la bande. Dans la tête enregistreuse sont logées les trois électrodes scripteuses – styles fins en métal à haute résistance à la brûlure montés sur ressorts à lames – et le cylindre d'amenée du courant en graphite à large surface. Un dispositif de relèvement des électrodes facilite la mise en place de la bande; il y a lieu de veiller uniquement à ce que la couche de métal brillante se trouve toujours vers le haut.

Le dispositif complet d'entraînement de la bande est monté en un bloc indépendant. Un moteur synchrone du type à cage d'écureuil, qui se caractérise par une marche très constante, actionne par l'entremise d'un engrenage à deux vitesses un galet d'entraînement qui tourne en permanence lorsque l'inter-

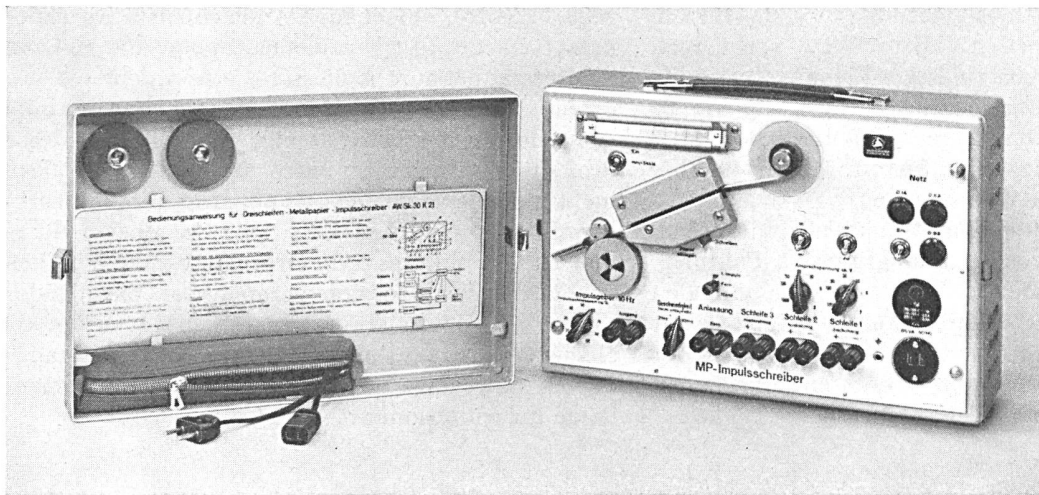


Fig. 6.  
MP-Impulsschreiber mit zwei hochohmigen und einer niederohmigen Schleife  
Impulsographe sur papier métallisé à deux systèmes scripteurs à haute résistance ohmique et à un système à faible résistance ohmique

und den Bandabreisser. Im Schreibkopf untergebracht sind die drei Schreibelektroden – dünne Stifte aus abbrandfestem Material, auf Blattfederchen montiert – und die grossflächige Stromzuführungsrolle aus Graphit. Das Einlegen des Bandes wird durch eine Elektrodenabhebevorrichtung erleichtert, es ist lediglich darauf zu achten, dass die glänzende Metallschicht immer nach oben zu liegen kommt.

Der gesamte Bandantrieb ist in einem für sich montierten Block zusammengebaut. Ein Aussenläufer-Synchronmotor, der sich durch sehr konstanten Lauf auszeichnet, treibt über ein zweistufig umschaltbares Zahnradgetriebe eine Antriebsrolle an, die sich bei eingeschaltetem Netzschalter ständig dreht. Die Umschaltung des Getriebes erfolgt mittels eines Drehknopfs bei ein- oder ausgeschaltetem Motor. Diese Anordnung ergibt zwangsläufig und ohne Eichung die beiden Ablaufgeschwindigkeiten von 100 und 500 mm/s, das heisst 1 mm auf dem Band entspricht direkt 10 bzw. 2 ms. Das Band selbst wird erst dann befördert, wenn es durch die elektromagnetisch betätigte Andrückrolle auf die sich drehende Antriebsrolle gepresst wird.

Die Anlassung des Papiervorschubs erfolgt wahlweise von Hand am Anlaßschalter des Impulsschreibers, fernbedient durch irgend einen mit zwei Klemmen zu verbindenden Kontakt oder automatisch mit dem Einsetzen des ersten Impulses einer Impulsreihe, die auf einer der hochohmigen Schleifen eintrifft. Im letztgenannten Fall wird der erste Impuls etwas verzerrt, die folgenden jedoch richtig wiedergegeben, da der Papiervorschub erst nach einer etwa 1 s dauernden Pause unterbrochen wird. Die niederohmige Schleife wurde nicht in die automatische Anlassung einbezogen, um, wenn gewünscht, eine Zeitmarkierung (z. B. durch den eingebauten Impulsgeber) ständig mitschreiben zu können.

Die gesamte Schaltung der hochohmigen Schleifen ist auf je einem eigenen, leicht demontierbaren Chassis aufgebaut (siehe Fig. 8). Ein beim ausgebauten Gerät von hinten zugängliches Einstellpotentiometer ermöglicht die Justierung der Ansprechspannung. Der Motor

rupteur réseau est enclenché. La commutation de la commande se fait au moyen d'un bouton qui peut être tourné lorsque le moteur est enclenché ou déclenché. Cette disposition donne automatiquement et sans étalonnage les deux vitesses de marche de 100 et 500 mm/s, c'est-à-dire que 1 mm sur la bande correspond directement à 10, respectivement 2 ms. La bande elle-même n'est mise en mouvement que lorsqu'elle est pressée sur le galet d'entraînement tournant par le galet de pression actionné électromagnétiquement.

Pour mettre en marche l'avance du papier, on peut le faire soit à la main en actionnant le commutateur de démarrage manuel, soit par télécommande au moyen de n'importe quel contact à relier à deux bornes, soit automatiquement par la première impulsion qui arrive sur un des systèmes à haute résistance ohmique. Dans le dernier cas, la première impulsion subit une coupure initiale, tandis que les impulsions suivantes sont reproduites correctement, l'avance du papier n'étant interrompue qu'après une pause d'environ 1 s. Le système à faible résistance ohmique n'a pas été inclus

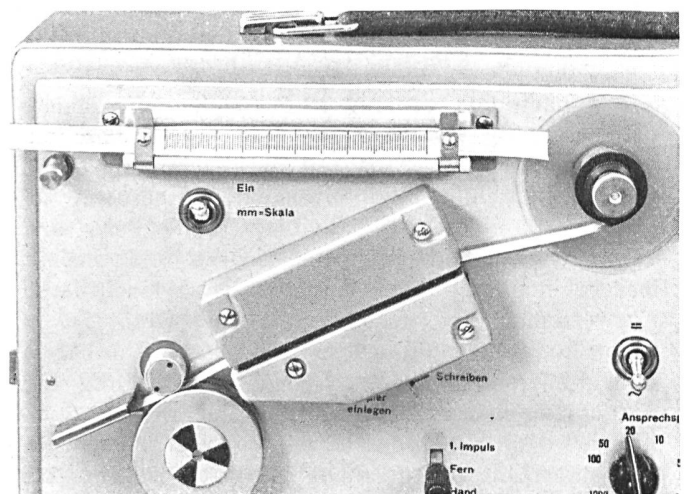


Fig. 7. Teilansicht von Figur 6 rechts. Auswertemaßstab und Bandführung  
Vue partielle de la figure 6 représentant l'échelle d'évaluation et guide-bande



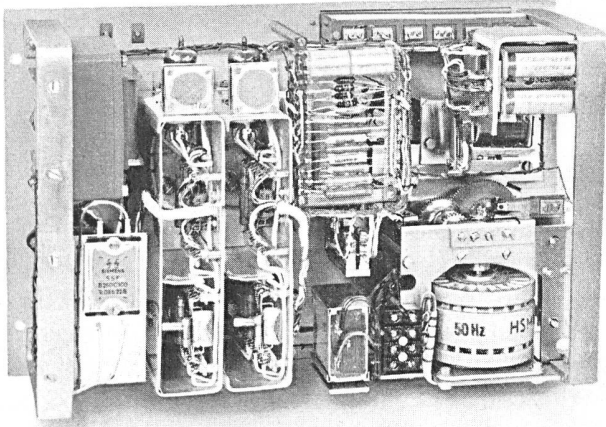


Fig. 8. Verdrahtungsseite - Côté câblage

betätigt mittels einer Nockenscheibe einen Impulskontakt, der sich zehnmal je Sekunde schliesst. Das Impulsverhältnis lässt sich an einem Drehknopf in sehr weiten Grenzen verändern. Der Kontakt ist direkt mit zwei Klemmen verbunden und lässt sich wie ein Relaiskontakt belasten. Das beschriebene Metallpapier kann unter den in mm geeichten Glasmaßstab gelegt und ausgemessen werden, wobei eine einschaltbare Durchsichtbeleuchtung die Kontrastwirkung erhöht. Die Forderung nach möglichst einfacher Bedienung konnte erfüllt werden durch eine übersichtliche Gruppierung der Bedienungselemente (siehe Fig. 6), durch das Fehlen irgendwelcher Eichungen und durch die weitgehende Sicherheit gegen Überlastungen mechanischer und elektrischer Art.

## 6. Anwendungsbeispiele

Die Einsatzmöglichkeiten des Metallpapier-Impulschreibers sind sehr vielseitig. Die hochohmigen Schleifen gestatten es, zeitliche Vorgänge an beliebigen Punkten von Relaischaltungen und Leitungen zu kontrollieren, ohne Eingriffe in die Schaltung zu erfordern und ohne die Schaltzeiten zu beeinflussen. Die niederohmige Schleife ist bei Messungen an neutralen oder an den in Schalteinrichtungen oft vorhandenen, einseitig geerdeten Prüfkontakten vorzuziehen und ist auch zur Prüfung von Bauteilen, zum Beispiel Nummernschaltern, besonders geeignet. Die folgenden Beispiele geben einen Einblick in verschiedene Anwendungsgebiete.

Die Messung von Relaischaltzeiten lässt sich auf sehr einfache Art ausführen. Figur 9 zeigt die zur Verwendung kommende Schaltung und den entsprechenden Registrierstreifen. Die Schleife 1 ist mit der Relaiswicklung verbunden, so dass jedesmal eine Schreibspur entsteht, wenn die Spule an Spannung gelegt wird. Die niederohmige Schleife 3 ist so mit einem Umschaltekontakt verbunden, dass sich Ansprech- und Abfallzeiten bei Ruhe- und Arbeitskontakt sowie die Umschlagzeiten in einem Messvorgang

dans le démarrage automatique, pour que, si cela est désiré, il puisse constamment enregistrer le temps (par exemple par l'entremise du générateur d'impulsions encastré).

Le circuit complet des systèmes à haute résistance ohmique est fixé sur un châssis particulier, facilement démontable (voir fig. 8). Un potentiomètre de réglage, accessible de l'arrière lorsque l'appareil est démonté, permet de régler la tension de réponse. Au moyen d'un disque à cames, le moteur actionne un contact d'impulsions qui se ferme dix fois par seconde. Le rapport d'impulsions peut être modifié dans de très larges limites à l'aide d'un bouton. Le contact est directement relié à deux bornes et peut être chargé comme un contact de relais. Le papier métallisé écrit peut être placé sous l'échelle graduée de verre étalonnée en mm et soumis aux appréciations, un éclairage par transparence permet d'augmenter le contraste. Un groupement clair des éléments de service (voir fig. 6), l'absence de tout étalonnage et la sécurité très suffisante contre les surcharges de nature mécanique et électrique ont pu satisfaire à l'exigence imposée d'un service aussi simple que possible.

## 6. Exemples d'application

Les possibilités d'emploi de l'impulsographe à papier métallisé sont très variées. Les systèmes à haute résistance ohmique permettent de contrôler des phénomènes à n'importe quel point de connexion de relais et de lignes, sans interventions dans le cir-

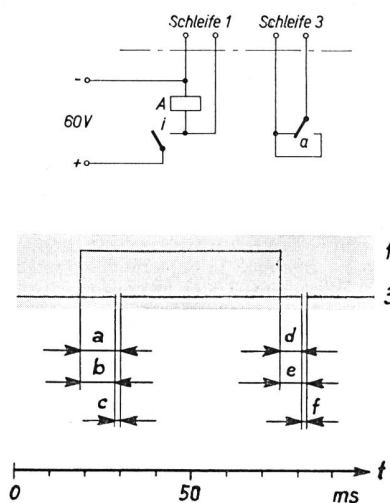


Fig. 9. Messung von Relaischaltzeiten

Mesure des temps de commutation de relais

- a. Ansprechzeit Arbeitskontakt - Temps d'attraction du contact de travail
- b. Ansprechzeit Ruhekontakt - Temps d'attraction du contact de repos
- c. Ansprech-Umschlagzeit - Temps d'inversion d'attraction
- d. Abfallzeit Arbeitskontakt - Temps de relâchement du contact de travail
- e. Abfallzeit Ruhekontakt - Temps de relâchement du contact de repos
- f. Abfall-Umschlagzeit - Temps d'inversion de relâchement

Schleife 1 - Système 1  
Schleife 2 - Système 2

ermitteln lassen. Selbstverständlich lassen sich auch grössere Relaiszeitdiagramme aufnehmen, die bei der Fehlersuche in Schaltungen oft sehr zweckmässig sind. Ein gutes Beispiel stellt der in Figur 10 wiedergegebene Impulsgeber dar. Um alle vier Relais zu

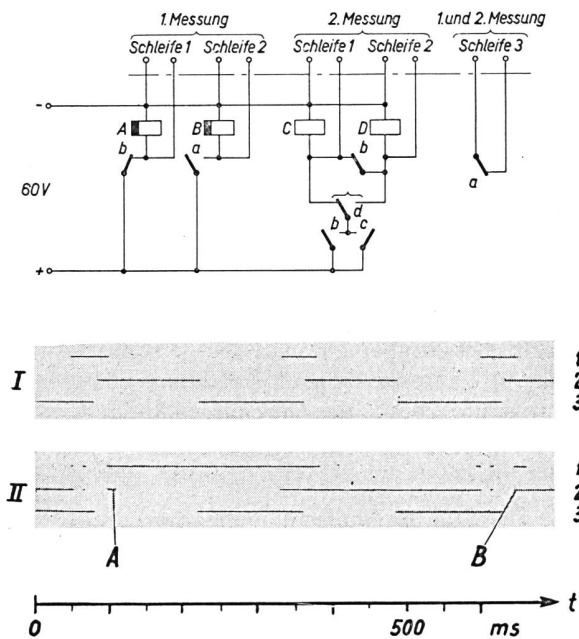


Fig. 10. Relaiszeitdiagramm eines Impulsgebers  
Diagramme de fonctionnement des relais d'un générateur d'impulsions

I: 1. Messung, Relais A, B - 1<sup>re</sup> mesure, relais A, B  
II: 2. Messung, Relais C, D - 2<sup>e</sup> mesure, relais C, D  
A: Relais D erhält kurzzeitig Spannung - Relais D reçoit une tension pendant un bref laps de temps  
B: Relais D zieht fälschlicherweise auf - Fausse attraction du relais D

Legende - Légende:

1. Messung - 1<sup>re</sup> mesure  
Schleife 1 - Système 1; Schleife 2 - Système 2  
2. Messung - 2<sup>e</sup> mesure  
Schleife 1 - Système 1; Schleife 2 - Système 2  
1. und 2. Messung - 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> mesure  
Schleife 3 - Système 3

erfassen, werden zwei Messungen hintereinander durchgeführt, wobei die zeitliche Übereinstimmung der beiden Registrierstreifen durch die mit Schleife 3 geschriebenen Impulse gewährleistet ist. Auch in diesem Beispiel ist die Schaltung so gewählt worden, dass das Anlegen einer Spannung an die Wicklung eines Relais aufgezeichnet wird. Unsere Messungen zeigen,

cuit et sans influencer les temps de commutation. Le système à faible résistance ohmique aura la préférence pour les mesures à exécuter aux contacts d'essai neutres ou aux contacts d'essai existant souvent dans des dispositifs de couplage et mis à la terre sur un côté; il convient spécialement pour essayer des pièces détachées, par exemple les disques d'appel. Les exemples suivants donnent un aperçu des divers domaines d'application.

La mesure des temps de commutation de relais s'effectue de façon très simple. La figure 9 montre le montage utilisé à cet effet et la bande enregistrée correspondante. Le système 1 est relié à l'enroulement du relais, de sorte qu'une piste est tracée chaque fois que la bobine est mise sous tension. Le système 3 à faible résistance ohmique est raccordé à un contact de commutation, de sorte que les temps d'attraction et de relâchement pour le contact de repos et de travail ainsi que les temps d'inversion s'obtiennent en une seule opération de mesure. Il est entendu que de plus grands diagrammes de fonctionnement de relais, souvent indiqués pour la recherche de défauts dans des circuits, peuvent aussi être enregistrés. Le générateur d'impulsions reproduit à la figure 10 en est un bon exemple. Pour que les quatre relais puissent être compris dans l'analyse, deux mesures sont faites successivement, la concordance des deux bandes enregistrées étant garantie par les impulsions notées à l'aide du système 3. Dans cet exemple également, le montage a été choisi de manière que l'application d'une tension à l'enroulement d'un relais soit reproduite. Nos mesures montrent que le relais D présente une fausse excitation pendant un court laps de temps et que, de ce fait, il en résulte des dérangements fonctionnels.

Le pouvoir de définition élevé de l'impulsographe à papier métallisé permet de constater de très brèves impulsions, par exemple des rebondissements. Un montage adéquat est représenté à la figure 11. Le système 1, pontant le contact, reproduit très bien les rebondissements à la fermeture, le système 2, parallèle à la résistance, les rebondissements de retour à l'ouverture du contact.

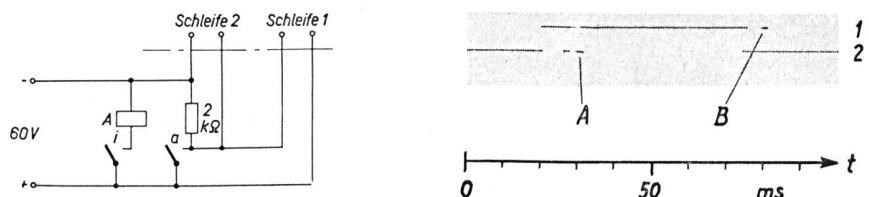
La figure 12 montre les distorsions d'impulsions de sélection à 50 Hz sur une ligne. Les systèmes 1 et 2 à forte résistance ohmique enregistrent les impulsions au début et à la fin de la ligne, le système 3 est relié à un contact du relais d'impulsions d'émission. Les mesures ont été faites à l'équilibreur d'une ligne non pupinisée de 10, respectivement de 40 km. En

Fig. 11.  
Messung der Prellungen eines Relaiskontaktes

Mesure des rebondissements d'un contact de relais

Legende - Légende:

A: beim Abfallen - au relâchement  
B: beim Ansprechen - à l'attraction  
Schleife 2 - Système 2  
Schleife 1 - Système 1



dass das Relais D fälschlicherweise jeweils für kurze Zeit erregt wird und dass dadurch Funktionsstörungen entstehen.

Das hohe zeitliche Auflösungsvermögen des Metallpapier-Impulsschreibers ermöglicht die Feststellung sehr kurzer Impulse, zum Beispiel auch Prellungen. Eine geeignete Schaltung zeigt Figur 11. Schleife 1, den Kontakt überbrückend, gibt die Prellungen beim Schliessen, Schleife 2, parallel zum Widerstand, die Rückprellungen beim Öffnen des Kontaktes sehr gut wieder.

Die Verzerrungen von 50-Hz-Wahlimpulsen an einer Leitung werden in Figur 12 demonstriert. Die hochohmigen Schleifen 1 und 2 registrieren die Impulse am Anfang bzw. Ende der Leitung, die Schleife 3 ist mit einem Kontakt des Sendeimpulsrelais verbunden. Die Messungen wurden an der Nachbildung einer 10 bzw. 40 km langen unipupinierten Leitung durchgeführt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass dank der Unempfindlichkeit der hochohmigen Schleifen gegen Überspannungen Signale mit stark verschiedenen Pegeln, also zum Beispiel ankommende und abgehende Impulse auf Leitungen, aufgezeichnet werden können, ohne die Ansprechspannung verändern zu müssen.

Alle diese Beispiele zeigen, dass sich der Metallpapier-Impulsschreiber dank der hohen Wiedergabetreue des Aufzeichnungsverfahrens für genaue Messungen aller Art vorzüglich eignet. Seine Anwendungsmöglichkeiten können dabei mit Hilfe der automatischen oder fernbedienten Anlassung noch beträchtlich erweitert werden.

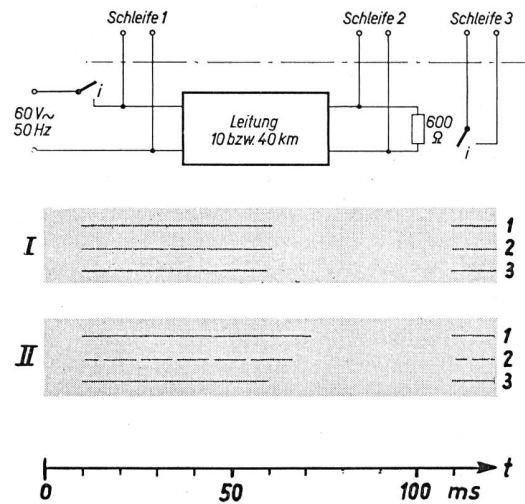


Fig. 12. Verzerrungen von 50 Hz-Wahlimpulsen auf einer Leitung  
Distorsions d'impulsions de sélection à 50 Hz sur une ligne  
Legende - Légende:  
I: Leitungslänge 10 km - Longueur de la ligne 10 km  
II: Leitungslänge 40 km - Longueur de la ligne 40 km  
Schleife 1 - Système 1  
Schleife 2 - Système 2  
Schleife 3 - Système 3  
Leitung 10 bzw. 40 km - Ligne de 10, respectivement de 40 km

l'occurrence, il y a lieu de mentionner que, grâce à l'insensibilité des systèmes à forte résistance ohmique aux surtensions, des signaux à niveaux très différents, par exemple des impulsions entrantes et sortantes sur des lignes, peuvent être enregistrés sans que la tension de fonctionnement doive être modifiée.

Tous ces exemples montrent que l'impulsographe à papier métallisé, grâce à la haute fidélité de reproduction du procédé d'enregistrement, convient admirablement bien pour des mesures précises de toute nature. Ses possibilités d'application peuvent encore être considérablement élargies à l'aide du démarrage automatique ou télécommandé.

Als erfolgreicher Mann gilt jeder, der von seinen Mitmenschen mehr empfängt als seinen Diensten entspricht. Der Wert eines Mannes aber sollte in dem bestehen, was er gibt, und nicht in dem, was er zu erlangen vermag.

Albert Einstein