

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 20 (1942)

**Heft:** 2

**Artikel:** Kontrolle und Fehlereingrenzung in Schaltungen mit Selen- und Kupferoxydul-Gleichrichterzellen

**Autor:** Braun, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873258>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 18.01.2026

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

gewickelt werden kann. Das hat den Vorteil, dass keine spezielle Wählerausrüstung für den Schnellverkehr erforderlich ist. Der Uebergang auf vollautomatischen Betrieb lässt sich leicht und reibungslos durchführen. Den Teilnehmern ist die Handhabung der Fernkennzahlen bereits geläufig.

Wünscht ein Teilnehmer eine Fernverbindung, die zunächst noch von Hand vermittelt wird, so stellt er die dieser Richtung zugeteilte Fernkennzahl ein. Sein Anruf gelangt über die Dekade 0, einen Zeitzonenzähler und einen I. Ferngruppenwähler des normalen Verkehrs an einen Schnellverkehrsplatz des Fernamtes. Die geltende Ferngesprächsgebühr wird im Zeitzonenzähler markiert und automatisch registriert, sobald die Schnellverkehrsbeamten die Zählung durch Betätigen einer Taste einleitet. Entsprechend der einfachen Verbindungsherstellung, die die Beamtinnen von der Taxierung der Gespräche vollständig entlastet, sind deren Leistungen hoch. Die Zahl der hergestellten Schnellverkehrsverbindungen erreicht in der Hauptverkehrsstunde pro Arbeitsplatz bis 70 Verbindungen.

Die Schaltung der Fernbetriebsausrüstung gestattet auch, mit den Fernkennzahlen ferne Fernämter direkt anzurufen. Nach der Wahl der zugehörigen Fernkennzahl gelangt der Anruf an einen Arbeitsplatz des fernen Fernamtes, wodurch der Kostenanteil für die Verbindungsherstellung weiter herabgesetzt und der Verkehr weiter beschleunigt wird.

entre autres avantages celui de ne pas nécessiter un équipement de sélecteurs spécial pour le service rapide. D'autre part, le passage de l'exploitation manuelle à l'exploitation automatique se fait facilement et sans frottements du fait que les abonnés sont déjà familiarisés avec les chiffres indicatifs.

Lorsqu'un abonné désire une communication interurbaine qui doit encore être établie à la main, il compose le chiffre indicatif de la direction voulue. En passant par la décade 0, un compteur de durée par zone et un premier sélecteur de groupe interurbain du trafic normal, son appel parvient à une position du service rapide du central interurbain. La taxe de conversation est marquée dans le compteur de durée par zone et enregistrée dès que la téléphoniste du service rapide provoque le comptage en actionnant un bouton. La simplification apportée à l'établissement des communications décharge entièrement la téléphoniste du soin de taxer les conversations et augmente par conséquent ses prestations. Pendant les heures de fort trafic, il peut être établi jusqu'à 70 communications en service rapide par position d'opératrice.

L'équipement pour la téléphonie interurbaine automatique permet aussi, par l'emploi de chiffres indicatifs, d'appeler directement les centraux interurbains éloignés. Après la composition du chiffre indicatif, l'appel aboutit à une position d'opératrice du central éloigné, ce qui contribue encore à abaisser le coût d'établissement d'une communication et à accélérer toujours plus l'écoulement du trafic.

## Kontrolle und Fehlereingrenzung in Schaltungen mit Selen- und Kupferoxydul-Gleichrichterzellen.

621.314.63

Im nachstehenden Aufsatz werden die in unserer Verwaltung gebräuchlichen Selenzellen, deren Spannungsabhängigkeit und Verhalten in der Sperr- und Durchlassrichtung sowie in verschiedenen Stromkreisen beschrieben. Es werden Angaben über das Vorgehen bei der Fehlereingrenzung gemacht.

Figur 1 zeigt den Bau einer Ventilelle. Da Selen- und Kupferoxydul-Detektoren grundsätzlich die gleichen elektrischen Eigenschaften haben, soll hier nach nur auf die in unseren Betrieben üblichen Zellen mit Selenmetall näher eingetreten werden.

Auf matt vernickelte Eisenscheiben bringt man eine sehr dünne Schicht Selenmetallpulver in teigiger Form

auf, die dann nach einem besonderen Verfahren bei mässiger Temperatur im Ofen gebacken und so in die festhaftende, metallische Form übergeführt wird. Um den Strom sicher abnehmen zu können, ist auf diese Schicht eine silberglänzende Speziallegierung aufgespritzt, auf die schliesslich eine messingene Kontaktscheibe zu liegen kommt.

Diese Art der Stromabnahme hat gegenüber derjenigen mit blossen angepressten Druckscheiben den grossen Vorteil sicheren, gleichmässig verteilten, vom Druck unabhängigen Kontaktes.

Figur 2. Legt man an eine solche Anordnung eine Gleichstromquelle derart, dass der positive Pol über die silberglänzende Spritzschicht am Selen und der negative Pol direkt am Eisen liegt, so fliesst in der Richtung Selen—Eisen ein bedeutend kleinerer Strom als in der umgekehrten. Die Stromrichtung vom Eisen zum Selen nennt man die Durchgangsrichtung,

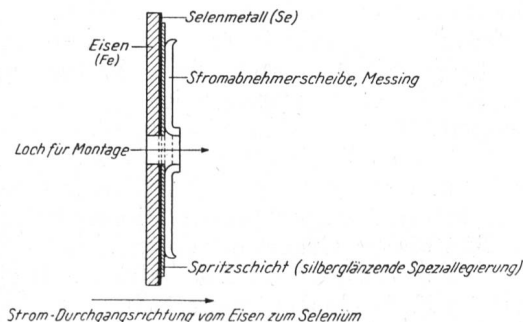


Fig. 1.

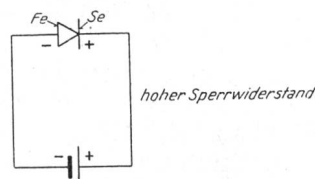


Fig. 2.

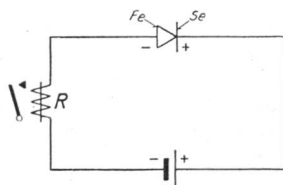
diejenige vom Selen zum Eisen die Sperrichtung. Auf dieser Verschiedenheit des Verhaltens der Zellen in den beiden Stromrichtungen beruht deren Gleichrichter- bzw. Sperrwirkung.

Die Wirkungsweise aller Trockengleichrichter, in groben Zügen erklärt, besteht darin, dass ein Metall durch eine dünne, isolierende Schicht von einem Halbleiter getrennt wird. Diese drei Materialien bilden zusammen gewissermassen einen Kondensator. Liegt an diesem Kondensator eine Spannung in der Weise, dass das Metall den negativen und der Halbleiter den positiven Pol darstellt, so werden von einer gewissen Feldstärke an (zirka 10.5 Volt/cm) Elektronen durch das Dielektrikum hindurch in den Halbleiter gezogen. Da das Metall elektronenreich ist, so fliesst ein verhältnismässig höherer Strom, der Durchgangsstrom. Bei umgekehrter Polung müssen die Elektronen dem elektronenarmen Halbleiter entzogen werden; es fliesst daher erst bei höheren Spannungen ein zudem noch kleinerer Strom, der sogenannte Rückstrom.

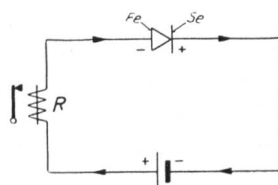
Beim Selengleichrichter besteht der Halbleiter aus Selen in der sog. metallischen Modifikation, die Metallschicht aus einer Zinn-Kadmium-Wismut-Legierung. Die isolierende Zwischenschicht bildet sich beim Selengleichrichter als Reaktionsprodukt des Selen mit der Legierung.

Selenzellen können wie galvanische Elemente und Akkumulatorenzellen in beliebiger Menge sozusagen zu „Batterien“ vereinigt, d. h. hinter- oder nebeneinander geschaltet oder, für die Zwecke der Vollweg-Gleichrichtung, z. B. in Grätz'scher Schaltung verwendet werden.

Figuren 3a und 3b. Die Gleichrichterzelle wird schematisch durch ein Dreieck dargestellt mit senkrechtem Strich vor der im Stromkreis liegenden Spitze. Die Spitze gibt die Stromdurchlassrichtung an. Um den Stromkreis zu sperren, muss der positive



Sperrung  
Fig. 3a.



Durchlass  
Fig. 3b.

Batteriepol mit der Spitze, d. h. mit dem positiven Selenbelag, verbunden werden. Im umgekehrten Sinn dagegen wird der Stromkreis geschlossen. Oder landläufig gesagt: Minus auf Minus, bzw. Plus auf Plus sperrt den Strom, Minus auf Plus oder umgekehrt dagegen lässt ihn mehr oder weniger gut hindurch. Je nach der Plattengrösse schwanken die Sperrwiderstände und die Durchlasswiderstände in weiten Grenzen. Daneben sind sie in hohem Masse von der angelegten Spannung abhängig. Die Selenzelle, je nach der Verwendung auch Gleichrichter-, Ventil-, Detektor- oder Sperrzelle genannt, ist also ein spannungsabhängiger Widerstand. Auf dieser Eigenschaft beruht unter anderem ihre Verwendbarkeit als Detektor zum Fadingausgleich in Radioapparaten und als Knallschutz für Telephonhörer.

Sperrzellen dürfen keinesfalls überlastet werden; sie erwärmen sich sonst zu stark. Bei dauernd mehr als 75° Celsius, gemessen zwischen den Platten, schmilzt die Spritzschicht ab, und die Zellen sind verdorben. Deshalb hat die Generaldirektion PTT Ende April 1940 besondere Wegleitungen erlassen, um der Erhitzung der Gleichrichterzellen entgegenzutreten. Die Zerstörung kann sich auswirken wie folgt:

a) Abschmelzen der Spritzschicht. In diesem Fall übersteigt die Temperatur 110° C.

b) Der zusätzliche innere Widerstand, den die Selenzellen durch den Gebrauch, d. h. durch „Alterung“, erleiden, nimmt an Stelle der normalen Erhöhung von 6—10% einen viel höheren Wert an. Der Gleichrichter verliert an Leistung. In diesem Fall erreicht die Erwärmung 75—110° C. Diese hohen Temperaturen sind die Folge von Ueberlastungen oder ungenügender Abkühlung der Selen-elemente und können auftreten, wenn der Ladestrom des Gleichrichters bei normaler Netzspannung auf den maximal zulässigen Wert eingestellt wird. In diesem Fall tritt bei Netzüberspannung ein zu hoher Ladestrom auf, der zur Ueberlastung des Gleichrichters führen kann. Die von den Elektrizitätswerken zugelassenen Netz-Ueberspannungen von 10% können aber bereits genügen, um eine Ueberhitzung der Zellen zu bewirken, da die in den Selenzellen erzeugte Wärmemenge dem Quadrat der Stromstärke proportional ist. Ferner kann der Ladestrom bei Aufladung stark entladener Batterien so gross werden, dass ebenfalls eine Ueberhitzung der Zellen wahrscheinlich wird.

Diese Erscheinungen können gleichzeitig auftreten, wodurch die Gleichrichter noch ungünstiger beeinflusst werden.

Die Kühlung der Selenzellen ist stark abhängig von der Umgebungstemperatur. Diesem Faktor ist deshalb Rechnung zu tragen. Selengleichrichter sollen nicht in der Nähe von Heizkörpern oder an Stellen montiert werden, die dem Sonnenlicht direkt ausgesetzt sind. Es empfiehlt sich ferner, die Selengleichrichter nur mit etwa 80% der maximal zulässigen Nennstromstärke zu belasten. Darunter ist derjenige Wert zu verstehen, der auf dem Selen-element vermerkt ist. Lautet die Anschrift z. B. 48/13 BiK, und ist die Nennstromstärke somit 13 Ampère, so soll der Gleichrichter bei normaler Netz- und Batteriespannung dauernd nur mit etwa 10 Ampère belastet werden.

Kleine Zellen können auch beschädigt werden, wenn nicht richtig gelötet wird. Die Drähte sind zu verzinnen, und es ist rasch zu löten.

Die Belastbarkeit mit Spannung und Strom richtet sich nach der Scheibengrösse, der Schaltung und der Belastungsart. Man unterscheidet folgende Belastungsarten: Die rein Ohm'sche, für die Ladung von Akkumulatoren, die induktive mit Relais, Kraftmagneten und Motoren, die kapazitive mit Kondensatoren, sowie Kombinationen dieser Belastungsarten. Aus diesen Gründen werden Zellen mit verschieden grosser wirksamer Fläche und teilweise mit besonderen Kühleisflächen hergestellt.

Bei Vollweggleichrichtung und Widerstandsbelastung am Einphasen-Wechselstromnetz beträgt die

maximale Strombelastung beispielsweise bei Selengleichrichterplatten mit folgenden Durchmessern:

18 mm	0,05 Amp.
25 „	0,125 „
35 „	0,3 „
45 „	0,6 „
84 „	2,4 „
112 „	4,0 „
112 „ mit Kühleisbe	13,0 „

In der Sperrichtung dürfen die Scheiben mit 18 bis 45 mm Durchmesser mit höchstens 18 Volt pro Scheibe und die grösseren bis 112 mm mit höchstens 14 Volt belastet werden. Um also beispielsweise 48 Volt sicher abzuriegeln, wird man drei Zellen zu 18 Volt = 54 Volt in Serie schalten, bei 60 Volt vier usw.

Bei normaler Beanspruchung tritt im Selengleichrichterelement keine Abnutzung ein. Lediglich während der ersten 10 000 Betriebsstunden beobachtet man, wie bereits gesagt, eine geringe, allmähliche Zunahme des inneren Widerstandes. Derartige Änderungen werden durch eine kleine Erhöhung der sekundären Transformatorspannung ausgeglichen. Beachte die hierfür vorgesehene Stufenschaltung, z. B. an den Kleingleichrichtern WGF!

Allgemeine Vorteile des Trockengleichrichters sind: Guter Wirkungsgrad, hohe Betriebssicherheit, lange Lebensdauer, keine zerbrechlichen und keine beweglichen Teile, geräuschloser, radiostörfreier Betrieb, keine Wartung, sofortiger Beginn der Gleichrichterwirkung.

Der Bau und die Wirkungsweise der Ventilzellen sind auch auf Seite 5 und 6 des Sonderdruckes aus den „Technischen Mitteilungen der G. D. PTT“, Nr. 1, Jahrgang 1933, sowie in den Nrn. 35 und 36/1937 beschrieben. Gleichzeitig sei der Aufsatz über „Schwebeladung von Akkumulatoren-Batterien“

in Nr. 1/1938 der genannten Zeitschrift erwähnt (Sonderdruck).

Die angelegte Spannung und die Sperrwirkung verhalten sich umgekehrt proportional, mit andern Worten, je grösser die Spannung, um so kleiner die Sperrwirkung und umgekehrt. Aus diesem Grunde sind nicht nur die Sperrwiderstände, sondern auch die Durchlasswiderstände je nach der Spannung stark verschieden. Nie sperrt eine Selenzelle absolut, sondern entsprechend der angelegten Spannung und der Plattengrösse ist mit mehr oder weniger Rückstrom bzw. Fehlstrom zu rechnen.

Die Prüfung mit dem gewöhnlichen Leitungsprüfer, Ohmmeter und einer Spannung von nur 1,5 bis 4,5 Volt gibt deshalb kein zuverlässiges Bild vom Zustand der Zellen und ihrem betriebsmässigen Verhalten, und ganz besonders nicht mit abgenutzten Batterien mit hohen inneren Widerständen, denn die angelegte Prüfspannung berechnet sich auch hier nach dem Ohmschen Gesetz, d. h. Stromstärke mal Widerstand.

Diese Tatsache wird durch die Tabellen 4 und 5 illustriert.

Figur 4 und 5. Die Werte über 1500 Ohm sind nur approximativ, gewonnen durch Vergleich des Zeigerausschlages mit bekannten Widerständen. In den Fällen a, d, e und h der Fig. 5 waren die Zellen mit 6 Volt überlastet, nämlich mit der Differenz zwischen  $3 \times 18 = 54$  Volt und der Meßspannung von 60 Volt, und in den Fällen e bis h wurde der angegebene Sperrwiderstand nicht sofort, sondern erst nach 30 bis 60 oder mehr Sekunden erreicht. Analogien findet man bei den Elektrolytkondensatoren, die sich nach längerer Lagerung erst wieder nachformieren müssen, um genügend zu sperren. Diese Erscheinungen treten gelegentlich auf bei neuen oder längere Zeit ausser Betrieb gewesenen Sperr-

Einzelne Zelle mit	Prüfung mit Ohmmeter 1,5 V R. = 55 + 120 je nach Instrument Zimmertemperatur 19° C.		Prüfung mit Ohmmeter 4,5 V R. = ca. 200 Zimmertemperatur 19° C.		Prüfung mit Gleichstrom Mess-Spannung 1,6 V 18 V Scheibentemp. 60° C.	
	Durchlassen $\Omega$	Sperren $\Omega$	Durchlassen $\Omega$	Sperren $\Omega$	Durchlassen $\Omega$	Sperren $\Omega$
18 mm $\phi$	40 - 50	10 000	25 - 30	unendlich	5 - 11	4000 - 13000
25 mm $\phi$	35 - 40	9000-12000	20 - 30	unendlich	2,5 - 5,5	2000 - 6000
35 mm $\phi$	20 - 30	4000- 5000	10 - 15	3000 - 4000	1,0 - 2,1	850 - 2600
45 mm $\phi$	15 - 20	3000- 4000	5 - 10	2000 - 3000	0,6 - 1,3	500 - 1500
67 mm $\phi$	-	-	-	-	0,26- 0,57	230 - 700
84 mm $\phi$	-	-	-	-	0,2 - 0,45	500 - 1500
112 mm $\phi$	20	300- 1400	10	250 - 1300	0,14-0,23 bei 20° C. sind diese Werte um ca. 5 % höher.	250 - 850

Fig. 4

	Reihe von Zellen:	Durchmesser mm	Prüfung mit:							
			Ohm - Meter 1,5 V Fabr. TT & Hf		Ohm - Meter 4,5 V Fabr. TT & Hf		60 V ab Prüftisch ohne Shunt Instr. R = 100 000 $\Omega$		60 V ab Prüftisch mit Shunt Instr. R = 1000 $\Omega$	
			D	S	D	S	D	S	D	S
Kassierstat.	3	18	i 500	$\infty$	i 100-220	$\infty$	a 0	30000-40000	e 0	4500-5000
	4	18	k 1500	$\infty$	k 170-340	$\infty$	b 0	20000-22000	f 0	7500
	5	18	l 6000	$\infty$	l 240-530	$\infty$	c 0	60000	g 100	mehr als 15000
	8	18	fast unendl.	$\infty$	1500	$\infty$	-	-	-	-
	3	25	450-500	$\infty$	90-100	$\infty$	d 0	50000-60000	h 0	6500-7500
Trockengleichrichter WGF und grössere	2	35	60-70	8000-9000	30- 35	6000-7000	-	-	-	-
	2	45	50-60	6000-8000	20- 25	5000-6000	-	-	-	-
	2	112	45	1000-1600	20	900-1300	-	-	-	-
	3	112	90	2000	30	1400-3000	-	-	-	-
	4	112	170	3000	45	2500-4500	-	-	-	-
	8	112	1000	5000	130	6000-7000	-	-	-	-

Fig. 5.

zellen in Kassierstationen und Trockengleichrichtern. Bei Kassierstationen können Falschwahlern vorkommen, weil die Selenzellengruppe  $S^{III}$ , vgl. Fig. 11, anfänglich ungenügend sperrt. Das Wissen um diese Vorgänge bewahrt den Praktiker vor unrichtigen Schlüssen. Die Ergebnisse bei i, k und l zeigen die weitgehende Abhängigkeit der Selenzellen von der Prüfspannung, bzw. vom inneren Widerstand der Batterie und des Leitungsprüfers. Und da bekannt-

anschlüssen Typ M mit dem Prüfkästchen und einer Meßspannung von 48 Volt vom Hauptverteilterrennstreifen aus erhält, wogegen der Störungsmonteur an Ort und Stelle besser mit einem Milliampèremeter operiert; vgl. Tabelle 10c und Fig. 11. Hiefür ist allerdings der gewöhnliche Elementprüfer in Uhrform teilweise zu wenig empfindlich. Er muss durch das Multavi II oder ein anderes Gerät mit einem Messbereich von 0—3 bzw. 0—60 mA ersetzt werden, es wäre denn, man würde die Voltmeterskala für Strommessung gebrauchen.

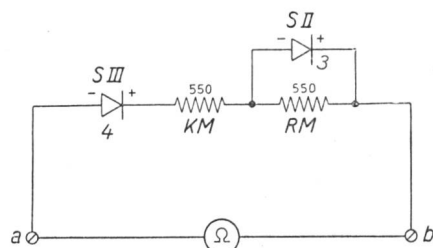


Fig. 6.

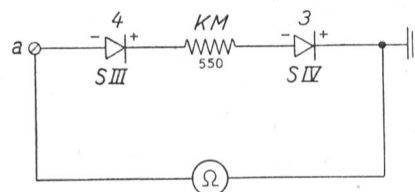


Fig. 8.

lich nicht zwei Ohmmeter in dieser Beziehung gleich sind, wird man ganz erhebliche Differenzen feststellen.

Messungen mit dem 4,5-Volt-Leitungsprüfer an Kassierstationen Typ M, Schema 40.068, gemäss Fig. 6—9.

Die Tabellen Nr. 10a und b enthalten die ungefähren Werte, die man bei der Messung von Kassier-

Bei normal angeschalteter Station und eingehängtem Hörer können vom Hauptverteiler in der Zentrale aus nur die Selenzellengruppen  $S^{IV}$ , und  $S^{III}$  in Reihe mit  $S^{IV}$  mit der Amtsbatterie ohne weiteres betriebsmässig auf Reststrom bzw. Isolation geprüft werden, nicht aber die Gruppen  $S^I$  und  $S^{II}$ . Um den Sperrwiderstand von  $S^I$  zu ermitteln, muss man an Ort und Stelle, d. h. an der Station, die

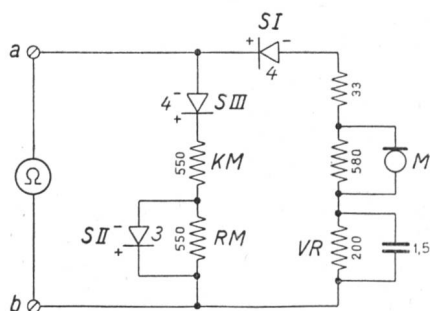


Fig. 7.

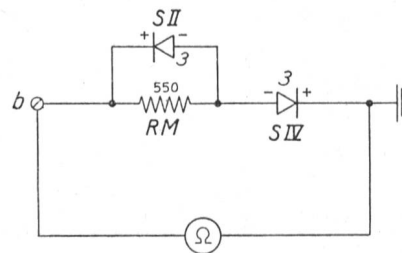


Fig. 9.



**Isolationsprüfung von Kassieranschlüssen Typ M nach Schema TT<sub>2</sub> - 40 068  
ab Messkasten im Hauptverteiler mit - 48 Volt der geerdeten Prüfbatterie**

Anschaltung der Prüfbatterie an die Linie bzw. an die Station:	<u>= Hörer eingehängt =</u>	<u>Widerstand in Ohm</u> bei einem Leitungswiderstand von 2 x 100 Ohm & Stationen mit Zellen von 18 & 25 mm Durchmesser	
		ohne Shunt	mit Shunt
- der Prüfbatterie an b; a isoliert im Messkasten, indem der Erdschlüssel nicht betätigt wird. (Prüfung der Isolation des Anrufstromkreises)	- b, $\begin{matrix} S_{II} \\ RM \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} S_{IV}, HUI, E \end{matrix} \right.$	35000 - 80000	$\infty$
- der Prüfbatterie an a; b isoliert wie vorstehend für a angegeben (Prüfung der Isolation des a-Drahtes)	- a, $S_{III}, KM, S_{IV}, HUI, E$	90000 - 250000	$\infty$
- der Prüfbatterie an b; a geerdet über Erdschlüssel im Messkasten (Schleifen-Messung) (Prüfung des b-Drahtes KM spricht an)	- b, $\begin{matrix} S_{II} \\ RM \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} KM, spricht an, S_{III}, a, E \\ S_{IV} \left\{ \begin{matrix} HUI, E \\ m, E \end{matrix} \right. \end{matrix} \right.$	Schluss	600 - 900
- der Prüfbatterie an a; b geerdet wie vorstehend angegeben (Prüfung der Isolation im Schlusszeichen und während der Wahl)	- a, $S_{III}, KM \left\{ \begin{matrix} S_{II}, b, E \\ S_{IV}, HUI, E \end{matrix} \right.$	35000 - 80000	$\infty$

**Widerstandsmessungen auf Kassieranschlüssen Typ M nach Schema TT<sub>2</sub>-40.068  
ab Messkasten im Hauptverteiler mit - 48 Volt der geerdeten Prüfbatterie**

	<u>= Hörer abgehängt =</u> (Leitungs-Widerstand 2 x 100 ) Stationen mit Zellen mit 18 & 25 mm Ø	<u>Widerstand in Ohm</u> bei einem Leitungswiderstand von 2 x 100 Ohm und Stationen mit Zellen von 18 & 25 mm Durchmesser	
		ohne Shunt	mit Shunt
- der Prüfbatterie an b; a isoliert im Messkasten wie in Tab. 10a angegeben.	- b, $HUI, miI, k, v, HUI, E$	Schluss	$\left\{ \begin{matrix} \text{man misst nur} \\ \text{einfachdräht.} \\ \text{Leitungswider-} \\ \text{stand} \end{matrix} \right.$
- der Prüfbatterie an a; b isoliert im Messkasten wie in Tab. 10a angegeben	- a $\left\{ \begin{matrix} S_{III}, KM \left\{ \begin{matrix} S_{IV} \left\{ \begin{matrix} HUI \\ m \end{matrix} \right\} \text{offen} \\ S_{II} \\ RM \end{matrix} \right\} b \text{offen} \\ S_I, miI, M, V, k, miI, HUI, b \text{offen} \end{matrix} \right.$	Schluss	V-Relais spricht an: $\infty$
- der Prüfbatterie an b; a geerdet im Messkasten wie in Tabelle 10a angegeben	- b $\left\{ \begin{matrix} S_{II} \left\{ \begin{matrix} KM, spricht an, S_{III}, a, E \\ RM \left\{ \begin{matrix} S_{IV}, m, E \\ HUI, miI, k, v, M, miI, S_I, a, E \end{matrix} \right. \end{matrix} \right.$	Schluss	900
- der Prüfbatterie an a; b geerdet im Messkasten wie in Tabelle 10a angegeben	- a, $S_I, miI, M, V, k, miI, HUI, b, E$	Schluss	600

Fig. 10a und 10b.

negative Batterie, die im Amte am Linienrelais 500 Ohm liegt, zu Hilfe nehmen. Man legt den b-Draht von der Linienklemme b der Einfachheit halber auf eine der Mikrofonklemmen um, eventuell mit einer Hilfsschnur mit Kontaktklammern. Hierauf wird der a-Draht von der Linienklemme a weggenommen und die Linienklemme a selbst über das oben erwähnte Milliampèremeter geerdet. Bei eingehängtem Hörer darf dann der Reststrom 2,5 Milliampère nicht überschreiten. Bei grösserem Fehlstrom spricht mög-

licherweise das Linienrelais an, und der negative Amtsbatteriepol wechselt von der Anruf- auf die Sprechschaltung, d. h. von b auf a. Da sich die Verbindung aber nicht halten kann, weil der a-Draht in der Luft hängt, wiederholt sich das Spiel. Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, dass der Rückstrom über  $S_{II}$  nur gemessen werden kann, wenn diese Gruppe bei Punkt x abgetrennt wird, worauf die Prüfung sehr leicht mit Hilfe der Amtsbatterie über — LR 500 Ohm, b-Draht, Punkt x,  $S_{II}$ , mA-Meter

**Betriebsmässige Prüfungen an Kassierstationen Typ M TT<sub>2</sub>-40.068  
mit Milliampère-Meter und Amtsbatterie - 48 Volt über  
das Linien- bzw. A- & X-Relais von 500 bzw. 2 x 580 Ohm.**

	<u>= Hörer eingehängt =</u>	<u>Milliampère bei einem Leitungs- widerstand von 2 x 100 Ohm und Stationen mit Zellen von 18 &amp; 25 mm Durchmesser.</u>	
		minimal	maximal
- der Amtsbatterie über LR 500 Ohm und mA - Meter an Linien-Klemme b der Station; a-Draht isoliert am entsprechenden Kontakt des Relais T. (Prüfung der Isolation des Anrufstromkreises)	- b, S <sub>II</sub> , S <sub>IV</sub> , HU <sup>I</sup> , E	1,0	2,5
- der Amtsbatterie über LR 500 Ohm und mA-Meter an Linien-Klemme a der Station; gleichzeitig hängt der a-Draht in der Luft. (Prüfung der Isolation des a-Drahtes)	- a, S <sub>III</sub> , KM, S <sub>IV</sub> , HU <sup>I</sup> , E	0,2	1,0
- der Amtsbatterie über LR 500 Ohm und mA-Meter an Linien-Klemme b der Station; gleichzeitig hängt der a-Draht in der Luft und die a-Klemme ist in der Station geerdet. (Prüfung des Kassiermagneten)	- b, S <sub>II</sub> { KM, spricht an, S <sub>III</sub> , a, E RM { S <sub>IV</sub> { HU <sup>I</sup> , E { m, E	28	40
- der Amtsbatterie über A- & X-Relais, mA - Meter vor der a-Klemme der Station, im übrigen normal angeschaltete Station. (Prüfung der Isolation während Schlusszeichen und während Nummernwahl, Relais A muss im Amt mechan. gehalten werden!)	- a, S <sub>III</sub> , KM, { S <sub>II</sub> , b, E { S <sub>IV</sub> , HU <sup>I</sup> , E	0,6	1,5
	<u>= Hörer abgehängt =</u>		
- der Amtsbatterie mA - Meter und Station geschaltet wie hievore angegeben. (Messung der Stärke des Sprechstromes)	- a, S <sub>I</sub> , M, V, k, mi <sup>II</sup> , HU <sup>II</sup> , b, E	22	34

Fig. 10c.

nach Erde erfolgen kann. Wenn S<sup>II</sup> ungenügend sperrt, so funktioniert übrigens die Geldrückgabe mangelhaft, weil RM geshuntet wird.

In *Figur 12* ist die betriebsmässige Prüfung von Speisegleichrichtern WGF dargestellt. Ampèremeter

1 gibt beispielsweise den sekundären Wechselstrom und Ampèremeter 2 den entnommenen Gleichstrom an, und die nachfolgende Tabelle enthält die abgelesenen Werte. Erfahrungsgemäss sind die Selenzellen nicht mehr in Ordnung, sobald der Leerlauf-

	WGF 1a K.		WGF II		GL 3 e.			
					40 Volt		50 Volt	
	Gl.-Str. mA.	W.-Str. mA.	Gl.-Str. mA.	W.-Str. mA.	Gl.-Str. A.	W.-Str. A.	Gl.-Str. A.	W.-Str. A.
Leerlauf	—	21	—	19	—	0,04	—	0,07
belastet bei B mit:	100	143	100	154	0,5	0,6	0,5	0,625
	200	250	200	255	1,0	1,15	1,0	1,16
	300	370	300	450	1,5	1,7	1,5	1,72
			400	570	2,0	2,3	2,0	2,4
			500	690			3,0	3,35
			600	800				





betr. Gleichrichter maximal zulässigen Wert begrenzt worden ist. Diese Schutzwiderstände sind nicht mehr nötig, sobald die Batterie genügend Gegenspannung hat, was meistens rasch der Fall ist.

Prüfung von Selenzellen im Anrufstromkreis von Linienwähler-Endkasten nach Schema TT2. 36.766/1035 und in Wechselstromrelaiskästchen TT2. 36.897—899 gemäss *Figur 13*.

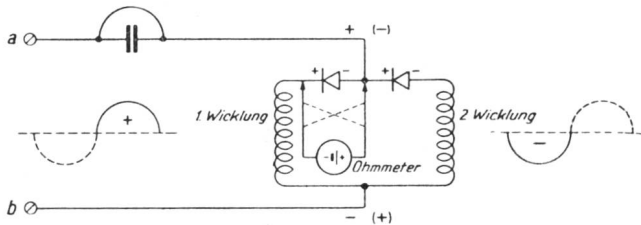


Fig. 13.

Die Relaiswicklungen sind differential geschaltet. Mit den Selenzellen wird der Rufwechselstrom gleichgerichtet, das Wechselstromrelais also gewissermassen in ein Gleichstromrelais verwandelt. Die eine Wicklung, beispielsweise diejenige links, nützt nur die positiven, diejenige rechts nur die negativen Halbwellen aus. Gleichzeitig wirkt die andere abfallverzögernd. Wenn also die eine der Selenzellen kurzgeschlossen ist, so erhalten beide Wicklungen gleichzeitig Strom gleicher Polarität und Stärke, und die Magnetismen heben sich auf. In der Sperrichtung sollen diese Zellen, gemessen mit dem Ohmmeter, wenigstens 2000 Ohm haben. Da aber die Selenzellen, wie früher einlässlich dargelegt worden ist, spannungsabhängig sind, sollte man gar nicht erst den Leitungsprüfer verwenden, sondern einfach den Kondensator kurzschliessen. Wenn die Selenzellen in Ordnung sind, wird das Anrufrelais verzögert,

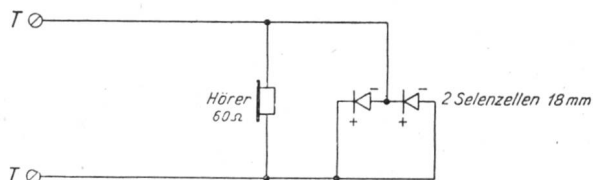


Fig. 14.

aber trotzdem kräftig angezogen; haben dagegen eine oder gar beide Ventilzellen Schluss mit weniger als zirka 800 Ohm, so spricht der Anker nicht mehr, oder nur noch mühsam an. Der gleiche Versuch muss aber auch mit umgekehrter Polarität bei a und b angestellt werden, weil man nicht zum voraus weiss, welche der beiden Zellen mangelhaft ist. Offenbar ist diese Art der Störungseingrenzung im angegebenen Fall einfach und zuverlässig. Bei anderen, ähnlichen Schaltungen lässt sie sich aber nur anwenden, wenn der Widerstand in dem zu prüfenden Stromkreis und damit der Spannungsabfall so gross sind, dass die Zellen nicht mehr als je 14—18 Volt erhalten, also nicht überlastet werden.

Die neuen Kassierstationen Typ M haben parallel zum Hörer zwei 18 mm Selenzellen als sog. Knallschutz.

*Figur 14*. Hier ist die Spannungsabhängigkeit der Selenzellen sehr vorteilhaft ausgenutzt. Die normale Spannung des Sprechstromes überschreitet  $\frac{1}{2}$  Volt selten, liegt aber im Durchschnitt weit darunter. Bei dieser geringen Reizspannung beträgt der Widerstand der Ventilzellen auch in der Durchlassrichtung mehrere Tausend Ohm bis zu dem Augenblick, wo schädliche Knackspannungen von über 1 Volt eintreffen, die nun dank der eigentümlichen Widerstandscharakteristik der Selenzellen in diesen vernichtet und so vom Hörer ferngehalten werden.

In *Figur 15* sind Gleichrichterzellen in Grätz'scher Schaltung zur Speisung einer Magnetwicklung dargestellt. Bei geschlossenem Schalter wird der eintreffende Wechselstrom gleichgerichtet und fliesst als solcher beispielsweise in der eingezeichneten Richtung. Beim Abschalten entsteht eine Selbstinduktionsspannung, die den verschwindenden Strom aufrechterhalten will, und die infolgedessen ebenfalls die eingezeichnete Richtung hat. Diese Spannung kann sich über den Gleichrichter ausgleichen, denn

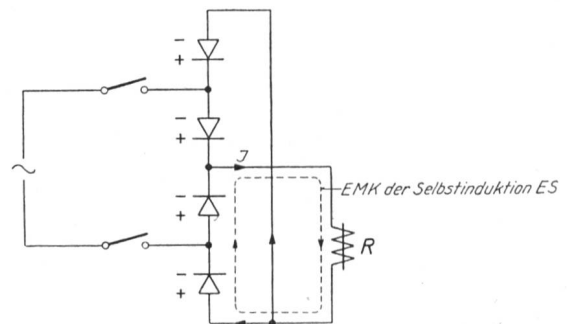


Fig. 15.

für sie sind die Ventilzellen in Durchlassrichtung geschaltet. Sie dienen so nicht nur als Gleichrichter, sondern auch noch als Funkenlöcher und Radiostörschutz. Dabei muss aber immer mit einer entsprechenden Abfall- bzw. Anzugverzögerung im Relais gerechnet werden. Gelegentlich trifft man Schaltungen mit Relais und Kraftmagneten, die nicht mit vollständigen Grätz'schen Brücken, sondern nur mit parallel liegenden Selenzellen beschaltet sind; vergleiche *Fig. 16*.

Auch diese dienen der Gleichrichtung, indem die Magnetwicklung für die eine Hälfte der Halbwellen, z. B. für die positive, kurzgeschlossen ist. Durch passende Vorwiderstände, wozu auch Kondensatoren gehören, ist ein Kurzschluss der Wechselstromquelle vermieden; vergleiche auch den Anrufstromkreis des Linienwähler-Endkastens. In solchen Fällen spricht man von Einweg-Gleichrichtung, im Gegensatz zur Vollweg-Gleichrichtung, bei

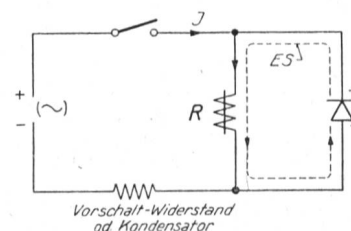


Fig. 16.

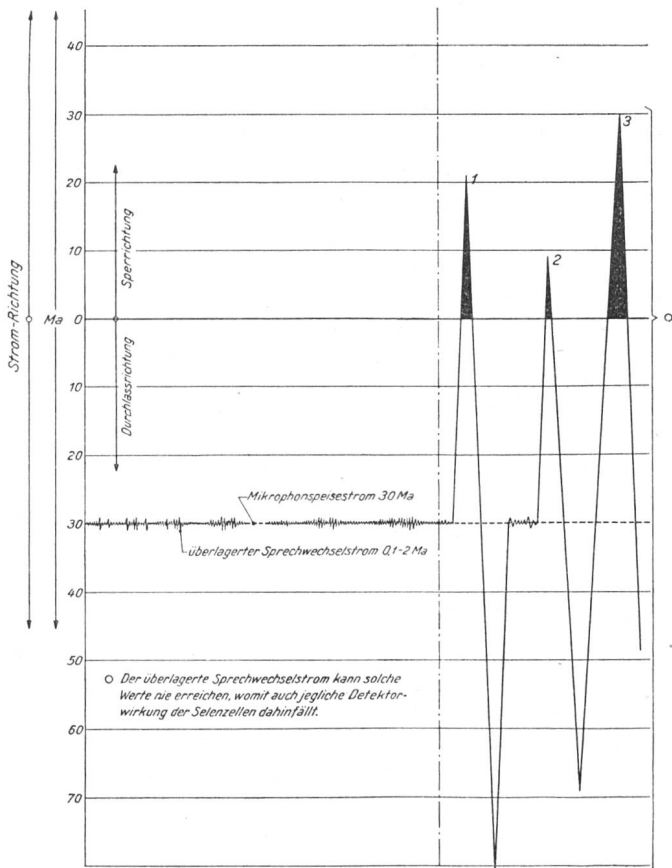


Fig. 17.

der stets beide Halbwellen ausgenutzt sind. Das kurz zuvor über die Funkenlöschung und die Anzug- und Abfallverzögerung Gesagte bleibt natürlich gültig.

Man kann sich fragen, ob Selenzellen in Sprechstromkreisen, z. B. gemäss Fig. 11, nicht eine unerwünschte zusätzliche Dämpfung darstellen bzw. in welchem Umfange ihre Detektorwirkung auftritt, und ob diese nicht durch das Parallelschalten eines Kondensators aufgehoben werden müsse.

In *Figur 17* interessieren darum vor allem die dem Mikrophonspeisestrom überlagerten Amplituden des Sprechwechselstromes. Es ist angenommen, der Mikrophonspeisestrom, bekanntlich ein reiner Gleichstrom, betrage bei unbesprochener Kapsel genau minus 30 mA. Diesem Gleichstrom ist der sogenannte Sprechwechselstrom überlagert gemäss *Fig. 17*. Da hingegen die Spannung und die Stärke dieses überlagerten Sprechwechselstromes 0,5 Volt bzw. 0,1 bis 2 mA kaum überschreiten, findet nur eine ganz geringfügige Verstärkung oder Schwächung des stets in gleicher Richtung fliessenden, viel stärkeren Mikrophonspeisestromes statt. Mit andern Worten: Der Mikrophonspeisestrom erleidet keine Richtungsänderung nach der positiven Seite, so wie dies rechts auf dem Diagramm mit ausserordentlich stark übertriebenen, ausgefüllten Spitzen absichtlich falsch angedeutet ist. Tatsächlich ist der Gleichrichter in diesem Falle wirkungslos.

Anders verhält es sich mit dem Endkasten für Feuerwehr- und Polizeialarm nach *Figur 18*, wo die im Rufstromkreis liegende Selenzellengruppe mit einem Kondensator zu 4  $\mu$ F überbrückt sein muss. Was hiervor über die im Mikrophonspeisestromkreis liegende Selenzelle gesagt wurde, trifft in diesem Falle

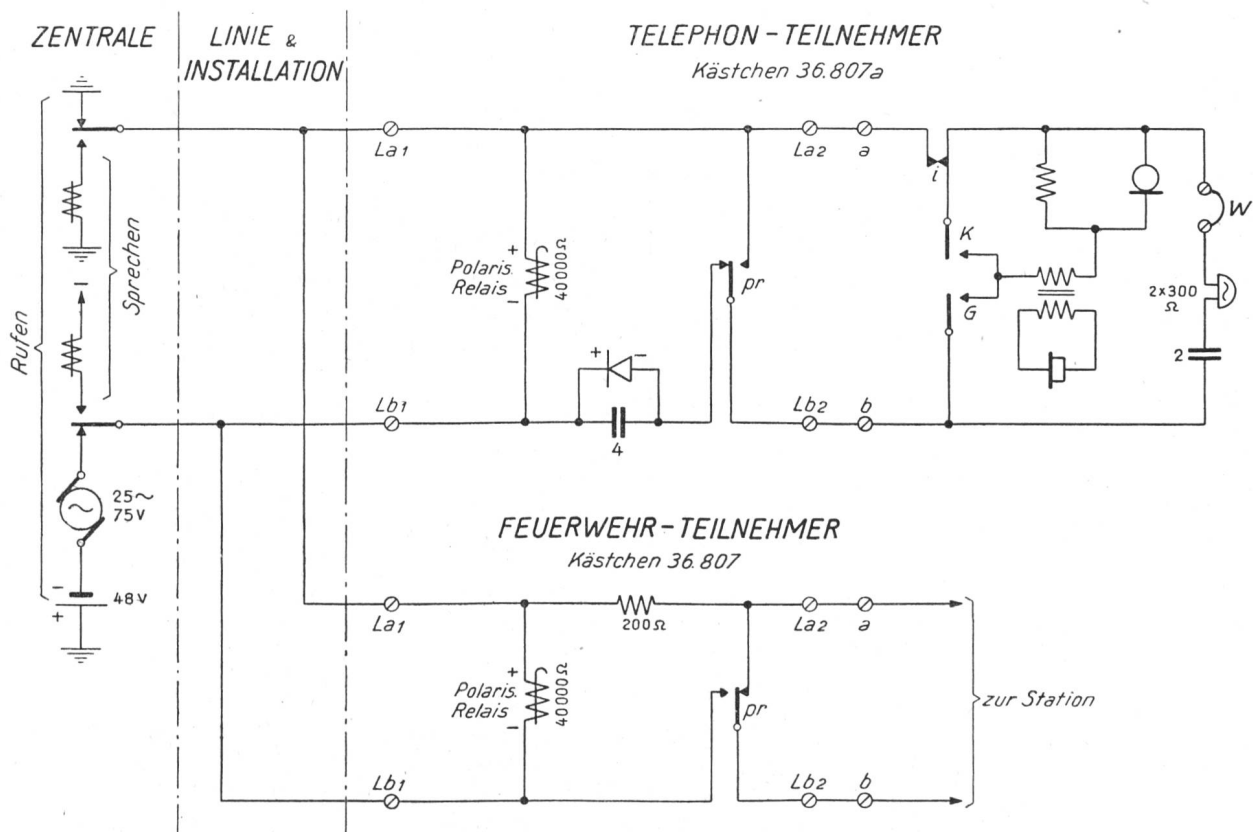


Fig. 18.

nicht zu, weil in dem mit einem Kondensator versehenen Weckerstromkreis nur Wechselstrom, nicht aber wie im Mikrophonstromkreis Gleichstrom mit überlagertem Wechselstrom fließt. Ohne den Kondensator  $4 \mu\text{F}$  neben der Selenzelle würde der polarisierte Stationswecker nicht mehr mit eigentlichem Wechselstrom, sondern im Fall von Figur 18 nur noch mit den negativen Halbwellen, also mangelhaft läuten.

Hierbei stellt die Selenzelle ein rasches Ansprechen der polarisierten Relais sicher, wenn der Feuerwehrteilnehmer im Laufe eines Gespräches des Telephonteilnehmers angerufen wird. In diesem Moment wechselt die Polarität der Amtsspeisung. Die Selenzelle riegelt den Mikrophonspeisestrom von der Telephonteilnehmerstation ab, und statt nur 4—8 Volt erhalten die hochohmigen Relais fast volle Batterie-

spannung, nämlich 46—47 Volt. Sie schalten so trotz starker Remanenz anstandslos um, was ohne Selenzellen, d. h. bei nicht verriegeltem Mikrophonstromkreis der Telephonteilnehmerstation, ausgeschlossen wäre.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass sich Selenzellen auch für Messzwecke eignen. Man legt sie in Grätz'scher Schaltung vor Gleichstrom-Volt- und Ampèremeter. So werden diese auf einfache Art für die Messung von Wechselstrom tauglich. Für höhere Frequenzen, insbesondere für Messungen mit veränderlichen Frequenzen, kommen spezielle, kapazitätsarme Messgleichrichter in Frage. Dabei spielt das richtige Verhältnis der Widerstände der Instrumente zu den Widerständen der Selenzellen in Abhängigkeit von der angelegten Spannung eine wichtige Rolle.  
H. Braun.

## Le téléphone automatique dans le monde.

31:654.15(100)

La Statistique générale de la Téléphonie pour l'année 1940, dressée par le Bureau de l'Union internationale des Télécommunications, vient de paraître. Elle contient une foule de renseignements des plus intéressants pour autant qu'on veuille se donner la peine de regarder les chiffres de plus près. Malheureusement, à cause de la guerre mondiale, la statistique ne fournit aucune donnée sur certains pays, comme p. ex. l'Allemagne, la Belgique, la Grande-Bretagne, la Grèce, le Japon, la Yougoslavie. Malgré cela, on peut établir certaines comparaisons, soit des pays entre eux, soit entre l'année 1940 et les années précédentes.

Nous nous bornerons, pour aujourd'hui, à commenter les chiffres relatifs à l'automatisation des raccordements d'abonnés téléphoniques. Ils sont classés en raccordements automatiques, semi-automatiques et manuels.

	1938	1940
<i>Ont été englobés dans la comparaison:</i>		
Pays . . . . .	33	24
Bureaux centraux . . . . .	103 420	87 220
Abonnés . . . . .	19 878 000	17 191 000
<i>dont, en %</i>		
Bureaux centraux automatiques . . . . .	9,6	8,5
Bureaux centraux semi-automatiques . . . . .	10,4	14,8
Bureaux centraux manuels . . . . .	80,0	76,7
	100,0	100,0
Abonnés automatiques . . . . .	50,5	53,9
„ semi-automat. . . . .	0,7	0,9
„ manuels . . . . .	48,8	45,9
	100,0	100,0

Ainsi que cela ressort de ce tableau, la proportion des abonnés automatiques augmente, et plus de la moitié de l'effectif total a passé du système manuel au système automatique. Par contre, la proportion des bureaux centraux automatiques n'atteint pas

même le dixième. Cela tient à ce que, dans tous les pays, on a commencé par la transformation des grands bureaux centraux, ceux des grandes villes, pour ne passer que petit à petit aux bureaux ruraux. C'était naturellement la marche la plus économique.

Comme on pouvait s'y attendre, les raccordements *semi-automatiques* constituent une petite minorité, puisqu'ils étaient pour les pays considérés au nombre de 132 000 en 1938 et de 155 600 en 1940 ou de 0,7 et 0,9%. Les pays qui en ont le plus en 1940 sont la France avec 110 260 et les Etats-Unis avec 32 000; ce sont en général des abonnés ruraux, dont l'automatisation du central aura lieu sans doute ces prochaines années.

L'examen détaillé de quelques pays donne, en %, pour 1940, les chiffres figurant au tableau de la page suivante.

E = Administration d'Etat

P = Compagnies privées.

### Remarques explicatives.

<sup>10</sup> Les chiffres de certains pays n'étant pas connus pour l'année 1940, on a pris les chiffres de 1938 afin de permettre la comparaison dans une certaine mesure.

<sup>20</sup> La Grèce a presque complètement automatisé son réseau téléphonique, mais ce réseau n'est pas très dense, puisque le pays, d'une population de 7 millions d'habitants, n'a que 46 bureaux centraux et 40 700 abonnés (Suisse 4 200 000 habitants, 980 bureaux, 295 800 abonnés).

<sup>30</sup> Seulement le Japon proprement dit, donc Chosen, etc., non compris.

<sup>40</sup> La Palestine ne compte qu'un seul central semi-automatique avec 5 abonnés.

Les pays qui accusent les chiffres les plus forts en % sont:

<i>bureaux centraux:</i>	<i>abonnés:</i>
Grèce . . . . . 87,0	Grèce . . . . . 95,0
Suisse . . . . . 82,9	Allemagne . . . . . 88,5
Allemagne . . . . . 45,5	Italie . . . . . 86,0
Pays-Bas . . . . . 36,5	Suisse . . . . . 86,0
Etats-Unis d'Am. . . . . 19,1	Pays-Bas . . . . . 81,3
Belgique . . . . . 17,7	Roumanie . . . . . 80,4
Italie . . . . . 17,0	Egypte . . . . . 76,1

Et si maintenant on poursuit l'enquête et que l'on veuille se faire une idée de la „densité de la