

# Equipement pour l'essai automatique des lignes interurbaines = Automatische Prüfeinrichtung für abgehende Fernleitungen

Autor(en): **Francesco, W. / Könitzer, U.**

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): **41 (1963)**

Heft 8

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874334>

## **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.

TECHNISCHE MITTEILUNGEN  
BULLETIN TECHNIQUE



BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telephon- und Telegraphen-Betrieben - Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses. - Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

W. Francesco et U. Könitzer, Berne

621.317.799-52:621.395.514

## Equipement pour l'essai automatique des lignes interurbaines Automatische Prüfeinrichtung für abgehende Fernleitungen

### 1. Introduction

L'accroissement constant du trafic téléphonique interurbain, l'extension de la technique des transmissions et le manque toujours croissant de personnel ont conduit la DG PTT à demander à *Albiswerk Zurich S.A.* de développer un nouvel équipement permettant l'essai automatique des lignes interurbaines 4 fils - 4 fils pour le central tandem II à Berne.

Lors de la mise en service de nouvelles lignes, il est judicieux qu'au préalable des essais répétés soient effectués. De même, pour que sa qualité de fonctionnement soit assurée, chaque ligne doit être soumise à une surveillance permanente. L'équipement décrit ci-après permet précisément d'effectuer ces essais automatiquement; mieux, il détecte les points défectueux et les enregistre.

Un téléimprimeur (système *Siemens-Hell*) rend lisibles les informations reçues et le personnel de service a ainsi la possibilité de localiser rapidement les défauts.

### 2. Principe de fonctionnement

#### a) Groupement

Le schéma, d'ailleurs très simplifié, que représente la *figure 1*, montre le principe de connexion entre l'équipement d'essai et les lignes sortantes.

Les bâtis de translateurs sortants ayant une capacité de 48 lignes, il est judicieux d'utiliser des sélecteurs à moteur à 50 pas (*fig. 2*). Le système de connexion comprend deux étages; tandis que, dans le premier, à chaque pas du sélecteur (I AW) correspond

### 1. Einführung

Die ständige Zunahme des telephonischen Fernverkehrs und der sich immer mehr bemerkbar machende Personalmangel, führten die Fernmeldedienste der Generaldirektion PTT dazu, beim *Albiswerk Zurich AG* eine Ausrüstung zu bestellen, die erlaubt, die Vierdraht-Fernleitungen im Tandemamt 2 Bern automatisch einer regelmässigen Kontrolle zu unterziehen. Bei der Inbetriebnahme von neuen Fernleitungen und den dazugehörigen Apparaturen garantieren erst eine Reihe von Prüfungen das einwandfreie Funktionieren. Auch um die Betriebsgüte zu überwachen, müssen diese Aggregate regelmässig überprüft werden.

Die nachstehend beschriebene Apparatur führt diese Prüfungen automatisch durch und notiert die gefundenen Fehler und Unregelmässigkeiten auf einen Schreiber-Streifen (*Siemens-Hell-System*). Das Zentralpersonal kann dann auf Grund dieser Angaben die Störungen eingrenzen und die Fehler beheben.

Dieser Bericht will dem Leser einen Einblick in die Ausführung und Arbeitsweise der neuen automatischen Prüfeinrichtung (APE) geben und ihn mit einer Technik bekanntmachen, die in Zukunft immer mehr zum Zuge kommen wird.

### 2. Funktionsprinzip

#### a) Anordnung

Das vereinfachte Prinzipschema nach *Figur 1* zeigt die Anschaltung der Prüfeinrichtung an die abgehenden Leitungen.

un bâti, dans le second (II AW), on se base sur un groupement de 48 lignes. Le mode de connexion permet une extension aisée du système.

*b) Possibilités et caractéristiques du système*

L'équipement d'essai a été conçu pour être utilisé de deux façons différentes :

- en commande automatique où toutes les lignes sortantes sont essayées l'une après l'autre
- en commande individuelle à distance pour les essais répétés sur une même ligne.

L'équipement d'essai étant branché sur la ligne, on analyse les informations suivantes :

- genre de ligne (terminale ou de transit)
- genre de central interurbain d'entrée (nodal ou terminal)
- état de la ligne (libre, occupée, bloquée).

Dans le premier cas, si la ligne est normalement occupée, il est possible, par l'intermédiaire d'une clé, d'attendre la fin de la communication ou de passer sur la ligne suivante après avoir enregistré la précédente comme occupée. Si la ligne est libre, l'équipement d'essai contrôle les conditions techniques de celle-ci selon les principes fondamentaux de la téléphonie automatique.

La *figure 3* montre, à titre d'exemple, les informations contrôlées sur une ligne terminale vers un central interurbain nodal.

Les informations à vérifier, impulsions ou pauses, sont amenées dans l'unité de contrôle de l'organe principal. Celle-ci est constituée essentiellement d'éléments semi-conducteurs caractérisés par une grande sécurité de fonctionnement, un faible encombrement et une absence totale d'usure, aucune pièce n'étant en mouvement (*fig. 4*).

Pour l'essai des voies de conversation, une réponse automatique est connectée dans le central d'entrée par l'envoi du chiffre zéro. Le choix de ce chiffre est justifié :

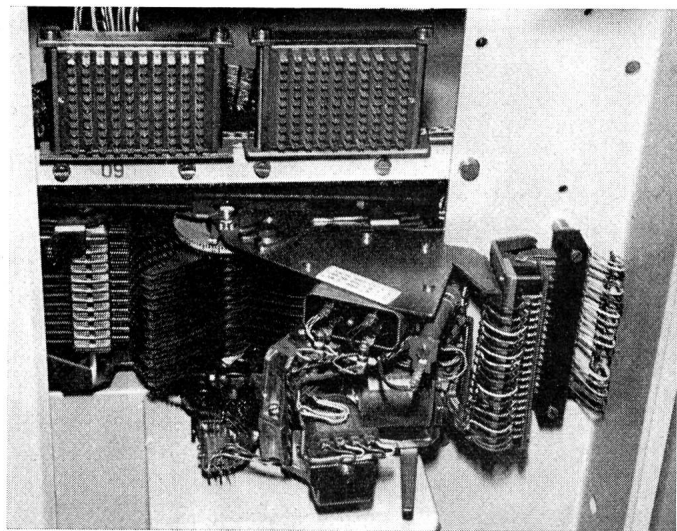


Fig. 2. Sélecteur de connexion  
Anschaltewähler

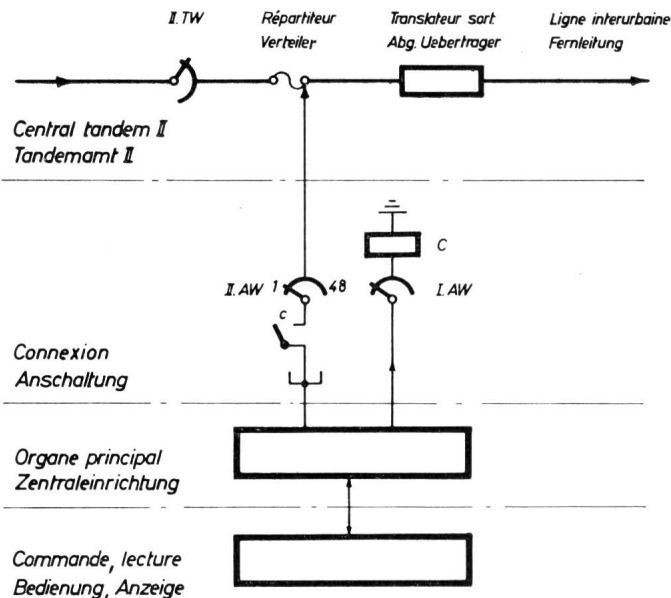


Fig. 1. Diagramme de jonction  
Verbindungsdiagramm

Da die Gestelle 48 Übertrager enthalten, wurde für jedes Gestell ein 50teiliger Motorwähler vorgesehen (*Fig. 2*). Diese zweiten Anschaltewähler werden durch einen ersten Anschaltewähler angesteuert und stellen so die Verbindung zum eigentlichen Prüfsatz her. Dieses System erlaubt eine bequeme Erweiterung der Anschaltmöglichkeiten, indem je abgehendes Übertragergestell nur ein zweiter Anschaltewähler angefügt werden muss.

Um die umfangreiche Verkabelung möglichst klein zu halten, wurden diese Anschaltewähler, von der eigentlichen Prüfeinrichtung getrennt, beim Zwischenverteiler angeordnet.

*b) Prüfmöglichkeiten und deren Vorgänge*

Die Prüfeinrichtung erlaubt zwei verschiedene Prüfvorgänge :

- Das automatische Prüfen aller der Einrichtung zugänglichen Leitungen.
- Einzelprüfung einer individuell wählbaren Leitung von der Prüfeinheit oder ferngesteuert vom betreffenden Übertragergestell aus.

Nach dem Anschalten an die Leitung werden zuerst folgende Punkte untersucht :

- Leitungsart (Terminal oder Tandem).
- Art des Gegenamtes (Fern-End- oder -Knotenamt).
- Momentaner Zustand der Leitung (frei, besetzt, gesperrt).

Wenn die Leitung durch ein Gespräch besetzt ist, kann man wahlweise die APE bis Gesprächsende warten lassen, oder sie schaltet sich auf den nächsten abgehenden Übertrager und notiert sich den vorangehenden als besetzt. Ist die Leitung frei, belegt der Prüfsatz die abgehende Leitung und untersucht gemäss den «Grundforderungen über den automatischen Fernbetrieb» folgende Positionen auf ihre Richtigkeit (*Fig. 3*).

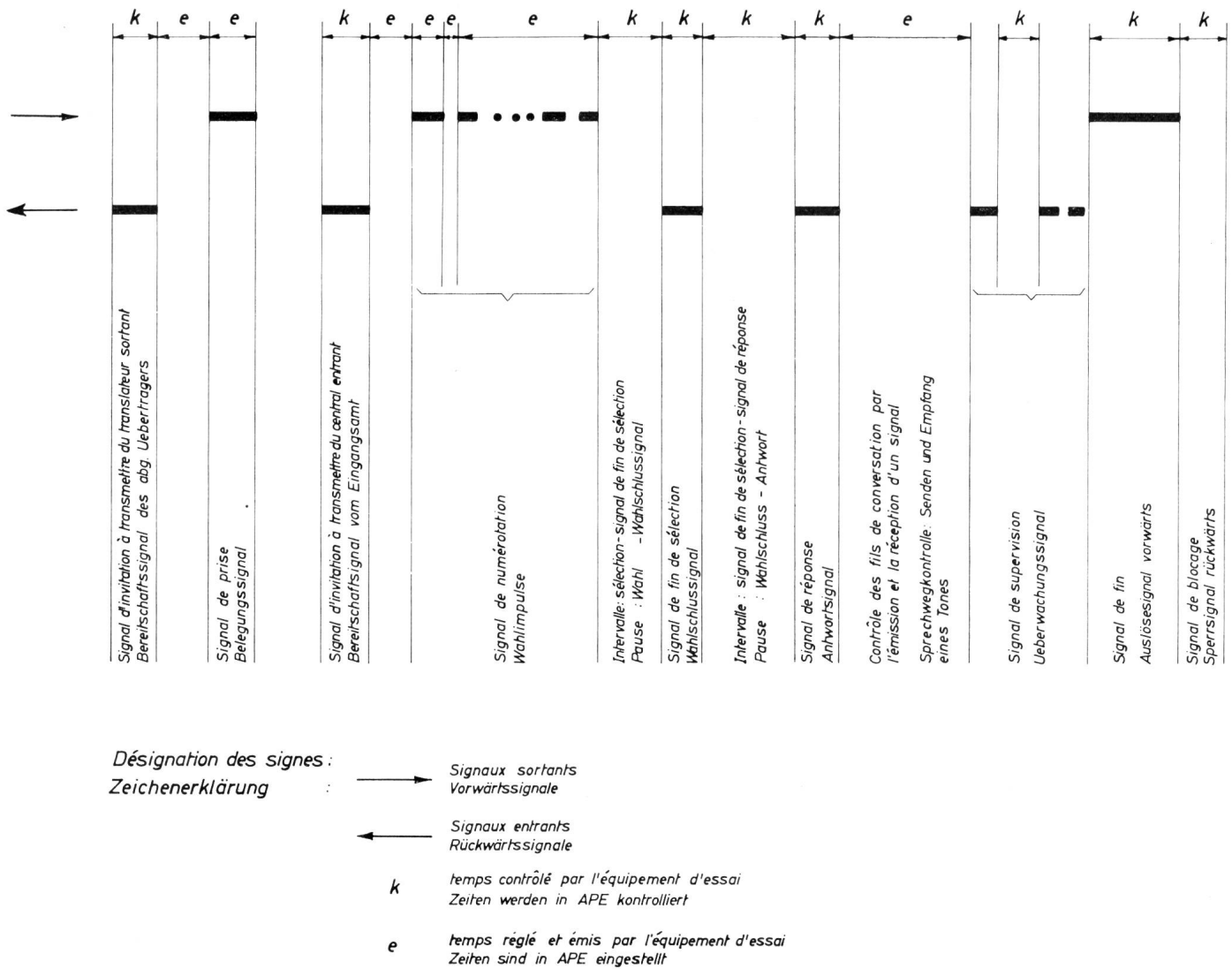


Fig. 3. Exemple d'un essai sur une ligne terminale vers un central interurbain nodal  
 Beispiel einer Prüfung an einer Terminalleitung nach einem Fernknotenamt

- par le fait que cette décade était encore libre dans le central d'entrée
- afin d'éviter le contrôle des voies de conversation au travers de tous les étages du central d'entrée
- pour éviter l'occupation inopportune d'une ligne d'abonné en cas de mauvaise sélection.

Les résistances de «mouillage» sont mesurées par une méthode de comparaison.

A la fin du programme d'essai, sitôt l'impulsion de déconnexion reçue, les éléments de l'organe principal sont ramenés à leur position initiale et le cycle des essais recommence sur la ligne suivante.

Dans le cas où le central d'entrée ne possède pas de «réponse automatique» sur la décade zéro du premier étage de sélection, on n'effectuera qu'un essai réduit, consistant uniquement à contrôler le signal d'invitation à transmettre.

Une fois l'ensemble des lignes sortantes contrôlé, un signal visuel annonce la fin des essais.

Si l'équipement a détecté un dérangement, celui-ci est enregistré et imprimé sur la bande de papier d'un téléimprimeur Siemens (Hell-Schreiber, fig. 5).

Die auf ihre Länge zu kontrollierenden Impulse und Pausen werden einer der Prüfeinheit beigeordneten Impulskontrolle zugeführt. Um eine ausreichende Genauigkeit und Sicherheit zu erreichen, wurde diese mit elektronischen Baugruppen bestückt (Fig. 4).

Für die Sprechwegkontrolle wird eine automatische Antworteinrichtung im Gegenamt mit der Ziffer Null angesteuert. Diese wurde gewählt,

- weil sie im Terminaleingang noch frei war,
- um nicht das ganze Gegenamt in die Sprechwegkontrolle einzuschlaufen,
- um eine Belästigung von Teilnehmern bei Falschahlen zu vermeiden.

Die Frittwiderstände werden anschliessend durch eine Vergleichsmethode geprüft.

Am Ende des Prüfprogrammes, nach dem Auslösen, wird sofort auf die nächste Ausrüstung weitergeschaltet und an dieser die Prüfung in gleicher Art vorgenommen.

Leitungen, die nach einem Gegenamt führen, das noch keine automatische Antworteinrichtung an der

Dans le second cas, celui de la commande individuelle, deux possibilités d'exploitation sont prévues :

2a) l'essai depuis l'un des bâtis de translateur de sortie

2b) l'essai depuis l'organe principal de commande.

Dans le cas de la possibilité 2a, on branchera dans le bâti de translateur à essayer un appareil à main muni d'un disque d'appel (*fig. 6*) ; le translateur est choisi par l'intermédiaire de celui-ci. Là encore, deux possibilités se présentent :

- d'une part, un essai unique sur une ligne
- d'autre part, des essais répétés sur cette ligne.

La première des possibilités permet la relevé d'un dérangement et la seconde la recherche d'une faute par la répétition de l'essai jusqu'à l'apparition de celle-ci.

Pour l'essai depuis l'organe principal, soit le cas 2b, la commande des sélecteurs de connexion est obtenue au moyen d'un clavier de sélection. Par ailleurs, les mêmes possibilités que dans le cas précédent sont réalisables.



Fig. 5. Téléimprimeur Siemens-Hell  
Hell-Schreiber

### 3. Description générale

L'équipement d'essai est caractérisé par trois zones d'action, à savoir :

- la zone assurant la liaison entre l'équipement d'essai et la ligne à essayer
- la zone d'essai proprement dite comprenant l'organe principal et les unités électroniques de contrôle
- la zone d'enregistrement et de lecture d'un dérangement.

La *figure 7* représente schématiquement ces trois zones, dans lesquelles on remarque les principaux cir-

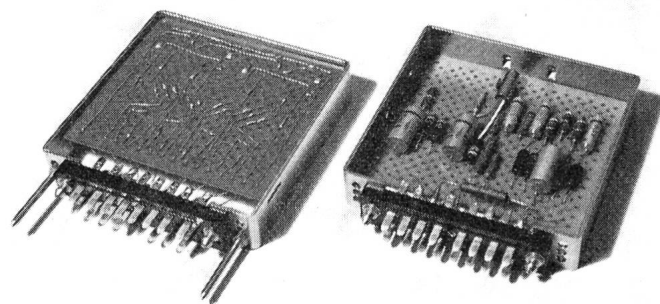


Fig. 4. Unité de contrôle  
Elektronische Baugruppe

Dekade Null besitzt, werden kurzgeprüft. Dabei wird nur der vom Gegenamt ankommende Bereitschaftsimpuls kontrolliert und dann weitergeschaltet.

Sind von der APE alle Leitungen in dieser Weise untersucht worden, wird sie stillgelegt und ein entsprechendes Signal gegeben.

Werden während dem Prüfablauf Fehler gefunden, so druckt sie ein Siemens-Hell-Schreiber (*Fig. 5*) unter Angabe der Übertragnummer und der betreffenden Fehlerposition auf einen Papierstreifen (*Fig. 10*). Dieses Siemens-Hell-Verfahren bietet den Vorteil, dass die Notierungen direkt, ohne Zuhilfenahme von Auswerttabellen oder Schlüsseln, wie bei einem Lochstreifen, abgelesen werden können, was dem Personal die Arbeit wesentlich erleichtert.

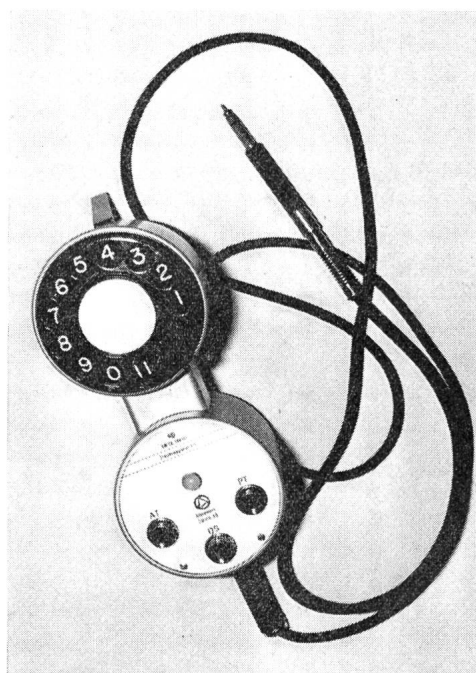


Fig. 6. Appareil à main  
Handapparat

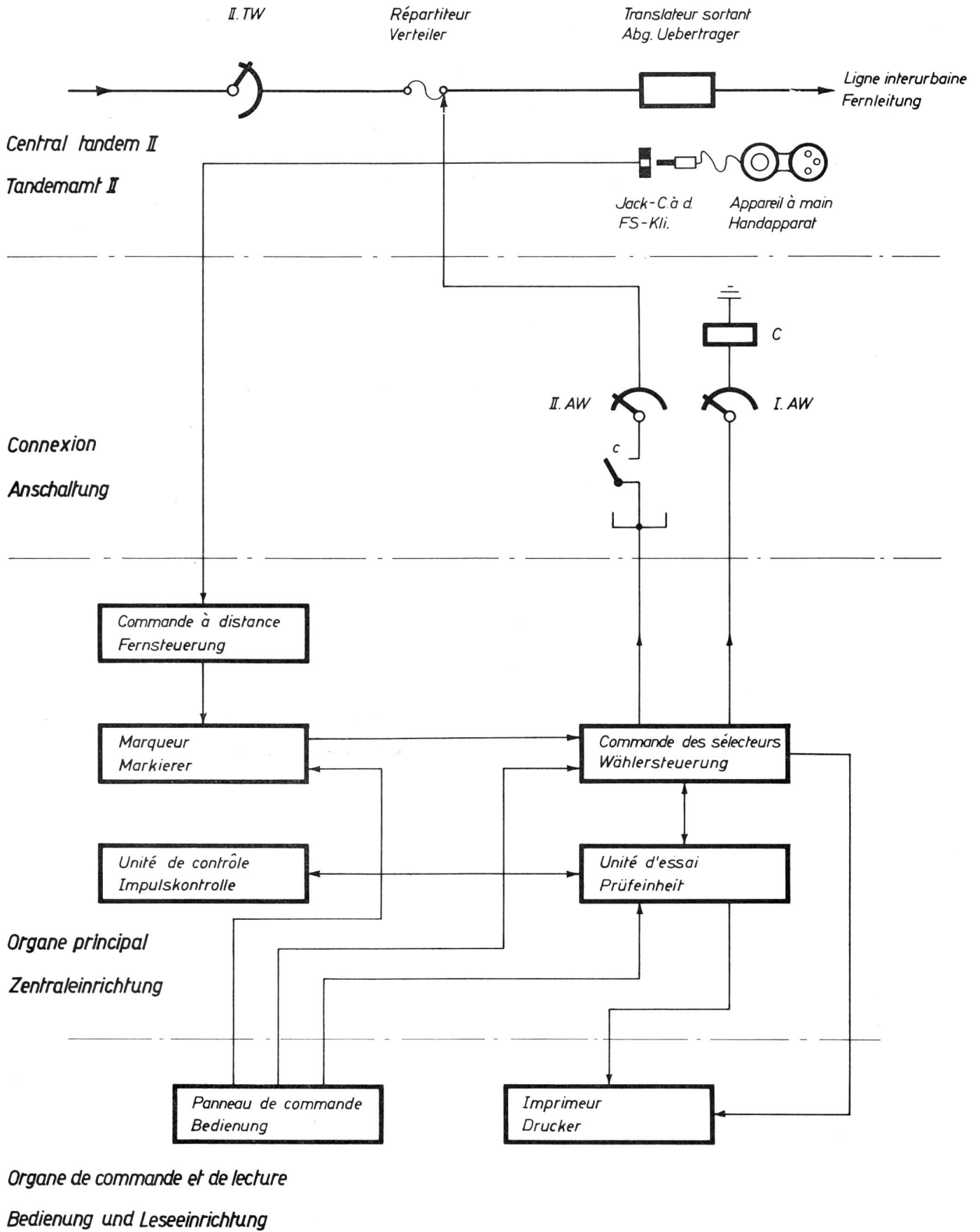


Fig. 7. Diagramme de jonction  
Verbindungsdiagramm

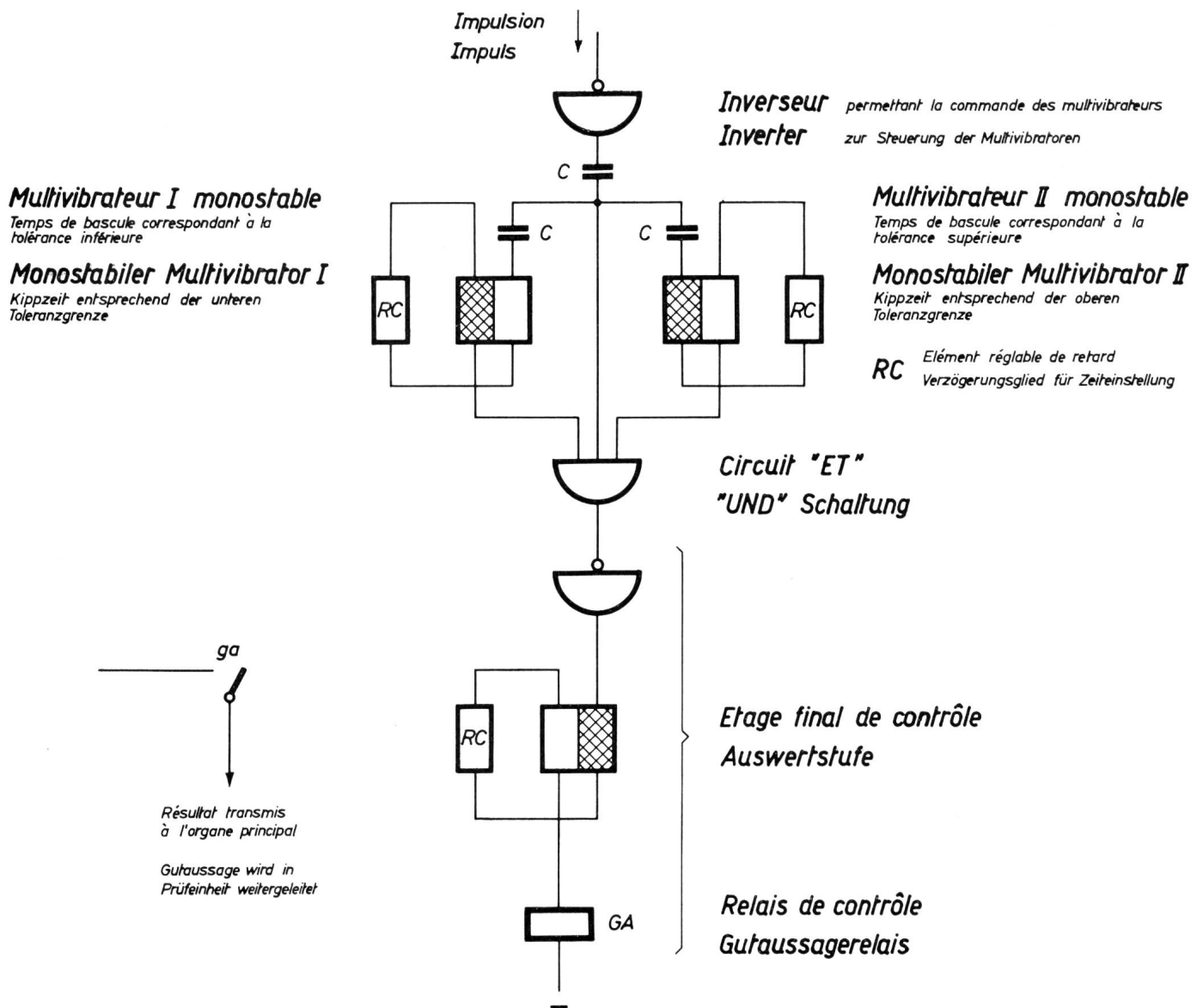


Fig. 8. Schéma synoptique d'une unité de contrôle  
Prinzipschema der Impulskontrolle

cuits constituant l'équipement d'essai. La fonction de ces différents circuits peut se résumer comme il suit :

*Le panneau de commande* assure la mise en marche du système et permet de programmer le genre d'essai à exécuter. Il est constitué essentiellement de clés, de poussoirs et de lampes de contrôle nécessaires à l'exploitation.

*La commande à distance* transforme les informations reçues de l'appareil à main en code de marquage pour l'organe principal.

*Le marqueur* est nécessité par le clavier numéroteur pour traduire ses informations en code de marquage.

*La commande des sélecteurs* étant centralisée, elle permet de ce fait une rationalisation des jeux de relais nécessaires à la marche des sélecteurs.

*L'unité d'essai* régit le déroulement des contrôles suivant le genre de ligne, terminale ou de transit, à

*Einzelprüfung* an einer individuell wählbaren Leitung :

- 2a vom gewünschten Übertragergestell aus
- 2b vom Prüfgestell aus

Im ersten Fall wird ein Handsteuerapparat (Fig. 6) in eine besondere Fernsteuerklinke des gewünschten Übertragergestelles gesteckt, wobei sich der erste Anschaltewähler (AW) automatisch einstellt. Der gewünschte Übertrager kann nun mit einer Wählscheibe angesteuert werden. Nun kann einerseits die Leitung

- durch einen einfachen Tastendruck einmalig
- oder wiederholt, bis ein Fehler auftritt, geprüft werden.

Die erste Möglichkeit dient meistens als Hilfe bei einer Fehlerbehebung, während die zweite die Suche nach zeitweilig auftretenden Störungen erleichtert.

essayer (impulsion d'occupation, de sélection, etc.). Elle contrôle les voies de conversation en émettant un signal de 800 Hz d'un générateur étalon à niveau de sortie - 0,4 néper. Le contrôle de l'affaiblissement est

Vom Prüfsatzgestell lassen sich ebenfalls bestimmte Übertrager mit Hilfe einer Wähltastatur ansteuern und die gleichen Prüfoperationen ausführen wie bei der vorgenannten Möglichkeit.

### 3. Beschreibung der Apparaturen

Die Prüfeinrichtung kann in die drei Teile gegliedert werden:

- Die Anschaltung: sie verbindet den Prüfsatz mit den Leitungen.
- Der eigentliche Prüfsatz: er besitzt die nötigen Organe und Kontrolleinrichtungen.
- Die Bedienung und die Fehleranzeige.

Figur 7 zeigt schematisch diese drei Abschnitte und lässt die verschiedenen Organe des Prüfsatzes erkennen, die nachfolgend kurz in ihrer Funktion und Aufgabe beschrieben sind.

Das *Bedienungsfeld* enthält alle zur Bedienung und optischen Fehleranzeige notwendigen Schalter, Tasten und Lampen.

Die *Fernsteuerung* dient als Übertrager der Steuerbefehle, wenn mit dem Handapparat von einem abgehenden Übertragergestell aus geprüft wird.

Der *Markierer* setzt die Befehle, die (beim Prüfen einer individuellen Leitung vom Prüfsatzgestell aus) von der Zählentastatur kommen, in die für die Anschaltewähler geeigneten Markierungen um.

Die *Wählersteuerung* sorgt für das folgerichtige Arbeiten der Anschaltewähler. Ihre Zentralisierung brachte eine Einsparung an Relais zur Steuerung der einzelnen Wähler.

Die *Prüfeinheit* steuert den Prüfvorgang anhand der Angaben über Leitungs- und Prüfart. Sie entscheidet das Weiterschalten der Prüfphasen bei guten Impulsen und Pausen (Belegung, Wahl usw.). Die Sprechwegkontrolle benutzt einen Tongenerator, der einen 800 Hz-Ton mit einem Ausgangspegel von -0,4 Neper ins Gegenamt sendet, das dann ebenfalls mit einem 800 Hz-Ton quittiert, der bei einem richtigen Pegel das Tonrelais zum Anzug bringt. Alle schlechten Resultate bewirken das Anschalten des Druckgerätes, das sich die Störung mit Angabe der Übertragernummer und der Fehlerposition notiert. Der Prüfeinheit beigeordnet finden wir

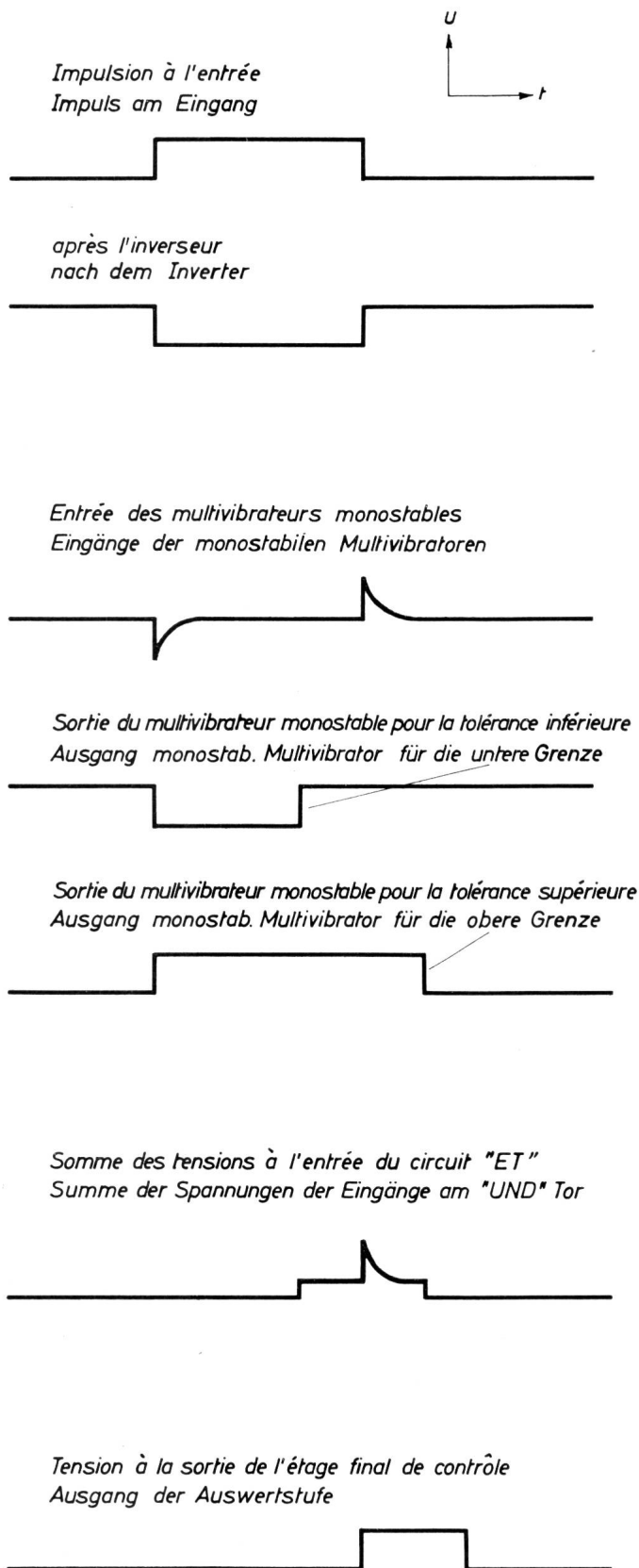


Fig. 9. Diagramme des tensions aux différents étages de l'unité de contrôle  
Impulskontrolle: Spannungsverläufe an den einzelnen Stufen

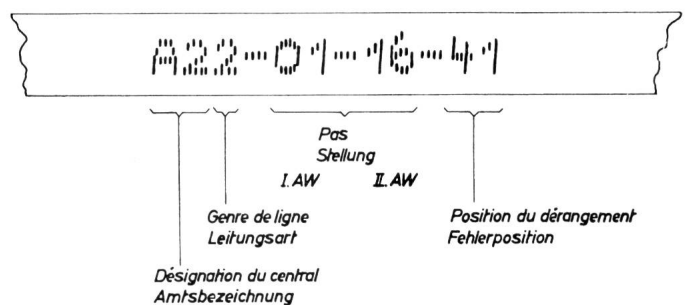
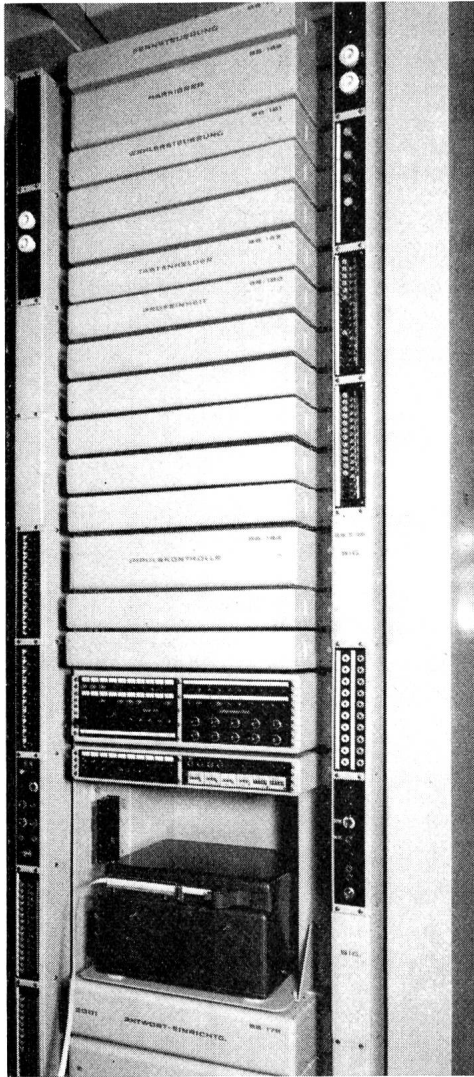
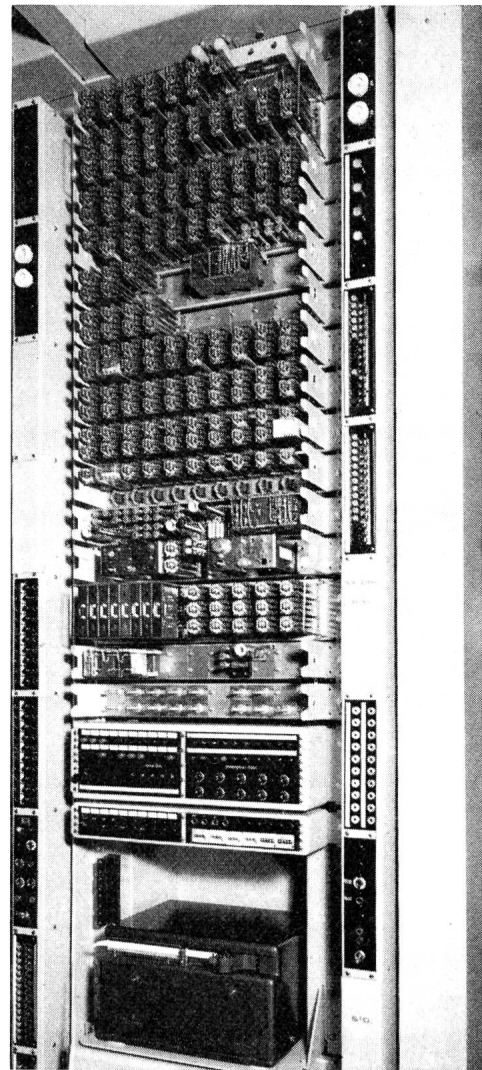


Fig. 10. Enregistrement d'un dérangement au moyen de l'imprimeur Siemens-Hell  
Fehleraufzeichnung durch den Siemens-Hell-Schreiber





a) fermé - geschlossen



b) ouvert - geöffnet

Fig. 11. Bâti d'essa - Prüfsatzgestell

réalisé par un relais de niveau. Toute information incorrectement reçue dans l'organe électromécanique provoque la connexion de l'appareil imprimeur. Par contre, si le résultat de l'essai est satisfaisant, l'unité d'essai commute sur l'opération suivante.

L'unité de contrôle, basée sur l'emploi de circuits logiques, transforme les différentes variables à contrôler en informations sous la forme de tout ou rien (fig. 8). Dans les variables à mesurer, on distingue les temps suivants :

- information de courte durée < 200 ms
- information de durée moyenne 200 à 400 ms
- information de longue durée > 400 ms.

Pour obtenir une bonne précision et une grande sécurité de fonctionnement, l'unité de contrôle est constituée d'éléments électroniques, tels que circuits différentiateurs, multivibrateurs monostables et circuits logiques «ET». Les multivibrateurs sont représentés sous la forme d'un rectangle partagé par la moitié, les hachures figurant la partie conductrice. Dans l'élément réglable de retard «RC», les temps de bascule peuvent être aisément réglés. Ces temps permettent le choix des tolérances. Ces circuits ne possè-

die *Impulskontrolle*, die die eintreffenden Impulse und Pausen auf ihre Länge hin kontrolliert. Um das genaue und störungsarme Funktionieren sicherzustellen, wurde diese Einheit mit elektronischen Schaltungen, die in steckbaren Baugruppen zusammenge-

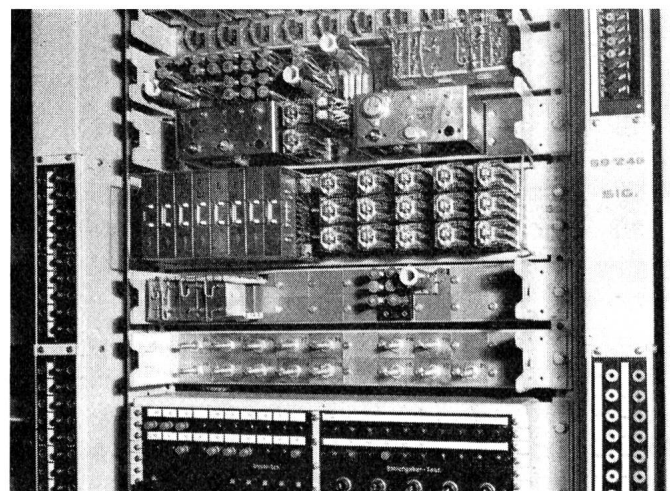


Fig. 11. Bâti d'essai - Prüfsatzgestell  
c) Détail - Teilansicht

dent naturellement pas de parties mobiles et, partant, travaillent d'une façon statique, diminuant ainsi grandement les dérangements et l'entretien.

Le fonctionnement de l'unité de contrôle peut se résumer comme il suit:

L'impulsion positive à mesurer est reçue par l'inverseur, qui donne donc une impulsion négative aux deux multivibrateurs monostables. La *figure 9* représente le diagramme des tensions, en fonction du temps aux différents étages de l'unité de contrôle. L'application de l'impulsion négative entraîne le basculement des deux multivibrateurs. Les temps de bascule sont, pour l'un, égal à la durée de l'impulsion diminuée de la tolérance inférieure et, pour l'autre, à la durée de l'impulsion augmentée de la tolérance supérieure. La discrimination de la fin du signal est assurée par un différentiateur, constitué par une capacité en série et une résistance en parallèle. Le condensateur se charge exponentiellement à travers la résistance, et la tension de sortie s'exprime par la loi

$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

où RC est la constante de temps.

Le circuit «ET» ne devenant actif que si les trois entrées ont le même potentiel, il faut que le multivibrateur I soit de nouveau en position de repos, que le multivibrateur II soit en position de bascule et que la fin de l'impulsion intervienne à ce moment. L'étage final a uniquement pour fonction de prolonger l'impulsion différenciée pour permettre l'attraction du relais de contrôle GA.

L'imprimeur, lors d'un dérangement sur une ligne, enregistre sur une bande de papier le central essayé, les pas des sélecteurs de connexion et la position du processus d'essai (voir *fig. 10*).

Afin d'éviter une surcharge du trafic sur les lignes interurbaines, les essais se feront essentiellement pendant les heures de nuit. La capacité maximum du central tandem II étant de l'ordre de 960 lignes, celles-ci peuvent être aisément essayées en l'espace d'une nuit.

#### 4. Conclusion

Nous espérons que l'exposé qui précède aura donné au lecteur une idée succincte du nouvel équipement d'essai automatique des lignes interurbaines. Ainsi conçu, cet équipement permet d'abaisser la probabilité des dérangements du central tandem 4 fils - 4 fils de Berne. En effet, les premiers essais ont été pleinement satisfaisants, un certain nombre de signaux ne correspondant plus aux tolérances des prescriptions fondamentales ont pu être très rapidement détectés et corrigés.

fasst sind (Fig. 4), versehen. Da diese Schaltungen keine beweglichen Teile aufweisen, sondern statisch arbeiten, reduziert sich die Störanfälligkeit beträchtlich. Die zeitbestimmenden monostabilen Multivibratoren (Fig. 8), die durch Rechtecke, in denen die leitende Seite schraffiert ist, dargestellt sind, können auf einfache Weise durch Potentiometer (im Verzögerungsglied V) auf die gewünschte Kippzeit gebracht werden. Durch diese Möglichkeit lassen sich die Messtoleranzen in weiten Grenzen variieren. Besondere Messbuchsen ermöglichen den Anschluss eines Impulsschreibers, um die eingestellten Werte zu kontrollieren. Das Verhalten des Verzögerungsgliedes kann kurz mit folgender Formel dargestellt werden:

$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Figur 9 zeigt die Spannungsverläufe in Abhängigkeit der Zeit an den verschiedenen Stufen der Impulskontrolle. Dem Eingang wird der zu messende Impuls zugeführt, nach dem Inverter erscheint er mit umgekehrten Vorzeichen, und der Impulsanfang wird nun, über einen Kondensator differenziert, den beiden monostabilen Multivibratoren zugeleitet, die damit aus der Ruhelage gekippt werden. Der eine kehrt nach der zulässigen Minimalimpulslänge in die Ruhelage zurück, während der andere über die Maximallänge gekippt bleibt. Ihre entsprechenden Ausgangspotentiale werden einer UND-Schaltung zugeführt, ebenso das Impulsende. Trifft dieses nun während der erlaubten Toleranz ein, so kann das UND-Tor diesen «Endimpuls» an die Auswertestufe weitergeben, die dieses Ende so verlängert, dass der sichere Anzug des Relais GA gewährleistet wird.

Der Drucker, ein Siemens-Schreiber, notiert alle Fehler nach dem Hell-System (Fig. 10).

#### Zusammenfassung

Mit der vorliegenden automatischen Prüfeinrichtung sind schon in verhältnismässig kurzer Zeit sehr gute Resultate erzielt worden. Viele ausserhalb der Grundforderungen liegende Signale konnten damit rationell berichtet werden. Durch die Automatisierung dieser Prüfvorgänge können diese während der Nacht durchgeführt werden, also in den verkehrsarmen Stunden. Diese Einrichtung genügt bis zum Vollausbau des Amtes, das heisst die maximal möglichen 960 Leitungen können im Laufe einer Nacht geprüft werden.

Adresse des auteurs: Walter Francesco et Ulrich Könitzer, c/o Siemens S. A., Berne