

FEHLERORTUNGSGERÄT

FOG 211

VEB  MESSELEKTRONIK»OTTO SCHÖN«DRESDEN

**FEHLERORTUNGSGERÄT FOG 211
TYP 80002**

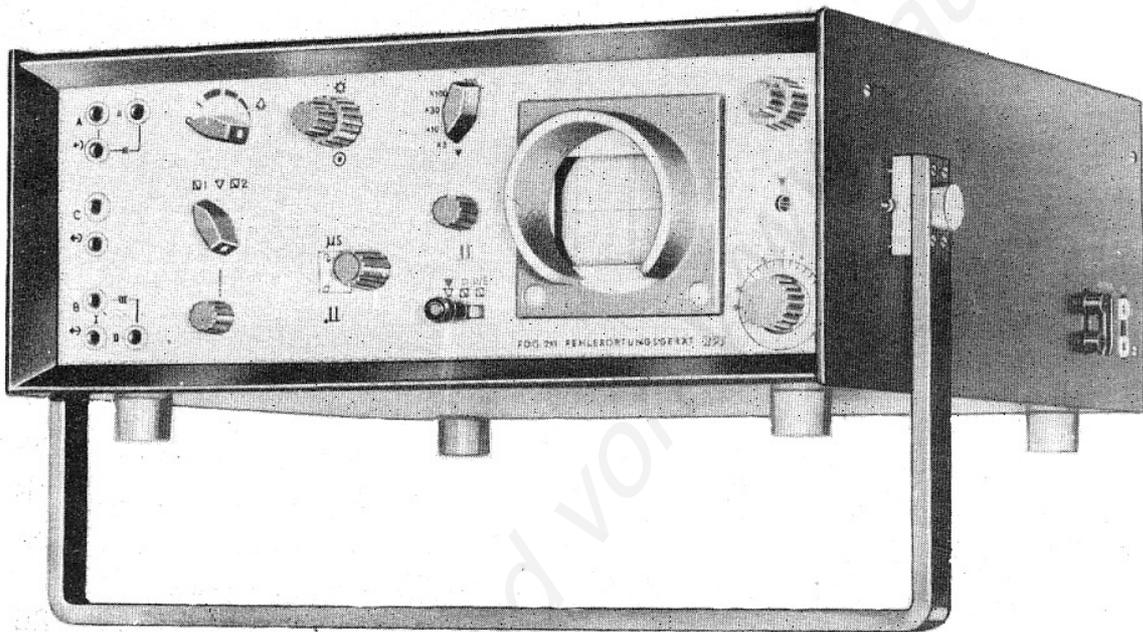
VEB RFT MESSELEKTRONIK »OTTO SCHÖN« DRESDEN

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Ansicht des Gerätes	2
1. Verwendungszweck	3
2. Technische Kennwerte	3
3. Aufbau und Wirkungsweise	6
4. Theoretische Grundlagen des Meßverfahrens	10
5. Bedienungsanweisung	15
5.1. Inbetriebnahme	15
5.2. Funktionskontrolle und Justierung	15
5.3. Durchführung der Messung	17
5.4. Bedienungsplan	21
6. Hinweise für die Anwendung	22
6.1. Fehlerortung mit eingebauter Nachbildung	22
6.2. Fehlerortung mit äußerer Nachbildung	22
6.3. Adervergleich	23
6.4. Differenzmessung	24
6.5. Nebensprechmessung	25
6.6. Wahl des Wellenwiderstandes	26
6.7. Bezugsimpuls	26
6.8. Fehlerortung und Adervergleich an Hochspannungs- freileitungen mit geringem Störpegel	26
6.9. Abgesetzter Betrieb des Gerätes	27
7. Hinweise für die Wartung und Pflege und für die Beseitigung kleiner Fehler	28
8. Lagepläne	31
Schalteillisten	SL 1 ... SL 14
Stromlaufpläne	Sp 1 ... Sp 6

11.72

Ansicht des Gerätes



1. Verwendungszweck

Das Fehlerortungsgerät FOG 211 dient zur schnellen Bestimmung des Ortes von Fehlern in Kabeln und Freileitungen von einem ihrer Enden aus. Fehler in diesem Sinne sind alle Inhomogenitäten, die durch Änderungen des Aufbaues, des Dielektrikums und dgl. hervorgerufen werden, wie z.B. Aderunterbrechungen, Aderschlüsse, Mantelschlüsse, Muffen, Abzweige, Verlagerungen der Adern, Quetschungen, Verdrillungen, Aderkreuzungen und dgl. Die Fehlerortsbestimmung erfolgt nach dem Impulsechoverfahren, wobei sich die Entfernung der Fehlerstelle vom Meßort aus der Messung der Echolaufzeit und Multiplikation mit der halben Fortpflanzungsgeschwindigkeit ergibt. Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf Hoch- und Niederspannungskabel, Fernsprech- und Fernmeldekabel, symmetrische und unsymmetrische Trägerfrequenzkabel, Fernsprechfreileitungen sowie auf kurzbespulte Leitungen. Ebenso ist der Einsatz an Hoch- und Mittelspannungsfreileitungen mit geringem Störpegel möglich.

Der Einsatz des Gerätes erfolgt normalerweise unmittelbar am Kabelendverschluß bzw. am Ende der Freileitung. Bei festem Einbau des Gerätes z.B. in einem Meßfahrzeug stehen zur Ankopplung an das Kabel oder die Freileitung Vormeßkabel und Anpassung zur Verfügung.

2. Technische Kennwerte

2.1. Allgemeines

Die nachstehend aufgeführten Werte gelten für das vollbestückte Gerät. Die elektrischen Werte und Toleranzen gelten für Betrieb mit Nennspannung und Umgebungstemperaturen zwischen $+18^{\circ}\text{C}$ und $+30^{\circ}\text{C}$. Die an den Temperaturbereichsgrenzen und Betriebsspannungsgrenzen möglichen Abweichungen sind in Klammern beigelegt.

2.2. Elektrische Werte

Durchmesser des Bildrohres	70 mm
Länge des Meßabschnittes am Bildrohr	50 mm
Meßbereich	in 5 Stufen umschaltbar auf
	Endwert Umrechnungsfaktor
	30 μs x 3
	100 μs x 10
	300 μs x 30
	1000 μs x 100
	3000 μs x 300

Dauer der Übersichtszeitbasis	$\cong 100\%$ des Meßbereichsendwertes
Dauer der Meßzeitbasis	kontinuierlich einstellbar zwischen $\cong 100\%$ und $\cong 10\%$ des Meßbereichsendwertes
Verzögerer	kontinuierlich einstellbar von 0 % bis 100 % Meßbereichsendwert
Unsicherheit der Zeiteichung (nach Justage entsprechend dem eingebauten Kontrolloszillator)	$\cong 0,25\%$ vom Meßwert zuzüglich $\cong 0,1\%$ vom Meßbereichsendwert
zeitliche Unsicherheit des eingebauten Kontrolloszillators	$\cong 0,1\%$ ($\cong 0,25\%$)
Form des Sendeimpulses (bei Abschluß mit 150 Ω am 150- Ω -Ausgang)	Gleichstromimpuls etwa glockenförmig
mittlere Dauer des Sendeimpulses (bei Abschluß mit 150 Ω am 150- Ω -Ausgang)	etwa 1 % vom Meßbereichsendwert
Spitzenleistung des Sendeimpulses (bei Abschluß mit 150 Ω am 150- Ω -Ausgang)	$\cong 1$ W
Anstiegszeit des Verstärkers	$\cong 200$ ns
max. zu überbrückende Gesamtdämpfung der Echos (= Leitungsdämpfung und Reflexionsdämpfung)	$\cong 9$ Np
Wellenwiderstandsbereich der Anpassung	in drei Stufen wählbar von $\approx 35 \Omega$ bis $\approx 640 \Omega$
Symmetrie des Ausgangs	beliebig
zulässige Spannung zwischen Ausgangsklemmen und Erde	$\cong 500$ V
mögliche Meßvarianten	Fehlerortung Adervergleich, automatisch Differenzmessung Nebensprechmessung
Stromversorgung	Wechselstromnetz oder äußere Batterie
Netzspannung	220 V $\pm 10\%$ (110 V durch Umlöten einstellbar)
Netzfrequenz	45 Hz ... 66 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 25 VA
Batteriespannung	11 V ... 16 V
Stromaufnahme	ca. 0,5 A

2.3. Mechanische Werte

Abmessungen (l x b x h)

ohne Traggriff:
390 mm x 380 mm x 165 mm

mit Traggriff:
490 mm x 415 mm x 165 mm

Masse

ca. 10 kg

Schutzgrad

IP 20

2.4. Klimatische Werte

Umgebungstemperaturbereich für
Betrieb

-25°C ... +45°C

für Lagerung

-40°C ... +55°C

max. Luftfeuchte

85 % bei +35°C

Klimaschutzart

THA II

2.5. Bestückung

1 x B 7 S 401 G 5	2 x GF 130
1 x B 25/20-1,0	1 x GF 132
4 x GA 100	1 x OA 902
7 x GA 104	4 x OA 903
2 x GAY 61	2 x OA 904
1 x GAZ 17	3 x SF 128
21 x GC 102	8 x SF 131
2 x GC 301	3 x SF 123
2 x GC 122	1 x SY 200
1 x GD 170	1 x SZX 18-6,8
3 x GC 121	5 x V 250 C 12

2.6. Zubehör

1 Zubehörtasche	506 407.5
1 Relaiszusatz	506 413.0
1 Vorsatz	506 400.1
1 Lichtschutz	70 TGL 200-7077
1 Regenschutz	506 420.2
1 Geräteanschlußschnur	VGi 8c-2000 MKD-S 5040-sw
3 Schaltschnüre	H 10/1-2000 MKD-S 5039-sw
4 Schaltschnüre	G 10/1-630 MKD-S 5039-ws
1 Lampenzieher	506 220.2

- | | |
|------------------------------------------------------------|-------------------|
| 2 Glühlampen für La 1, La 2 D 24 V 2 W - BA 7s - TGL 10833 | |
| 5 G-Schmelzeinsätze für Si 1 des FOG 211 | T 160 TGL 0-41571 |
| 5 G-Schmelzeinsätze für Si 2 des FOC 211 | T 800 TGL 0-41571 |
| 10 G-Schmelzeinsätze für Si 1 ... Si 4 des Relaiszusatzes | 500 mA, 806 943.8 |

2.7. Ergänzungsgeräte

Einblicktubus
kombiniert mit Fotovorsatz

Zur besseren Beobachtung der Schirmbilder sowie zur fotografischen Registratur der Schirmbilder.

Anpassung für Kabel AKL 221

Zur wahlweisen Einschaltung von drei verschiedenen Einzeladern und Adergruppen zur Fehlerortung und zum Adervergleich.

Anpassung für Kabel AKL 221
mit Vormerkkabel VMK 221

Zur Ankopplung an Kabel bei abgesetztem Betrieb des Gerätes (vom Kabelanfang bis zu 50 m entfernt).

Anpassung für Hochspannungsfreileitungen AHF 201

Zur Ankopplung an Hochspannungsfreileitungen mit Ableitströmen bis zu 9 A bei geringem Störpegel der Leitung.

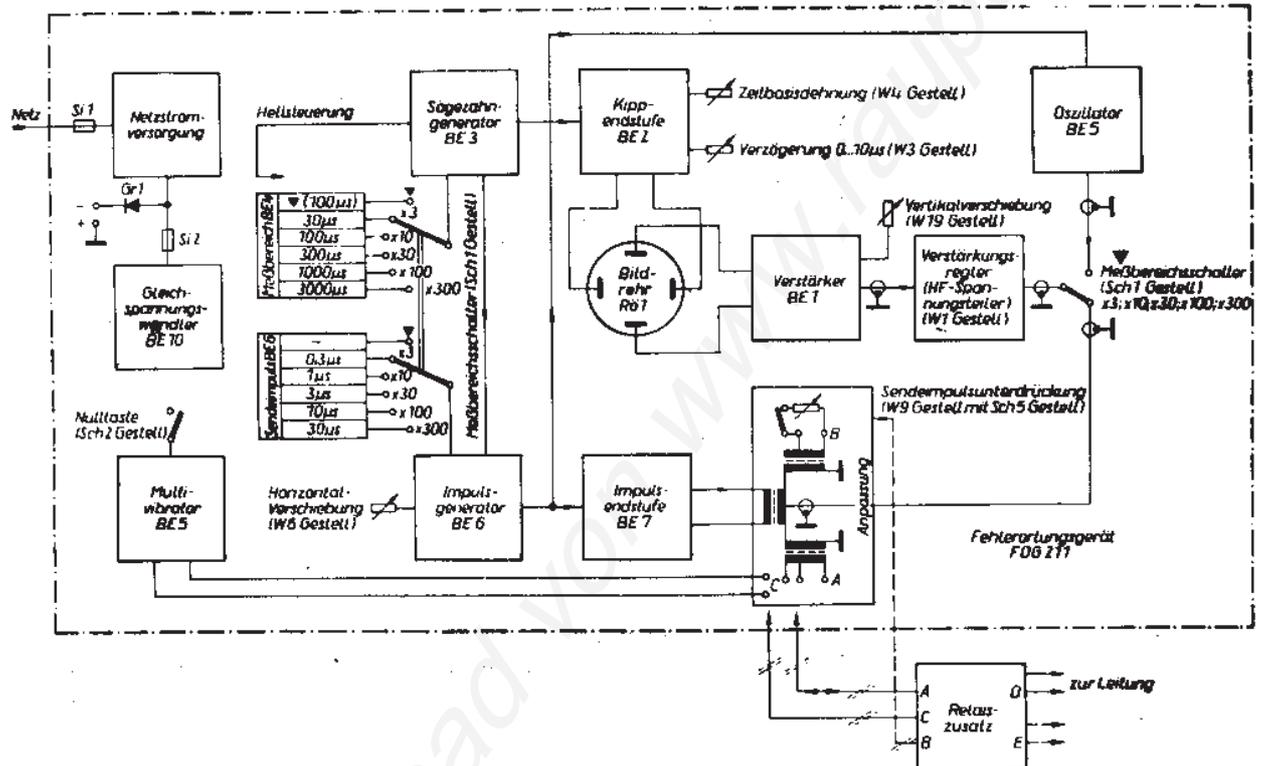
3. Aufbau und Wirkungsweise

3.1. Mechanischer Aufbau

Die konstruktive Gestaltung des Gerätes wurde unter Berücksichtigung der von der Bedienung und vom Service zu stellenden Forderungen vorgenommen. Der Aufbau erfolgte in Form einer flachen Schatulle, in der der größte Teil der Funktionsgruppen auf gedruckten Steckkarten untergebracht wurde. Die zur Bedienung und Messung erforderlichen Einstell- und Anzeigeeingänge befinden sich an der Frontplatte. Das Gerät kann liegend, stehend oder mit Hilfe des als Aufstellbügel ausgebildeten Traggriffes schräg betrieben werden. Die notwendigen Zubehöreinrichtungen, wie Lichtschutz,

Relaiszusatz und Anschlußschnüre können in der zum Gerät gehörigen Zubehörtasche untergebracht werden. Das Gerät ist somit stets einsatzbereit und kann auch bei ungünstiger Witterung im Freien betrieben werden.

3.2. Elektrische Wirkungsweise



Die Arbeitsweise des Gerätes ergibt sich aus dem Blockschaltbild. Der zeitliche Ablauf des gesamten Meßvorganges wird vom Sägezahn-generator BE 3 gesteuert. Der Sägezahn-generator besteht aus einem Miller-Integrator, dessen Ausgangsspannung beim Überschreiten des oberen bzw. unteren Grenzwertes einen Schmitt-Trigger umschaltet. Der Schmitt-Trigger erzeugt die Helltastspannung für das Bildrohr Rö 1 und steuert den Miller-Integrator in der Art, daß dieser eine periodische Sägezahnspannung mit stark linearisiertem Vorlauf erzeugt. Die Dauer des Vorlaufes, die annähernd gleich der Dauer des Rücklaufes ist, wird von den RC-Gliedern auf BE 4 bestimmt und kann mittels des Meßbereichsschalters Sch 1 in 5 Stufen entsprechend dem zugehörigen Meßbereichsendwert umgeschaltet werden.

Die Sägezahnspannung steuert die Kippendstufe BE 2, die als Gegentakt-Differenzverstärker die symmetrische Horizontalablenkspannung für das Bildrohr Rö 1 erzeugt. Die kontinuierliche Einstellung der Dauer der Zeitbasis am Bildschirm auf Werte zwischen 10 % und 100 % des Meßbereichsendwertes besorgt der als Gegenkopplungswiderstand eingeschaltete Regler "Zeitbasisdehnung" W 4. Die zur Laufzeitmessung notwendige Horizontalverschiebung der Zeitbasis (= Verzögerung) erfolgt durch die an der Basis des 2. Transistors des Gegentakt-Differenzverstärkers eingespeiste

Gleichspannung, die von dem als Verzögerungsregler W 3 arbeitenden Wendelpotentiometer mit der erforderlichen Genauigkeit aufbereitet wird.

Im Impulsgenerator BE 6 schaltet die Sägezahnspannung nach Überlagerung einer einstellbaren Gleichspannung einen Schmitt-Trigger um, in dessen 2. Kollektorkreis mit Hilfe von unsymmetrisch bedämpften Schwingkreisen die Steuerimpulse für die Impulsendstufe erzeugt werden. Die Eigenfrequenz der Schwingkreise, die mit dem Meßbereichsschalter Sch 1 umgeschaltet werden, wurde so bemessen, daß die mittlere Sendeimpulsdauer etwa 1 % vom jeweils eingeschalteten Meßbereichsendwert beträgt. Der Einsatzzeitpunkt der Sendeimpulse kann mit Hilfe der mit dem Regler "Horizontalverschiebung" W 6 einstellbaren Gleichspannung in einem solchen Bereich verschoben werden, daß ein einwandfreies Einrichten auf die Vertikalmarkierungen des Meßrasters vor dem Bildschirm gewährleistet ist. Während der Sendeimpuls normalerweise auf die mittlere Vertikalmarkierung eingerichtet wird, bewirkt der am linken Anschlag des Reglers "Zeitbasisdehnung" betätigte Schalter Sch 4 eine Umschaltung der einstellbaren Gleichspannung in der Art, daß der Sendeimpuls im Übersichtsbild auf die linke Vertikalmarkierung des Meßrasters eingerichtet werden kann.

In der Stellung "Kontrolle" des Meßbereichsschalters Sch 1 erzeugt der Impulsgenerator den rechteckförmigen Tastimpuls für den Kontrolloszillator BE 5. Dieser besteht aus einem L-C-Oszillator und einer Taststufe, die sicherstellt, daß der Oszillator zum Zeitpunkt der Auftastung stets mit gleicher Phase und gleicher Amplitude anschwingt, und daß nach dem Ende des Tastimpulses durch starkes Bedämpfen die Schwingungen aussetzen. Der Rückkopplungstransistor arbeitet gleichzeitig als Verzerrer. Er erzeugt an seinem Kollektorwiderstand eine mäanderförmige Spannung, aus der durch Differentiation die Kontrollimpulse hergeleitet werden. Diese werden in der Stellung "Kontrolle" des Meßbereichsschalters Sch 1 am Bildschirm eingeblendet und ermöglichen die Kontrolle der richtigen Funktion des Gerätes sowie die Justierung von Verzögerer und Zeitbasis.

Die in den übrigen Stellungen des Meßbereichsschalters Sch 1 erzeugten Impulse steuern die Impulsendstufe BE 7. Sie wurde als dreistufiger Impulsleistungsverstärker aufgebaut und erzeugt den Sendeimpuls mit einer Leistung von ca. 20 W.

Der Sendeimpuls gelangt über die Anpassung an die Ausgangsklemmen des Gerätes. Die Anpassung arbeitet in der Stellung "Messen 1" des Betriebsartenschalters Sch 3 als Gabelschaltung, bei der die in den beiden Außenzweigen angeordneten Impulsübertrager die Ankopplung beliebig symmetrischer Leitungen mit unterschiedlichen Wellenwiderständen ermöglichen. Die Gabelschaltung schafft die Voraussetzung zu einer ausreichenden Sendeimpulsunterdrückung bei Anwendung der Meßvarianten Fehlerortung und Adervergleich, wo mittels des der Buchsengruppe B parallelgeschalteten abschaltbaren Reglers "Sendeimpulsunterdrückung" W 9 die ohmsche Komponente des Wellenwiderstandes der an der Buchsengruppe A angeschlossenen Leitung nachgebildet wird. Eine bessere Sendeimpulsunterdrückung kann erreicht werden, wenn an der Buchsengruppe B eine entzerrte Leitungsnachbildung angeschlossen wird und der Regler "Sendeimpuls-

unterdrückung" W 9 durch Linksdrehen bis zum Anschlag abgeschaltet wird. Bei Benutzung der Meßvariante Differenzmessung wird bei abgeschaltetem Regler "Sendeimpulsunterdrückung" (Regler W 9 am linken Anschlag) an der Buchsengruppe B eine Vergleichsader der gleichen Leitung angeschlossen, wobei durch die Wirkung der Gabelschaltung alle zeit- und amplitudengleich eintreffenden Echos der Leitung unterdrückt werden.

Das Fehlerecho, das nur aus der gestörten Ader eintrifft, wird dagegen über den Ausgang der Gabelschaltung zum Verstärkereingang übertragen. In der Betriebsart "Messen 2" des Betriebsartenschalters Sch 3 wird die Gabelschaltung zur Meßvariante Nebensprechen in der Art umgeschaltet, daß der Sendepuls weiterhin an der Buchsengruppe A ansteht und die Buchsengruppe B samt Anpassungstransformator am Verstärkereingang angeschlossen wird. Die von einem Aderpaar zum anderen übersprechenden Impulsanteile gelangen also unmittelbar zum Verstärker.

Die aus der Diagonale der Gabelschaltung bzw. vom Anpassungstransformator abgegebenen Impulse gelangen über den als Verstärkungsregler arbeitenden HF-Spannungsteiler W 1 zum Verstärker BE 1. Er wurde als mehrstufiger direkt gekoppelter Differenzverstärker aufgebaut und liefert die symmetrische Ablenkspannung für die Meßplatten des Bildrohres R₀ 1. Durch die galvanische Kopplung der Stufen und die Einspeisung der am Regler "Vertikalverschiebung" W 19 eingestellten Spannung in den Verstärkereingang wurde die Unempfindlichkeit gegen Übersteuerungen und die Möglichkeit zur Beobachtung von Echos auf einer durch das Überspringen der Trafos und dgl. stark verlagerten Grundlinie sichergestellt. Der im Eingang angeordnete Koppelkondensator übernimmt gemeinsam mit der frequenzabhängigen Gegenkopplung die notwendige Korrektur der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen. Der Multivibrator auf BE 5 wird bei Betätigen der Nulltaste Sch 2 eingeschaltet und liefert einen mit der Multivibratordfrequenz unterbrochenen Gleichstrom an das Buchsenpaar C zur Betätigung der Relais im Relaiszusatz. Durch Umpolen der Spannung der Buchsen C mit Hilfe der Nulltaste Sch 2 und mittels der vor den Relais im Relaiszusatz eingeschalteten Dioden wird sichergestellt, daß in Stellung ∇ (Nullmarkierung) nur das Relais R_s 1 und in Stellung \square D/E (Adervergleich) nur das Relais R_s 2 betätigt wird. Wichtig ist, daß diese Zuordnung nur bei richtig angeschlossener Meßschnur (Zuordnung der Markierungen entsprechend Abschnitt 6. beachten!) eintritt und andernfalls die entgegengesetzte Zuordnung stattfindet. Das Relais R_s 1 schließt periodisch die beiden Adern kurz und erzeugt dadurch den Bezugsimpuls. Das Relais R_s 2 schaltet abwechselnd die am Ausgang D und die am Ausgang E angeschlossenen Adern zum Ausgang A des Gerätes durch und ermöglicht damit den Vergleich zweier Adern der gleichen Leitung. Bei der Meßvariante Nebensprechen übernimmt das Relais R_s 2 die galvanische Kopplung der beiden Adern und erzeugt auf diese Weise den Bezugsimpuls. Die Ausgänge D und E wurden durch Feinsicherungen gegen Überströme abgesichert.

Die Stromversorgung des Gerätes kann sowohl vom Wechselstromnetz als auch von einer externen Batterie erfolgen. Die Einstellung auf Netzspannungen von 220 V oder 110 V kann durch Umlöten vorgenommen werden. Der Batterieeingang wird bei falscher Polung der Batteriespannung durch die Diode Gr 1 verriegelt. Die aus der

Netzspannung gewonnene stabilisierte Gleichspannung von 12 V oder die Batteriespannung versorgen die Funktionsgruppen des Gerätes und den Gleichspannungswandler BE 10, dem die Aufbereitung aller übrigen Betriebsspannungen obliegt. Der Betriebszustand des Gerätes wird durch die beiden an der Frontplatte angeordneten Glühlampen signalisiert, die gleichzeitig die Beleuchtung des Meßrasters vor dem Bildschirm besorgen. Während die rechte Lampe La 1 bereits bei angeschlossener Netz- oder Batteriespannung aufleuchtet, wird die linke Lampe La 2 erst bei eingeschaltetem Gerät mittels des Schalters "Rasterbeleuchtung" BE 9 zugeschaltet. Gleichzeitig übernimmt der Schalter "Rasterbeleuchtung" BE 9 die stufenweise Einstellung der Helligkeit beider Lampen zur Anpassung an den jeweiligen Meßfall.

Die Absicherung des Gerätes erfolgt mit Si 1 auf der Primärseite des Netztransformators und mit Si 2 im Gleichstromkreis für Batterie und Netz gemeinsam. Außerdem wurde der Gleichspannungswandler BE 10 so ausgelegt, daß er bei einem möglichen Schluß im Stromkreis einer der von ihm erzeugten Gleichspannung aussetzt und ein erneutes Anschwingen erst nach dem Aus- und wieder Einschalten des Gerätes eintritt.

4. Theoretische Grundlagen des Meßverfahrens

4.1. Impulsübertragung

Zur Fehlerortsbestimmung nach dem Impulshoverfahren werden in den Leitungsanfang Spannungs- bzw. Stromimpulse eingespeist. Hierbei sind unter dem Begriff Leitung sowohl Freileitungen als auch Kabel zu verstehen, falls sie aus zwei oder mehr Adern in symmetrischer oder unsymmetrischer Anordnung aufgebaut sind. Die Impulse sind in bezug auf ihre Periode kurze Spannungs- bzw. Stromstöße mit rechteckförmigem, dreieckförmigem, glockenförmigem oder ähnlichem Verlauf. Jeder dieser Impulse stellt nach Fourier die Summe einer Vielzahl von Wechselspannungsanteilen unterschiedlicher Frequenz dar, die in definierter Zuordnung ihrer Phasen und Amplituden gleichzeitig auftreten. Hieraus folgt, daß, falls alle Frequenzanteile eines Impulses von der Leitung gleichmäßig übertragen werden, auch der Impuls als ganzes ebenso übertragen wird, wie es die Leitungstheorie für eine einzelne Wechselspannung beschreibt.

4.2. Fortpflanzungsgeschwindigkeit

Aus der Leitungstheorie folgt, daß eine Wechselspannung mit einer endlichen Geschwindigkeit auf der Leitung entlang wandert. Diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit v ergibt sich zu

$$v = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad [\text{km/s}] \quad (1)$$

mit L = Induktivität pro Kilometer
 C = Kapazität pro Kilometer

Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v unabhängig von der Frequenz ist, wandern alle Frequenzanteile des Impulses und damit ebenso der ganze Impuls mit der gleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit v die Leitung entlang.

Für Fehlerortungsaufgaben ist es dabei zweckmäßig, die halbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit $v/2$ in $[m/\mu s]$ anzugeben, (vgl. Gl. 5a) wobei für die gebräuchlichsten Leitungen folgende Richtwerte gelten:

Hochspannungsfreileitungen	$\frac{v}{2} \approx 148 \text{ m}/\mu s$
Fernsprechfreileitungen	$\frac{v}{2} \approx 146 \text{ m}/\mu s$
Fernsprechkabel	$\frac{v}{2} \approx 110 \dots 125 \text{ m}/\mu s$
Starkstrom- und Hochspannungskabel	
Papier-Blei-Kabel	$\frac{v}{2} \approx 80 \dots 86 \text{ m}/\mu s$
Kunststoffkabel	$\frac{v}{2} \approx 75 \dots 90 \text{ m}/\mu s$
Trägerfrequenzkabel mit Styroflexisolation	$\frac{v}{2} \approx 125 \text{ m}/\mu s$
Fernsehkabel	$\frac{v}{2} \approx 144 \text{ m}/\mu s$

4.3. Dämpfung

Wandert eine Wechselspannung eine Leitung entlang, so wird sie infolge der Verluste der Leitung laufend kleiner.

Diese Dämpfung ergibt sich aus der Leitungstheorie zu

$$\alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad [Np/km] \quad (2)$$

mit R = ohmscher Widerstand pro Kilometer

G = Ableitung pro Kilometer

L = Induktivität pro Kilometer

C = Kapazität pro Kilometer

Wie Gl. (2) zeigt, ist auch die Dämpfung unabhängig von der Frequenz. Werden aber alle Frequenzanteile des Impulses im gleichen Verhältnis geschwächt, so wird auch der Impuls als ganzes um den gleichen Betrag gedämpft.

4.4. Wellenwiderstand

Der Wellenwiderstand einer Leitung ist der Widerstandswert, der bei unendlich langer Leitung an ihren Eingangsklemmen zu messen wäre. Er ist definiert zu

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad [\Omega] \quad (3)$$

Da hier sowohl im Zähler als auch im Nenner kilometrische Werte eingesetzt werden, hängt der Wellenwiderstand selbst nicht von der Länge der Leitung ab. Ebenso ist der Wellenwiderstand frequenzunabhängig.

4.5. Reflexionsgesetz

Jede Ungleichmäßigkeit im Aufbau der Leitung führt zu einer Änderung der Induktivität und Kapazität und damit gemäß Gl. (3) zu einer Änderung des Wellenwiderstandes. Eben solche Stoßstellen entstehen z.B. an Übergangsstellen zweier unterschiedlicher Leitungen, an Muffen, an Leitungskreuzungen, an Stellen mit Adervertauschungen usw. ganz abgesehen von den Fällen, wo sich ohmsche, kapazitive oder induktive Komponenten längs oder quer in den Leitungszug einfügen.

Jede solcher Stoßstellen mit dem Wellenwiderstand 3^* reflektiert einen Anteil der ankommenden Spannung in Richtung zur Spannungsquelle. Der Anteil der reflektierten Spannung wird dabei definiert durch den Reflexionsfaktor

$$p = \frac{3^* - Z}{3^* + Z} \quad (4)$$

Aus Gl. (4) lassen sich auf den ersten Blick drei ausgezeichnete Fälle ablesen.

$3^* = \infty$: Leitungsunterbrechung. Hierbei wird $p = +1$, d.h. alle ankommenden Wechselspannungsanteile werden unabhängig von der Frequenz mit gleicher Amplitude und Phase reflektiert. Damit wird aber auch der Impuls mit gleicher Amplitude und gleichem Vorzeichen zum Leitungsanfang zurückgeschickt.

$3^* = 0$: Leitungskurzschluß. Hierbei wird $p = -1$, d.h. alle ankommenden Wechselspannungsanteile werden unabhängig von der Frequenz mit gleicher Amplitude aber entgegengesetzter Phase reflektiert. Dies hat zur Folge, daß auch der Impuls zwar mit gleicher Amplitude, aber entgegengesetztem Vorzeichen zum Leitungsanfang zurückläuft.

$3^* = Z$: Wellenwiderstandsrichtiger Leitungsübergang. Hierbei wird $p = 0$, d.h. an einer solchen Übergangsstelle findet keine Reflexion statt.

Ist 3^* ein ohmscher Widerstand R (z.B. Leitungsabschlußwiderstand), so wird p reell. Der reflektierte Impuls ist dann kleiner als der ankommende Impuls. Jedoch besitzt das Echo in allen Fällen mit $R > Z$ gleiches Vorzeichen und in allen Fällen mit $R < Z$ entgegengesetztes Vorzeichen wie der ankommende Impuls, ohne daß eine Formänderung eintritt.

Ist jedoch 3^* imaginär oder komplex, so wird auch der Reflexionsfaktor p komplex. Hierbei treten neben der Amplitudenänderung unterschiedliche Phasendrehungen der einzelnen Frequenzanteile ein, wodurch das Echo gegenüber dem Sendeimpuls mehr oder weniger stark verformt wird.

4.6. Fehlerortsbestimmung

Läuft also ein Impuls vom Leitungsanfang bis zu einer solchen Störstelle und wird von dieser reflektiert, so erreicht das Echo den Leitungsanfang nach einer Zeit von

$$T = 2 \frac{L}{v} \quad [\mu\text{s}] \quad (5)$$

mit L = Entfernung der Störstelle vom Leitungsanfang in $[\text{m}]$

v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit entspr. Pkt. 4.2. in $\left[\frac{\text{m}}{\mu\text{s}}\right]$

Werden Sendeimpuls und Echo von einem geeigneten Anzeigegerät, z.B. einem Elektronenstrahl-oscillografen in einer Form zur Abbildung gebracht, die die Messung der Laufzeit T des Echos gestattet, so läßt sich hiermit die Entfernung der Störstelle ermitteln. Es gilt nach Umstellung von Gl. (5)

$$L = T \cdot \frac{v}{2} \quad [\text{m}] \quad (5a)$$

$$T \quad [\mu\text{s}]; \quad v \quad \left[\frac{\text{m}}{\mu\text{s}}\right] \quad \text{vgl. Pkt. 4.2.}$$

Um hierbei eindeutige Meßergebnisse zu erhalten, muß für diese Messung der Quellwiderstand des Impulsgenerators R_{quell} gleich dem Wellenwiderstand Z der Leitung gemacht werden, damit auch hier der Reflexionsfaktor $p = 0$ wird. Andernfalls wird das Echo der Störstelle hier wieder reflektiert, läuft zur Störstelle und zurück und erzeugt nach $2 T$ bzw. $2 L$ ein zweites Echo. Dabei können unter besonders ungünstigen Bedingungen auch noch Echos nach $3 T$, $4 T$ usw. auftreten.

Besitzt bei diesem Meßverfahren die Störstelle einen Reflexionsfaktor von $|p| < 1$, so läuft ein Teil des Sendeimpulses weiter in die Leitung hinein. Befinden sich dort weitere Störstellen mit $|p| < 1$, so erzeugen diese entsprechend der ihrer Entfernung zugeordneten Zeit weitere Echos am Bildschirm des Elektronenstrahl-oscillografen.

Befinden sich in einer Leitung mehrere sehr starke Reflexionsstellen oder verzweigt sich die Leitung, so treten hierbei Mehrfachechos auf, die u.U. die Auswertung des Schirmbildes stark erschweren können. Dabei ist es jedoch in vielen Fällen möglich, durch unterschiedliches Kurzschließen, Unterbrechen oder wellenwiderstandsrichtiges Abschließen der einzelnen Leitungsenden und ähnliche Maßnahmen die Zugehörigkeit der einzelnen Echos einzugrenzen.

4.7. Frequenzabhängigkeiten

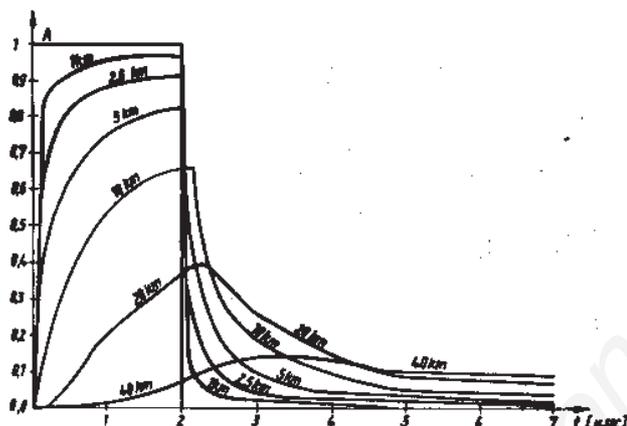
Der Gültigkeitsbereich der Gl. (1) und (3) wird in Richtung auf niedrige Frequenzen begrenzt durch die Bedingungen

$$R \ll \omega L \quad (6a)$$

$$G \ll \omega C \quad (6b)$$

Da jedoch der größte Teil der Frequenzanteile der zur Fehlerortung benutzten Impulse den Bedingungen (6a) und (6b) genügt, treten hierdurch im allgemeinen nur unwesentliche Verformungen der Impulse im Ausschwingvorgang ein.

Weitaus kritischer ist die Abhängigkeit des ohmschen Widerstandes R und der Induktivität L von der Frequenz, die durch den Skin-Effekt verursacht wird. Beide bewirken ein frequenzabhängiges Anwachsen der Dämpfung α und ein Ansteigen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit v . Als Folge hiervon werden die Flanken des Impulses mit zunehmender Entfernung in wachsendem Maße abgeflacht, wie etwa die Abbildung für ein Rechteckimpuls zeigt.



Wie aus der Abbildung folgt, ist für die Zeitmessung der Anfang des Impulses als der einzige definierte Punkt zugrunde zu legen, wobei zwangsläufig die Meßunsicherheit mit wachsender Entfernung zunimmt.

Ebenso ist aus der Abbildung zu entnehmen, daß zwar ein kurzer Impuls mit steiler Flanke eine sehr günstige Auflösung

eng benachbarter Fehler und eine hohe Meßgenauigkeit ermöglicht. Dies gilt jedoch nur so lange, wie das Echo mit ähnlicher steiler Flanke zurückkehrt. Hat aber das Echo verschliffene Flanken, so empfiehlt sich u.U. bereits der Einsatz eines längeren Impulses, der abgerundete Flanken besitzen kann, da dieser geringer gedämpft wird.

4.8. Meßunsicherheit

Die bei praktischen Messungen zu erwartende Meßunsicherheit wird nicht allein durch die in den Technischen Kennwerten der Fehlerortungsgeräte propagierte Meßunsicherheit bestimmt.

So treten durch die unter Pkt.4.7. beschriebenen Abrundungen und Verformungen der Flanken Unsicherheiten bei der zeitlichen Einordnung der Echos auf, die durch gute Einarbeitung am Fehlerortungsgerät sehr klein gehalten werden können. Wesentlich schwerwiegender sind die Entfernungsdifferenzen, die aus Abweichungen oder Schwankungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von dem zur Umrechnung der Echolaufzeit in die Fehlerentfernung entspr. Gl.5a (Pkt.4.6.) benutzten Wert resultieren. Die größten Fehler ergeben sich beim Ausmessen der ermittelten Fehlerentfernung längs der Leitung durch Durchhang und geländebedingte Höhenunterschiede bei Freileitungen bzw. durch unterschiedliche Verlegungstiefe und ungenaue Kenntnis des Verlaufes und der Länge von Kabeln.

Praktischen Erfahrungen zufolge ist die Summe dieser zusätzlichen Unsicherheiten im Regelfalle $< 2\%$.

5. Bedienungsanweisung

5.1. Inbetriebnahme

5.1.1. Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) in Stellung \bigcirc

5.1.2. Meßbereichsschalter (11) in Stellung \blacktriangledown

Verzögerungsregler (10) in Stellung \bigcirc (9)

Regler "Zeitbasisdehnung" (12) am linken Anschlag

Verstärkungsregler (18) auf ca. 4 Np

Regler "Vertikalverschiebung" (16), "Horizontalverschiebung" (15),
und "Schärfe" (7) auf etwa Mitte Regelbereich einstellen.

Regler "Helligkeit" (8) an rechten Anschlag.

5.1.3.

Gerät über Netzanschluß (19) und Netzanschlußkabel an Schukosteckdose anschließen (Stromart und Spannung beachten!)

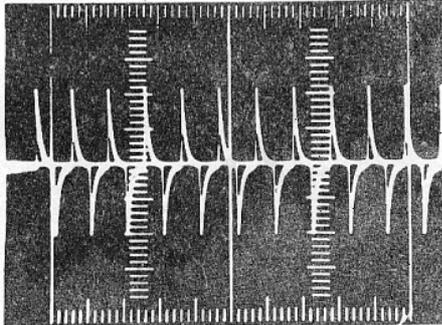
oder

Gerät über Batterieanschluß (20) und geeignetes Kabel mit 12-V-Batterie verbinden (Polarität und Spannung beachten!)

Rechte Signallampe (22) leuchtet auf

5.1.4. Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) in Stellung I

Linke Signallampe (23) leuchtet auf



nach ca. 20 Sekunden erscheint
Schirmbild entsprechend Bild 1

Bild 1

5.1.5.

Regler "Helligkeit" (8), "Schärfe" (7), "Vertikalverschiebung" (16) und "Horizontalverschiebung" (15) geeignet nachstellen.

Rasterbeleuchtung durch Weiterschalten des Schalters "Rasterbeleuchtung" (4) im Uhrzeigersinn geeignet einstellen.

5.2. Funktionskontrolle und Justierung

5.2.1. Schalter und Regler entsprechend 5.1.2. einstellen

Am Bildschirm erscheint Schirmbild entsprechend Bild 1.

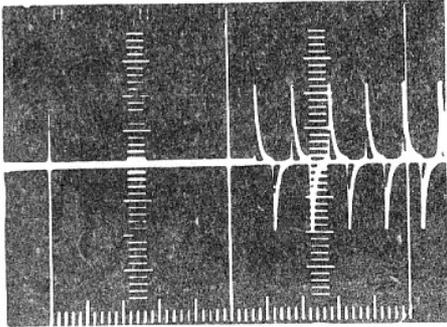
Hierbei Pkt. 5.1.5. beachten!

5.2.2.

Amplitude der Impulse mittels Verstärkungsregler (18) auf ca. 10 mm einregeln.

5.2.3.

Regler "Zeitbasisdehnung" (12) im Uhrzeigersinn drehen, bis der gekuppelte Schalter umschaltet.

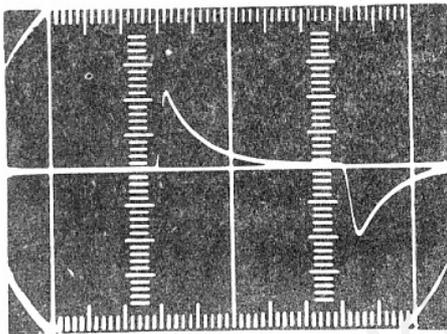


Am Bildschirm erscheint Schirmbild entsprechend Bild 2.

Bild 2

5.2.4.

Regler "Zeitbasisdehnung" (12) im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen.



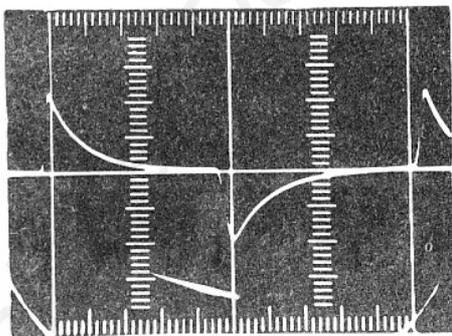
Schirmbild entsprechend Bild 2 wird in horizontaler Richtung gespreizt und geht in Schirmbild entsprechend Bild 3 über. Ggf. Regler entsprechend Pkt. 5.1.5. nachstellen.

Bild 3

5.2.5.

Spitze des ersten negativen Impulses mit Regler "Horizontalverschiebung" (15) mit mittlerer Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) zur Deckung bringen (Bild 4).

5.2.6. Verzögerungsregler (10) langsam von 0 bis 8 durchdrehen



Schirmbild entsprechend Bild 4 verschiebt sich nach links, wobei bei Einstellung des Verzögerungsreglers (10) auf 1, 2, 3 usw. am Skalenfenster (9) der jeweils nachfolgende negative Impuls der Impulsfolge mit der mittleren Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) nahezu zur Deckung kommt.

Bild 4

5.2.7.

Verzögerungsregler (10) genau auf 8,0 am Skalenfenster (9) einstellen.

5.2.8.

Nulltaste (13) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken und Einstellung entsprechend Pkt. 5.2.5. kontrollieren und ggf. korrigieren.

5.2.9.

Nulltaste (13) loslassen und Spitze des jetzt sichtbaren negativen Impulses mittels Regler "Justierung" (17) mit mittlerer Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) zur Deckung bringen.

5.2.10.

Einstellungen entsprechend den Punkten 5.2.8. und 5.2.9. so oft wiederholen, bis beim Betätigen der Nulltaste (13) keine Horizontalverschiebung des negativen Impulses mehr eintritt.

5.2.11.

Die Justierung des Gerätes entsprechend den Punkten 5.2.7. bis 5.2.10. ist aller 30 Minuten zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren.

5.3. Durchführung der Messung

5.3.1.

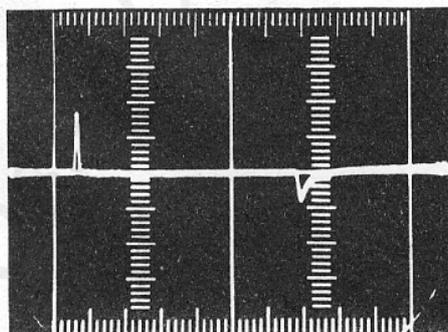
Meßplatzaufbau entsprechend Pkt. 6. herstellen sowie Einstellungen der Regler und Schalter entsprechend den dort gegebenen Hinweisen vornehmen.

5.3.2.

Meßbereichsschalter (11) so einstellen, daß der Meßbereich (= 10 x am Meßbereichsschalter (11) angezeigter Maßstabsfaktor in μs) größer als die Echolaufzeit in der gesamten Länge der angeschlossenen Leitung ist.

5.3.3.

Verzögerungsregler (10) genau auf 0 am Skalenfenster (9).
Regler "Zeitbasisdehnung" (12) an linken Anschlag.
Verstärkungsregler (18) auf ca. 7 Np



Am Bildschirm erscheinen der Sendeimpulsrest und die Echos der Leitungen, wie z.B. im Bild 5

Bild 5

5.3.4.

Nulltaste (13) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken, den zwischenzeitlich eingeblendeten Bezugsimpuls (Pkt. 6.7. beachten!) mittels Verstärkungsregler (18) auf ca. 20 mm Amplitude einregeln und seinen Anfang (= Trennstelle der beiden Kurvenzüge) mittels Regler "Horizontalverschiebung" (15) mit linker Vertikalmarkierung des Meßrasters (14) zur Deckung bringen (z.B. Bild 6).

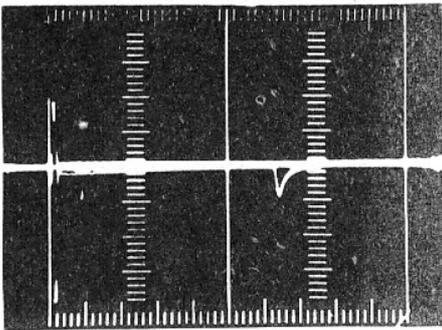


Bild 6

5.3.5.

Nulltaste (13) loslassen und den an der linken Vertikalmarkierung des Meßrasters (14) erscheinenden Sendepulsrest mittels Regler "Sendepulsunterdrückung" (6) auf Minimum einregeln (z.B. Bild 7), falls nicht Pkt.6 für die gewählte Meßvariante eine andere Einstellung vorschreibt.

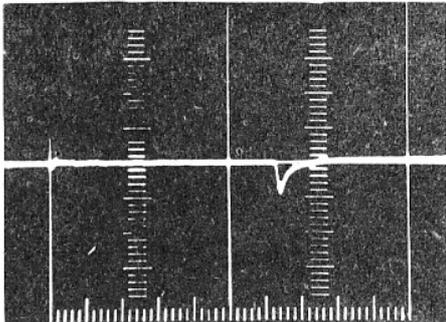


Bild 7

5.3.6.

Verstärkungsregler (18) im Uhrzeigersinn drehen bis Fehlerecho ca. 20 mm Amplitude besitzt (z.B. Bild 8).

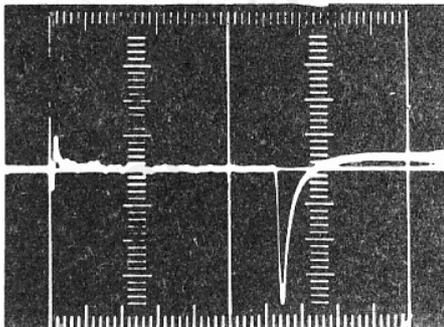


Bild 8

(Bei Auftreten von größeren Störspannungen oder sehr großer Gesamtdämpfung kann die Messung auch mit kleinerer Amplitude des Fehlerechos ausgeführt werden.)

5.3.7.

Verzögerungsregler (10) im Uhrzeigersinn drehen bis der **Anfang** des Fehlerechos mit der linken Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) zur Deckung kommt (z.B. Bild 9).

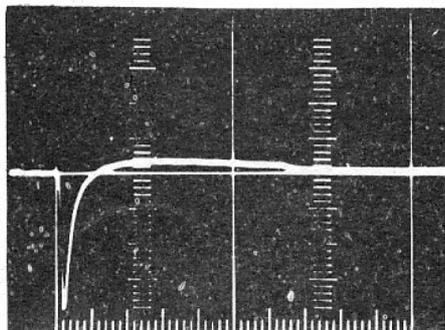


Bild 9

5.3.8.

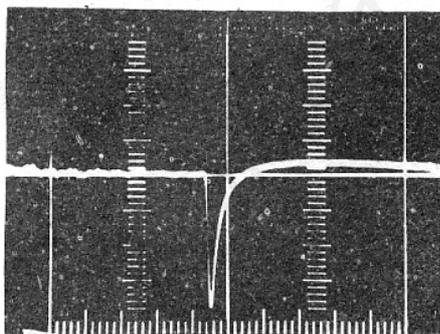
Erscheint bei der Einstellung entspr. Pkt. 5.3.7. am Skalenfenster (9) ein Wert von $< 3 \mu s$, so kann die Messung im nächstkleineren Meßbereich ausgeführt werden. Hierzu Meßbereichsschalter (11) auf den nächstkleineren Meßbereich umschalten und Pkt. 5.3.3. bis Pkt. 5.3.7. wiederholen.

5.3.9.

Einstellungen entsprechend den Punkten 5.3.4. bis 5.3.7. mehrfach kontrollieren und ggf. korrigieren.

5.3.10.

Regler "Zeitbasisdehnung" (12) im Uhrzeigersinn drehen bis der gekuppelte Schalter umschaltet.



Das entsprechend Pkt. 5.3.7. eingestellte Fehlerecho erscheint etwa in Mitte des MeBrasters (14) (z.B. Bild 10).

Bild 10

5.3.11.

Regler "Zeitbasisdehnung" (12) im Uhrzeigersinn weiterdrehen bis Vorderflanke des Echos unter einem Winkel von $\geq 45^\circ$ ansteigt

(z.B. Bild 11). Hierbei erforderlichenfalls Fehlerecho mittels Regler "Horizontalverschiebung" (15) auf etwa Mitte des MeBrasters (14) halten.

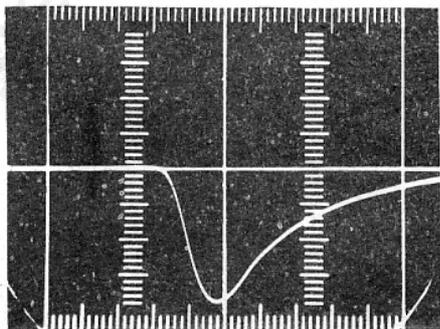
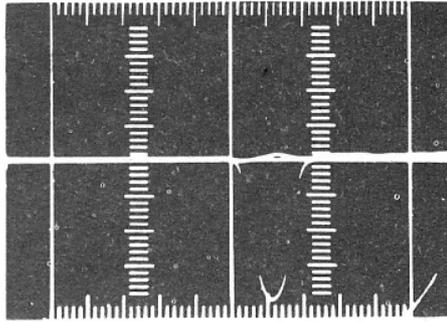


Bild 11

5.3.12. Nulltaste (13) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken

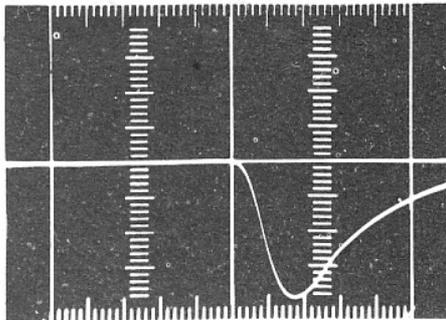


Bezugsimpuls wird zwischenzeitlich eingeblendet (Pkt. 6.7. beachten!).

Bild 12

Amplitude des Bezugsimpulses mit Verstärkungsregler (18) auf etwa 20 mm einregeln. Anfang des Bezugsimpulses (= Trennstelle der beiden überlagerten Kurvenzüge) mit Regler "Horizontalverschiebung" (15) mit mittlerer Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) exakt zur Deckung bringen (z.B. Bild 12).

5.3.13. Nulltaste (13) loslassen



Am Bildschirm erscheint Fehler-echo ggf. mit sehr geringer Amplitude.

Bild 13

Amplitude des Fehlerechos mit Verstärkungsregler (18) auf etwa 20 mm einregeln. (Bei Auftreten von größeren Störspannungen oder sehr großer Gesamtdämpfung kann die Messung auch mit kleinerer Amplitude des Fehlerechos ausgeführt werden.) Anfang des Fehlerechos mit Verzögerungsregler (10) mit mittlerer Vertikalmarkierung des MeBrasters (14) exakt zur Deckung bringen (z.B. Bild 13).

5.3.14.

Einstellungen entsprechend den Punkten 5.3.11. bis 5.3.13. mehrfach kontrollieren und ggf. korrigieren.

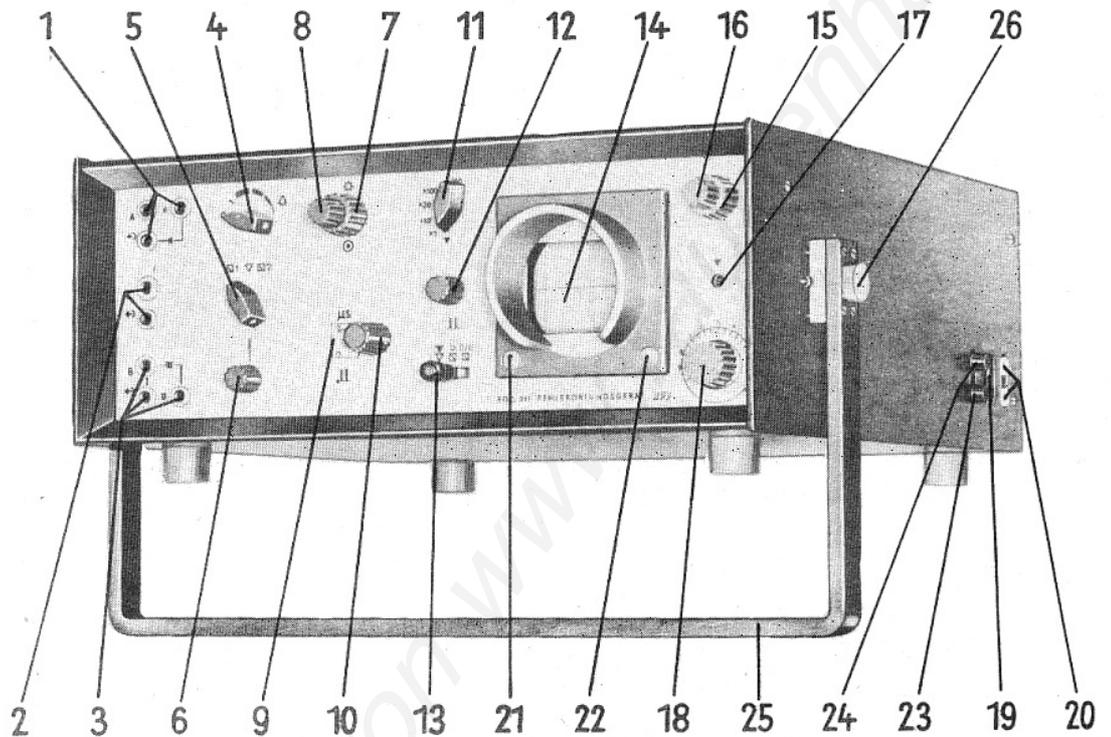
5.3.15.

Errechnung der Echolaufzeit durch Multiplikation der am Skalenfenster (9) angezeigten Zeit mit dem am Meßbereichsschalter (11) angezeigten Maßstabsfaktor.

5.3.16.

Errechnung der Fehlerentfernung durch Multiplikation der Echolaufzeit mit der halben Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Leitung (vgl. Pkt. 4.2. und 4.6.)

5.4. Bedienungsplan



- | | | | | | |
|----|--------------------------------------------------|---|----|------------------------------------|---|
| 1 | Ausgang A
(Hü9, Hü10, Hü11) | | 13 | Nulltaste (Sch 2) | |
| 2 | Ausgang C
(Hü15, Hü16) | | 14 | Meßraster | |
| 3 | Ausgang B
(Hü12, Hü13, Hü14) | | 15 | Horizontalver-
schiebung (W 6) | ↔ |
| 4 | Rasterbeleuchtung
(BE 9) | 💡 | 16 | Vertikalver-
schiebung (W 19) | ↕ |
| 5 | Betriebsarten-
schalter (Sch 3) | | 17 | Justierung (W 5) | ▼ |
| 6 | Sendeimpulsunter-
drückung
(W 9 mit Sch 5) | ⋮ | 18 | Verstärkungs-
regler (W 1) | |
| 7 | Schärferegler (W 20) | ⊙ | 19 | Netzanschluß (St 1) | |
| 8 | Helligkeitsregler
(W 8) | ☀ | 20 | Batterieanschluß
(Hü 17, Hü 18) | |
| 9 | Skalenfenster | | 21 | linke Signallampe
(La 2) | |
| 10 | Verzögerungs-
regler (W 3) | ⏸ | 22 | rechte Signallampe
(La 1) | |
| 11 | Meßbereichs-
schalter (Sch 1) | | 23 | Sicherung 0,16 A
(Si 1) | |
| 12 | Zeitbasisdehnung
(W 4 mit Sch 4) | ⏴ | 24 | Sicherung 0,8 A
(Si 2) | |
| | | | 25 | Traggriff | |
| | | | 26 | Rändelschraube | |

6. Hinweise für die Anwendung

6.1. Fehlerortung mit eingebauter Nachbildung

6.1.1. Bevorzugte Anwendungen

Fehlerortsbestimmung an Einleitersystemen

Fehlerortsbestimmung an homogenen Leitungen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen ohne Muffen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen ohne Abzweige

6.1.2. Meßplatzaufbau



Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1. (Pkt. 6.6. und Pkt. 6.7. beachten!).

6.1.3. Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. ausführen

6.2. Fehlerortung mit äußerer Nachbildung

6.2.1. Bevorzugte Anwendungen

Fehlerortsbestimmung an Einleitersystemen

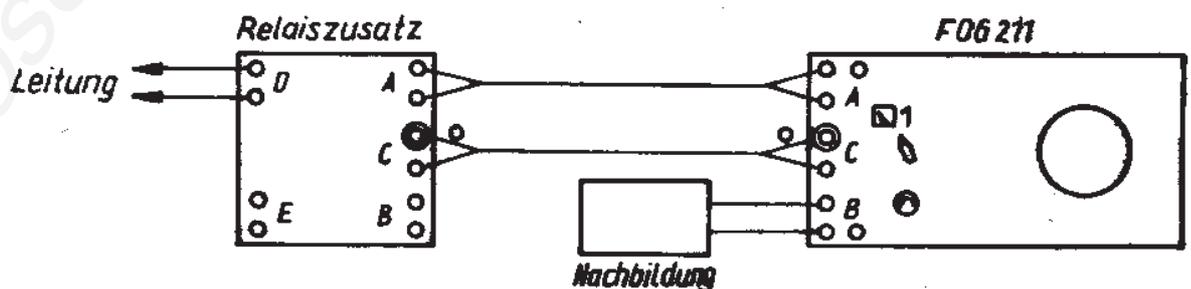
Fehlerortsbestimmung an homogenen Leitungen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen ohne Muffen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen ohne Abzweige

zur besseren Unterdrückung des Sendeimpulsrestes, besonders bei stark frequenzabhängigen Eingangsscheinwiderstandsverlauf.

6.2.2. Meßplatzaufbau



Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1. Regler "Sendeimpulsunterdrückung" (6) an linken Anschlag (Pkt. 6.6. und Pkt. 6.7. beachten!).

6.2.3.

Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. durchführen. Sendepulsunterdrückung entgegen Pkt. 5.3.5. an den Einstellelementen der äußeren Nachbildung korrigieren.

6.2.4.

Die äußere Nachbildung, die den Leitungseingangswiderstand nachbilden soll, kann im einfachsten Fall aus einem Schichtdrehwiderstand bestehen, der am zu Ausgang A äquivalenten Ausgang B angeschlossen wird. Günstigere Ergebnisse liefern RC-Netzwerke.

6.3. Adervergleich

6.3.1. Bevorzugte Anwendungen

Fehlerortsbestimmung an Mehrleitersystemen

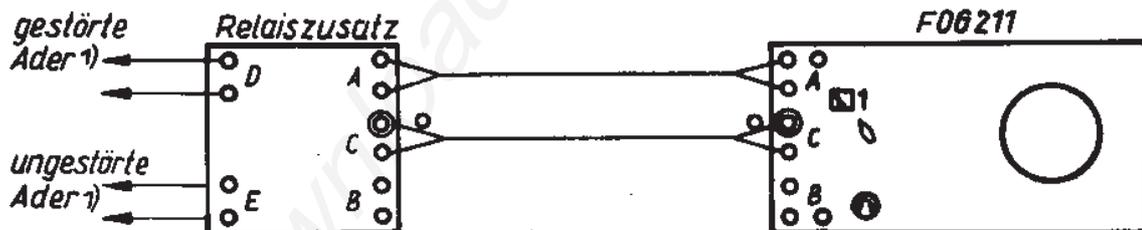
Fehlerortsbestimmung an inhomogenen Leitungen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen mit Muffen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen mit Abzweigen

insbesondere auch bei Überlagerung von Fehlerecho und Muffenecho bzw. Abzweigecho.

6.3.2. Meßplatzaufbau



1) gleiche Leitung

Betriebsartenschalter in Stellung 1. (Pkt. 6.6. und Pkt. 6.7. beachten!)

6.3.3. Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. durchführen.

6.3.4.

Zum Adervergleich Nulltaste (13) in Stellung D/E (rechte Endlage) drücken.

Im Schirmbild wird der Zustand der ungestörten Ader eingeblendet. Die Trennstelle der beiden Kurvenzüge markiert exakt den Anfang des Fehlerereignis (z.B. Bilder 14 ... 16).

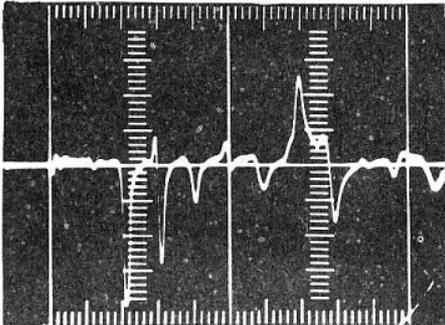


Bild 14

Verzweigte Leitung mit Kurzschluß bei Fehlerortung

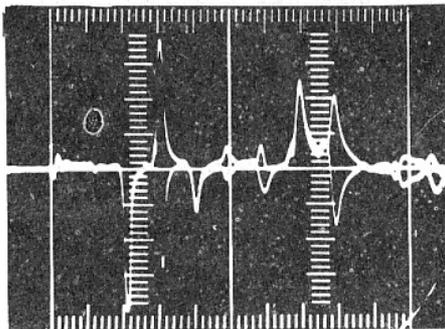


Bild 15

Verzweigte Leitung mit Kurzschluß bei Adervergleich

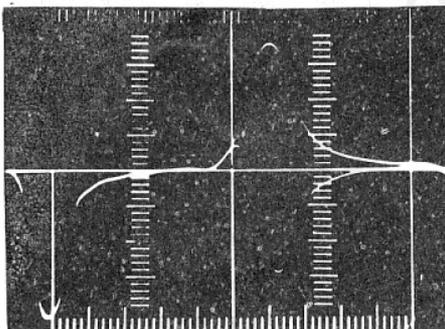


Bild 16

Verzweigte Leitung mit Kurzschluß bei Adervergleich, jedoch Zeitbasis gespreizt

6.4. Differenzmessung

6.4.1. Bevorzugte Anwendungen

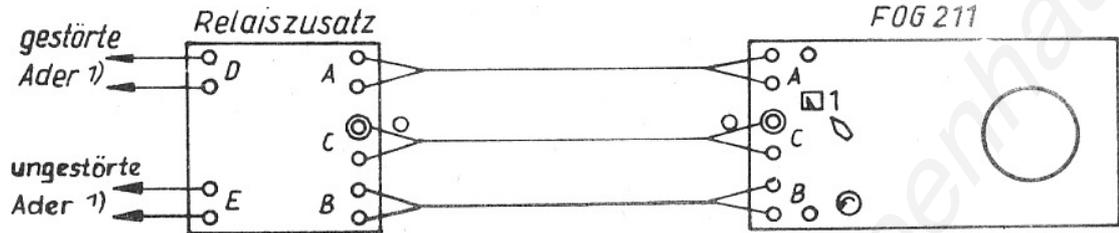
Fehlerortsbestimmung an Mehrleitersystemen

Fehlerortsbestimmung an inhomogenen Leitungen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen mit Muffen

Fehlerortsbestimmung an Leitungen mit Abzweigen

6.4.2. Meßplatzaufbau



1) gleiche Leitung

Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1. Regler "Sendeimpulsunterdrückung" (6) an linken Anschlag (Pkt. 6.6.; 6.7. beachten!).

6.4.3. Fehlerortsbestimmung entspr. Pkt. 5.3. durchführen

Die Sendeimpulsunterdrückung wird hierbei von den Unterschieden der beiden benutzten Adern bestimmt. Eine Korrektur analog Pkt. 5.3.5. ist nicht möglich.

Alle vor der Fehlerstelle liegenden Echos werden weitgehend unterdrückt. Das erste große Echo ist das Fehlererecho (z.B. Bild 17). Nachfolgende Echos sind ohne Bedeutung.

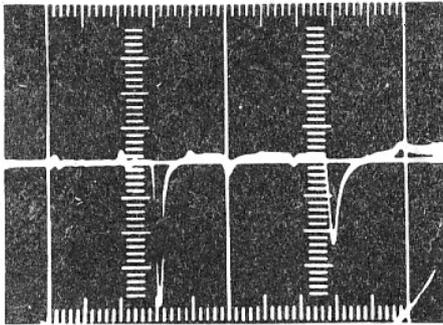


Bild 17

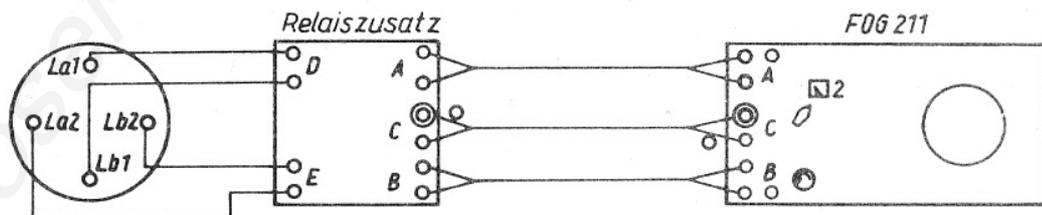
Verzweigte Leitung mit Kurzschluß bei Differenzmessung

6.5. Nebensprechmessung

6.5.1. Bevorzugte Anwendungen

Ortsbestimmung von Kopplungsstellen (Aderkreuzungen, Paartrennungen, Quetschungen und dgl.) in vierervertelten Leitungssystemen.

6.5.2. Meßplatzaufbau



Betriebsartenschalter (5) in Stellung 2. Regler "Sendeimpulsunterdrückung" (6) an linken Anschlag. Steuerkabel am Gerät entgegen

der Markierung anschließen (markierte Ader in nichtmarkierte Buchse und umgekehrt). (Pkt. 6.5. beachten!)

6.5.3.

Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. durchführen. Je nach Polung der Meßschnüre A und B kann der zwischenzeitlich eingeblendete Bezugsimpuls entsprechend Pkt. 5.3.4. sowohl positiv als auch negativ erscheinen. Eine Korrektur der Sendeimpulsunterdrückung entsprechend Pkt. 5.3.5. ist nicht möglich.

6.6. Wahl des Wellenwiderstandes

Die Meßschnüre A bzw. B sind entsprechend dem Wellenwiderstand der Leitung (siehe Tabelle) anzuschließen.

Buchsenpaar	Wellenwiderstandsbereich	bevorzugte Anwendungen
I	ca. 35 ... 95 Ω	Starkstromkabel, Koaxialkabel, unsymmetrische TF-Kabel
II	ca. 90 ... 245 Ω	Fernsprech- u. Fernmeldekabel, symmetrische TF-Kabel, Koaxialkabel
III	ca. 240 ... 640 Ω	Kurzbespulte Kabel, Fernsprechfreileitungen

Bei falschem Anschluß ergeben sich Schwierigkeiten bei der Sendeimpulsunterdrückung entsprechend Pkt. 5.3.5., jedoch resultieren hieraus keine Zeit- bzw. Entfernungsmeßfehler. Die Ausgänge D und E am Relaiszusatz sind erdfrei. Bei unsymmetrischen Messungen kann jede beliebige Buchse mit dem Kabelmantel verbunden werden. Es ist die Variante zu wählen, die die günstigste Sendeimpulsunterdrückung ergibt.

6.7. Bezugsimpuls

Beim Anschluß der Meßschnur C ist auf richtige Zuordnung der Stecker zu den Buchsen entsprechend den Markierungen am Gerät und am Relaiszusatz zu achten.

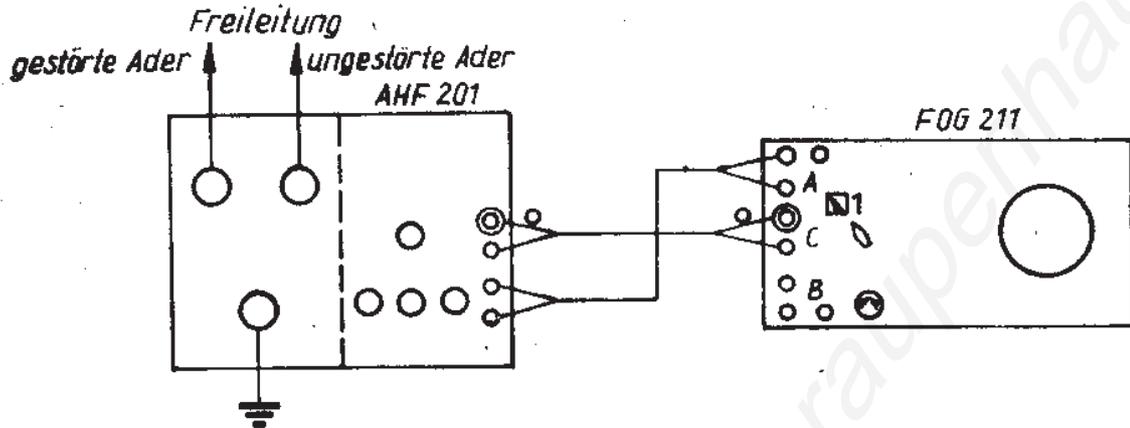
Wird bei ordnungsgemäßem Meßplatzaufbau entsprechend den Punkten 6.1. bis 6.5. beim Drücken der Nulltaste in die Stellung ∇ (linke Endlage) entsprechend Pkt. 5.3.4. kein Bezugsimpuls (negativ) eingeblendet, so ist ein Steckerpaar der Meßschnur C vertauscht in ein Buchsenpaar C einzustecken.

6.8. Fehlerortung und Adervergleich an Hochspannungsfreileitungen mit geringem Störpegel

6.8.1. Bevorzugte Anwendungen

Fehlerortsbestimmung an Freileitungen mit Spannungen unter 110 kV und mit Ableitströmen bis zu 9 A.

6.8.2. Meßplatzaufbau



Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1. (Pkt. 6.6. und Pkt. 6.7. sowie Beschreibung zur Anpassung AHF 201 beachten!)

Bei abgesetztem Betrieb (Entfernung FOG 211 zur Anpassung > 2 m) empfiehlt sich die Verwendung eines HF-Kabels zwischen Ausgang A des FOG 211 und dem Impulseingang der AHF 201. Zur Verlängerung der Steuerleitung zwischen Ausgang C des FOG 211 und dem Steuerungseingang der AHF 201 eignet sich jede zweiadrige Leitung mit Aderquerschnitt $\geq 0,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. Eine Verwendung des Steuerkabels STK 212 ist nicht möglich.

6.8.3.

Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. in Verbindung mit Pkt. 6.3.4. durchführen.

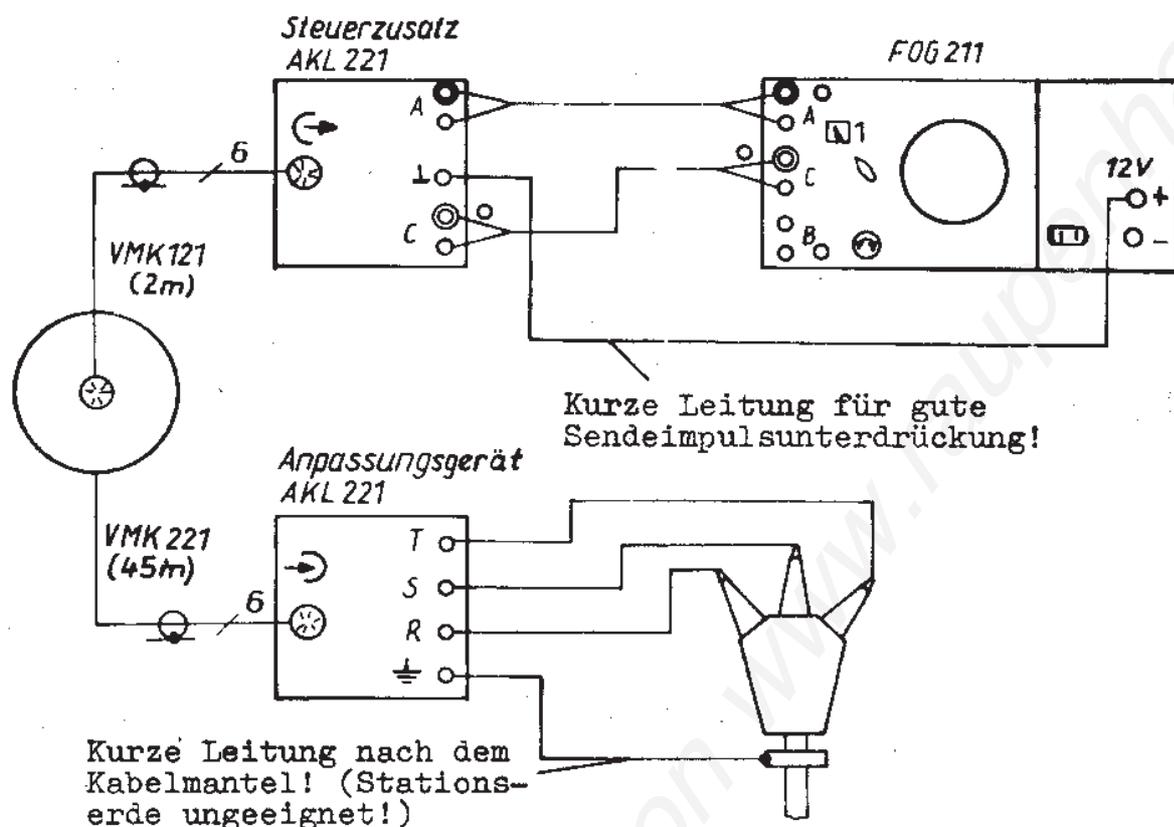
Es wird empfohlen, die Messung im 300- μs -Bereich oder einem größeren Bereich zu beginnen, wobei dann bei geringem Störpegel entspr. Pkt. 5.3.8. verfahren werden kann.

6.9. Abgesetzter Betrieb des Gerätes

6.9.1. Bevorzugte Anwendungen

Fehlerortsbestimmung und Adervergleich an Starkstromkabeln mit Fernumschaltung auf drei Adern bei festem Einbau des Gerätes in Meßfahrzeuge o.ä. und Verbindung mit dem zu messenden Kabel über Vormaßkabel.

6.9.2. Meßplatzaufbau



Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1. Pkt. 6.7. sowie Beschreibung zur Anpassung AKL 221 beachten! Durch Umpolen der Meßschnur A ist die Variante mit der günstigsten Sendeimpulsunterdrückung auszuwählen.

6.9.3. Fehlerortsbestimmung entsprechend Pkt. 5.3. vornehmen
Aderwahl und Adervergleich entsprechend den Hinweisen in Beschreibung der Anpassung AKL 221 vornehmen.

7. Hinweise für die Wartung und Pflege und für die Beseitigung kleiner Fehler

(Positionsnummern () beziehen sich auf den Bedienungsplan Pkt.5.4.)

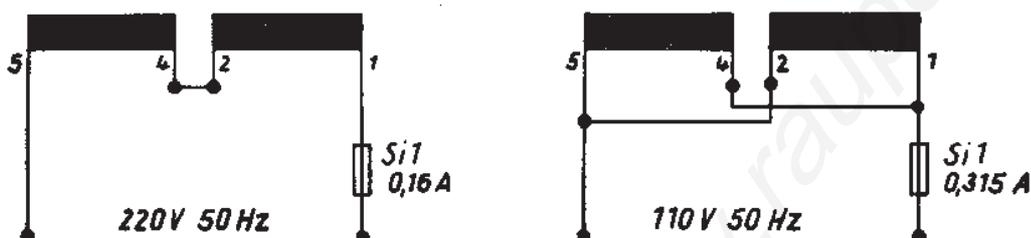
7.1. Demontage und Montage des Gehäuses des FOG 211

Vor der Demontage des Gehäuses ist der Netzstecker zu ziehen!

Durch Lösen der Rändelschrauben (26) Tragbügel entfernen. Die Gehäuseseitenwände lassen sich durch Lösen der jeweils 4 Befestigungsschrauben abnehmen. Die Gehäuserückwand läßt sich durch Abschrauben der 4 Füße entfernen. Nachdem die Seitenwände und die Rückwand entfernt sind, lassen sich die obere und die untere Gehäuseabdeckung vom Gerät abheben. - Bei der Montage des Gehäuses ist in umgekehrter Reihenfolge zu verfahren.

7.2. Umstellung der Netzwechselspannung von 220 V auf 110 V

Zur Umstellung auf 110 V ist nach Demontage des Gehäuses entsprechend Pkt. 7.1. die Brücke zwischen Anschluß 2 und Anschluß 4 am Netzanschlußtransformator Tr 1 (siehe Pkt. 8.) zu entfernen und Anschluß 4 mit Anschluß 1 und Anschluß 2 mit Anschluß 5 zu verbinden.



Außerdem ist die Sicherung 1 (23) für die doppelte Stromstärke (0,315 A) auszulegen.

7.3. Bildröhrenwechsel (Schutzvorschriften beachten!)

7.3.1. (siehe dazu Pkt. 8. "Lagepläne")

Nach Demontage des Gehäuses entsprechend Pkt. 7.1. und Abziehen der "Bildröhrenfassung" und des "Nachbeschleunigungsanschlusses" ist der "Haltewinkel" der Röhrenabschirmung abzuschrauben. Anschließend ist die "Befestigungsschraube für das Bildrohr" in der Röhrenabschirmung zu lösen. Die Bildröhre wird mit der Abschirmung aus dem Gerät herausgenommen. Dazu müssen 2 Stück 3-mm-Schrauben an der Unterseite des Chassis (Winkel) gelöst werden.

7.3.2.

Beim Einbau der Röhre ist auf kleinsten Abstand von Bildschirm zur Meßrasterscheibe zu achten.

Nach Einbau und Anschluß einer neuen Röhre ist die Befestigungsschraube für das Bildrohr fest anzuziehen, nachdem die Horizontalmarkierung des Meßrasters (14) mit der am Bildschirm geschriebenen Zeitbasis zur Deckung gebracht wurde.

7.3.3.

Es empfiehlt sich, nach einem Bildrohrwechsel den maximalen Strahlstrom des Bildrohres zu messen (Regler Helligkeit an rechten Anschlag) und ggf. mittels W 9 (25 k Ω /BE 11 (siehe Pkt. 8.) auf 120 μ A einstellen (Instrument mit Spannungsabfall des Strompfades 50 mV ... 100 mV). Instrument zwischen Anschluß 9/BE 11 und Katode/Bildrohr einschalten und mit 1 μ F überbrücken.

7.3.4.

Eine mögliche Aufhellung des Bildschirmes durch Streulicht kann durch Nachstellung des Einstellreglers W 10 (500 Ω)/BE 2 beseitigt werden.

7.3.5.

Die bei jeder Bildröhre unterschiedliche Leuchtfleckabweichung läßt sich ggf. mittels Einstellregler W 17 (1 k Ω) auf BE 2 in der Art korrigieren, daß ein auf die mittlere Vertikalmarkierung eingerichteter Impuls sich beim Betätigen des Reglers Zeitbasisdehnung (12) nicht seitwärts verlagert.

7.3.6.

Eine Korrektur der Bildschärfe läßt sich bei normaler Bildhelligkeit in der Stellung ∇ (Kontrolle) des Meßbereichsschalters durch Nachstellen der Einstellregler W 11 (250 k Ω)/BE 11 und W 12 (250 k Ω)/BE 11 herbeiführen.

7.4. Beseitigung von kleinen Fehlern

7.4.1. Rechte Signallampe La 1 (22) leuchtet nicht.

Maßnahmen: Netzspannung und Netzanschlußschnur bzw. Batteriespannung, Batteriepolung und Anschlußschnur überprüfen. Sicherung 1 (23) und Sicherung 2 (24) überprüfen. La 1 (22) nach Abnehmen des Lichtschutzes und der Lampenabdeckkappe mit Hilfe des Lampenziehers entfernen und überprüfen.

7.4.2.

Linke Signallampe La 2 (21) leuchtet nicht nach Einschalten des Gerätes.

Maßnahmen: La 2 (21) überprüfen (vgl. Pkt. 7.4.1.).

7.4.3.

La 1 (22) und La 2 (21) leuchten. Nach ca. 20 Sekunden erscheint kein Schirmbild (Regler "Vertikalverschiebung" (16) und "Helligkeit" (8) etwa auf Mitte Regelbereich stellen).

Maßnahmen: Gerät ausschalten und nach ca. 30 Sekunden nochmals einschalten. Sollte der Fehler wieder auftreten, Instandsetzung in Servicewerkstatt veranlassen.

7.5. Relaiszusatz

7.5.1. Demontage

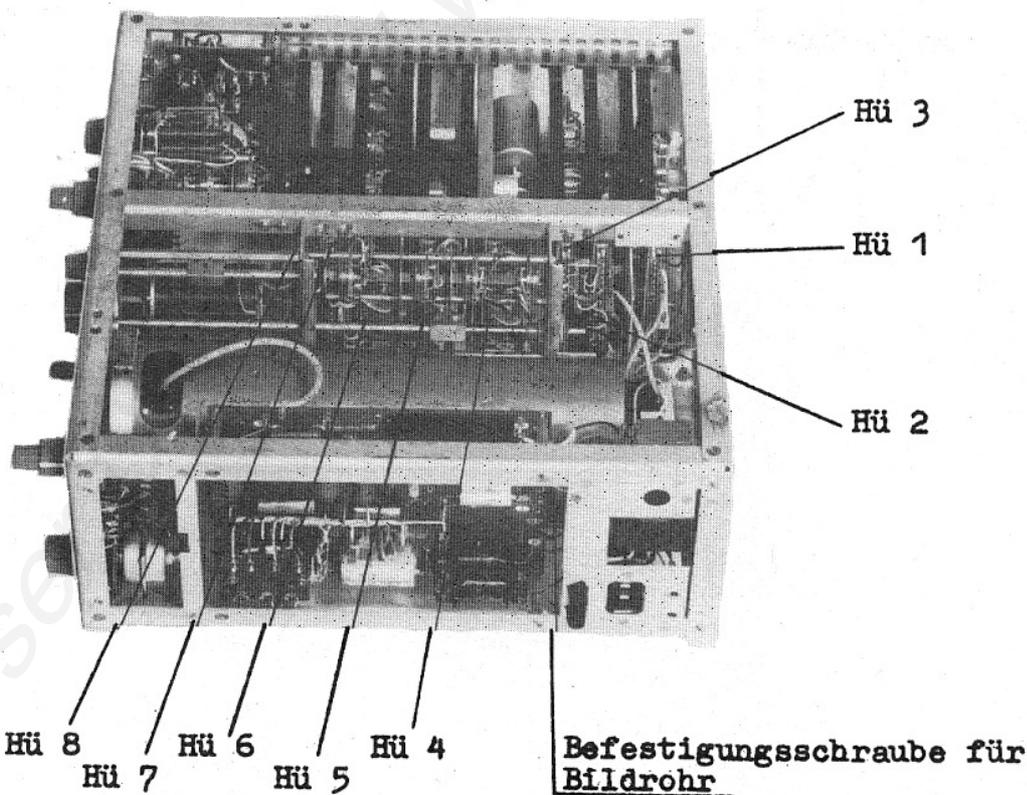
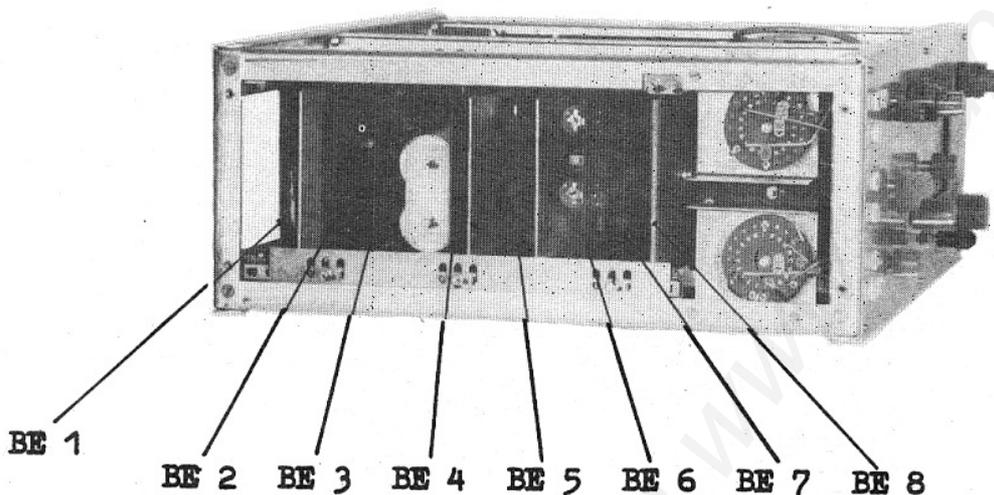
Durch Herausdrehen des Abdeckzylinders aus der Hülse wird die Schaltung des Relaiszusatzes zugänglich.

7.5.2. Fehler am Relaiszusatz

Leerlaufecho erscheint trotz angeschlossener Leitung und Fehlerechos fehlen, Bezugsimpuls fehlt oder wird ständig eingeblendet, Umschaltung auf Vergleichsader erfolgt nicht.

Maßnahmen: Kontrolle der Sicherungen Si 1 ... Si 4 und der richtigen Kontaktgabe der Relais Rs 1 und Rs 2 (justieren, reinigen).

8. Lagepläne



Nachbeschleunigungsanschluß

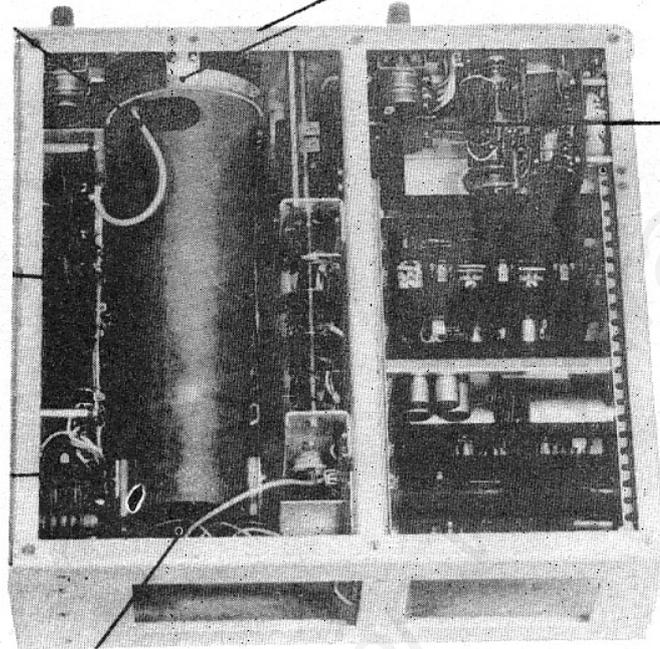
Haltewinkel

BE 10

Tr 1

BE 9

Bildröhrenfassung

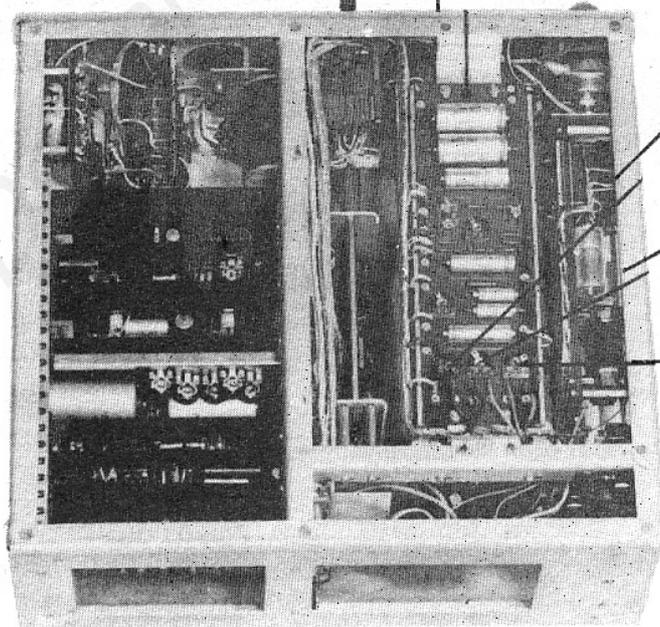


BE 11

W 9 / BE 11

W 11 / BE 11

W 12 / BE 11



Schaltteillisten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
	Fehlerortungsgerät FOG 211	080 002.0	
BE 1	Verstärker	506 581.4	
BE 2	Kippendstufe	506 582.2	
BE 3	Sägezahngenerator	506 583.0	
BE 4	RC-Glieder	506 584.7	
BE 5	Oszillator	506 585.5	
BE 6	Impulsgenerator	506 586.3	
BE 7	Impulsendstufe	506 587.1	
BE 8	Endstufe, Stabili- sierung	506 588.8	
BE 9	Schalter, vollst.	506 589.6	
BE 10	Wandler	506 590.2	
BE 11	Stabilisierung	506 591.0	
Gr 1	Gleichrichterdiode	SY 200 TGL 200-8398	
Gr 2	Selengleichrichter	B 25/20-1,0 X 25 TGL 12221	
Hü 1			
...	Leiste	N 1 GZ 24	TGL 200-0594-AG
Hü 8			
Hü 9			
...	Telefonbuchse	806 490.7	
Hü 18			
La 1	Glühlampe	D 24 V 2 W-BA 7s - TGL 10833	
La 2	Glühlampe	D 24 V 2 W-BA 7s - TGL 10833	
Rö 1	Oszillografenröhre	B 7 S 401 G 5	TGL 200-8410
Sch 1	Drehschalter	12 A 2/26 S/12 A 2/12 S/ 12 A 2/26 B 2/8-1-6/12/ A 6 x 50 MKD-S 5032	
Sch 2	Kippschalter	506 505.1	
Sch 3	Drehschalter	26 A 2/12 S/8 A 2/1-3/ 12/F 6 x 20/MKD-S 5032	
Sch 4	Drehschalter	- - -	Baueinheit mit W 4
Sch 5	Drehschalter	- - -	Baueinheit mit W 9

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
Si 1	G-Schmelzeinsatz	T 160 TGL 0-41571	
Si 2	G-Schmelzeinsatz	T 800 TGL 0-41571	
St 1	Gerätestecker	A 1 MKD-S 5037	
Tr 1	Netzanschlußtrans- formator	502 987.6	
Tr 2	Ringkernübertrager	506 622.0	
Tr 3	Ringkernübertrager	506 623.7	} paarweise ausgesucht
Tr 4	Ringkernübertrager	506 623.7	
W 1	HF-Spannungsteiler	90/300-75 Ω 32 TGL 200-8351	
W 2	Schichtwiderstand	7,5 k Ω 1 % 11.310 TGL 14133	
W 3	Wendelpotentiometer	809 401.2	1 k Ω
W 4	Schichtdrehwiderstand	2,5 k Ω 1-20 A 2-665 TGL 11897	Baueinheit mit Sch 4
W 5	Schichtdrehwiderstand	1 k Ω 1-12 D 2-665 TGL 9100	
W 6	Schichtdrehwiderstand	100 Ω 1-100 k Ω 1-32 FG 3-665 TGL 9102	100 Ω ; Bauein- heit mit W 19
W 7	Schichtwiderstand	360 Ω 2 % 25.732 TGL 8728	
W 8	Schichtdrehwiderstand	250 k Ω 1-50 k Ω 1-32 FG 3-665 TGL 9102	50 k Ω ; Bauein- heit mit W 20
W 9	Schichtdrehwiderstand	250 Ω 1-20 F 2-665 TGL 11897	Baueinheit mit Sch 5
W 10	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 11	Schichtwiderstand	300 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 12	Schichtwiderstand	150 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 17	Schichtwiderstand	75 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 18	Schichtwiderstand	68 Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 19	Schichtdrehwiderstand	- - -	100 k Ω ; Bau- einheit m.W 6
W 20	Schichtdrehwiderstand	- - -	250 k Ω ; Bau- einheit m.W 8
W 21	Schichtwiderstand	300 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 22	Schichtwiderstand	300 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
<u>BE 1</u>	<u>Verstärker</u>	<u>506 581.4</u>	
C 1	L-Kondensator	0,47/63-564	TGL 10793
C 2	L-Kondensator	0,47/63-564	TGL 10793
C 3	Rohrkondensator	E 5-10000-160	TGL 5345
...			
C 5			
C 6	Papierkondensator	0,01/63-445	TGL 9291
C 7	Papierkondensator	0,01/63-445	TGL 9291
C 8	Rohrkondensator	E 5-10000-160	TGL 5345
Dr 1	UKW-Drossel	A 1,6	TGL 9814
Dr 2	UKW-Drossel	A 1,6	TGL 9814
Dr 3	Drossel	506 613.2	
Dr 4	Drossel	506 613.2	
Gr 1	Schaltdiode	GAY 61	TGL 200-8364 *)
Gr 2	Schaltdiode	GAY 61	TGL 200-8364 *)
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	SF 131 D-	TGL 200-8399 *)
Ts 2	Transistor	SF 131 D-	TGL 200-8399 *)
Ts 3	Transistor	SF 131 C-	TGL 200-8399 *)
Ts 4	Transistor	SF 131 C-	TGL 200-8399 *)
Ts 5	Transistor	GF 130	TGL 200-8396 *)
Ts 6	Transistor	GF 130	TGL 200-8396 *)
Ts 7	Transistor	SF 131 C-	TGL 200-8399 *)
Ts 8	Transistor	SF 131 C-	TGL 200-8399 *)
Ts 9	Transistor	SF 123 C-	TGL 200-8419 *)
Ts 10	Transistor	SF 123 C-	TGL 200-8419 *)
W 1	Schichtwiderstand	75 Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 2	Schichtdrehwiderstand	S 100 k Ω 1-1-554	TGL 11886
W 3	Schichtwiderstand	120 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 4	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 5	Schichtwiderstand	120 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 6	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 7	Schichtwiderstand	2,7 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

<u>Kurz- bez.</u>	<u>Benennung</u>	<u>Sach-Nr.</u>	<u>elektr. Werte u. Bemerkungen</u>
W 8	Schichtwiderstand	5,1 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 9	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 10	Schichtwiderstand	1 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 11	Schichtwiderstand	1 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 12	Schichtwiderstand	39 k Ω 5 % 25.412 TGL 8728	
W 13	Schichtwiderstand	39 k Ω 5 % 25.412 TGL 8728	
W 14	Schichtwiderstand	1,5 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 15	Schichtwiderstand	36 Ω 2 % 11.310 TGL 14133	
W 16	Schichtwiderstand	1,8 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 17	Schichtwiderstand	1,8 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 18	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 2 % 25.412 TGL 8728	
W 19	Schichtwiderstand	1,8 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 20	Schichtwiderstand	1,8 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 21	Schichtwiderstand	220 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 22	Schichtwiderstand	220 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 23	Schichtwiderstand	390 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 24	Schichtwiderstand	390 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 25	Schichtwiderstand	75 Ω 5 % 25.311	TGL 8728

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
<u>BE 2</u>	<u>Kippendstufe</u>	<u>506 582.2</u>	
C 1	Papierkondensator	0,01/63-445	TGL 9291
C 2	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 3	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 4	Papierkondensator	0,047/160-445	TGL 9291
Gr 1			
...	Germaniumdiode	GA 104	TGL 8095 *)
Gr 4			
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 2	Transistor	SF 131 C-TGL	200-8399 *)
Ts 3	Transistor	SF 128 C-TGL	200-8439 *)
Ts 4	Transistor	SF 131 C-TGL	200-8399 *)
Ts 5	Transistor	SF 128 C-TGL	200-8439 *)
Ts 6	Transistor	GC 102 c	*)
W 1	Schichtwiderstand	75 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 2	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 3	Schichtwiderstand	12 k Ω 2 %	25.732 TGL 8728
W 4	Schichtwiderstand	10 Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 5	Schichtdrehwiderstand	S 100 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 6	Schichtdrehwiderstand	S 5 k Ω 1-1-554	TGL 11886
W 7	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 8	Schichtwiderstand	10 Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 9	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 10	Schichtdrehwiderstand	S 500 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 11	Schichtwiderstand	12 k Ω 2 %	25.732 TGL 8728
W 12	Schichtwiderstand	75 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 13	Schichtwiderstand	82 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
W 14	Schichtdrehwiderstand	S 100 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 15	Drahtwiderstand	1 k Ω 6 x 24 L 2/0,5 TGL 200-8043	
W 16	Drahtwiderstand	1 k Ω 6 x 24 L 2/0,5 TGL 200-8043	
W 17	Schichtdrehwiderstand	S 1 k Ω 1-1-554	TGL 11886
BE 3 Sägezahngenerator 506 583.0			
C 1	Rohrkondensator	N 750-220/5-160	TGL 5345
C 2	Rohrkondensator	N 033-33/5-160	TGL 5345
C 3	Rohrkondensator	N 033-27/5-160	TGL 5345
C 4	Papierkondensator	1000/250-445	TGL 9291
C 5	Papierkondensator	1000/250-445	TGL 9291
C 6	L-Kondensator	1/63-564	TGL 10793-is
C 8			
...	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 11			
Gr 1	Germaniumdiode	GA 104	TGL 8095 *)
Gr 2	Germaniumdiode	GA 104	TGL 8095 *)
Gr 3	Halbleiterdiode	OA 902	TGL 200-8138 *)
Gr 4	Halbleiterdiode	GAZ 17	TGL 200-8377 *)
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 2	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 3	Transistor	SF 123 C-TGL	200-8419 *)
Ts 4	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 5	Transistor	GF 132	TGL 200-8396 *)
Ts 6			
...	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 11			
W 1	Schichtwiderstand	13 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 2	Schichtdrehwiderstand	S 1 k Ω 1-1-554	TGL 11886
W 3	Schichtwiderstand	2 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 4	Schichtwiderstand	2,7 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
W 5	Schichtwiderstand	15 k Ω 2 %	25.412 TGL 8728
W 6	Schichtwiderstand	2 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 7	Schichtwiderstand	12 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 8	Schichtwiderstand	3,3 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 9	Schichtwiderstand	2,4 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 10	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 5 %	25.518 TGL 8728
W 11	Schichtwiderstand	1 M Ω 5 %	25.311 TGL 8728
W 12	Schichtwiderstand	1 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 13	Schichtwiderstand	12 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 14	Schichtwiderstand	3,9 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 15	Schichtwiderstand	820 Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 16	Schichtwiderstand	560 Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 17	Schichtwiderstand	2,7 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 18	Schichtwiderstand	560 Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 19	Schichtwiderstand	16 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 20	Schichtwiderstand	680 Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 21	Schichtwiderstand	18 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 22	Schichtwiderstand	3,6 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 23	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728
W 24	Schichtwiderstand	10 k Ω 2 %	25.412 TGL 8728
W 25	Schichtdrehwiderstand	S 2,5 k Ω 1-1-554	TGL 11886

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
<u>BE 4</u>	<u>RC-Glieder</u>	<u>506 584.7</u>	
C 1	Kf-Kondensator	9000/1/63	TGL 200-8404
C 2	Kf-Kondensator	30000/1/25	TGL 200-8404
C 3	Kf-Kondensator	45000/1/25	TGL 200-8404
C 4	Kf-Kondensator	45000/1/25	TGL 200-8404
C 5	Kf-Kondensator	300000/1/63	TGL 5154
C 6	Kf-Kondensator	400000/1/63	TGL 5154
C 7	Kf-Kondensator	500000/1/63	TGL 5154
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
W 1			
...	Schichtdrehwiderstand	P 250 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 5			
<u>BE 5</u>	<u>Oszillator</u>	<u>506 585.5</u>	
C 1	Kf-Kondensator	2500/1/63	TGL 200-8404
C 2	Papierkondensator	1000/250-445	TGL 9291
C 3	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 4	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 5	Papierkondensator	0,01/63-445	TGL 9291
C 6	Elyt-Kondensator	50/15	TGL 10791-is
C 7	L-Kondensator	2/63-564	TGL 10793
C 8	L-Kondensator	2/63-564	TGL 10793
C 9	Plattentrimmer	2,5/12,5	MKD-S 5029
Gr 1	Germaniumdiode	GA 100	TGL 8095 *)
Gr 2	Germaniumdiode	GA 100	TGL 8095 *)
Gr 3	Germaniumdiode	GA 104	TGL 8095 *)
Sp 1	Spule	506 602.8	
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	GC 102 c	*) ausgesucht
Ts 2	Transistor	GC 102 c	*) ausgesucht
Ts 3	Transistor	GC 102 c	*)

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

<u>Kurz- bez.</u>	<u>Benennung</u>	<u>Sach-Nr.</u>	<u>elektr. Werte u. Bemerkungen</u>
Ts 4	Transistor	GC 121 B-TGL 200-8393	*)
Ts 5	Transistor	GC 122 A-TGL 200-8393	*)
Ts 6	Transistor	GC 122 A-TGL 200-8393	*)
Ts 7	Transistor	GC 121 B-TGL 200-8393	*)
W 1	Schichtwiderstand	1,6 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 2	Schichtwiderstand	12 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 3	Schichtwiderstand	240 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 4	Schichtwiderstand	51 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 5	Schichtwiderstand	150 Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 6	Schichtwiderstand	120 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 7	Schichtwiderstand	820 Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 8	Schichtwiderstand	3,6 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 9	Schichtdrehwiderstand	P 1 k Ω 1-1-554 TGL 11886	
W 10	Schichtwiderstand	1,6 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 11	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 12	Schichtwiderstand	1,8 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 13	Schichtwiderstand	360 Ω 5 % 25.518 TGL 8728	
W 14	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 15	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 16	Schichtwiderstand	56 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 17	Schichtwiderstand	56 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 18	Schichtwiderstand	5,6 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 19	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 20	Schichtwiderstand	1,5 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
<u>BE 6</u>	<u>Impulsgenerator</u>	<u>506 586.3</u>	
C 1	Rohrkondensator	N 750-220/5-160	TGL 5345
C 2	Rohrkondensator	N 750-220/5-160	TGL 5345
C 3	Rohrkondensator	N 750-47/5-160	TGL 5345
C 4	Papierkondensator	220/630-445	TGL 9291
C 5	Papierkondensator	470/630-445	TGL 9291
C 6	Papierkondensator	220/630-445	TGL 9291
C 7	Papierkondensator	0,022/63-445	TGL 9291
C 8	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 9	Papierkondensator	0,01/63-445	TGL 9291
C 10	Papierkondensator	2200/250-445	TGL 9291
C 11	Papierkondensator	4700/63-445	TGL 9291
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Tr 1	Übertrager	506 603.6	
Tr 2	Übertrager	506 604.4	
Tr 3	Übertrager	506 605.2	
Tr 4	Übertrager	506 606.0	
Tr 5	Übertrager	506 607.7	
Ts 1			
...	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 3			
W 1	Schichtwiderstand	1,6 k Ω 5 % 25.311 TGL 8728	
W 2	Schichtdrehwiderstand	P 2,5 k Ω 1-1-554 TGL 11886	
W 3	Schichtwiderstand	820 Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 4	Schichtwiderstand	5,1 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 5	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 2 % 25.311 TGL 8728	
W 6	Schichtwiderstand	360 Ω 5 % 25.311	TGL 8728
W 7	Schichtdrehwiderstand	P 100 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 8	Schichtwiderstand	620 Ω 2 % 25.311	TGL 8728

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
W 9	Schichtwiderstand	750 Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 10	Schichtwiderstand	3,9 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 11	Schichtwiderstand	1,6 k Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 12	Schichtdrehwiderstand	P 2,5 k Ω 1-1-554	TGL 11886
... W 14		TGL 11886	
W 15	Schichtdrehwiderstand	P 10 k Ω 1-1-554	TGL 11886
W 16	Schichtdrehwiderstand	P 10 k Ω 1-1-554	TGL 11886
W 17	Schichtwiderstand	1,3 k Ω 5 % 25.311	TGL 8728
<u>BE 7 Impulsendstufe 506 587.1</u>			
C 1	L-Kondensator	1/63-564	TGL 10793
C 2	Elyt-Kondensator	20/70	TGL 10791-is
C 3	Papierkondensator	0,047/63-445	TGL 9291
C 4	Elyt-Kondensator	100/15	TGL 10791-is
C 5	Rohrkondensator	N 750-220/5-160	TGL 5345
Gr 1	Germaniumdiode	GA 100	TGL 8095 *)
St 1	Steckerleiste	Az 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 2	Transistor	GC 102 c	*)
Ts 3	Transistor	SF 128 C	TGL 200-8439 *)
W 1	Schichtwiderstand	82 Ω 5 % 25.311	TGL 8728
W 2	Schichtwiderstand	30 k Ω 5 % 25.311	TGL 8728
W 3	Schichtwiderstand	330 Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 4	Schichtwiderstand	27 Ω 5 % 25.311	TGL 8728
W 5	Schichtdrehwiderstand	S 100 Ω 1-1-554	TGL 11886
W 6	Schichtwiderstand	82 Ω 2 % 25.311	TGL 8728
W 7	Schichtwiderstand	16 Ω 5 % 25.412	TGL 8728
W 8	Schichtwiderstand	16 Ω 5 % 25.311	TGL 8728
W 9	Schichtwiderstand	82 Ω 2 % 25.311	TGL 8728
<u>BE 8 Endstufe, Stabilisierung 506 588.8</u>			
St 1	Steckerleiste	Bz 24	TGL 200-3604-Ag
Ts 1	Transistor	GD 170 C	TGL 200-8238 *)

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
<u>BE 9</u>	<u>Schalter, vollst.</u>	<u>506 589.6</u>	
Sch 1	Drehschalter	8 A 2/26 A 2/1-6/12/ F 6 x 20 MKD-S 5032	
W 1	Schichtwiderstand	18 Ω 5 % 25.412 TGL 8728	
W 2	Schichtwiderstand	33 Ω 5 % 25.518 TGL 8728	
W 3	Schichtwiderstand	51 Ω 5 % 25.518 TGL 8728	
W 4	Drahtwiderstand	82 Ω 7 x 19 g 10 TGL 200-8041	
W 5	Schichtwiderstand	2,7 k Ω 5 % 25.412 TGL 8728	
W 6	Schichtwiderstand	1,5 k Ω 5 % 25.412 TGL 8728	
W 7	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 % 25.518 TGL 8728	
W 8	Schichtwiderstand	680 Ω 5 % 25.518 TGL 8728	
<u>BE 10</u>	<u>Wandler</u>	<u>506 590.2</u>	
C 1	Papierkondensator	0,22/63-445 TGL 9291	
C 2	Elyt-Kondensator	5/15 TGL 7198-is	
C 3	Elyt-Kondensator	500/15 TGL 10791-is	
C 4	Elyt-Kondensator	100/25 TGL 7198-is	
C 5	Elyt-Kondensator	100/25 TGL 7198-is	
C 6	Elyt-Kondensator	50/70 TGL 7198-is	
C 7	Elyt-Kondensator	5/150 TGL 7199-is	
C 8	Papierkondensator	0,1/630-445 TGL 9291	
C 9	Papierkondensator	0,1/1000-445 TGL 9291	
C 10	Papierkondensator	0,1/1000-445 TGL 9291	
C 11	Papierkondensator	0,1/630-445 TGL 9291	
C 12	Papierkondensator	0,1/630-445 TGL 9291	
Dr 1	Drossel	502 970.6	
Gr 1			
...	Halbleiterdiode	0A 903 TGL 200-8138	*)
Gr 4			
Gr 5	Halbleiterdiode	0A 904 TGL 200-8138	*)
Gr 6	Halbleiterdiode	0A 904 TGL 200-8138	*)
Gr 7			
...	Blockgleichrichter	V 250 C 12 MKD-S 5042	*)
Gr 11			

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen	
Tr 1	Übertrager, vollst.	502 990.7		
Ts 1	Transistor	GC 301 C	TGL 200-8397 *)	
Ts 2	Transistor	GC 301 C	TGL 200-8397 *)	
W 1	Schichtwiderstand	39 Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 2	Schichtwiderstand	62 Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 3	Schichtwiderstand	15 M Ω 10 %	65.626 N- MKD-S 5022	
W 4	Schichtwiderstand	15 M Ω 10 %	65.626 N- MKD-S 5022	
<u>BE 11 Stabilisierung 506 591.0</u>				
C 1	Elyt-Kondensator	1000/25	TGL 7198	
C 2	Elyt-Kondensator	1000/25	TGL 7198	
C 3	Elyt-Kondensator	100/25	TGL 10791-is	
C 4	Elyt-Kondensator	100/15	TGL 10791-is	
C 5	Elyt-Kondensator	10/150	TGL 7199-is	
C 6	Elyt-Kondensator	1/350	TGL 7199-is	
C 7	Elyt-Kondensator	2/250	TGL 7199-is	
Gr 1	Germaniumdiode	GA 100	TGL 8095 *)	
Gr 2	Z-Diode	SZX 18/6,8	TGL 200-8142 *)	
Ts 1	Transistor	GC 121 D	TGL 200-8393 *)	
Ts 2	Transistor	GC 102 c	*)	
Ts 3	Transistor	GC 102 c	*)	
W 1	Schichtwiderstand	510 Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 2	Schichtwiderstand	2,2 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 3	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 4	Schichtwiderstand	1,6 k Ω 2 %	25.311 TGL 8728	
W 5	Schichtdrehwiderstand	S 1 k Ω 1-1-554	TGL 11886	
W 6	Schichtwiderstand	... k Ω 2 %	25.311 TGL 8728	Richtwert: 2,7 k Ω
W 7	Schichtwiderstand	1 k Ω 5 %	25.311 TGL 8728	
W 8	Schichtdrehwiderstand	S 50 k Ω 1-1-554	TGL 11886	
W 9	Schichtdrehwiderstand	S 25 k Ω 1-1-554	TGL 11886	

*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

Kurz- bez.	Benennung	Sach-Nr.	elektr. Werte u. Bemerkungen
W 10	Schichtwiderstand	200 k Ω 2 % 25.518 TGL 8728	
W 11	Schichtdrehwiderstand	S 250 k Ω 1-1-554 TGL 11886	
W 12	Schichtdrehwiderstand	S 250 k Ω 1-1-554 TGL 11886	

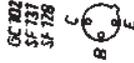
Zubehör: Relaiszusatz 506 413.0

Gr 1	Germanium-Gleichrich- terdiode	GY 100 TGL 200-8352	*)
Gr 2	Germanium-Gleichrich- terdiode	GY 100 TGL 200-8352	*)
Hü 1 ... Hü 10	Telefonbuchse	806 490.7	
Rs 1	Relais	NSF 30.1 Bv 114 TGL 200-3796-AgPd	6 V/12 V
Rs 2	Relais	NSF 30.1 Bv 114 TGL 200-3796-AgPd	6 V/12 V
Si 1 ... Si 4	G-Schmelzeinsatz	806 943.8	500 mA
W 1	Schichtwiderstand	8,2 Ω 5 % 25.311 TGL 8728	

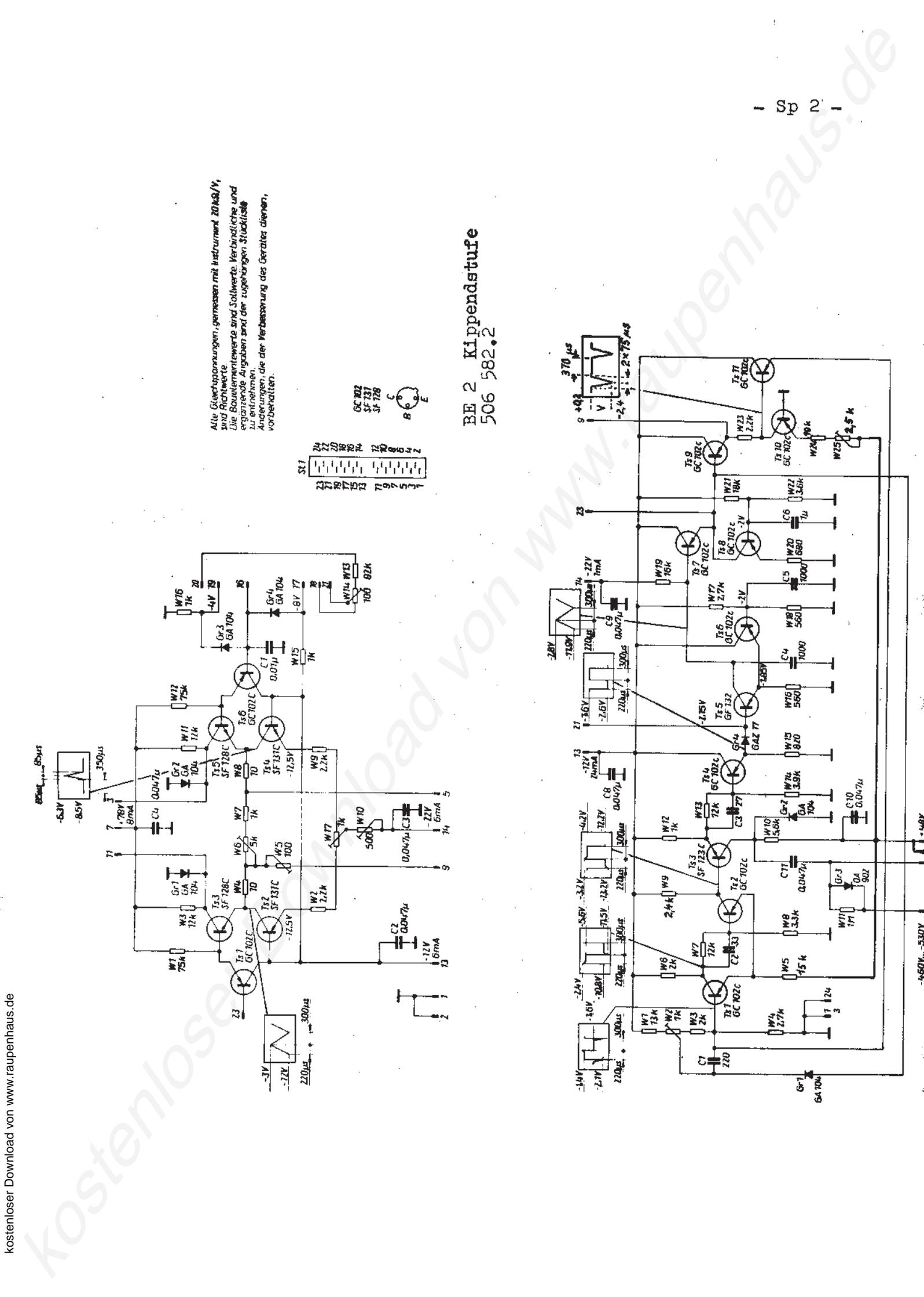
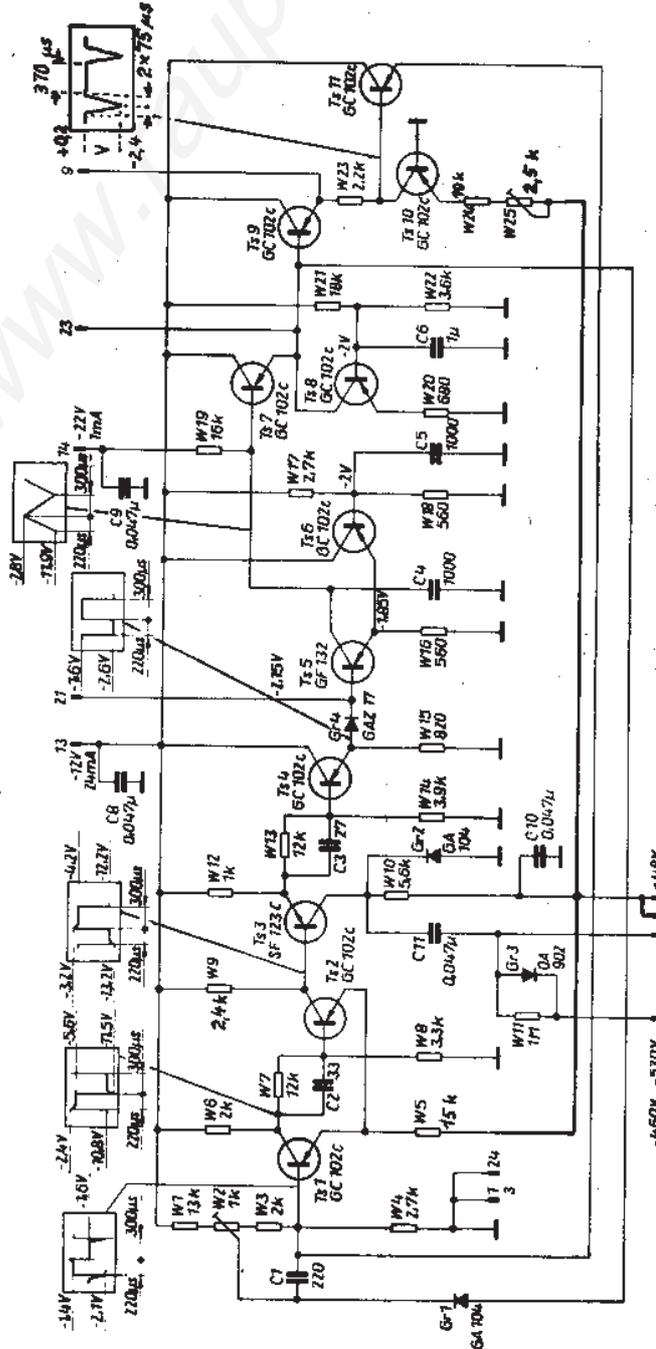
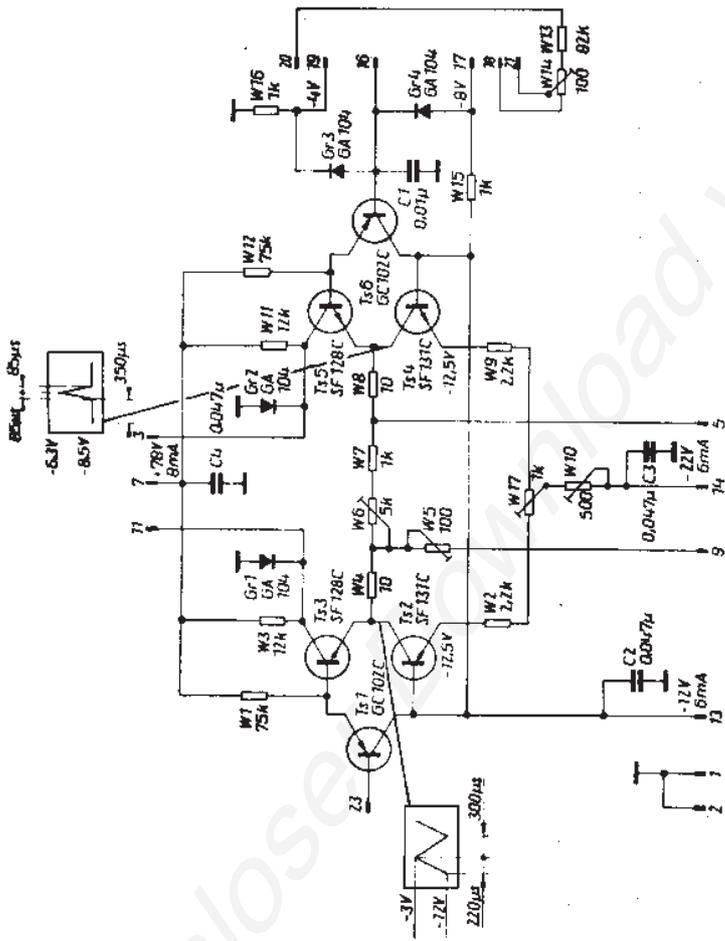
*) Einsatz von Äquivalenttypen vorbehalten

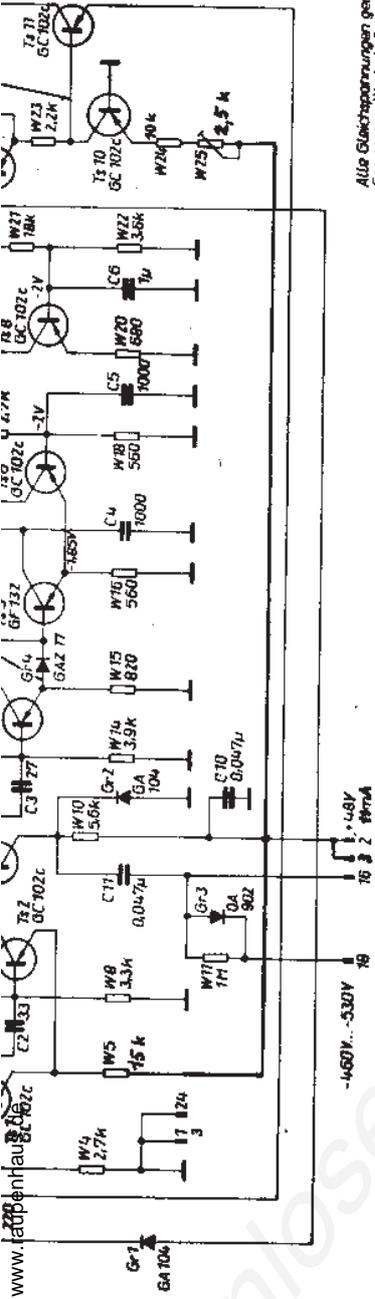
Alle Gleichspannungen, gemessen mit Instrument 20 A 5 V/1, sind Richtwerte.
Die Bauteilwerte sind Sollwerte. Verbindliche und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen.
Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten.

24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1



BE 2 Kippendstufe 506 582.2

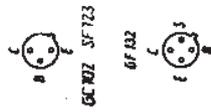




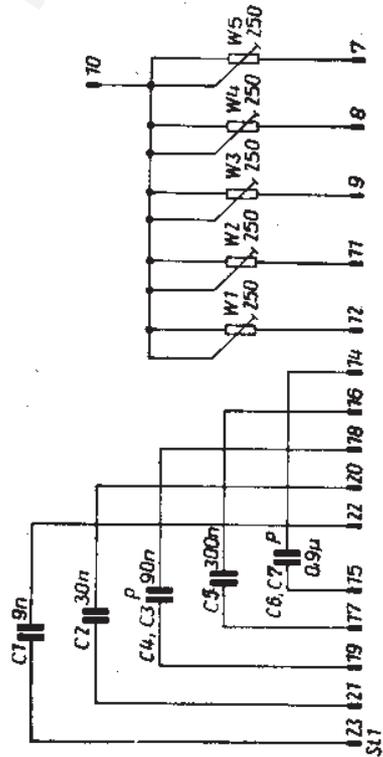
Alle Gleichspannungen gemessen mit Instrument 20 kΩ/V.
 Gemessene Werte in Schalter- und Reglerstellungen.
 Meßbereichschalter in Stellung 1.
 Regler Zeitkonstantenwahlung im Uhrzeigersinn.
 Die angegebenen Werte sind Sollwerte. Veränderte Werte und er-
 gänzliche Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu ent-
 nehmen.
 Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!

Stk./...

24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2



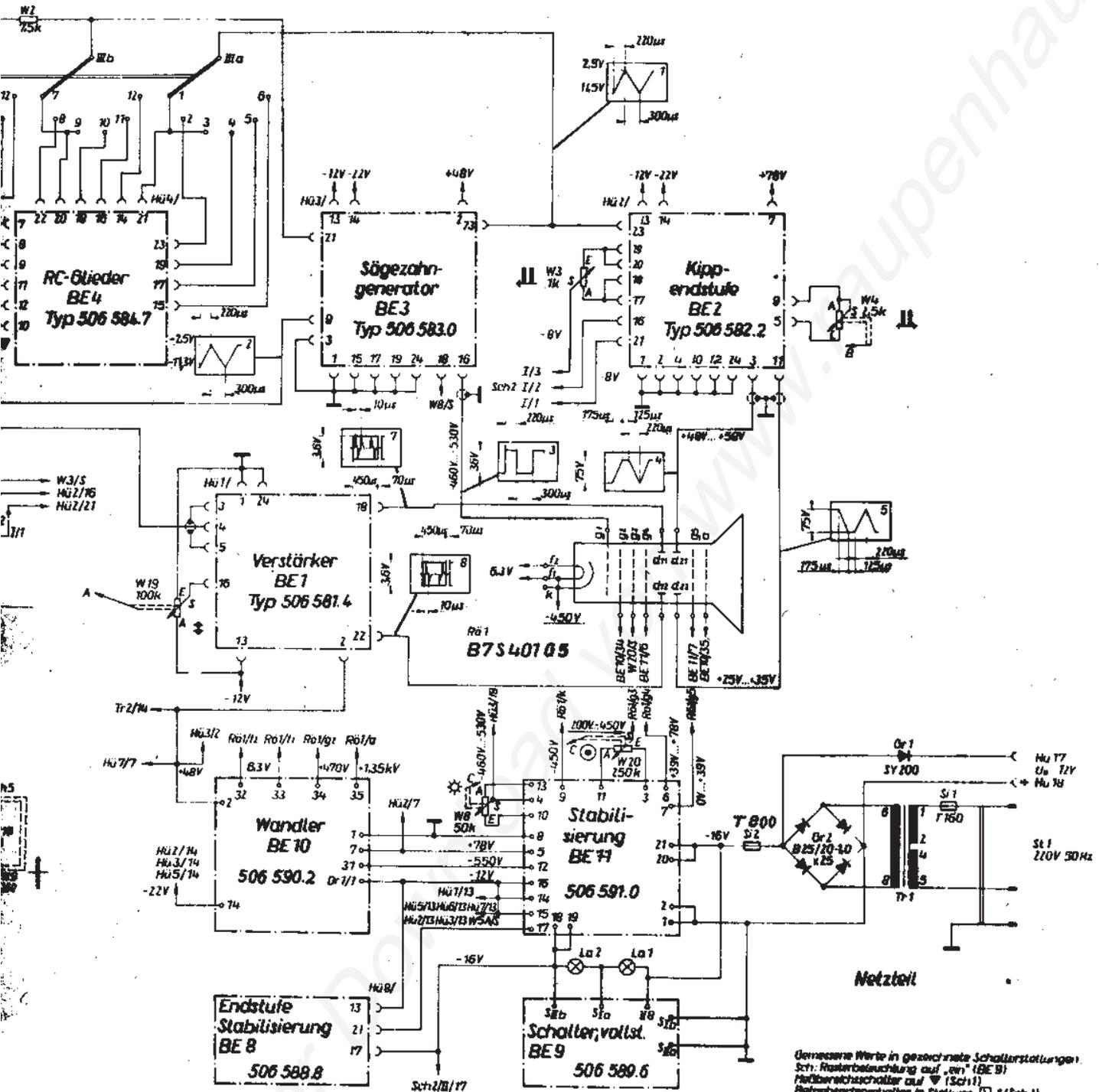
BE 3 Sägezahn-generator
 506 583.0



P - Parallelschaltung

Meßbereichschalter in Stellung	x 3	x 10	x 30	x 100	x 300
zugehöriger Schichtohm-widerstand	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5

BE 4 RC-Glieder
 506 584.7



kostenloser Download bei www.faulstich.de

Schaltendiagramm Sch 1

Ebene Ia...	Ebene Ib.../Ic
1	7
2	8
3	9
4	10
5	11
6	12

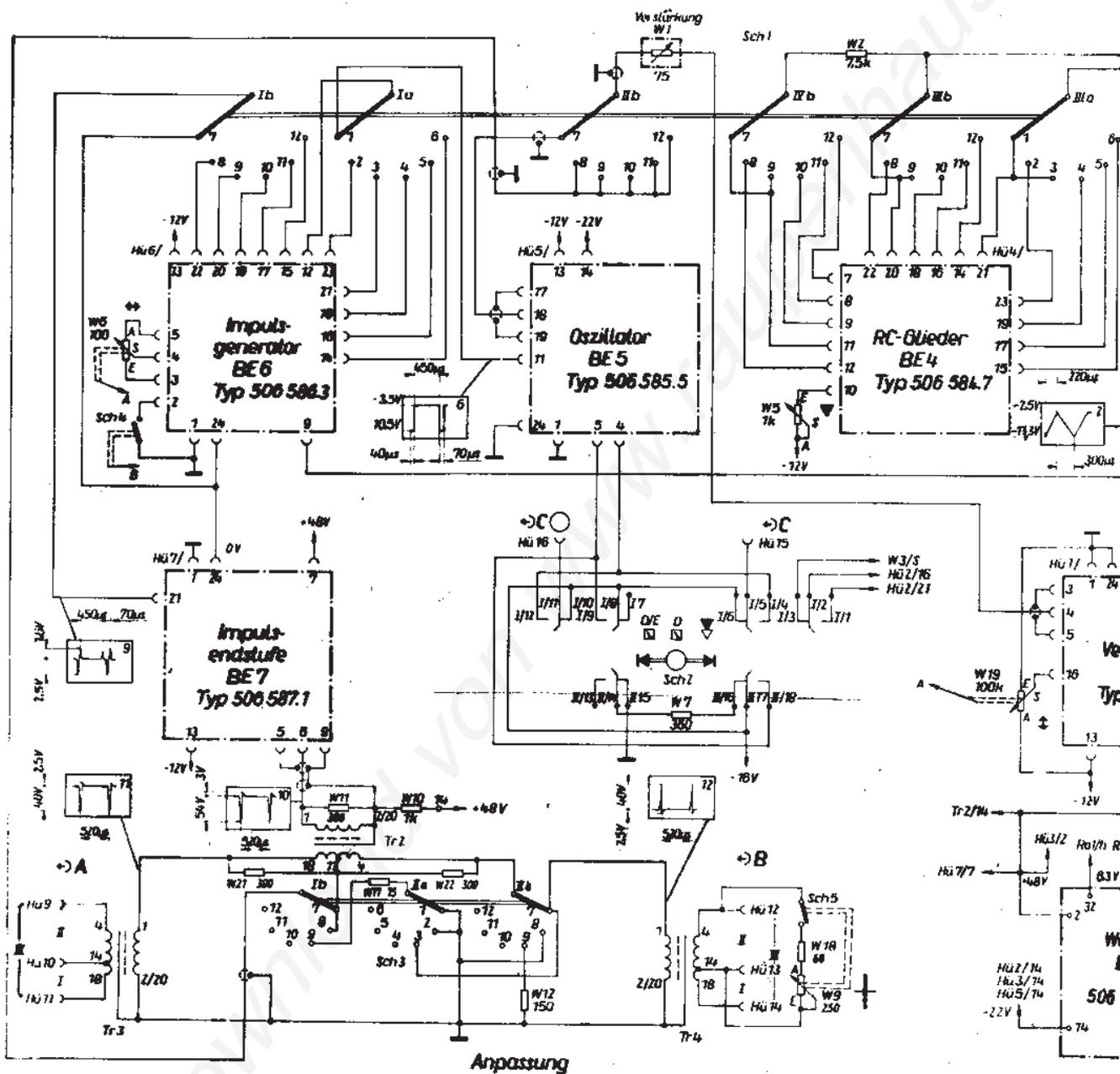
Schaltendiagramm Sch 3

Bedienerart	Ebene Ib.../Ic	Ebene Ia.../Ic
□ 1	7	7
▽	8	2
□ 2	9	3

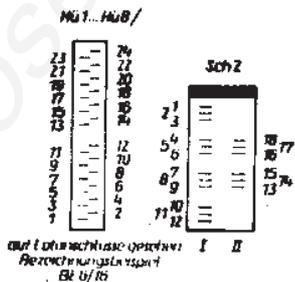
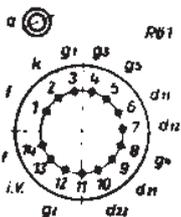
Gemessene Werte in gezeichneten Schalterstellungen:
 Sch: Rasterbeleuchtung auf „ein“ (BE 9)
 Hubwertschalter auf „1“ (Sch 1)
 Betriebswertschalter in Stellung □ 1 (Sch 3)
 Regler Zeitbasiseinstellung an linken Anschlag (W 4 mit Sch 4)
 Regler Verstärkung auf ca. 40 (W 1)
 Regler Sägezahnunterdrückung an linken Anschlag (W 5 mit Sch 5)
 Regler Hartstromüberschaltung ca. auf Mitte (W 6)
 Netzspannung 230V 50 Hz

Durchspannungen gemessen mit Instrument ZN 42/V (die angegebenen Werte sind Richtwerte. Unterschiedliche Werte sind zulässig).
 Zur Messung der Quasiogramme Nr. 9-12, Hubwertschalter in Stellung □ 10.
 Veränderte Werte und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen.
 Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!

Fehlerortungsgerät FOG 211
 080 002.0



Anpassung



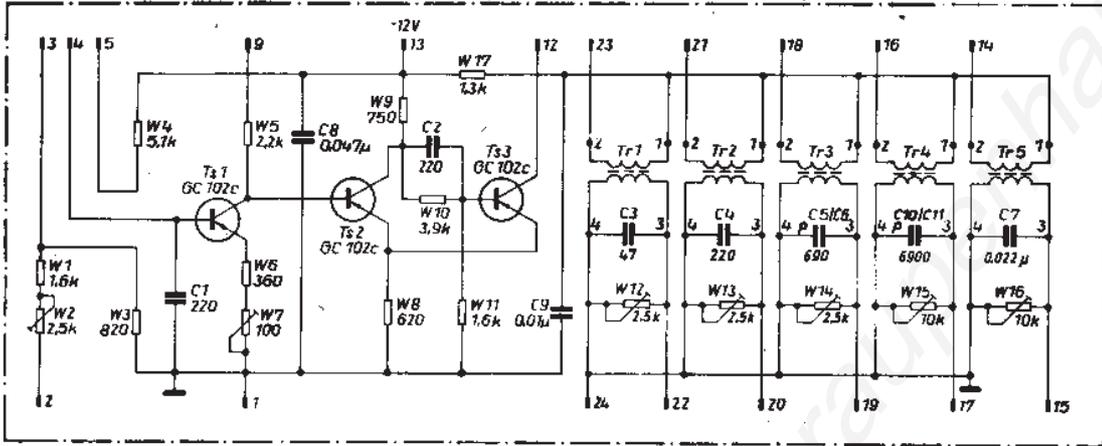
Schalterdiagramm Sch 1

Meßbereich	Ebene Ia...Ib	Ebene Ib...Ic
▼	1	7
x 3	2	8
x 10	3	9
x 30	4	10
x 100	5	11
x 300	6	12

Schalterdiagramm

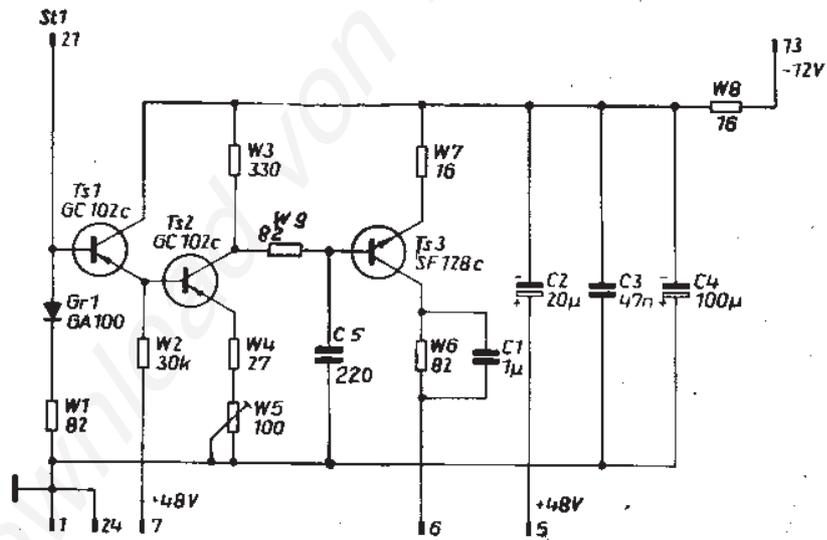
Bediart	Ebene Ia...Ib
□ 1	7
▽	8
□ 2	9

Endstufe
Stabilisator
BE 8
506



P • Parallelschaltung

BE 6 Impulsgenerator
506 586.3



St 1/..

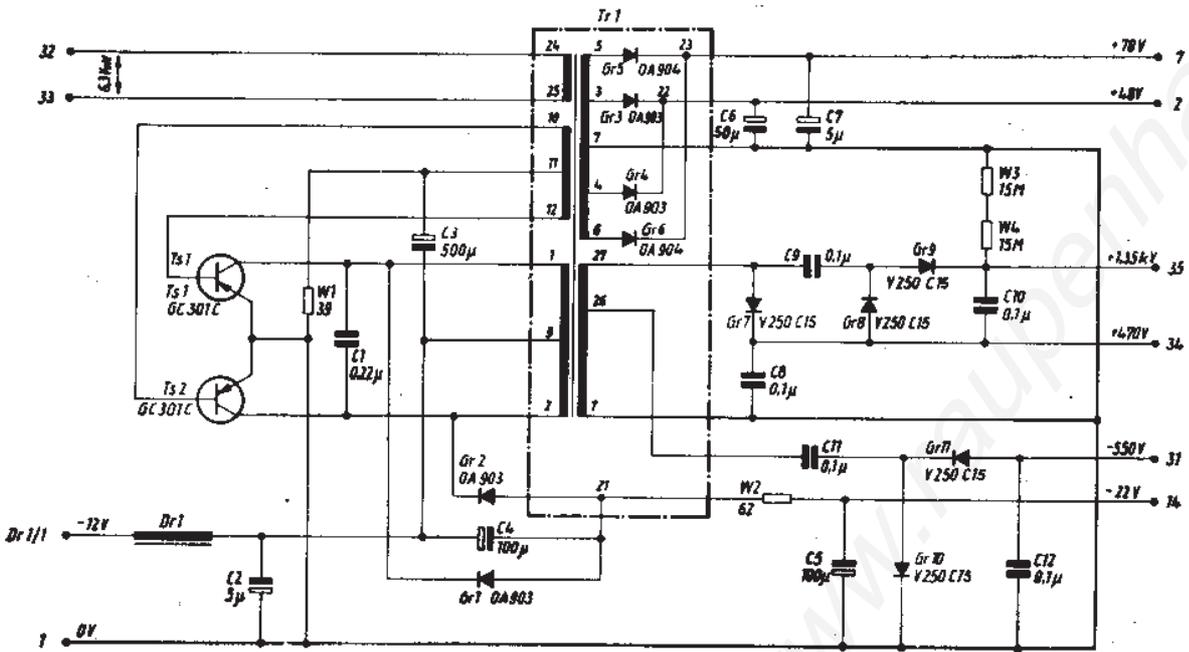


GC 102c
SF 128c



Alle Gleichspannungen, gemessen mit Instrument 20 k Ω /V, sind Richtwerte.
Die Bauelementewerte sind Sollwerte. Verbindliche und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen.
Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten.

BE 7 Impulsendstufe
506 587.1

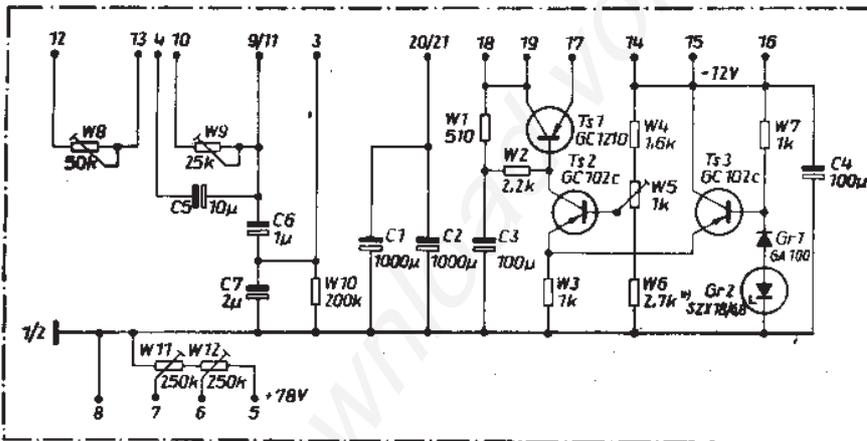


Gleichspannungen gemessen mit Instrument 20 kΩ/V gegen Masse.
Wechselspannung gemessen mit Effektivwertmesser

GC 307 C



BE 10 Wandler
506 590.2



Alle Gleichspannungen, gemessen mit Instrument 20 kΩ/V,
sind Richtwerte.
Die Bauelementewerte sind Sollwerte. Verbindliche und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen.
Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!

GC 121

GC 102

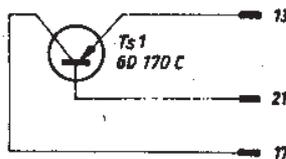
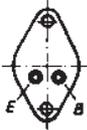


BE 11 Stabilisierung
506 591.0

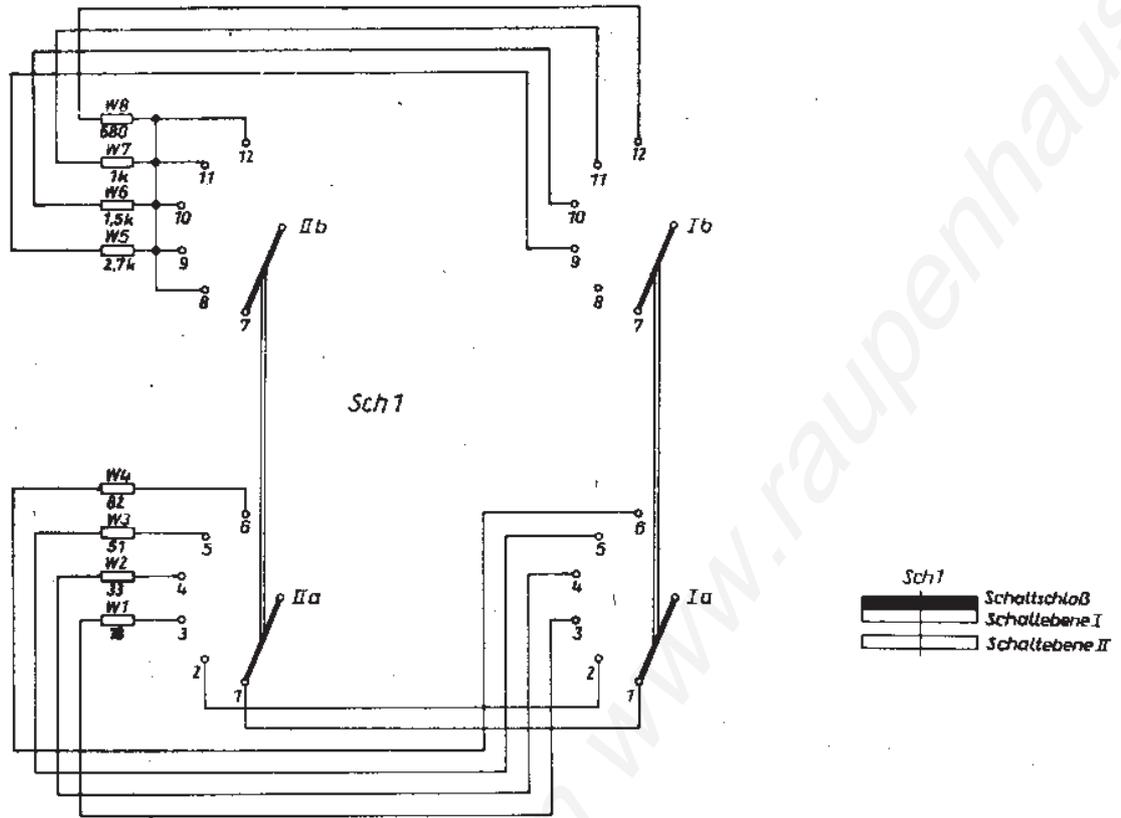
St 1



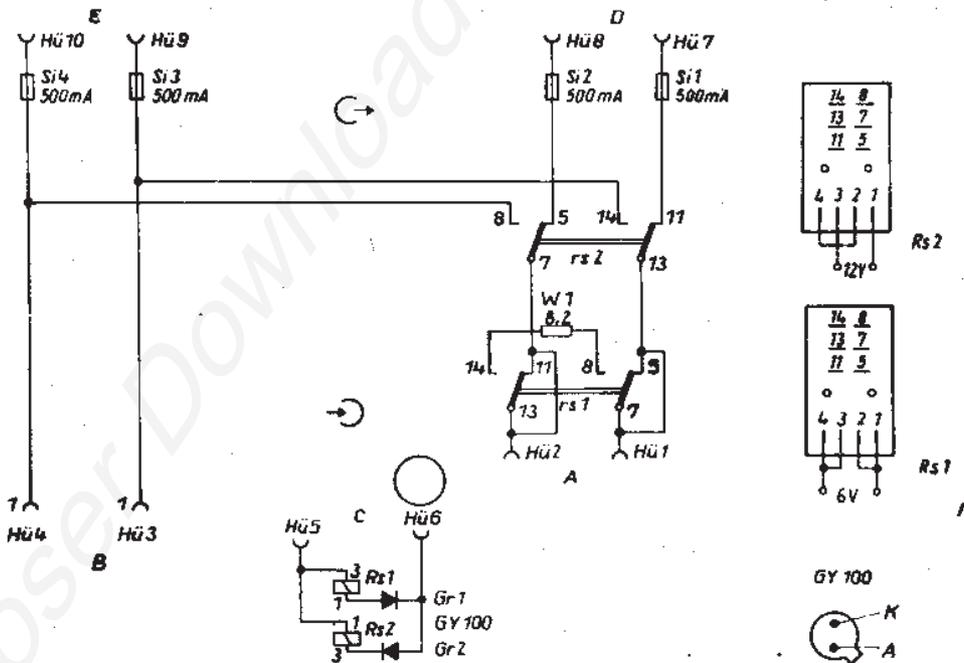
6D 170 C



BE 8 Endstufe, Stabilisierung
506 588.8



BE 9 Schalter, vollst.
506 589.6



Die angegebenen Werte sind Sollwerte. Verbindliche Werte und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!

Relaiszusatz
506 413.0