

Anknüpfend an die frühere Tradition hat die C. Lorenz AG in neuester Zeit auch auf dem Gebiete der Fernschreib-Verschlüsselungstechnik Verfahren und Apparate entsprechend dem heutigen Stand der Erkenntnis entwickelt. Nachdem diese Arbeiten abgeschlossen sind und die Fertigung dieser Geräte nunmehr in Angriff genommen ist, soll hierüber in den folgenden Aufsätzen berichtet werden.

Im einzelnen handelt es sich um ein „Mischgerät“, welches das Mischen und Ordnen der Klar- und Schlüsseltextimpulse vornimmt und das außerdem, mit Rücksicht auf die Verwendung auch auf drahtlosen Fernschreibkanälen, mit einem „Synchronzusatz“ versehen ist.

Zur Herstellung von zufallsmäßig verteilten Impulsfolgen, die dem Mischvorgang zugrundeliegen und in einem in der modernen Fernschreibtechnik üblichen Lochstreifen gespeichert sind, wird weiter ein Gerät („Würfel-Locher“) beschrieben, das die Impulsfolgen auf elektronischem Wege erzeugt und mit den in der Fernschreibtechnik üblichen mechanischen Mitteln gleichzeitig zwei Streifen locht, die dann an der Sende- bzw. Empfangsstelle der Ver- und Entschlüsselung der Nachrichten dienen.

## Das Mischgerät Mi 544

Von G. Grimsen · C. Lorenz AG

DK 681.188:621.394.324

Vorangestellt sei eine kurze geschichtliche Übersicht über die verschiedenen Verfahren zur Verschlüsselung von Fernschreibnachrichten, deren Text in Form eines Mehrfach-Alphabetes vorliegt, um zu zeigen, wie sich die Wandlung der Methoden vom hochentwickelten Telegraf-Chiffriergerät zur einfachen Mischapparatur vollzogen hat und wie hieraus die Trennung der Aufgaben in Herstellung des Mischtextes und seine fernschreibtechnische Verarbeitung hervorgeht.

Die wichtigsten nachfolgend benutzten Begriffsbestimmungen sind: Klartext, Mischtext (Schlüsseltext) und als Ergebnis das Gemisch, sowie der umgekehrte Prozeß zur Rückgewinnung des Klartextes, der hier versuchsweise als „Ordnen“ bezeichnet werden soll.

Es gibt Schlüsselgeräte, die außer der telegrafischen Verarbeitung den Mischtext während des Betriebes selbst erzeugen. Diese sind im Aufbau verwickelt und erfordern für die Bedienung und Pflege besonders geschultes Personal.

Die zwei wichtigsten Rezepte zur Verwandlung eines Mehrfach-Alphabet-Klartextes in das Gemisch sind die zeitliche Vertauschung der Impulsreihenfolge (Versetzung) und die Spiegelung der Einzelimpulse (Vertauschung von Minus-Zeichen in Plus). Als besondere, die unbefugte Entzifferung erschwerenden Maßnahmen sind für diese Apparatgruppen zu erwähnen: Der Antrieb der den Mischtext erzeugenden mechanischen Organe in Gruppen, die sich teils regelmäßig, teils sprungweise vorwärts bewegen, und gegebenenfalls die Einbeziehung des Klartextes in diesen Vorschubmechanismus, indem beim Auftreten bestimmter Buchstaben ein weiterer, zusätzlicher Eingriff in den Antrieb erfolgt.

Aus naheliegenden Gründen sind genaue Einzelheiten wenig bekannt geworden, lediglich die Patentliteratur gibt gelegentlich Hinweise über einzelne Lösungswege.

Der hiervon grundsätzlich verschiedene Weg, dem Mischgerät lediglich die Aufgabe des Mischens und Ordnen zuzuweisen und die Vorbereitung des Mischtextes völlig getrennt vorzunehmen, scheint erstmalig in den Jahren 1915 bis 1925 apparatentechnisch verwirklicht worden zu sein. Jedenfalls sind aus dieser Zeit Geräte und Verfahren bekannt geworden, die den Mischtext in der einfachsten Speicherform, d. h. in einem gelochten Papierstreifen, benutzen und diesen zusammen mit dem Klartext schrittweise mischen und ordnen. Hierdurch tritt auch zum erstenmal das Problem auf, zwei völlig gleiche Lochstreifen erzeugen und an die beiden Orte verteilen zu

müssen, zwischen denen der Nachrichtenaustausch erfolgen soll, was ein nicht immer einfach zu lösendes Organisationsproblem darstellt (Vermittlungsverkehr!).

Unter dem Druck der Ereignisse der Jahre 1915 bis 1918 wurde in USA ein Baukastengerät entwickelt, das überall da, wo es möglich war, bekannte Einheiten der Drucktelegrafentechnik benutzte. Das Ergebnis war eine Apparatur, die nach dem Start-Stop-System und mit dem 5er-Alphabet arbeitete. Der Klartext wurde mit Hilfe eines Handlochers erzeugt und in einem Lochstreifen gespeichert. Der Schlüsseltext lag in derselben Form vor. Beide Streifen wurden durch je einen automatischen Lochstreifensender abgeführt. Die 5 Kontakte des einen Senders waren mit den 5 Kontakten des anderen über Relaisstromkreise derart verbunden, daß z. B. bei gleichzeitigem Vorliegen von stromerfüllten (+) Impulsen der Mischzustand „A“ (+) hervorgerufen wurde, ebenso bei gleichzeitigem Erscheinen zweier stromloser (–) Stellen. Der entgegengesetzte Zustand „B“ (–) wurde hergestellt, wenn ungleiche Polaritäten der einzelnen 5er-Alphabet-Impulse in den beiden Lochstreifen auftraten (Abb. 1). Dieses Rezept, das schaltungstechnisch außerordentlich einfach zum Mischen und zum Ordnen heranzuziehen ist, bleibt bis auf die allerneueste Zeit in Anwendung und liegt auch dem Mischgerät 544 zugrunde.

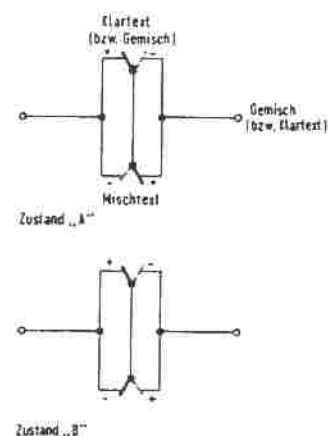


Abb. 1 Grundschaltung zum „Mischen“ und „Ordnen“

Die folgende Tabelle zeigt dieses Schema beim Mischen und Ordnen von Ser-Alphabet-Impulsen:

Mischen		Ordnen		
Klartext	Mischtext	Gemisch	Mischtext	Klartext
+	+	+	+	+
+	-	-	-	+
-	+	-	+	-
-	-	+	-	-

Die Ansichten über die Zusammensetzung des Mischtextes, insbesondere im Hinblick auf die Erschwerung des Entzifferns durch Unbefugte, haben im Laufe der Zeit mehrfache Wandlungen erfahren. Zuerst begnügte man sich mit verhältnismäßig kurzen Folgen; dann nahm man zur Verlängerung der Perioden seine Zuflucht zur Technik der Mehrfach-Schlüsselstreifen, die wiederum durch mehrere automatische Lochstreifensender (regelmäßig oder sprungweise angetrieben) nach demselben Rezept zum eigentlichen Mischtext geformt und anschließend weiter verarbeitet wurden. Durch geschickte Auswahl der Buchstabenzahl der „endlosen“ Streifen und durch besondere Betriebsvorschriften hinsichtlich der jeweils zu benutzenden Anfangsstellungen wurde bereits eine erhebliche Erschwerung erzielt. In diesem Zusammenhang taucht auch die Forderung auf, die Schlüsselstreifen nach einmaligem Gebrauch zu vernichten. Auch das Problem der Schrittzählung und Bedruckung mit laufenden Zahlen ist hier bereits brauchbar gelöst worden. Welche Forderungen von Seiten der Kryptotechniker nach dem heutigen Stand der Erkenntnis an

den Inhalt eines solchen Mischtext-Streifens gestellt werden und wie hierbei vorwiegend statistische Überlegungen hineinspielen, wird in einer späteren Arbeit gezeigt werden. Ein nach diesen neuesten Gesichtspunkten aufgebauter elektronischer Mischtextgenerator („Würfel-Locher“) wird in [1] beschrieben.

Die soeben geschilderte Methode zur Verarbeitung der vorbereiteten Lochstreifen hat in den folgenden Jahrzehnten (1930 bis 1950) breite Anwendung gefunden; es sind mehrere Typen von Apparaten bekannt geworden, die nach den angedeuteten Grundlagen arbeiten [2].

Im allgemeinen handelt es sich hierbei um Mischgeräte, die lediglich den Empfang und die Aussendung der Nachricht sowie ihre Codierung und Decodierung vornehmen, die also unter Hinzuziehen der aus der modernen Fernschreibtechnik her bekannten Apparate zu einer Schlüsselgarnitur auf elektrische Weise vereinigt werden. Je nach Art der vorliegenden besonderen Aufgabe kann als Handsende- und Empfangsorgan für den Klartext ein Streifen- oder ein Blattschreiber benutzt werden; auch kann der Klartext vorher in einem oder mehreren Handlochern erzeugt werden. Das Gemisch kann entweder direkt an den Übertragungskanal abgesetzt oder nach Speicherung in einem Lochstreifen der Gegenstation auf einem anderen Wege zugesandt werden. Dort kann wiederum entweder ein direkter Empfangsbetrieb mit sofortiger Niederschrift des offenen Textes durchgeführt oder die Nachricht zwecks späterer Verarbeitung in einem Lochstreifen festgehalten werden (Abb. 2).

In neuerer Zeit ist wieder die Frage aufgeworfen worden, ob es nützlich ist, alle diese Funktionen in einem Geheimfern-schreiber zu vereinigen; praktisch müßte dann ein kommerzieller Typendruck (Handsender und Druckempfänger) um eine ganze Reihe von Zusätzen erweitert werden, von denen nur die wichtigsten hier aufgezählt seien:

- 1 Lochstreifenabtaster für den Klartext,
- 1 weiterer Lochstreifenabtaster für den Mischtext,
- 1 Lochstreifensendezusatz,
- Speichereinrichtungen für den Mischvorgang,
- 1 Lochstreifenempfänger und
- eine eingebaute Stromversorgung zum Betrieb des gesamten Gerätes, sowie
- Schalter und Überwachungsorgane für die verschiedenen Betriebsweisen.

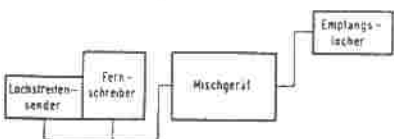
Dies dürfte immerhin ein größeres Gerät ergeben mit einer Bedienung und Wartung, die an das Personal besonders hohe Anforderungen stellt. Bei gelegentlichen Störungen würde der gesamte Apparat, d. h. auch der Fernschreiber, in seiner Grundfunktion ausfallen; die vielen auf dem Markt befindlichen Blattschreiber könnten als Ersatz nicht eingesetzt werden. Auch die im Gebrauch stehenden zahlreichen Sondergeräte wie: automatische Sender, Empfangslocher, Handlocher usw. könnten nicht direkt in eine solche Betriebsweise einbezogen werden.

Legt man aber ein Mischgerät zugrunde, das als Zusatz gebaut ist, so ist es in einfachster Weise, lediglich durch elektrische Zusammenfassung möglich, die angedeuteten Verfahren oder noch andere aus betriebstechnischen Gründen wünschenswert erscheinende Zusammenstellungen auszuführen. Hierdurch ist die beste Anpassungsmöglichkeit bei größter Beweglichkeit gewährleistet, und es ist nicht notwendig, die zeitweise nicht benutzten Teilapparate mitzuführen und das Mischgerät technisch, betrieblich und pflegemäßig hiermit zu belasten. Auch unter zivilen Gesichtspunk-

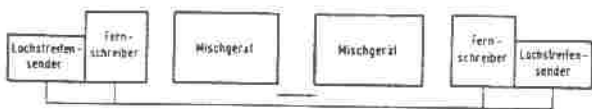
I. Herstellung von Lochstreifen  
a) im Klartext



b) mit verschlüsseltem Text



II. Nachrichtenübertragung  
a) im Klartext



b) mit verschlüsseltem Text

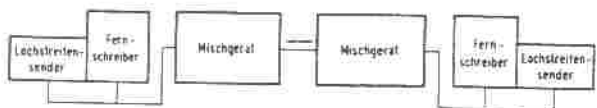


Abb. 2 Beispiele der Nachrichtenübermittlung durch Fernschreiber im Klartext und mit verschlüsseltem Text

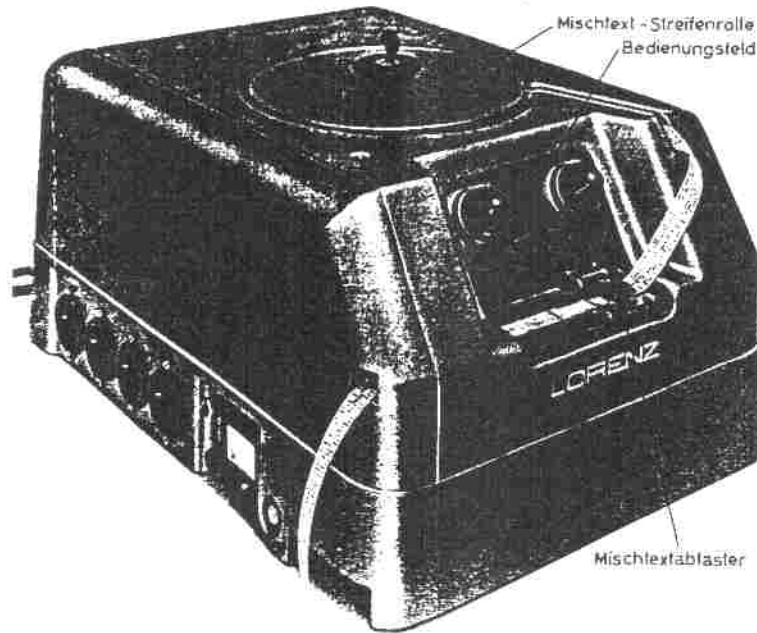


Abb. 3 Ansicht des Mischgerätes Mi 544

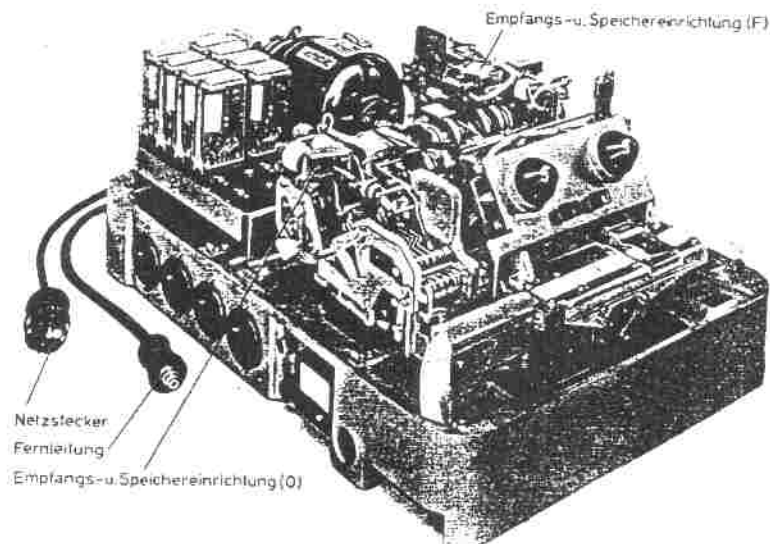


Abb. 4 Ansicht des Mischgerätes Mi 544, Haube abgenommen

ten dürfte es wirtschaftlich und technisch besser sein, sich auf die große Zahl der im Betrieb befindlichen Fernschreiber zu stützen und mit Hilfe von Zusatzgeräten einen Fernschreib-Geheimverkehr einzurichten. Aus diesen Gründen ist das „Mischgerät 544“ als reines Zusatzgerät entwickelt worden, im besonderen auf rein mechanischer Grundlage unter Verwendung von Baugruppen, die sich seit langem in der kommerziellen Fernschreibtechnik bewährt haben.

#### Kurze Gerätebeschreibung

Abb. 3 zeigt eine Ansicht des Mischgerätes. Auf der Vorderseite sieht man das Bedienungsfeld mit den zwei Schaltern und den beiden Signallampen; davor befinden sich die Abtastorgane für den Mischtext-Lochstreifen. In der Apparathaube versenkt angeordnet ist die verschließbare Metallkassette für die Mischtext-Streifenrolle, die in ihrem Innern eine besondere Sperrvorrichtung gegen unbefugtes Wieder-aufrollen des Streifens besitzt.

Bei abgenommener Haube (Abb. 4) sind vorn links und hinten rechts die beiden Empfangssysteme sichtbar, weiter der Antriebsmotor und die Gruppe der Steuerrelais; an der Schmalseite sind mehrere Starkstrom-Anschlußdosen für die Orts-Fernschreibgeräte und ein Gleichstrominstrument zur Überwachung der Telegrafstromkreise angebracht.

Zur Inbetriebnahme wird das Gerät starkstromseitig an die Netzspannung 220 V/50 Hz angeschlossen. Die im Sockel eingebauten Anschlußdosen dienen den Verbindungen mit dem Ortsfernschreiber, dem Lochstreifensender und (wenn notwendig) dem Empfangslocher.

Die Verbindung mit der Fernleitung oder (im TW-Verkehr) mit einem Fernschaltgerät geschieht durch den Schwachstromstecker.

Wird eine Verbindung (z. B. über Fernschaltgerät) hergestellt, so leuchtet eine rote Lampe im Bedienungsfeld auf und der Fernschreiber läuft an. Die Fernleitung ist damit zur Fernschreibmaschine und zum Lochstreifensender durchgeschaltet und es kann im Klartext verkehrt werden. Durch einen Ta-

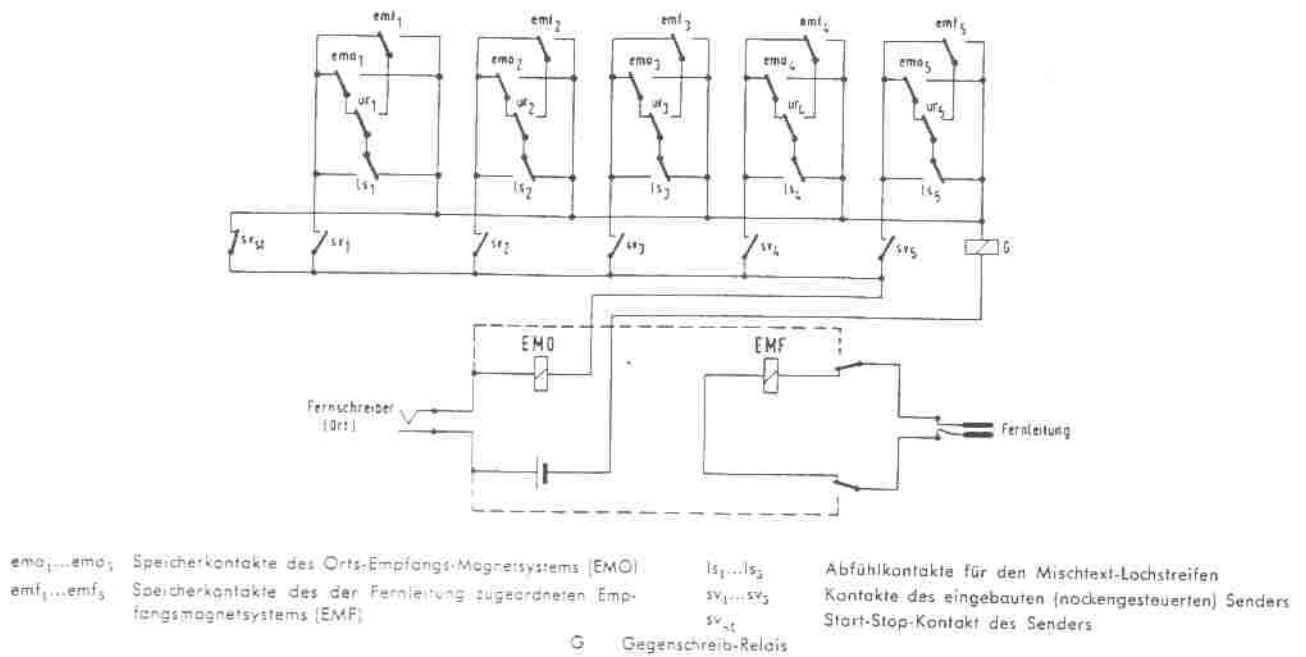


Abb. 5 Prinzipschaltung des Mischgerätes Ml 544 (für den Zustand „Entschlüsselung“)

stendruck wird, nachdem die Mischtext-Lochstreifen auf beiden Stationen bei gleichen Markierungen eingelegt wurden, die Verschlüsselungseinrichtung eingeschaltet. Die rote Signallampe erlischt und die grüne leuchtet auf; gleichzeitig läuft der Motor des Mischgerätes an. Wird jetzt das erste Zeichen von der Fernschreibmaschine aus gegeben, so wird gleichzeitig das erste Zeichen des Mischtext-Lochstreifens abgetastet, mit dem Fernschreibzeichen gemischt und ausgesendet. Nach Ende des Zeichens wird der Mischtext um eine Zeichenkombination weitertransportiert, abgetastet und mit dem zweiten Fernschreibzeichen gemischt usw. Auf der Gegenseite wird der gleiche Mischtext-Lochstreifen in der gleichen Weise abgetastet, das ankommende Zeichen geordnet an die Fernschreibmaschine gegeben und der Streifen nach jedem Zeichen um eine Zeichenkombination weitertransportiert.

### Die Schaltung des Mischgerätes

In Abb. 5 ist (unter Fortlassung aller Nebenfunktionen) die grundsätzliche Wirkungsweise des Mischgerätes 544 (für den Fall der Entschlüsselung) dargestellt.

Im Schaltzustand „Klar“ (gestrichelte Verbindung) sind die Orts-Fernschreibgeräte (Blattschreiber, Lochstreifensender) direkt mit der Fernleitung oder einem Empfangslocher verbunden.

Im Zustand „Geheim“ (ausgezogene Verbindung) ist das Gerät in zwei galvanisch getrennte Kreise aufgeteilt. Die örtlichen Fernschreibgeräte sind mit dem Orts-Empfangs-Magnetsystem (EMO) des Mischgerätes unter Einbeziehung der örtlichen Stromquelle in einem Zweidraht-Einfachstromkreis verbunden.

In der Fernleitung, gleichfalls Zweidraht-Einfachstromspeisung von dem nächsten Vermittlungsamt oder dem Telegrafenumsetzer, liegt das Fern-Empfangs-Magnetsystem (EMF). An beiden Empfangsmagnetsystemen sind zusätzliche Überwachungskontakte angebauf, die registrieren, ob von der Orts- oder Fernseite der erste (Start-) Impuls empfangen wird. Im ersten Falle, d. h. beim Mischvorgang, werden die Kontakte emo<sub>1</sub>...

emo<sub>5</sub> mit den Mischtext-Lochstreifen-Abfühlkontakten ls<sub>1</sub>...ls<sub>5</sub> (entsprechend dem Mischrezept in Abb. 1) in der gezeichneten Weise verbunden. Durch die Sender-Kontakte sv<sub>1</sub>...sv<sub>5</sub> wird das Gemisch abgegriffen und an die Fernleitung abgegeben.

Umgekehrt, beim Ordnungsvorgang, wird das Fern-Empfangs-Magnetsystem EMF betätigt, speichert das aus der Fernleitung empfangene Gemisch in den Kontakten emf<sub>1</sub>...emf<sub>5</sub> und entschlüsselt nach demselben Verfahren mit Hilfe der Kontakte ls<sub>1</sub>...ls<sub>5</sub> die Impulse, die dann nacheinander durch den Sender des Mischgerätes dem örtlichen Fernschreiber mitgeteilt werden. Mit Hilfe eines Umschaltrelais sind inzwischen über die Kontakte ur<sub>1</sub>...ur<sub>5</sub> die Kontakte emo<sub>1</sub>...emo<sub>5</sub> abgetrennt worden. Die für den hier angedeuteten Vorgang notwendigen Sperr- und Schaltrelais, die in erster Linie den zeitlich richtigen Ablauf und die zeitgerechte Umschaltung des Sendeorgans sicherstellen, sind in Abb. 5 nicht aufgeführt.

Das Gegenschreibrelais G dient folgendem Zweck: Falls bei laufender Sendung der empfangende Teilnehmer aus irgendwelchen Gründen verstümmelten Text erhält oder seine Geräte aus technischen Gründen nicht mehr empfangsbereit sind, kann er durch Betätigen irgendeiner Taste (z. B. „Zwischenraum“) seines Senders die pausenlose Lochstreifensendung stillsetzen. Dies geschieht durch das auf der Sendeseite eingeschaltete G-Relais, dessen Anker außerhalb der Stoppschrittzeit durch eine Sperrkurve jeweils mechanisch ange-drückt wird. In ungestörtem Betrieb wird der Stop-Impuls stets durch einen „Strom-Schritt“ dargestellt; wird jedoch in der üblichen Halb-Duplex-Schaltung von der Empfangsseite „gegengeschrieben“, so wird mit großer Wahrscheinlichkeit der Stop-Impuls nach wenigen Zeichen unterbrochen, d. h. in einen „Kein-Strom-Schritt“ verwandelt, wodurch das G-Relais abfällt und im weiteren Verlauf dafür gesorgt ist, daß der Sendebetrieb stillgelegt wird. Die Wiedereingangssetzung des Verkehrs kann erst von Hand in der üblichen Weise erfolgen; dadurch ist sichergestellt, daß ungewollt kein Klartext ausgesandt werden kann.

Eine weitere Sicherungseinrichtung besteht in der Lochstreifenkontrolle durch einen Papierföhlhebel. Dieser wird periodisch gleichzeitig mit den Abföhladeln an den Mischtext-Lochstreifen herangeföhrt und tritt nicht in Tätigkeit, solange Lochstreifenpapier vorhanden ist. Sobald der Lochstreifen ausläuft oder die Stege zwischen den Transportlöchern beschädigt sind, wirkt er auf das erwähnte G-Relais ein, wodurch das Mischgerät ausgeschaltet und der Ortsstromkreis unterbrochen wird. Hierdurch ist in gleicher Weise verhindert, daß weitere Zeichen (Klartext!) an den Fernschreibkanal abgesetzt werden können.

Zum Schluß noch einige **technische Daten**:

Maße:	400 × 540 × 260 mm
Gewicht:	30 kg
Starkstrom:	220 V/50 Hz
Leistungsaufnahme:	etwa 250 W
Motor:	Universal-Kollektortyp
Stromversorgung:	60 V/0,5 A für Schaltstromkreise
(im Sockel eingebaut)	120 V/0,15 A für Fernschreibstromkreise
Telegrafierstrom:	
(orts- und fernseitig):	40 mA
Schreibgeschwindigkeit:	400 Zeichen/min (50 Baud),
oder	368 Zeichen/min (45,5 Baud)

Zulässiger Höchstwert der  
Empfangsverzerrung: 40 %.

Es besteht die Möglichkeit, eine Vorrichtung zum Zerschneiden des Mischtext-Lochstreifens in seine Elementarschritte sowie einen Synchronzusatz [3] einzubauen.

#### Schrifttumsnachweis

- [1] Gerät zur Erzeugung von zufallsmäßig verteilten Impulskombinationen für die Verschlüsselung von Fernschreibnachrichten („Würfel-Löcher“). SEG-Nachrichten 4 (1956), H. 4, S. 188.
- [2] Österreichische Patentschrift Nr. 91 059 vom 15. 7. 22  
Österreichische Patentschrift Nr. 92 163 vom 16. 9. 22  
DRP 355 393 vom 6. 6. 20  
DRP 364 184 vom 6. 6. 20  
DRP 452 194 vom 21. 3. 26  
US-Patentschrift Nr. 1 516 880 vom 18. 11. 24  
US-Patentschrift Nr. 1 522 775 vom 13. 1. 25  
Cipher Printing Telegraph System G. S. Vernam. A.I.E.E. 45 (1926), H. 2, S. 109–115.  
Frederick Leland Rhodes: John J. Carty, 50 Jahre Fernsprecher in den USA im Frieden und im Kriege. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Berlin 1934, S. 145–146.
- [3] W. Schiebeler: Synchronzusatz zum Mischgerät Mi 544. SEG-Nachrichten 4 (1956), H. 4, S. 185.

## Synchronzusatz zum Mischgerät Mi 544

Von W. Schiebeler · C. Lorenz AG

DK 681.188:621.394.324

Das Mischgerät Mi 544<sup>1)</sup> der C. Lorenz AG ist eine Verschlüsselungseinrichtung für den Fernschreibbetrieb. Mit ihr wird die Ver- oder Entschlüsselung einer Nachricht unmittelbar während des Sende- oder Empfangsvorganges vorgenommen.

Die Verschlüsselung und Entschlüsselung wird auf der Sende- bzw. Empfangsseite mit je einem zusätzlichen Lochstreifen bewirkt. Diese beiden „Schlüsselstreifen“ (Mischtextstreifen) müssen einander gleich sein und in dem gleichen Rhythmus weitergeschoben werden, mit dem auf der Senderseite die Eingabe des Klartextes in das Mischgerät erfolgt. Für eine fehlerlose Entschlüsselung ist es wichtig, daß insbesondere der Schlüsselstreifen der Empfangsseite synchron zum Sender ohne Zeichenauslassung fortbewegt wird. Diese Fortbewegung wird jeweils durch den Anlaufschritt des ankommenden Fernschreibzeichens ausgelöst und durch den Stopimpuls wieder angehalten.

Wird nun infolge von Störungen auf dem Übertragungsweg kein Anlaufschritt empfangen, obwohl der Sender ihn ausgesandt hat, so wird der Schlüsselstreifen des Empfängers nicht weitertransportiert und damit der Gleichlauf beider Schlüsselstreifen gestört. Ebenso wird der Gleichlauf gestört, wenn der ausgesandte Stopimpuls eines Zeichens nicht empfangen wird, da dann der Empfangsschlüsselstreifen weiterläuft, obwohl noch kein neuer Buchstabe vom Sender ausgesandt wird. In beiden Fällen wird vom Augenblick der Störung an die Nachricht nicht mehr entschlüsselt. Die Sendung muß von neuem begonnen werden.

Bei Übertragung auf dem Funkwege treten die oben genannten Störungen unter Umständen relativ häufig auf, ohne daß

deswegen eine Fernschreibverbindung mit Klartext schon unmöglich sein müßte. Es fehlen dann hin und wieder Buchstaben bzw. sind falsch niedergeschrieben; die richtigen Buchstaben lassen sich aber noch aus dem Sinn des empfangenen Textes erraten. Eine verschlüsselte Nachrichtenübermittlung ist bei solchen Übertragungsverhältnissen jedoch nicht mehr möglich.

Wird nun Wert darauf gelegt, auch bei schlechten Übertragungsverhältnissen verschlüsselte Nachrichten mit einem Mischgerät zu empfangen, so muß einmal auf der Sendeseite der Senderrhythmus völlig gleichmäßig sein, d. h., es muß mit Lochstreifen gesendet werden, bzw. eine mit der Hand gestastete Nachricht muß durch „Puffereinrichtungen“ (d. h. Umsetzer vom arhythmischen in den rhythmischen Betrieb) in den Lochstreifenrhythmus gebracht werden. Auf der Empfangsseite muß durch eine Zusatzeinrichtung ständig der Schlüsselstreifen im Senderrhythmus fortbewegt werden, und zwar unabhängig davon, ob Fernschreibzeichen empfangen werden oder nicht.

Diese Zusatzeinrichtung ist als „Synchronzusatz“ zum Mischgerät Mi 544 entwickelt worden. Da für die synchrone Fortschaltung des Schlüsselstreifens das Vorhandensein der Stopimpulse und Anlaufschritte maßgebend ist, besteht die wesentliche Aufgabe des Synchronzusatzes darin, diese Stopimpulse und Anlaufschritte durch einen Generator (Multivibrator) ständig zu erzeugen, und zwar frequenz- und phasenrichtig zum Sender und unabhängig vom Empfang der Fernschreibzeichen. Solange vollständige Fernschreibzeichen empfangen werden, wird der Stopimpuls-Generator durch die Stop-Start-Flanke der empfangenen Fernschreibzeichen ständig auf die Frequenz des Senders eingeregelt und damit der neu erzeugte Stopimpuls konphas zum Sender an das Mischgerät

<sup>1)</sup> Vgl. G. Grimsen: Das Mischgerät Mi 544. SEG-Nachrichten 4 (1956), H. 4, S. 181.

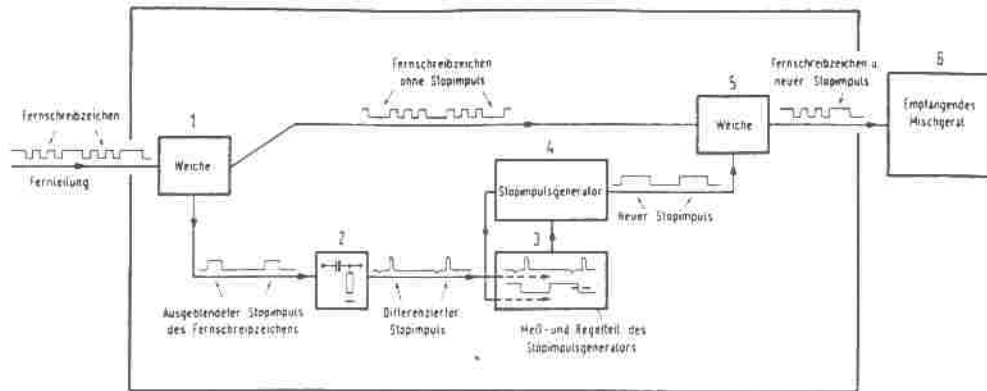


Abb. 1 Blockschaltbild des Synchronzusatzes

gegeben. Bleibt durch Störungen auf dem Übertragungswege die Stop-Start-Flanke aus, so schwingt der Stopimpuls-Generator mit der zuletzt eingestellten Frequenz weiter und bewirkt auch jetzt den erforderlichen Weitertransport des Schlüsselstreifens.

Die Funktion des Synchronzusatzes sieht im einzelnen folgendermaßen aus (Abb. 1):

Die zunächst vollständigen Fernschreibzeichen kommen über die Fernleitung in den Synchronzusatz und gelangen zuerst an eine Weiche (1) (Kontakte auf einer umlaufenden Welle des Mischgerätes). Dort werden die Stopimpulse und Anlaufschritte ausgeblendet und nur die eigentlichen Zeichenimpulse an eine weitere Weiche (5) geleitet. Die ausgeblendeten Stopimpulse werden im Bauteil (2) differenziert, umgekehrt und gleichzeitig die entstehenden negativen Impulse unterdrückt. Die verbleibenden positiven Impulse, die den Stop-Start-Flanken entsprechen, werden in die Meß- und Regeleinrichtung (3) des Stopimpuls-Generators (4) geleitet. Sie regeln ihn nach Frequenz und Phase, wobei ständig die Abweichungen der positiven Regelimpulse von den Kanten der neugebildeten Stopimpulse überwacht werden. Der Stopimpuls-Generator (4) sendet seine Impulse an die Weiche (5). Diese setzt die über die Weiche (1) empfangenen Zeichenimpulse und die neugebildeten Stopimpulse wieder zu vollständigen Fernschreibzeichen zusammen und leitet sie an das Mischgerät weiter.

Bleiben nun die über die Fernleitung erwarteten Fernschreibzeichen aus, so empfängt zwar weder die Regeleinrichtung

(3) die positiven Regelimpulse, noch die Weiche (5) irgendwelche Zeichenimpulse, trotzdem liefert aber der Stopimpuls-Generator (4) die Stopimpulse und Anlaufschritte über die Weiche (5) an das Mischgerät. Dieses erhält zwar nicht das richtige Fernschreibzeichen, aber irgend eines (meist BU oder Kombination 32). Damit bleibt der Gleichlauf der Schlüsselstreifen gewahrt, und nach Verschwinden der Übertragungsstörung wird wieder der richtige Text geschrieben.

Der Synchronzusatz ist in der Lage, Textunterbrechungen von 20 bis 25 Buchstaben mit Sicherheit zu überbrücken. Bei längeren Unterbrechungen können die Phasenunterschiede zwischen Sender und Stopimpuls-Generator so groß geworden sein, daß bei erneutem Empfang der Fernschreibzeichen kein richtiger Text mehr geschrieben wird. In diesem Fall muß die Sendung noch einmal begonnen werden.

Das Kernstück des Synchronzusatzes ist ein freischwinger Multivibrator, der die neu zu bildenden Stopimpulse erzeugt und dessen Frequenz durch eine Regelspannung beeinflusst wird. Seine Schaltung ist in Abb. 2 dargestellt.

Im Gegensatz zu sonst üblichen Multivibratorschaltungen mit einer Doppeltriode werden in diesem Fall zwei Doppeltrioden (ECC 85 oder E 80 CC) verwendet. Dabei hat das eine Paar Röhrensysteme (Röhre I) die gleiche Funktion, wie man sie bei normalen Multivibratorschaltungen kennt. Auf die Gitter der Systeme werden die Verriegelungs- und Entriegelungsimpulse gegeben. Demzufolge ist stets die eine Röhrenhälfte gesperrt, während durch die andere der volle Anodenstrom fließt. Nach einer Weile, wenn sich die Gitter bzw. die angeschlossenen Kondensatoren umgeladen haben, klappt der Zustand um, und die vorher gesperrte Röhrenhälfte führt Strom, während die andere nun gesperrt ist.

Das zweite Paar Röhrensysteme (Röhre II) dient zur Frequenzregelung des Multivibrators. Diese Regelung erfolgt dadurch, daß an die Gitter (die miteinander galvanisch verbunden sind) der Röhre II und damit an den Kondensator  $C_{GII}$  eine schwach positive oder negative Gleichspannung gelegt wird. Ist diese Spannung positiv, so schwingt der Multivibrator langsamer, genauer gesagt, die Periodendauer der Impulse wird größer. Ist dagegen die Spannung an den Gittern negativ, so wird die Periodendauer kürzer. Bei der Gitterspannung Null soll die Periodendauer ziemlich genau 150 ms betragen, also mit der normalen Fernschreibzeichenlänge übereinstimmen.

Die Anodenströme durch Röhre II unterliegen ähnlichen impulsartigen Schwankungen wie die Ströme durch Röhre I. Jedoch erfolgt die wechselseitige Verriegelung und Entriegelung der Systeme II,1 und II,2 nicht so vollständig und gleichbleibend (schräges Impulsdach) wie bei Röhre I. Die Anodenstromschwankungen werden bei Röhre II nicht über die Gitter ausgelöst, die ja bereits mit der erwähnten Gleichspannung belegt sind, sondern durch Impulse, die auf die Kathode gegeben werden und von den Anoden der Röhre I abgenommen werden.

Die an der Anode der Röhre I,1 entstehenden rechteckigen und symmetrischen Impulse werden einmal dem Gitter der Endstufe, einer als Triode geschalteten Pentode (EL 90 oder E 80 L) zugeführt, steuern deren Anodenstrom und erzeugen so die gewünschten Stopimpulse von 40 mA, die über die

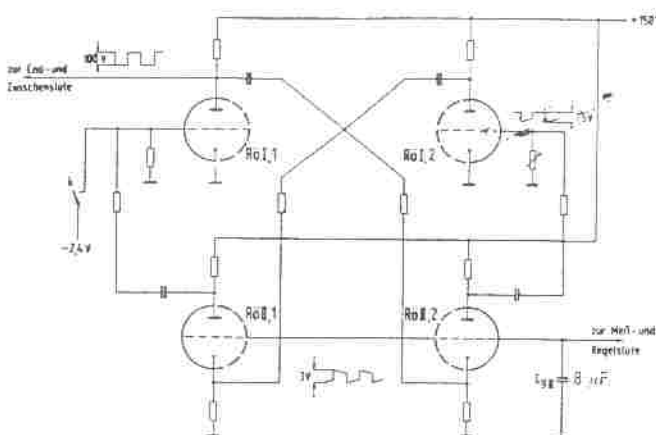


Abb. 2 Multivibrator zur Erzeugung der Stopimpulse

Weiche (5) in Abb. 1 dem Empfangsmagneten des Mischgerätes zugeführt werden.

Weiterhin werden die Anodenimpulse der Röhre I,1 über eine Zwischenstufe, die eingefügt ist, um den Multivibrator nicht zu belasten, dem Meß- und Regelteil des Stopimpuls-Generators zugeführt. Dieser Teil, dessen Schaltung in Abb. 3 dargestellt und dessen schematische Anordnung in Abb. 1 in Block 3 eingezeichnet ist, hat die Aufgabe, die aus den Stop-Start-Flanken der empfangenen Fernschreibzeichen durch Differentiation (Block 2 in Abb. 1) gebildeten positiven Regelimpulse ständig mit der zeitlichen Lage der neugebildeten

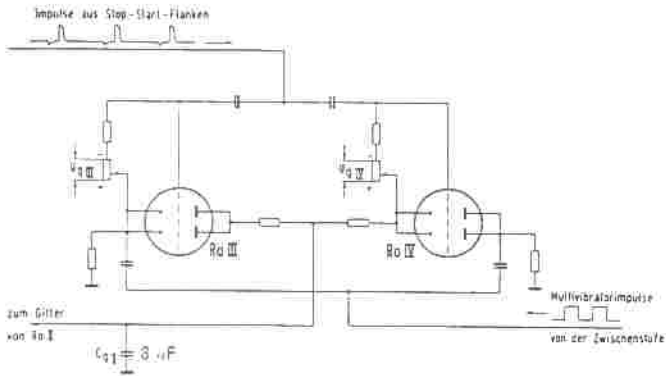


Abb. 3 Meß- und Regelteil des Stopimpuls-Generators

Stop-Start-Flanken zu vergleichen. Besteht eine zeitliche Differenz zwischen Regelimpuls und neuen Stop-Start-Flanken, so muß, je nach dem Vorzeichen der Differenz, die Gitterspannung der Multivibratorröhren II entweder erhöht oder erniedrigt werden, damit ein phasenrichtiger Gleichlauf zwischen dem fernen Lochstreifensender und dem Multivibrator des Synchronzusatzes erreicht wird.

Die Wirkungsweise des Meß- und Regelteils ist folgende:

Zwei Doppeltrioden (Röhren III und IV) sind einander entgegengesetzt an den Kondensator  $C_{gII}$  vor der Multivibratorröhre II geschaltet. Als Anodenspannung dienen die über die Zwischenstufe dem Multivibrator abgenommenen Rechteckimpulse. Wenn die Röhren III und IV keine negative Gittervorspannung haben, also nicht gesperrt sind, kann der positive Teil der Impulsperiode nur über die Röhre IV, der negative Teil dagegen nur über die Röhre III fließen. Auf diese Weise wird der Kondensator  $C_{gII}$  im Impulstakt wechselweise positiv und negativ aufgeladen. Der an  $C_{gII}$  angeschlossene Multivibrator schwingt dann während des positiven Halbimpulses etwas langsamer und während des negativen Halbimpulses etwas schneller.

Im allgemeinen sind jedoch die Röhren III und IV durch hohe negative Gittervorspannungen für jeden Stromdurchgang gesperrt. Der Kondensator  $C_{gII}$  bekommt keinerlei Ladungen zugeführt und behält seine bisherige Spannung. Nur wenn die aus den Stop-Start-Flanken gebildeten positiven Impulse den Gittern der Röhren III und IV zugeführt werden, öffnen sich diese gleichzeitig für kurze Zeit, und an dem Kondensator  $C_{gII}$  kann eine Ladungsänderung erfolgen. Das Vorzeichen der Ladungsänderung hängt von der Phase des gerade an Röhre III und IV als Anodenspannung liegenden Multivibratorimpulses ab. Ist diese positiv, so fließt über Röhre IV ein Stromstoß und lädt  $C_{gII}$  positiv auf, ist die Phase negativ, so fließt der Stromstoß über Röhre III und lädt den Kondensator negativ auf. Auf diese Ladungsänderung reagiert der Multivibrator mit einer entsprechenden Frequenzänderung.

Da die Periodendauer der Multivibratorimpulse und der Fernschreibzeichen nicht allzu verschieden voneinander sind, fallen gewöhnlich mehrere aufeinanderfolgende positive Impulse in die gleiche Schwingphase des Multivibrators und regeln ihn damit beispielsweise zu höheren Frequenzen. Dieser Vorgang ist in Abb. 4 dargestellt. Durch die Frequenzänderung werden mit jeder Periode die Multivibratorimpuls-

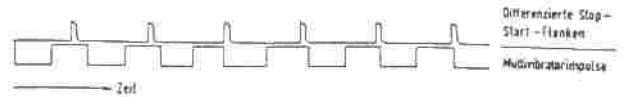


Abb. 4 Regelung der Multivibratorfrequenz; dadurch Einstellung der Multivibrator-Impulsflanken auf die Stop-Start-Flanken der Fernschreibzeichen

kanten näher an die schmalen positiven Impulse (deren zeitlicher Abstand als konstant anzusehen ist) herangezogen, und zwar so lange, bis die positiven Impulse in die entgegengesetzte Schwingphase des Multivibrators fallen. Nun setzt der Regelvorgang in entgegengesetzter Richtung ein. Nach einem mäßigen Überspringen wird die Impulskante wieder an die positive Spitze herangezogen und nun auch festgehalten, wobei sie ganz leichte, im Betrieb unmerkliche Schwingungen um die positive Spitze ausführt (Prinzip der Tirill-Regelung). Bleiben die Fernschreibzeichen und damit auch die spitzen positiven Impulse an dem Regelteil aus, so werden die Röhren III und IV durch die negative Gittervorspannung geschlossen gehalten, der Kondensator  $C_{gII}$  erfährt keine Ladungsänderung mehr, und der Multivibrator schwingt mit der zuletzt eingestellten Frequenz weiter. Treffen dann wieder Fernschreibzeichen ein, so werden inzwischen eingetretene Phasendifferenzen nachgeregelt, sofern der zeitliche Abstand zwischen den positiven Spitzen und den Multivibratorimpulskanten nicht schon über + 20 ms oder - 30 ms angewachsen ist. Wenn der Abstand jedoch bereits größer geworden ist, können die Regelimpulse nicht mehr zur Meßschaltung gelangen, da die Weiche 1 in Abb. 1 die Fernleitung bereits wieder von der Differenzierstufe (Block 2 in

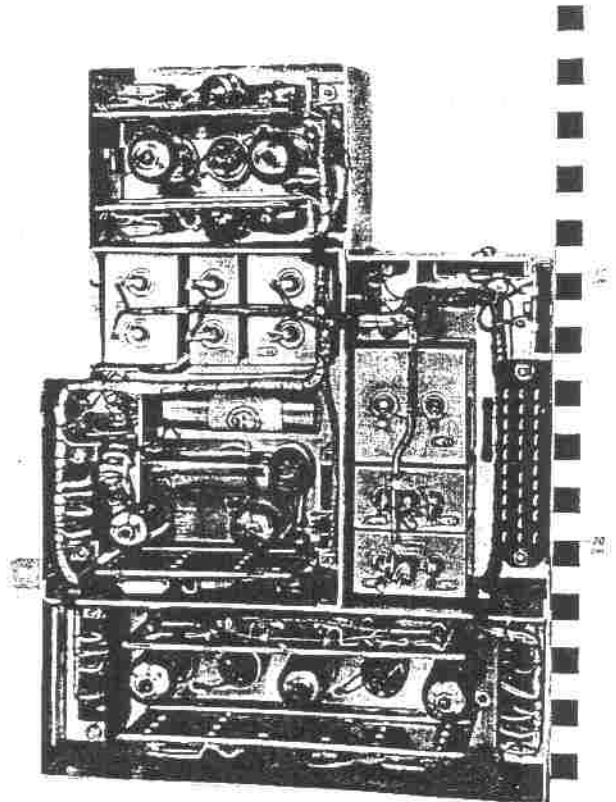


Abb. 5 Ansicht des Synchronzusatzes

Abb. 1) abgeschaltet hat. In diesem Fall kommt keine richtige Entschlüsselung mehr zustande.

Die beiden Weichen, die in Abb. 1 schematisch in Block 1 und Block 5 eingetragen wurden, sind ein Umschaltkontakt (Weiche 1) und ein Arbeitskontakt (Weiche 5). Beide Kontakte werden mechanisch von der Wähltaubuchse des Fernempfangssystems des Mischgerätes betätigt. Die Betätigung geschieht in der Weise, daß zu Beginn des Stopimpulses die Fernleitung mit dem Differenzglied (Block 2) und zugleich die Endstufe des Stopimpulsgenerators mit dem Empfangsmagneten des Mischgerätes elektrisch verbunden werden. Gegen Ende des Anlaufschrittes werden diese Verbindungen wieder gelöst und die Fernleitung wird unmittelbar mit dem Empfangsmagneten verbunden.

Die Bedienung des Synchronzusatzes erfolgt über einen Druckschalter, durch den die Stromversorgung eingeschaltet wird. Wird weiterhin das Mischgerät durch Drücken einer grünen Taste auf „Verschlüsseln“ bzw. „Entschlüsseln“ geschaltet, so wird der Synchronzusatz zugleich über Schaltrelais in den Übertragungsweg gemäß Abb. 1 eingefügt.

Der Kontakt k am Multivibrator in Abb. 2 ist zunächst geschlossen. Durch eine negative Vorspannung am Gitter der Röhre 1,1 werden Schwingungen des Multivibrators verhindert. Die Endstufe des Multivibrators liefert auf diese Weise an den Empfangsmagneten des Mischgerätes Dauerstrom. Bei Eintreffen des ersten Anlaufschrittes über die Fernleitung wird der Kontakt k geöffnet, der Multivibrator beginnt seine erste Schwingung, unterbricht über die Endröhre den Dauerstrom für die Empfangsmagneten und das Mischgerät läuft an.

Soll verschlüsselter Text nicht empfangen, sondern gesendet werden, so wird der Synchronzusatz durch Schaltrelais selbsttätig aus dem Übertragungsweg genommen. Das gleiche findet statt, wenn unverschlüsselter Text gesendet oder empfangen wird.

Der Synchronzusatz (Abb. 5) ist in das Mischgerät einsetzbar und wird über eine 30polige Steckerleiste mit ihm elektrisch verbunden. Er enthält 7 Hochvakuum-Miniaturröhren (6 × ECC 85 oder E 80 CC, 1 × EL 90 oder E 80 L) und eine Glimmröhre (85 A 2). Für Schaltvorgänge sind 4 Relais und ein Kaltkathodenthratron vorhanden.