



VEB **RFET** MESSELEKTRONIK > OTTO SCHÖN < DRESDEN

FEHLERORTUNGSGERÄT 80 020

VEB RFT MESSELEKTRONIK > OTTO SCHÖN < DRESDEN

Kostenloser Download von www.raumfahrt.de

1.	Anwendungsgebiet	3
2.	Lieferumfang und Ergänzungsgeräte	6
3.	Eigenschaften des Gerätes	7
4.	Arbeitsweise des Gerätes	10
5.	Theoretische Grundlagen des Meßverfahrens	16
6.	Betriebsanweisung	27
6.1.	Funktion der Bedienungselemente	27
6.2.	Inbetriebnahme	28
6.3.	Funktionskontrolle und Justierung	29
6.4.	Durchführung der Laufzeitmessung bei Fehlerordnung, Adervergleich und Nebensprechmessung	31
7.	Hinweise für die Anwendung	35
7.1.	Mögliche Meßvarianten	35
7.2.	Fehlerortsbestimmung an bespulten Fernsprech- und Fernmeldekabeln mit Wellenwiderständen von 250 bis 1200 Ω	36
7.3.	Fehlerortsbestimmung zwischen zwei Spulen sowie an Fernsprech-, Fernmelde-, Koax-, Fernseh- und Tragerfrequenzkabeln und sonstigen Kabeln mit Wellenwiderständen von 65 bis 200 Ω	39
7.4.	Hinweise für das Fotografieren des Oszillogrammes	41
8.	Beschreibung der Schaltung	42
9.	Mechanische Konstruktion	47
10.	Instandhaltung	47
11.	Hinweise zur Fehlerbeseitigung	49

Position der Baueinheiten
 Stromlaufpläne
 Schaltteilliste

1. Anwendungsgebiet

Das Fehlerortungsgerät 80 020 (Bild 1) ist ein Prazisionsmegerat und dient in Verbindung mit den zugehörigen Erganzungsgeraten zur schnellen und wirtschaftlichen Bestimmung des Ortes von Fehlern in bespulten Kabeln aller Art von einem ihrer Leitungsenden aus. Fehler in diesem Sinne sind alle Inhomogenitäten, die durch Änderung des Aufbaues, des Dielektrikums und dgl. hervorgerufen werden, wie z.B. Aderunterbrechungen, Aderschlusse, Mantelschlusse, Muffen, Abzweige, Verlagerung der Adern, Quetschungen, Verdrehungen, Aderkreuzungen und dgl.

Der Fehlerort wird nach dem Impulsschovverfahren bestimmt. Die Entfernung der Fehlerstelle vom Meort ist Gleich dem Produkt aus der gemessenen Echolaufzeit und der halben Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Impulses im jeweiligen Kabel. Der Einsetzbereich erstreckt sich auf mittelschwer, leicht, sehr leicht und kurz bespulte Fernsprech- und Fernmeldekabel. Weiterhin läßt sich mit dem Gerät der Fehlerort zwischen zwei Spulen sowie an unbespulten Fernsprechkabeln, an Tragerfrequenzkabeln und an Koaxialkabeln bestimmen.

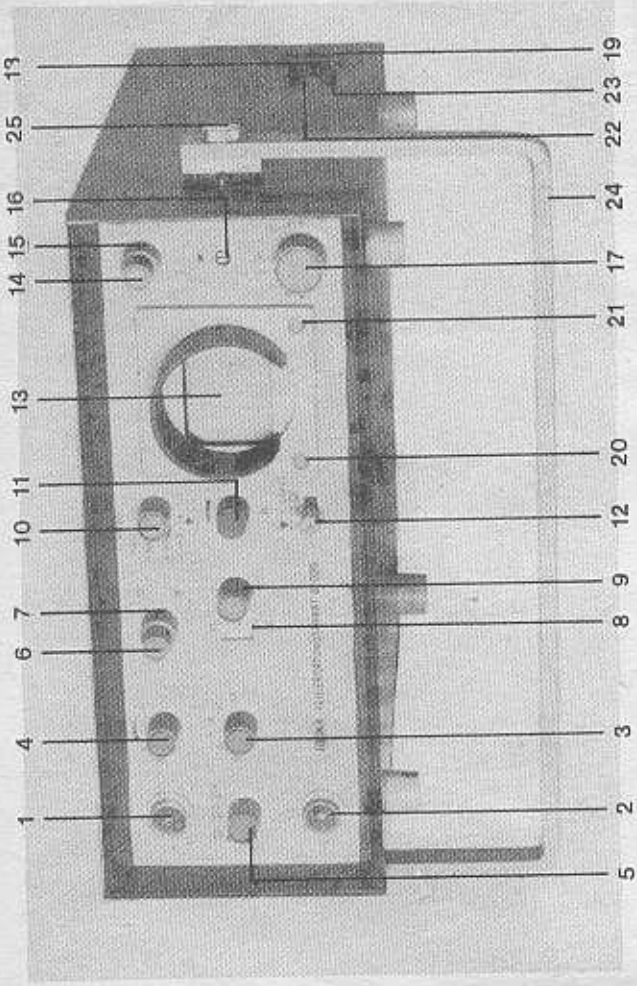
Das Fehlerortungsgerät 80 020 zeichnet sich durch geringes Gewicht, kleine Abmessungen, schnelle Einsatzbereitschaft und einfache Bedienungsweise aus. Es ist mit Siliziumtransistoren besteckt und kann vom Wechsellspannungsnetz oder einer externen, beliebig geerdeten Batterie betrieben werden. Das Gerät kann direkt am Leitungsende oder auch abgesetzt über Vormerkabel angeschlossen werden. Es gestattet die interne Aderumschaltung und den automatischen Adervergleich sowie die Einblendung des Bezugsimpulses. Als weitere Meßvariante läßt sich die Nebensprechmessung durchführen. Es besteht auch die Möglichkeit der Fremdtriggierung.

Das Gerät ist sowohl für stationären Betrieb als auch für den mobilen Meß- und Montagedienst geeignet und kann auch bei ungünstiger Witterung im Freien eingesetzt werden.

Erläuterungen zu Bild 1

(siehe dazu auch Abschnitt 6.1. "Funktion der Bedienelemente")

- | | | | |
|----|--|--------------------------------------|--------------|
| 1 | Ein- und Ausgang für Betriebsart $\square 1$ | \odot | HU 9 |
| 2 | Eingang für Betriebsart $\square 2$ und $\square 3$ | \rightarrow | HU 10 |
| 3 | Auswahlschalter R, S, T, O, L 1, L 2 | | S 3 |
| 4 | Schalter "Ein - Aus" kombiniert mit Schalter "Rasterbeleuchtung" | $\square 1, \square 2, \square 3$ | BE 1 |
| 5 | Betriebsartenschalter | A | S 4 |
| 6 | Einsteller "Helligkeit" | \odot | W 14 |
| 7 | Einsteller "Schärfe" | | W 15 |
| 8 | Skalenfenster | | |
| 9 | Verzögerungseinsteller | \downarrow | W 3 |
| 10 | Messbereichschalter | | S 1 |
| 11 | Einsteller "Zeitbasisdehnung" | \leftarrow | W 5 - S 5 |
| 12 | Nulltaste | $\nabla, \square L, \square L + L 2$ | S 2 |
| 13 | Meßrester | \uparrow | |
| 14 | Einsteller "Vertikalverschiebung" | \updownarrow | W 10 |
| 15 | Einsteller "Horizontalverschiebung" | \leftrightarrow | W 2 |
| 16 | Einsteller "Justieren" | ∇ | W 6 |
| 17 | Vorstärkungseinsteller | | W 1 |
| 18 | Netzanschluß | | ST 1 |
| 19 | Batterieanschluß | | HU 11, HU 12 |
| 20 | Signallampen | | IA 1, IA 2 |
| 21 | | | |
| 22 | Gerät- und Batteriesicherung 1 A | | SI 2 |
| 23 | Netzsicherung 0,16 A | | SI 1 |
| 24 | Traggriff | | |
| 25 | Rändelschraube | | |



2. Lieferumfang und Ergänzungsgeräte

2.1. Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Fehlerortungsgerätes 80 020,
Best.-Nr. 508 030.7, gehören folgende Teile:

- 1 Gerateanschluleitung
D 6/3 - 2000 TGL 200-3850-GR
- 1 Vorsatz
Best.-Nr. 506 400.1
- 1 Lichtschutz 70 TGL 200-7077
506 394.1
- 1 Schutzhaube
506 220.2
- 1 Lampenzieher
506 407.5
- 1 Zubehörtasche
506 710.0
- 1 Vormekabel Typ 80 022
Länge: 2 m
- Aufbau: 4 Steueradern, 2 Koaxialadern 50
- 2 Glühlampen für LA 1 und LA 2
D 12 V 2 W - BA 7 s - TGL 10833
- 5 G-Schmelzeinsätze für SI 1
T 160 TGL 0-41571
- 5 G-Schmelzeinsätze für SI 2
- 1 Bedienungsanleitung
- 1 Garantieurkunde

2.2. Ergänzungsgeräte

- 1. Anpassung 80 014
für pupinierte Fernmeldekabel
Ausgangswellenwiderstand 250 bis 1200 Ω
zur wellenwiderstandsrichtigen Anschaltung
von zwei Aderpaaren und zur Durchführung der
Fehlerortung, des Adervergleichs und der
Nebenstrommessung und zur Einblendung des
Bezugsimpulses
506 679.7
- 2. Anpassung 80 017
für Fernmeldekabel
Ausgangswellenwiderstand 65 bis 200 Ω
zur wellenwiderstandsrichtigen Anschaltung
von zwei Aderpaaren und zur Durchführung der
Fehlerortung, des Adervergleichs und der
Nebenstrommessung und zur Einblendung des
Bezugsimpulses
506 675.1

3. Einblicktubus 80 003
kombiniert mit Fotovorsatz,
geeignet für alle Spiegelreflexkameras mit
einer Brennweite von 50 mm und Filtergewinde
M 49 x 0,75 unter Verwendung eines Zwischen-
rings von 16 mm zur besseren Beobachtung
der Schirmbilder sowie zu deren fotografi-
schen Registrierung

4. Synchronisierzusatz 80 035
Einsatz bei Fremdtrefferrung des Fehler-
ortungsgerates

5. Kfz-Halterung 80 012
zum Einbau des Fehlerortungsgerätes in
ein Kraftfahrzeug

6. Vormekabel 80 023 auf Kabeltrommel
Länge: 50 m
Aufbau: 2 Koaxialadern 50 Ω und 4 Steueradern
zur Durchführung der Messung bei abgesetztem
Betrieb des Gerätes

7. Vormekabel 80 047
Länge: 5 m
Aufbau: 2 Koaxialadern 50 Ω und 4 Steueradern

Weitere Ergänzungsgeräte:

- Suchgenerator
 - Typ 81 000
 - Typ 81 001
 - Typ 81 017
 - Universallindikator
 - Typ 81 008
 - Typ 81 018
- zur punktgenauen
Eingrenzung des
Fehlers

3. Eigenschaften des Gerätes

Die elektrischen Werte und Toleranzen gelten für den Betrieb
mit Nennspannung und Umgebungstemperaturen zwischen +18 $^{\circ}$ C
und +30 $^{\circ}$ C. Die an den Temperaturbereichsgrenzen und Be-
triebsspannungsgrenzen möglichen Abweichungen sind in Klam-
mern beigefügt.

3.1. Elektrische Werte

Bildschirmdurchmesser
70 mm
Länge des Meßabschnittes
am Bildschirm
50 mm

Meßbereich

in 5 Stufen umschaltbar auf:

Anwendung	Umschaltfaktor
Zwischen 2 Spulen und unbespulten Kabeln	20 μ s
Unbespulte Kabel	200 μ s
Kurz und sehr leicht bespulte Kabel	1 000 μ s
Sehr leicht und leicht bespulte Kabel	3 000 μ s
leicht und mittelschwer bespulte Kabel	10 000 μ s

Dauer der Übersichtszeitbasis

etwa Endwert des Meßbereichs

Dauer der Meßzeitbasis

kontinuierlich einstellbar zwischen etwa 100 % und 10 % des Meßbereichsendwertes

Verzögerer

kontinuierlich von 0 % bis 100 % des Meßbereichsendwertes einstellbar

Fehlertoleranzen der Zeitteilung (nach Justierung entsprechend dem eingebauten Kontrolloszillator)

$\leq 0,2$ % vom Meßwert zuzüglich $\leq 0,1$ % vom Meßbereichsendwert

Fehlertoleranzen der Frequenz des eingebauten Kontrolloszillators

≤ 1 % ($\leq 0,25$ %)

Ortungsgenauigkeit

$\pm 1/2$ Spulenfeld

Form des Sendepulses (bei Abschluß mit 50 Ω am Geräteausgang)

Gleichstrom etwa Glockenförmig

Mittlere Dauer des Sendepulses (bei Abschluß mit 50 Ω am Geräteausgang)

0,5 % bis 1 % des Meßbereichsendwertes für Meßbereiche 20 μ s und 200 μ s und 2,5 % bis 3 % vom Meßbereichsendwert für Meßbereiche 1000 μ s, 3000 μ s, 10000 μ s

Spitzenspannung des Sendepulses (bei Abschluß des Geräteausganges mit 50 Ω)

≥ 40 V (≥ 30 V) für Meßbereiche 20 μ s, 200 μ s
 ≥ 18 V (≥ 10 V) für Meßbereiche 1000 μ s, 3000 μ s, 10000 μ s

Anstiegszeit des Verstärkers

≤ 50 ns

max. zulässige Gesamtdämpfung der Echoes (= Leitungsdämpfung und Rhodämpfung)

9 Np

Eingang und Ausgang des Gerätes

50 Ω koaxial über Spolige Steckverbindung (kombiniert mit Steueradern)

mögliche Meßvarianten bei Verwendung der unter 2.2. aufgeführten Ergänzungsgeräte

Fehlerleitung mit Aderferriwahl, automatischer Adervergleich Nebensprechnessung

Fremdtriggerrung (HU 10/2)

Eingangswiderstand 50 Ω
Impulsspannung 2 bis 50 V
mittlere Impulsdauer 0,5 % bis 50 % des Meßbereichsendwertes
Tastverhältnis $\geq 1 : 500$
Anwendung des Synchronisierzusatzes möglich

Stromversorgung

Wechselstromnetz oder äußere Batterie

Netzspannung

(220⁺²²₋₃₃) V

zulässige Netzfrequenz

47 bis 63 Hz

Leistungsaufnahme

etwa 32 VA

zulässige Batteriespannung

11 bis 16 V, beliebig geerdet

Stromaufnahme

etwa 1 A

Schutzrad nach TGL 15165 (Gerät ohne Schutzhaube)

IP 20

(Gerät in geschlossener Schutzhaube)

IP 43

Schutzgüternachweis vorhanden

gemäß ABAO 3/1 (GBl. der DDR Teil II Nr. 87 vom 12.08.66)

3.2. Mechanische Werte

Abmessungen (B x H x T)

- ohne Tragegriff

380 mm x 165 mm x 390 mm

- mit Tragegriff

415 mm x 165 mm x 390 mm

Masso

etwa 10 kg

3.3. Klimatische Werte

Arbeitstemperaturbereich

Lagertemperaturbereich

relative Luftfeuchte

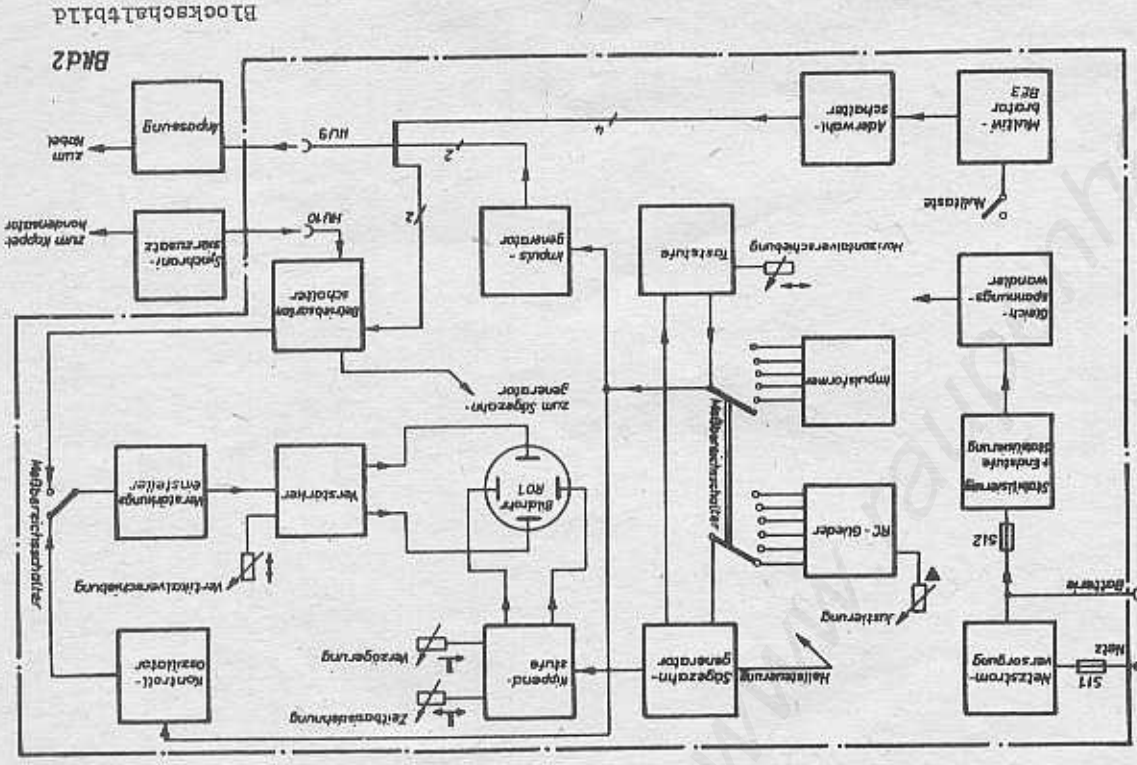
Wasserdampfdruck

-25 °C bis +55 °C
 -40 °C bis +70 °C
 max. 90 % bei +31 °C
 max. 30 Torr bei \pm + 30 °C

4. Arbeitsweise des Gerätes

Die Arbeitsweise des Gerätes ist aus dem Blockschaltbild zu ersehen (Bild 2). Der zeitliche Ablauf des gesamten Meßvorganges wird vom Sägezahn-Generator gesteuert, der aus einem Miller-Integrator und einem Schmitt-Trigger besteht. Die Ausgangsspannung des Miller-Integrators schaltet beim Überschreiten des oberen bzw. des unteren Grenzwertes den Schmitt-Trigger um. Dieser erzeugt die Helltastspannung für die Bildröhre RO 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 bestimmt und kann mit dem Meßbereichsschalter S 1 in 5 Stufen entsprechend dem zugehörigen Meßbereichsendwert umgeschaltet werden.

Die Sägezahnspannung steuert die Kippstufe, die als Gegen-takt-Differenzverstärker die symmetrische Horizontallablenkspannung für die Bildröhre RO 1 erzeugt. Die kontinuierliche Einstellung der Dauer der Zeitbasis am Bildschirm auf Werte zwischen etwa 10 % und 100 % des Meßbereichsendwertes besorgt der als Gegenkopplungswiderstand dienende Einsteller "Zeitbasisdehnung" W 5. Die zur Laufzeitmessung notwendige Horizontalverschiebung der Zeitbasis (= Verzögerung) erfolgt durch eine in den Gegentakt-Differenzverstärker eingespeiste Gleichspannung, welche von dem als Verzögerungseinsteller arbeitenden Wendelpotentiometer W 3 mit der erforderlichen Genauigkeit aufbereitet wird.



Blockschaltbild
 BRD2

- 12 -

Auf der Baueinheit "Oszillator" befinden sich die Taststufe und der Kontrolloszillator. Die Sägezahnspannung schaltet in der Taststufe nach Überlagerung einer einstellbaren Gleichspannung einen Schmitt-Trigger um, der mit Hilfe von RO-Kombinationen, welche sich auf dem Impulsformer befinden, die Steuerimpulse für den Impulsgenerator erzeugt. Die RO-Kombinationen, die mit dem Meßbereichsschalter S 1 umgeschaltet werden, sind so bemessen, daß die mittlere Sendepulsdauer etwa 1 % vom jeweils eingeschalteten Meßbereichswert beträgt. Der Einsetzpunkt der Sendepulse kann mittels einer einstellbaren Gleichspannung ("Horizontalschiebung" W 2) in einem solchen Bereich verschoben werden, daß ein einwandfreies Einrichten des Leitungsanfanges auf die Vertikalmarkierungen des Meßrasters vor dem Bildschirm gewährleistet ist. Während normalerweise bei der Laufzeitmessung (Meßzeitbasis) der Leitungsanfang auf die mittlere Vertikalmarkierung eingerichtet wird, bewirkt der am linken Anschlag des Einstellers "Zeitbasisdehnung" W 5 betätigte Schalter S 5 eine Umschaltung der einstellbaren Gleichspannung in der Art, daß der Leitungsanfang im Übersichtsbild auf die linke Vertikalmarkierung des Meßrasters eingerichtet werden kann.

In der Stellung "Kontrolle" des Meßbereichsschalters S 1 erzeugt die Taststufe den rechteckförmigen Impuls für den Kontrolloszillator. Dieser besteht aus einem LO-Oszillator, der unter Einwirkung des Tastimpulses stets mit gleicher Phase und gleicher Amplitude anschwingt und dessen Schwingungen nach dem Ende des Tastimpulses durch starkes Bedämpfen aussetzen. Aus den Schwingungen werden nach Begrenzung und Differentiation die Kontrollimpulse gewonnen, welche in der Stellung "Kontrolle" des Meßbereichsschalters S 1 am Bildschirm eingeblendet werden. Sie ermöglichen die Funktionskontrolle und die Justierung des Verzögerers.

Die in den übrigen Stellungen des Meßbereichsschalters S 1 erzeugten Impulse steuern den Impulsgenerator. Er ist als fünfstufiger Impulsleistungsverstärker ausgeführt und erzeugt den Sendepuls.

- 13 -

Der Sendepuls gelangt direkt an die Ausgangsbuchse HU 9 des Gerätes. Vom Geräteausgang wird der Sendepuls über das kombinierte Vormerkabel entweder direkt oder unter Zwischenschaltung des Impulsgenerators 80 021 der externen Anpassung zugeführt und von hier auf die zu messende Leitung übertragen. Die von der Leitung zurückkehrenden Echoimpulse gelangen über die Anpassung und das Vormerkabel an den als Verstärkungseinsteiler arbeitenden HF-Spannungsteiler W 1 und von hier zum Verstärker.

In der Stellung 1 (Fehlerortung, Adervergleich, Nebensprechmessung) des Betriebsartenschalters S 4 liegt der Verstärkerkanal an HU 9, in der Betriebsart 2 (Fehlerortung bei Spezialaufgaben) und in der Betriebsart 3 (Fremdtrifflerung bzw. Ortung von Spannungsüberschlägen bei der Gerätevariante für Kabelmessungen, Typ 80 018) an der Eingangsbuchse HU 10.

Der Verstärker ist als mehrstufiger direktgekoppelter Differenzverstärker ausgeführt und liefert die symmetrische Ablenkspannung für die Messplatten der Bildröhre RO 1. Durch die galvanische Kopplung der Stufen und die Einspeisung der am Einsteller "Vertikalverschiebung" W 10 eingestellten Spannung in den Verstärkereingang wird die Unempfindlichkeit gegen Übersteuerungen und die Möglichkeit zur Beobachtung von Echos auf einer durch das Überspringen des Transformators in der Anpassung und dgl. stark verlagerten Grundlinie sichergestellt.

Der Multivibrator (Baueinheit "Stabilisierung") wird bei Betätigung der Nulltaste S 2 eingeschaltet. Er liefert einen mit der Multivibratorfrequenz unterbrochenen Gleichstrom an den Geräteausgang HU 9 zur Betätigung der Relais in den Anpassungen 80 015 und 80 045.

In der Stellung 2 der Nulltaste S 2 (Nullmarkierung) wird ein Relais in der Anpassung betätigt, welches den Impulsausgang periodisch kurzschließt und somit den "Bezugsimpuls" erzeugt. Dieser wird periodisch am Bildschirm abgebildet und markiert den Leitungsanfang. Gleichzeitig wird in dieser

Stellung der Nulltaste S 2 die eingestellte Verzögerung zu Null gemacht.

In der Stellung \square L 1 + L 2 der Nulltaste S 2 (Adervergleich) werden weitere Relais periodisch betätigt. Diese schalten abwechselnd den durch den Aderwahlschalter S 3 vorgewählten Leiter bzw. das vorgewählte Leiterpaar an den zugehörigen Vergleichsleiter bzw. das zugehörige Vergleichsleiterpaar an den Ausgang des Fehlerortungsgerätes und ermöglichen somit den Vergleich zweier Leiter bzw. zweier Leiterpaare der gleichen Leitung.

Durch den Aderwahlschalter S 3 werden die Relais in der Anpassung so gesteuert, daß der am Aderwahlschalter S 3 vorgewählte Leiter bzw. das vorgewählte Leiterpaar an das Fehlerortungsgerät angeschlossen ist.

In der Stellung "Null" des Aderwahlschalters S 3 sind die Ausgänge bei der Anpassung 80 015 kurzgeschlossen, und durch gleichzeitige Sperrung des Impulsgenerators wird ebenfalls kein Sendepuls aufbereitet. Somit ist in dieser Stellung ein Anklemmen an die Leitung ohne Gefährdung des Fehlerortungsgerätes möglich.

Bei Anschluß der Anpassung 80 008 wird der Sendepuls ständig am Bildschirm abgebildet und dient hierbei als Markierung des Leitungsanfanges.

In der Betriebsart \square 3 (Fremdtriggerung) wird der Sägezahn-generator durch Anlegen einer positiven einstellbaren Spannung in der Rücklaufphase festgehalten. Durch einen positiven Triggerimpuls, der dem Sägezahn-generator z.B. über den Synchronisierzusatz zugeführt wird, kann ein einmaliger Vor- und Rücklauf des Sägezahn-generators ausgelöst werden. Mittels der positiven Spannung, die am Einsteller "Horizontalverschiebung" W 2 anliegt, kann die Amplitude des Sägezahns variiert werden, was eine Horizontalverschiebung des Einsatzpunktes der Zeitthesis am Bildschirm zur Folge hat.

Weiterhin wird in dieser Betriebsart die Taststufe auf der Baueinheit "Oszillator" an eine feste Spannung gelegt, die verhindert, daß der anliegende Sägezahn den Schmitt-Trigger umschaltet. Somit werden auch keine Steuerimpulse für den Impuls-generator erzeugt.

Im übrigen arbeitet die Schaltung des Gerätes in der bereits beschriebenen Art und Weise.

Die Stromversorgung des Gerätes kann sowohl vom Wechselspannungsnetz als auch von einer externen, beliebig geerdeten Batterie erfolgen. Die Einstellung auf eine Netzspannung von 110 V kann durch Umlüften vorgenommen werden. Falls Batterie und Netzspannung gleichzeitig anliegen, übernimmt die Batterie die Stromversorgung des Gerätes.

Bei falscher Polung der Batteriespannung verhindert ein Relais die Weiterschaltung der Spannung zum Gerät.

Die aus der Netzspannung erzeugte Gleichspannung von etwa 15 V oder die Batteriespannung werden der Baueinheit 3 "Stabilisierung" zugeführt. Von dieser Spannung werden noch die Glühlampen, die Relais in der Anpassung und der Multivibrator zur periodischen Betätigung der Relais, welcher sich ebenfalls auf der Baueinheit "Stabilisierung" befindet, versorgt.

In der Baueinheit "Stabilisierung" wird eine stabilisierte Gleichspannung erzeugt, welche dem Gleichspannungswandler (Baueinheit 2) zugeführt wird, der alle weiteren Betriebsspannungen aufbereitet.

Durch Einschalten des Schalters "Rasterbeleuchtung" (Baueinheit 1) wird der Betriebszustand des Gerätes hergestellt und durch die beiden an der Frontplatte befindlichen Glühlampen signalisiert, welche gleichzeitig die Beleuchtung des Meßrasters vor dem Bildschirm besorgen. Gleichzeitig übernimmt der Schalter "Rasterbeleuchtung" die stufenweise Einstellung der Helligkeit beider Lampen zur Anpassung an den jeweiligen Meßfall.

5.2. Fortpflanzungsgeschwindigkeit

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

$$v = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

v	L	C
$\frac{\text{km}}{\text{s}}$	$\frac{\text{H}}{\text{km}}$	$\frac{\text{F}}{\text{km}}$

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 Fehlerorbungsaufgaben ist dabei zweckmäßig die halbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit $\frac{v}{2}$ in $\text{m}/\mu\text{s}$ anzugeben (vgl. Gleichung 5a), wobei für die gebräuchlichsten Leitungen folgende Richtwerte gelten:

Leitung	$\frac{v}{2}$ in $\text{m}/\mu\text{s}$
Hochspannungsfreileitungen	≈ 148
Fernsprechfreileitungen	≈ 146
Fernsprechkabel	≈ 110 bis 125
Starkstrom- und Hochspannungskabel	≈ 80 bis 86
Papier-Blei-Kabel	≈ 75 bis 90
Kunststoffkabel	
Trägerfrequenzkabel mit Styroflexisolierung	≈ 125
Fernseukabel	≈ 144

Eine bespulte Leitung kann man nach Unterteilung in kurze, homogene Teilstrecken s_0 als quasi-homogene Gesamtleitung betrachten, für die analog die gleichen Gesetze gelten wie für unbespulte homogene Leitungen. Für bespulte Leitungen gilt somit ebenfalls Gleichung 1, wenn die Induktivität der Bespülung berücksichtigt wird. Statt L ist jetzt L_0 in die

In der "Aus"-Stellung des Schalters "Rasterbeleuchtung" BE 1 liegt die Netzspannung bereits am Netztransformator TR 1.

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 ist der Gleichspannungswandler BE 2 so ausgelegt, daß er bei einem möglichen Schluß im Stromkreis einer der von ihm erzeugten Gleichspannungen aussetzt und ein erneutes Anschwingen erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes eintritt.

5. Theoretische Grundlagen des Meßverfahrens

5.1. Impulsübertragung

Zur Fehlerortsbestimmung nach dem Impulsechoverfahren werden in den Leitungsanfang Spannungs- oder 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 Strom- oder Spannungsstöße mit rechteckförmigem, dreieckförmigem, Glockenförmigem oder ähnlichem Verlauf. Jeder solche Impuls 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.

Gleichung 1 einzusetzen.

$$L^* = L + \frac{L_{sp}}{s_0}$$

L^*	L	L_{sp}	s_0
$\frac{km}{km}$	$\frac{km}{km}$	$\frac{km}{km}$	$\frac{km}{km}$

mit L = Leitungsinduktivität pro Kilometer
 L_{sp} = Spuleninduktivität
 s_0 = Spulenabstand (Länge eines Spulenfeldes)

5.3. Dämpfung

Wandert eine Wechselspannung eine Freileitung entlang, so wird sie infolge der Verluste der Leitung mit wachsender Entfernung kleiner.

Diese Dämpfung ergibt sich aus der Leitungstheorie zu

$$\alpha = \frac{R}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

α	R	C	L	G
$\frac{np}{km}$	$\frac{\Omega}{km}$	$\frac{F}{km}$	$\frac{H}{km}$	$\frac{S}{km}$

mit R = Ohmscher Widerstand pro km
 G = Ableitung pro km
 L = Induktivität pro km
 C = Kapazität pro km

Wie Gleichung 2 zeigt, ist auch die Dämpfung frequenzunabhängig. Werden aber alle Frequenzanteile des Impulses im gleichen Verhältnis geschwächt, so wird auch der Impuls als Ganzes um den gleichen Betrag gedämpft.

Für eine bespulte Leitung gilt ebenfalls Gleichung 2, sofern für die kilometerischen Leitungskonstanten R, G, L, C die Bruchparameter R_0, G_0, L_0 und C_0 für ein Spulenfeld s_0 in die Gleichung 2 eingesetzt werden,

wobei $R_0 = R \cdot s_0 + R_{sp}$ - ohmscher Widerstand pro Spulenfeld
 $G_0 = G \cdot s_0 + G_{sp}$ - Ableitung pro Spulenfeld
 $L_0 = L \cdot s_0 + L_{sp}$ - Induktivität pro Spulenfeld
 $C_0 = C \cdot s_0 + C_{sp}$ - Kapazität pro Spulenfeld

mit R, G, L, C = Leitungsgrößen pro Kilometer
 s_0 = Spulenabstand
 R_{sp} = ohmscher Widerstand der Spule
 G_{sp} = Ableitung der Spule
 L_{sp} = Induktivität der Spule
 C_{sp} = Kapazität der Spule

Die Dämpfung erhält man dann für ein Spulenfeld.

5.4. Wellenwiderstand

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

$$Z_w = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

Z_w	L	C
Ω	$\frac{H}{km}$	$\frac{F}{km}$

Da nur kilometerische Werte eingesetzt werden, hängt der Wellenwiderstand selbst nicht von der Länge der Leitung ab. Ebenso wie die Dämpfung ist er frequenzunabhängig.

Für die bespulte Leitung errechnet sich der Wellenwiderstand ebenfalls nach Gleichung 3, sofern wieder die Ersatzparameter L_0 und C_0 in die Gleichung 3 eingesetzt werden.

$$Z = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}} = \sqrt{\frac{L \cdot s_0 + L_{sp}}{C \cdot s_0}} \quad (3a)$$

Z	L	s_0	L_{sp}	C
Ω	$\frac{H}{km}$	km	$\frac{H}{km}$	$\frac{F}{km}$

5.5. Reflexionsgesetz

Jede Unregelmäßigkeit im Aufbau der Leitung führt zu einer Änderung der Induktivität und Kapazität und damit gemäß Gleichung 3 zu einer Änderung des Wellenwiderstandes. Eben solche Stosstellen entstehen z.B. an Übergangsstellen zweier unterschiedlicher Leitungen, an Muffen, Leitungskreuzungen, an Stellen mit Adervertauschungen usw., ganz abgesehen von den Fällen, wo sich ohmsche, kapazitive oder induktive Kom-

ponenten längs oder quer in den Leitungszug einfügen. Jede solche Stoßstelle mit dem Wellenwiderstand Z^* aber reflektiert einen Anteil der ankommenden Spannung in Richtung zur Spannungsquelle. Der Anteil der reflektierten Spannung wird dabei definiert durch den Reflexionsfaktor

$$\Gamma = \frac{Z^* - Z_W}{Z^* + Z_W} \quad (4)$$

Aus Gleichung 4 lassen sich drei ausgezeichnete Fälle ablesen:

$$Z^* = \infty; \Gamma = +1 \quad \text{Leitungsunterbrechung (Leerlauf)}$$

Alle ankommenden Wechselstromanteile werden unabhängig von ihrer Frequenz, Amplitude und Phase reflektiert. Damit wird auch der Impuls mit gleicher Amplitude und gleichem Vorzeichen zum Leitungsanfang zurückgeschickt.

$$Z^* = 0; \Gamma = -1 \quad \text{Leitungskurzschluß}$$

Alle ankommenden Wechselstromanteile werden mit gleicher Amplitude, aber entgegengesetzter Phase reflektiert. Dies hat zur Folge, daß auch der Impuls zwar mit gleicher Amplitude, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen zum Leitungsanfang zurückläuft.

$$Z^* = Z; \Gamma = 0 \quad \text{wellenwiderstandsrichtiger Leitungszug (Anpassung)}$$

Es findet keine Reflexion statt.

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

Ist Z^* jedoch komplex, so wird auch der Reflexionsfaktor komplex. Hierbei treten neben Amplitudenänderungen unterschiedliche Phasendrehungen der einzelnen Frequenzanteile ein, wodurch das Echo gegenüber dem Sendepuls mehr oder weniger stark verformt wird.

5.6. Fehlerortsbestimmung

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

$$T_e = 2 \frac{s}{v} \quad (5)$$

T_e	s	v
μs	m	$\frac{m}{\mu s}$

mit s = Entfernung der Stoßstelle vom Leitungsanfang in Metern

v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit entsprechend Abschnitt 5.2.

Werden Sendepuls und Echo von einem geeigneten Anzeigorgan, z.B. einem Elektronenstrahloszilloskop, in einer Form zur Abbildung gebracht, die die Messung der Laufzeit T_e des Echos gestattet, so läßt sich hiermit die Entfernung der Stoßstelle leicht nach Umstellen der Gleichung 5 ermitteln.

$$s = T_e \frac{v}{2}$$

T_e	s	v
μs	m	$\frac{m}{\mu s}$

(5a)

Richtwerte für $\frac{v}{2}$ siehe Abschnitt 5.2.

Um hierbei eindeutige Messergebnisse zu erhalten, muß für diese Messung der Quellwiderstand R_{Quell} des Impulsgenerators gleich dem Wellenwiderstand Z der Leitung gemacht werden, damit nicht zusätzlich am Leitungsanfang eine Reflexion auftritt ($\Gamma = 0$) und dadurch Mehrfachechos entstehen.

Ist bei diesem Meßverfahren der Reflexionsfaktor der Stoßstelle $|\Gamma| < 1$, so läuft ein Teil des Sendepulses weiter in die Leitung hinein. Befinden sich dort weitere Stoßstellen mit $|\Gamma| < 1$, so erzeugen diese entsprechend der ihrer Entfernung zugeordneten Zeit weitere Echos am Bildschirm des Oszilloskops. Befinden sich in einer Leitung mehrere starke Reflexionsstellen oder verzweigt sich die Leitung, so treten hierbei Mehrfachechos auf, die u.U. die Auswertung des Schirmbildes erheblich erschweren können. In

solchen Fällen ist es möglich, durch unterschiedliches Kurzschließen, Unterbrechen oder wellenwiderstandsmäßiges Abschließen der einzelnen Leitungsenden oder durch ähnliche Maßnahmen die Zugenörigkeit der einzelnen Echos einzuzugrenzen.

Bei einer bespulten Leitung kann die Entfernung einer Fehlerstelle prinzipiell entsprechend Gleichung 5a bestimmt werden.

Da jedoch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und damit die Laufzeit des Impulses vorwiegend durch die große Spuleninduktivität bestimmt wird, ist es nur möglich und sinnvoll, die Anzahl der Spulen bis zur Fehlerstelle zu ermitteln.

Zu diesem Zweck muß die Echolaufzeit für ein Spulenfeld der jeweiligen Leitung bekannt sein. Sie ergibt sich zu:

$$t_E = 2 \sqrt{L_0 \cdot C_0} = 2 s_0 \sqrt{C \cdot (L + \frac{L_{SP}}{s_0})} \quad (5b)$$

t_E	s_0	C	L	L_{SP}
μs	km	$\frac{nF}{km}$	$\frac{mH}{km}$	mH

mit s_0 = Spulenabstand (Länge eines Spulenfeldes)

C = Kapazität der Leitung pro Kilometer

L = Induktivität der Leitung pro Kilometer

L_{SP} = Induktivität der Spule

Die Anzahl der Spulen bzw. der Spulenfelder n bis zur Fehlerstelle ergibt sich dann nach Division der gemessenen Echolaufzeit T_E durch die Echolaufzeit für ein Spulenfeld.

$$n = \frac{T_E}{t_E} \quad (5c)$$

Die Anzahl der Spulenfelder n multipliziert mit dem Spulenabstand s_0 ergibt ein Maß für die Entfernung der Fehlerstelle in Kilometern.

Für die gebräuchlichsten bespulten Leitungen gelten je Spulenfeld folgende Richtwerte:

Bespulung	L_{SP} in mH	s_0 in km	t_E in μs
mittelschwer	140 80	1,7 1,7	175 bis 190 135 bis 150
leicht	30	1,7	82 bis 92
sehr leicht	3,2	1,7	32 bis 35
kurz	1 1,75	0,425 0,284	7 bis 8

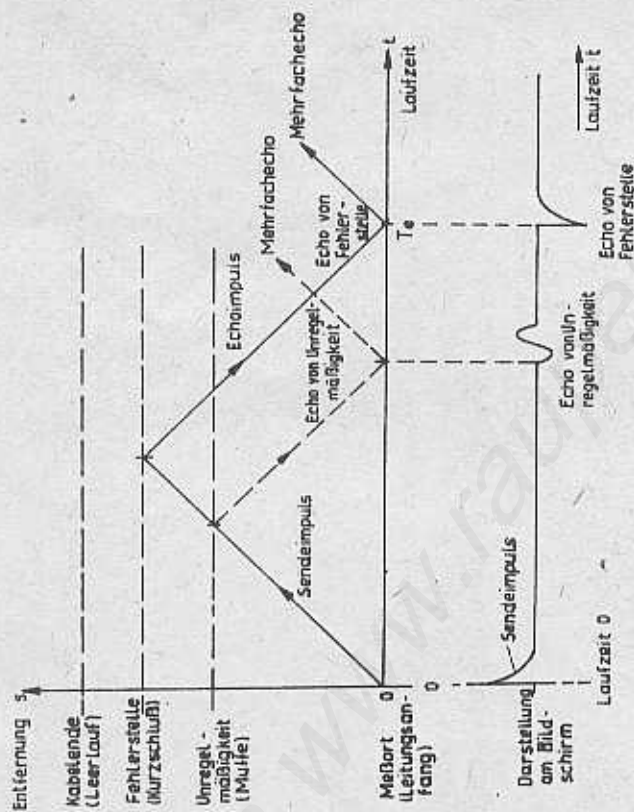


Bild 3 Fehlerortung nach dem Impulseechoverfahren

5.7. Frequenzabhängigkeit

Die Gleichungen 1 und 3 gelten nicht für niedrige Frequenzen, da die für sie angenommenen Näherungen

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

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

nicht mehr zutreffen. 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 Anschwingvorgang ein.

Weitaus kritischer ist die Abhängigkeit des ohmschen Widerstandes R und der Induktivität L von der Frequenz, die durch den Skineneffekt verursacht wird. Beide bewirken ein frequenzabhängiges Anwachsen der Dämpfung α und ein Ansteigen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit v . Als Folge davon werden die Flanken des Impulses mit wachsender Entfernung zunehmend abgeflacht, wie es in Bild 4 für einen Rechteckimpuls dargestellt ist.

Wie aus Bild 4 folgt, ist für die Zeitmessung der Anfang des Impulses als der einzig definierte Punkt zugrunde zu legen, wobei zwangsläufig der Gesamtmeßfehler mit wachsender Entfernung zunimmt.

Ebenso ist aus Bild 4 zu entnehmen, daß 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 ähnlich steiler Flanke zurückkehrt. Hat aber das Echo verschliffene Flanken, empfindet sich der Einsatz eines längeren Impulses, dessen Flanken abgerundet sein können, da dieser geringer gedämpft wird.

Grundsätzlich gelten die angestellten Betrachtungen auch für eine bespulte Leitung. Da sich die bespulte Leitung wie ein Tiefpaß verhält, müssen die Frequenzanteile des Impulses so gewählt werden, daß einerseits Gleichung 6 erfüllt wird und zum anderen die Grenzfrequenz der Leitung nicht überschritten wird.

Die Frequenzanteile der Impulse, die zur Fehlerortung an bespulten Kabeln benutzt werden, gestatten diesen Bedingungen.

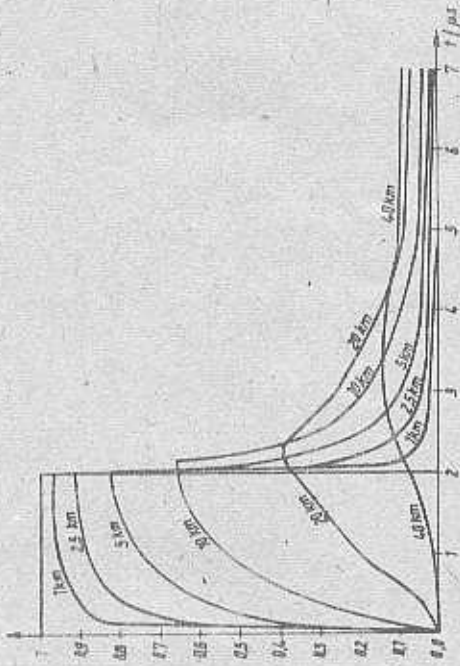


Bild 4
Verformung eines Rechteckimpulses
(entnommen aus: "Der Fernmelde-Ingenieur"
7. Jahrg. April 1953, H. 4)

5.8. Gesamtmeßfehler

Der bei praktischen Messungen zu erwartende Gesamtmeßfehler wird nicht allein durch die in den technischen Kennwerten der Fehlerortungsgeräte angegebenen Fehlergrenzen bestimmt. So treten durch die in Abschnitt 5.7. beschriebenen Abrundungen und Verformungen der Flanken Unsicherheiten bei der zeitlichen Einordnung der Echos auf, die durch gute Einsparung

des Bedienungs-personals am Fehlerortungsgerät sehr klein gehalten werden können. Wesentlich schwerwiegender sind die Entfernungsdifferenzen, die aus Abweichungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von den zur Umrechnung der Echolaufzeit in die Fehlerentfernung nach Gleichung 5a benutzten Werten resultieren. Die größten Differenzen ergeben sich beim Abmessen der ermittelten Fehlerentfernung längs der Leitung durch geländebedingte Höhenunterschiede und Durchhang bei Freileitungen bzw. durch unterschiedliche Verlegungstiefen und ungenaue Kenntnis des Verlaufes und der Länge von Kabeln. Wie die praktischen Erfahrungswerte zeigen, beträgt die Summe dieser zusätzlichen Meßfehler im Regelfall weniger als 2% der ermittelten Fehlerentfernung und addiert sich mit diesem Betrag zu den angegebenen Fehlergrenzen der Fehlerortungsgeräte.

5.9. Nebensprechmessung

Die Nebensprechmessung wird nur bei entkoppelten Vierdrahtanordnungen angewandt. Bei dieser Meßvariante wird der Sendeeimpuls in das eine Leiterpaar des Vierers eingespeist. Die in das andere Leiterpaar des Vierers übersprechenden Anteile des Sendeeimpulses werden dem Fehlerortungsgerät zugeführt und zur Anzeige gebracht.

Das Übersprechen tritt nur an den Stellen auf, an denen der normale Aufbau des Vierers gestört ist. Da der Sendeeimpuls den Weg bis zu dieser Störstelle und zurück auf der Leitung zurücklegen muß, kann die Ortsbestimmung einer solchen Störstelle entsprechend Abschnitt 5.6. vorgenommen werden.

6. Betriebsanweisung

6.1. Funktion der Bedienungselemente

Die Positionen beziehen sich auf Bild 1.

Pos. 1 HU 9 - Impulsausgang, Verstärkereingang bei $\square 1$, Bereitstellung der Relaisspannungen zur Aderumschaltung und Bezugsimpulseinblendung

Pos. 2 HU 10 - Verstärkereingang bei $\square 2$ und $\square 3$, Eingang für Triggerimpuls

Pos. 3 Aderwahlschalter - Schalter für das wahlweise Anschalten der Anpassung an das Fehlerortungsgerät bei Anwendung der Meßvarianten "Fehlerortung" und "Adervergleich"

Aderwahlschalter (3) auf	angeschlossener Ausgang bei Verwendung der Anpassung 80 014 bzw. 80 017 Nulltaste (12) auf
R	L [L1a/L1b] und [L2a/L2b]
S	L 1 + L 2 [L2a/L2b] und [L1a/L1b]
T	-
0	Ausgänge der Anpassung sind kurzgeschlossen
L 1	L1a/L1b und L2a/L2b
L 2	L2a/L2b und L1a/L1b

[]: Diese Aderkombinationen werden in den zugeordneten Stellungen des Aderwahlschalters (3) nicht ausgenutzt.

Die in der jeweiligen Stellung des Aderwahlschalters nicht angeschlossenen Ausgänge sind mit der Anschlußbuchse "M" der Anpassung verbunden.

Pos. 4 Schalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes und zur Einstellung der Helligkeit des Meßrasters

- Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 4 Mp
Einsteller "Vertikalverschiebung" (14), "Horizontalverschiebung" (15), Schärfe (7) auf etwa Mitte des Einstellbereiches
Einsteller "Helligkeit" (6) an rechten Anschlag
- Gerät über Netzanschluß (18) und Netzanschlußkabel an Steckdose anschließen (Stromart und Spannung beachten!)
oder
Gerät über Batterieanschluß (19) und geeignetes Kabel mit 12-V-Batterie verbinden (Polung und Spannung beachten!)
- Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) in Stellung 1 (Gerät eingeschaltet); rechte und linke Signallampe (20, 21) leuchten auf, nach etwa 20 Sekunden erscheint Schirmbild etwa wie Bild 5.
- Einsteller "Helligkeit" (6), "Schärfe" (7), "Vertikalverschiebung" (14) und "Horizontalverschiebung" (15) geeignet nachstellen; Beleuchtung des Meßrasters (13) mit Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) passend einstellen.

6.3. Funktionskontrolle und Justierung

- Schalter und Einsteller entsprechend Abschnitt 6.2. stellen. Am Bildschirm erscheint Schirmbild entsprechend Bild 5.
- Amplitude der Impulse mittels Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 10 mm einstellen.

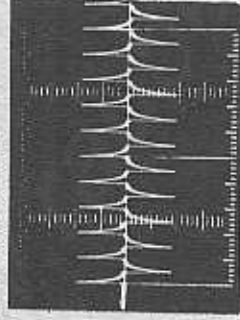


Bild 5

- Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) im Uhrzeigersinn drehen, bis der hiermit gekoppelte Schalter umschaltet. Es erscheint Schirmbild entsprechend Bild 6.

- Pos. 5 Betriebsartenschalter zur Einstellung von:
Fehlerortung, Atervergleich, Nebensprechmessung
Fehlerortung bei Spezialaufgaben (Fehlerortung bei Anwendung getrennter HF-Kabel)
Fremdtriggierung
 - Pos. 6 Einsteller "Bildhelligkeit"
 - Pos. 7 Einsteller "Bildschärfe"
 - Pos. 8 Anzeige der gemessenen Entfernung in km
 - Pos. 9 Verzögerungseinsteller zur Messung der Echolaufzeit
 - Pos. 10 Meßbereichsschalter mit Anzeige des Maßstabfaktors für die Errechnung der Echoentfernung
 - Pos. 11 Einsteller "Zeitbasisdehnung" kombiniert mit Schalter zur Einrichtung des Bezugsimpulses auf die Bildschirmmitte
 - Pos. 12 Nulltaste zur periodischen Einblendung des Bezugsimpulses (Stellung ∇) und für den automatischen Vergleich zweier Adera (Stellung \square I 1 + I 2)
 - Pos. 13 Meßraster mit Millimeterteilung
 - Pos. 14 Einsteller "Vertikalverschiebung"
 - Pos. 15 Einsteller "Horizontalverschiebung"
 - Pos. 16 Einsteller für das Justieren der Meßbereiche in der Stellung ∇ des Meßbereichsschalter
 - Pos. 17 Verstärkungseinsteller
- 6.2. Inbetriebnahme
- Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) in Stellung 0
 - Meßbereichsschalter (10) in Stellung ∇
Verzögerungseinsteller (9) in Stellung 0 (8)
Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) an linken Anschlag

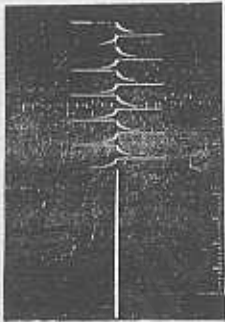


Bild 6

- Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) weiter bis Anschlag drehen. Schirmbild entsprechend Bild 6 wird in horizontaler Richtung gespreizt und geht in Schirmbild entsprechend Bild 7 über.

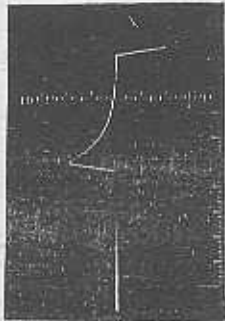


Bild 7

- Spitze des ersten negativen Impulses mit Einsteller "Horizontalverschiebung" (15) mit mittlerer Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) zur Deckung bringen (Bild 8).

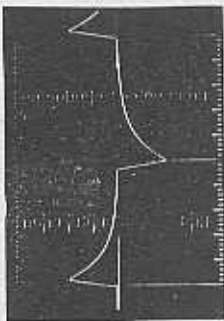


Bild 8

- Verzögerungseinsteller (9) langsam von 0 bis 8 durchdrehen. Schirmbild entsprechend Bild 8 verschiebt sich nach links, wobei bei Einstellung des Verzögerungsstellers (9) auf 1, 2, 3 usw. am Skalenfenster (8) der jeweils nachfolgende negative Impuls der Impulsfolge mit der mittleren Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) nahezu zur Deckung kommt.

- Verzögerungseinsteller genau auf 8,0 am Skalenfenster (8) einstellen.
- Nulltaste (12) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken und Einstellung entsprechend 5. Anstrich kontrollieren und, falls notwendig, korrigieren.
- Nulltaste (12) loslassen und Spitze des jetzt sichtbaren neunten negativen Impulses durch Einsteller "Justieren" (16) mit mittlerer Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) zur Deckung bringen.
- Einstellungen entsprechend 8. und 9. Anstrich wiederholen, bis beim Betätigen der Nulltaste (12) keine Horizontalverschiebung des neunten negativen Impulses mehr eintritt.
- Justierung der Meßbereiche entsprechend 7. bis 10. Anstrich nach Bedarf kontrollieren und, falls notwendig, korrigieren.

6.4. Durchführung der Laufzeitmessung bei Fehlerortung, Adervergleich und Nebensprechmessung.

- Meßplatz entsprechend Abschnitt 7. aufbauen und Einsteller sowie Schalter entsprechend den dort gegebenen Hinweisen einstellen.
 - Meßbereichsschalter (10) je nach Kabeltyp in den vorgesehenen Bereich schalten bzw. so schalten, daß der Meßbereich (= am Meßbereichsschalter angezeigter Umrechnungsfaktor $\times 10 \mu s$) größer als die Echolaufzeit in der gesamten Länge der angeschlossenen Leitung ist.
 - Verzögerungseinsteller (9) genau auf 0 am Skalenfenster (8) stellen. Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) an linken Anschlag, Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 7 Np stellen.
- Am Bildschirm erscheinen der Sendepulserest und die Echos der Leitung (z.B. Bild 9).

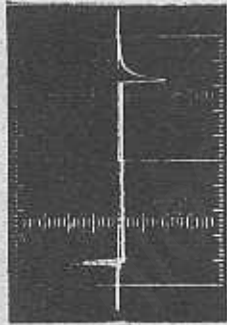


Bild 9

- Nulltaste (12) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken, den zwischenzeitlich eingeblendeten Bezugspuls mittels Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 20 mm Amplitude einstellen und seinen Anfang (= Trennstelle der beiden Kurvenzüge) mittels Einsteller "Horizontalverschiebung" (15) mit linker Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) zur Deckung bringen (Bild 10).

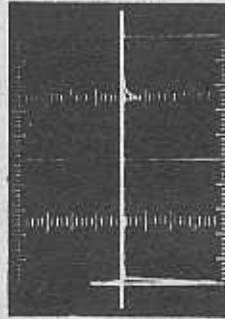


Bild 10

- [Nulltaste (12) loslassen. Der an der linken Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) erscheinende Sendepulsrest kann mit dem Wellenwiderstandsschalter an der Anpassung auf ein Minimum gebracht werden, falls nicht Abschnitt 7. für die gewählte Meßvariante eine andere Einstellung vorgeschreibt.]
- Verstärkungseinsteller (17) im Uhrzeigersinn drehen, bis Amplitude des Fehlerechos etwa 20 mm beträgt (z.B. Bild 11).
- [Bei Auftreten von größeren Störspannungen oder sehr großer Gesamtdämpfung kann die Messung auch mit kleinerer Amplitude des Fehlerechos ausgeführt werden.]

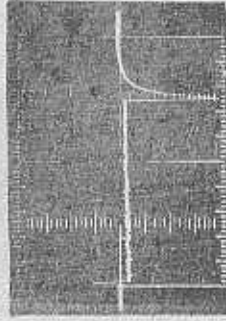


Bild 11

- Verdünnungseinsteller (9) im Uhrzeigersinn drehen, bis der Anfang des Fehlerechos mit der linken Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) übereinstimmt (z.B. Bild 12).

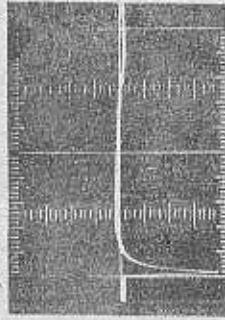


Bild 12

- Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) im Uhrzeigersinn drehen, bis der hiermit gekoppelte Schalter umschaltet. Das auf die linke Vertikalmarkierung eingestellte Fehlerecho erscheint etwa in der Mitte des Meßrasters (13) (z.B. Bild 13).

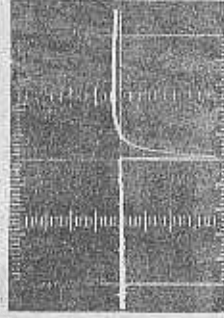


Bild 13

- Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) weiterdrehen, bis Vorderflanke des Echos unter einem Winkel von 45° ansteigt (Bild 14).
- [Hierbei erforderlichfalls Fehlerecho mit Einsteller "Horizontalverschiebung" (15) auf etwa Mitte des Meßra-

sters (13) halten.]

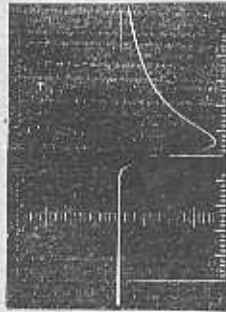


Bild 14

- Nulltaste (12) in Stellung ∇ (linke Endlage) drücken. Bezugsimpuls wird zwischenzeitlich eingeblendet. Amplitude des Bezugsimpulses mit Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 20 mm bringen. Anfang des Bezugsimpulses (= Trennstelle der beiden überlagerten Kurvenzüge) mit Einsteller "Horizontalverschiebung" (15) mit mittlerer Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) exakt zur Deckung bringen (z.B. Bild 15).

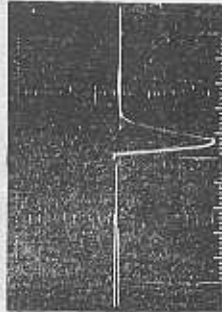


Bild 15

- Nulltaste (12) loslassen. Am Bildschirm erscheint Fehlerecho u.U. mit sehr geringer Amplitude. Amplitude des Fehlerechos mit Verstärkungseinsteller (17) auf etwa 20 mm bringen (bei Auftreten von größeren Störspannungen oder sehr grober Gesamtdämpfung kann die Messung auch mit kleinerer Amplitude des Fehlerechos ausgeführt werden). Anfang des Fehlerechos mit Verzögerungseinsteller (9) mit mittlerer Vertikalmarkierung des Meßrasters (13) exakt zur Deckung bringen (z.B. Bild 16).



Bild 16

- Die letzten zwei Einstellungen mehrfach kontrollieren und, falls notwendig, korrigieren.
- Die Echolauftzeit T_E errechnet man durch Multiplikation der Skalenfenster (8) angezeigten Zeit in μs mit dem am Meßbereicheschalter (10) angezeigten Umrechnungsfaktor.
- Unbespultes Kabel: Errechnung der Fehlerentfernung s durch Multiplikation der Echolauftzeit T_E mit der halben Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Impulses auf der Leitung (vgl. Abschnitt 5.2. und 5.6.).
- Bespultes Kabel: Die Anzahl der Spulenfelder n bis zur Fehlerstelle erhält man nach Division der ermittelten Echolauftzeit T_E durch die Echolauftzeit des Impulses für ein Spulenfeld t_E des jeweiligen Kabels (vgl. Abschnitt 5.6.).

7. Hinweise für die Anwendung

7.1. Mögliche Meßvarianten

- Meßvariante Fehlerortung
Bevorzugte Anwendung: Fehlerortsbestimmung an Zwei- und Mehrleitersystemen ohne Abzweigungen (z.B. Einleiterkabel mit Mantel, Dreileiter-Starkstromkabel, ein- und vielpaarige Fernsprechfreileitungen und Fernmeldekabel, Hochspan-

nungsfreileitungen)

- Meßvariante Adervergleich

Bewerkungte Anwendung: Fehlerortsbestimmung an Drei- und Monnchleitungsgeräten mit Abweiser- und Muffen

- Meßvariante Nebensprechnessung

Bevorzugte Anwendung: Ortsbestimmung von Kopplungsstellen (Adekreuzungen, Paartrennungen, Quetschungen und dgl.) in viererweiselten Kabeln (s.B. Bild 17, 18)

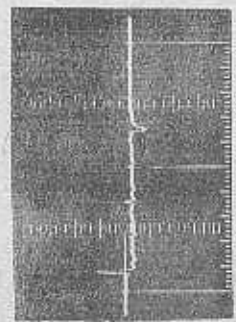


Bild 17

Kabel mit Adervertauschung bei Fehlerortung

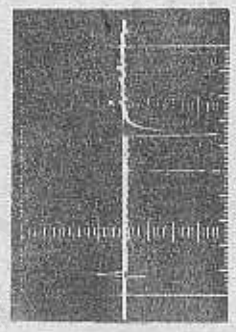


Bild 18

Kabel mit Adervertauschung bei Nebensprechnessung

7.2. Fehlerortsbestimmung an besprochenen Fernsprech- und Fernmeldekabeln mit Wellenwiderständen von 250 bis 1200 Ω

- Erforderliche Ergänzungsgeräte:

Anpassung 80 014

Egf. Vormerkabel 80 023 und Einblöcktubus 80 003

- Meßbereiche: 1000 μs (kurz bespulte und sehr leicht bespulte Kabel mit Grenzfrequenz ≥ 21 kHz)

3000 μs (sehr leicht bespulte und leicht bespulte Kabel mit Grenzfrequenz ≥ 7 kHz)

10000 μs (leicht bespulte und mittelschwer bespulte Kabel mit Grenzfrequenz $\geq 2,5$ kHz)

- Um die erforderliche Sicherheit für das Bedienungspersonal und das Fehlerortungsgerät zu gewährleisten, ist das zu messende Kabel für die Dauer der Messung spannungsfrei zu machen.

7.2.1. Meßvarianten "Fehlerortung" und "Adervergleich"

- Aderwahlschalter (3) auf 0 stellen.

- Meßplatz entsprechend Bild 19 aufbauen

[Die Ausgänge L 1 (a, b) und L 2 (a, b) sind erdfrei. Bei unsymmetrischen Messungen kann Buchse a oder b jedes Ausganges mit dem Kabelmantel verbunden werden. Bei symmetrischen Kabeln mit nur zwei Innenleitern entfallen die Zuleitungen zu L 2 a und L 2 b bzw. L 1 a und L 1 b.]

- Wellenwiderstandsschalter an der Anpassung in eine der Stellungen 1 bis 5 schalten

[Zur Erzielung einer guten Sendepulsunterdrückung kann man den Ausgang der Anpassung mit dem Wellenwiderstandsschalter an den Wellenwiderstand des zu messenden Kabels anpassen (Stellung 1 bis 5). Ein ungenügend angepaßtes Kabel ruft ein starkes Übergangsecho hervor, welches die Fehlerortsbestimmung in kurzen Entfernungen erschwert. Außerdem können verstärkt Mehrfachechos auftreten. Aus der Fehlanspassung resultieren jedoch keine Zeit- bzw. Entfernungsmeßfehler.]

- Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1 schalten

- Aderwahlschalter (3) entsprechend Meßaufgabe einstellen (siehe Abschnitt 6.1.)

- Fehlerortsbestimmung entsprechend Abschnitt 6.4. ausführen.

Bei Verwendung der Vormerkkabel 80 022 und 80 023 ist die Drehrichtung der Überwurfmutter zu beachten ! (Siehe Skizze)

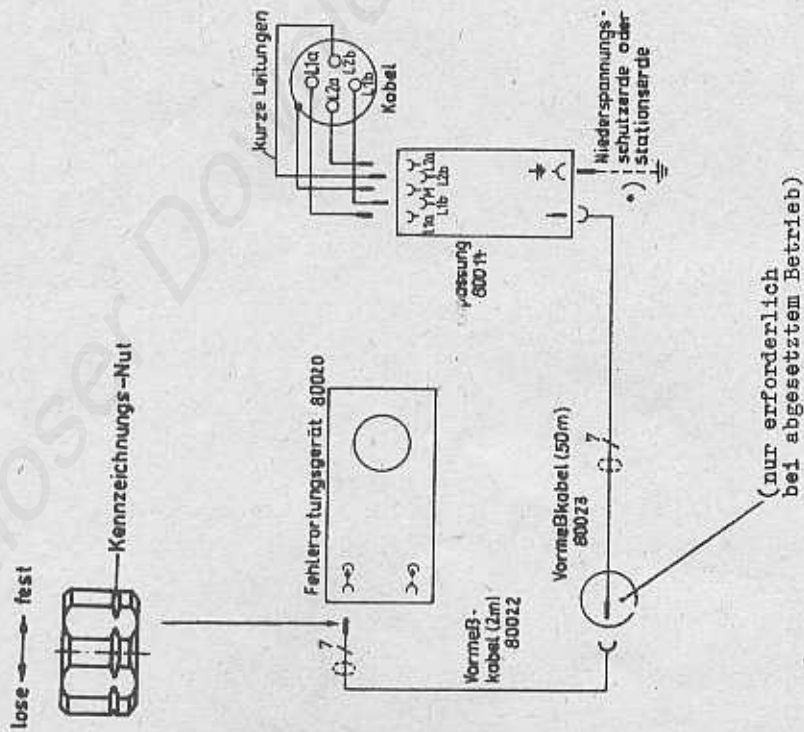


Bild 19
Messplatzaufbau für die Meßvarianten "Fehlerortung", "Adervergleich" und "Nebensprechmessung"

*) Diese Verbindung muß hergestellt werden, falls das Fehlerortungsgerät nicht mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden ist (z.B. Betrieb von Batterie oder Notstromaggregat).

7.2.2. Meßvariante "Nebensprechmessung"

Nebensprechmessung läßt sich nur an entkoppelten Vierdrahtanordnungen durchführen.

- Meßplatz entsprechend Bild 19 aufbauen
- Aderwahlschalter (3) auf 0 stellen
- Wellenwiderstandsschalter an der Anpassung in Stellung 6
- Betriebsartenschalter (5) in Stellung \square 1 schalten
- Aderwahlschalter (3) in Stellung I 1 schalten
- Fehlerort entsprechend Abschnitt 6.4. bestimmen.

7.3. Fehlerortsbestimmung zwischen zwei Spulen sowie an Kernspleiß-, Fernmelde-, Koax-, Fernseh- und Trägerfrequenzkabeln und sonstigen Kabeln mit Wellenwiderständen von 65 Ω bis 200 Ω

- Erforderliche Ergänzungsgeräte:
Anpassung 80 017
ggf. Vormerkkabel 80 023
und Einblicktubus 80 003
- Meßbereiche: 20 μ s, 200 μ s
- Um die erforderliche Sicherheit für das Bedienungspersonal und für das Fehlerortungsgerät zu gewährleisten, ist das zu messende Kabel für die Dauer der Messung spannungsfrei zu machen.

7.3.1. Meßvarianten "Fehlerortung" und "Adervergleich"

- Aderwahlschalter auf 0 stellen
- Meßplatz entsprechend Bild 20 aufbauen
[Die Ausgänge I 1 (a, b) und I 2 (a, b) sind erdfrei. Bei unsymmetrischen Messungen kann Buchse a oder b jedes Ausganges mit dem Kabelmantel verbunden werden. Bei symmetrischen Kabeln mit nur zwei Innenleitern entfallen die Zuleitungen zu I 2 a und I 2 b bzw. I 1 a und I 1 b.]

- Wellenwiderstandsschalter in eine der Stellungen 1 bis 5 schalten
[Zur Erzielung einer guten Sendepulsunterdrückung kann man den Ausgang der Anpassung mit dem Wellenwiderstandsschalter an den Wellenwiderstand des zu messenden Kabels anpassen (Stellung 1 bis 5). Ein ungenügend angepaßtes Kabel ruft ein starkes Übergangsecho hervor, welches die Fehlerortsbestimmung in kurzen Entfernungen erschwert. Außerdem können verstärkt Mehrfachechos auftreten. Aus der Fehlanspassung resultieren jedoch keine Zeit- bzw. Entfernungsmessfehler.]

- Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1 schalten
- Aderwahlschalter (3) entsprechend Meßaufgabe einstellen (siehe Abschnitt 6.4.)
- Fehlerort entsprechend Abschnitt 6.4. bestimmen.

7.3.2. Meßvariante "Nebensprechmessung"

Nebensprechmessung ist nur an Kabeln mit mindestens vier Innenleitern bzw. an vierererseilten Leiteranordnungen möglich.

- Meßplatz entsprechend Bild 20 aufbauen
- Aderwahlschalter (3) auf 0 stellen
- Wellenwiderstandsschalter an der Anpassung in Stellung 6 schalten
- Betriebsartenschalter (5) in Stellung 1 schalten
- Aderwahlschalter (3) in Stellung L 1 schalten
- Fehlerortsbestimmung entsprechend Abschnitt 6.4. ausführen.

Bei Verwendung der Vormeßkabel 80 022 und 80 023 ist die Drehrichtung der Überwurfmutter zu beachten (Siehe Skizze im Bild 19)

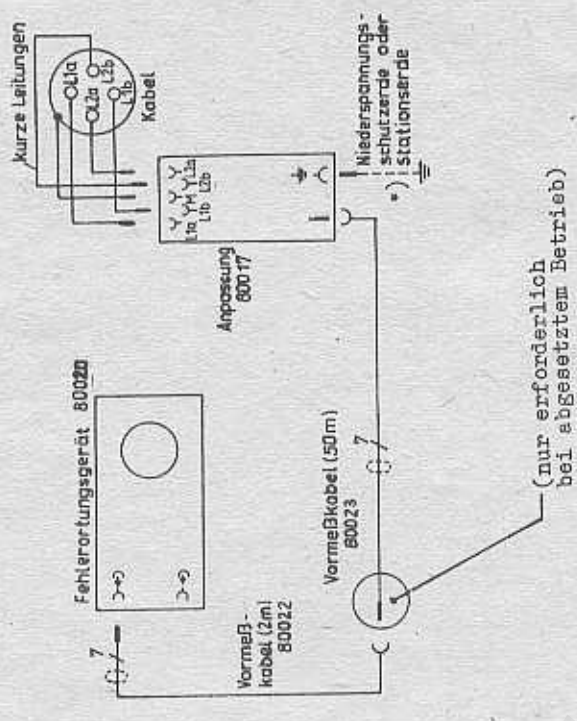


Bild 20

Meßplatzaufbau für die Meßvarianten "Fehlerortung", "Adervergleich" und "Nebensprechmessung"

- * Diese Verbindung muß hergestellt werden, falls das Fehlerortungsgerät nicht mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden ist (z.B. Betrieb von Batterie oder Notstromerzeuger).

7.4. Hinweise für das Fotografieren des Oszillogramms

- Richtwerte für die Einstellungen am Fehlerortungsgerät: Schalter "Rasterbeleuchtung" (4) in Stellung 3 oder 4 schalten. Einsteller "Helligkeit" (6) auf normale Bildhelligkeit einstellen.

- Richtwerte für die Einstellungen an der Kamera:
 Bei Verwendung eines 50-mm-Objektives und einer Auszugsverlängerung von 16 mm ist die Blende auf etwa 5,6 und die Entfernung auf etwa 1,5 m zu stellen.

- Richtwerte für die Belichtung:
 Bei Verwendung eines Filmes mit einer Empfindlichkeit von 27 DIN bzw. 400 ASA und Blende 5,6 gilt:

Übersichtszeitbasis: $1/4$ bis $1/2$ s
 (Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) am linken Anschlag)

Meßzeitbasis: $1/2$ bis 1 s
 (Einsteller "Zeitbasisdehnung" (11) nahe dem rechten Anschlag).

8. Beschreibung der Schaltung

8.1. Verstärker 508 130.8

Der Verstärker ist als direktgekoppelter Differenzverstärker aufgebaut. Jeder Kanal besteht aus 5 Stufen (TS 1, TS 3, TS 5, TS 7, TS 9 bzw. TS 2, TS 4, TS 6, TS 8, TS 10). Die Kopplung der beiden Kanäle erfolgt über den gemeinsamen Emittierwiderstand W 8.

Die Verstärkung jedes Kanals beträgt etwa 66 dB. Die Größe der Ablenkspannung für die Meßplatten der Bildröhre RO 1 wird durch die Eingangsspannung an ST 1/4 bestimmt, welche mit dem als Hochfrequenzspannungsteiler arbeitenden Verstärkungseinsteller W 1 verändert werden kann. Die Dioden GR 1 und GR 2 begrenzen das Eingangssignal und verhindern somit eine Übersteuerung des Verstärkers. Die Rückkopplung (W 29, C 5, W 9 bzw. W 28, C 6, W 10) und der im Eingang angeordnete Koppelkondensator C 1 bzw. C 2 begrenzen den Frequenzgang des Verstärkers nach tiefen Frequenzen zu. Die im Ausgang angeordneten Drosseln DR 1 und DR 2 dienen der Anhebung der hohen Frequenzen.

8.2. Kippendstufe 508 132.4

Die Kippendstufe ist als Gegentakt-Differenzverstärker aufgebaut. Während die Eingangstransistoren TS 1 und TS 2 sowie die Ausgangstransistoren TS 7 und TS 6 als Impedanzwandler arbeiten, dienen die Transistoren TS 5 und TS 6 der Verstärkung. Die steuernde Sägezahnspannung liegt dabei an der Basis des Transistors TS 1, während an der Basis des Transistors TS 2 die am Verzögerungseinsteller W 3 abgegriffene Gleichspannung liegt. Die Symmetrie und die Stabilität der Schaltung werden durch die als Konstantstromtransistoren arbeitenden TS 3 und TS 4 gewährleistet. Die kontinuierliche Verstärkungseinstellung erfolgt mit dem als Gegenkopplungswiderstand arbeitenden Einsteller "Zeitbasisdehnung" W 5, der an ST 1/9 und ST 1/5 angeschlossen ist.

8.3. Sägezahn-generator 508 133.2 und RC-Glieder 508 127.7

Der Sägezahn-generator besteht aus einem Miller-Integrator (TS 7) und einem Schmitt-Trigger (TS 1 und TS 4). Der Schmitt-Trigger wird durch die Ausgangsspannung der Millerstufe umgeschaltet und steuert selbst über TS 8 die Millerstufe in der Art, daß diese eine periodische Sägezahnspannung mit stark linearisiertem Verlauf erzeugt.

Mit dem Meßbereichsschalter S 1 können der Millerstufe über die Stecker ST 1/21 und ST 1/23 verschiedene Ladekondensatoren, welche sich auf der Leiterplatte "RC-Glieder" befinden, zugeschaltet werden.

Während des Vorlaufes entlädt sich der Kondensator mit einem konstanten Strom über TS 7, den Widerstand W 4 am Schalter S 1 und den Einsteller "Justieren" W 6. Während des Rücklaufes ist der Transistor TS 7 gesperrt, und Gleichrichter GR 4 wird leitend. Somit erfolgt die Aufladung des Kondensators über W 21, GR 4 und W 17. Da der Kondensator nur auf einen geringen Betrag der Ladespannung aufgeladen wird, erfolgt der Rücklauf ebenfalls weitgehend linear.

Bei Einleitung des Vorlaufes erfolgt die Umschaltung des

Schmitt-Triggers über Transistor TS 10 und GR 6 und bei Einleitung des Rücklaufes über GR 1.

Der Transistor TS 2 arbeitet als Verstärker und erzeugt während des Vorlaufes eine positive Rückspannung. Diese wird über den Impedanzwandler TS 3 dem Gitter 2 der Einlämpfzule zugeführt und tastet die Spure hell. Gleichrichter GR 2 dient als Schutzdiode.

Am Impedanzwandler TS 5 wird das Spurensignal für die Taststufe ausgekoppelt.

In der Betriebsart \square 3 verbindet TS 11 mit GR 5, daß der Schmitt-Trigger den Vorlauf einleitet.

In dieser Betriebsart kann über die Vorschaltung TS 13 und TS 12 mit einem positiven Fremdpuls an ST 1/4 ein einseitiger Vor- und Rücklauf der Millerstufe ausgelöst werden. Die Gleichrichter GR 8 und GR 9 begrenzen den Fremdpuls, während GR 10 die Vorspannung für TS 13 erzeugt. Über GR 3 und TS 6 wird während des Vorlaufes die Basis von TS 12 positiv, so daß für die Zeit des Vorlaufes die Vorstufe für weitere Fremdpulse gesperrt ist.

8.4. Oszillator 508.135.7

Auf der Leiterplatte "Oszillator" befindet sich die Taststufe, die einen rechteckförmigen Tastimpuls erzeugt. Sie besteht aus einem Schmitt-Trigger (TS 5 und TS 7) und dem Steuertransistor TS 4. Transistor TS 6 arbeitet als Konstantstromtransistor.

Mit der am Einsteller "Horizontalverschiebung" W 2 abgegriffenen Gleichspannung, die der Basis des Transistors TS 4 zugeführt wird, kann eine Spannungsverlagerung der am Kollektor von TS 4 anliegenden Sägezahnspannung herbeigeführt werden. Damit wird erreicht, daß der zeitliche Einsatzpunkt des Schmitt-Triggers verändert wird, was somit einer Horizontalverschiebung entspricht.

Der Oszillator besteht aus dem Tasttransistor TS 1, dem Rückkopplungs-Transistor TS 2 und dem Emittierfolger TS 3, welcher die Aufgabe hat, die Spannung am Schwingkreis konstant zu halten.

Liegt kein Tastimpuls an der Basis von TS 1, ist GR 1 leitend, und der Strom des Transistors TS 1 fließt über den Schwingkreis und bedämpft ihn so, daß der Oszillator nicht schwingen kann.

Bei anliegendem Tastimpuls ist GR 1 gesperrt und der Strom unterbrochen. Die in der Schwingkreisleitfähigkeit gespeicherte Energie bewirkt, daß der Oszillator stets mit gleicher Phase anschwingt.

8.5. Impulsformer 508.128.3

Durch den Impulsformer wird aus dem rechteckförmigen Tastimpuls z.B. an ST 1/12 mittels Integration und anschließender Differentiation der Steuerimpuls für den Impulsgenerator z.B. an ST 1/11 erzeugt. Mit dem Meßbereichschalter S 1 werden die Kondensatoren, die die Integration und Differentiation bewirken, umgeschaltet.

8.6. Impulsgenerator 508.137.3

Der Impulsgenerator ist als fünfstufiger Impulsleistungsverstärker aufgebaut. Die Transistoren TS 1, TS 3 und TS 4 sind als Impedanzwandler geschaltet. Die Transistoren TS 2 und TS 5 arbeiten als Verstärker. Transistor TS 6 arbeitet als Emittierfolger die Gleichspannung für TS 4 und TS 5 auf. Die Dioden GR 1, GR 2 und GR 3, GR 4 dienen der Kompensation des Temperaturganges.

Liegt W 3 nicht an Masse, so ist der Eingangstransistor TS 1 für den Steuerimpuls an ST 1/22 gesperrt.

Die Amplitude des über C 2 eingekoppelten Sendepulses kann mit dem Einsteller W 9 bis W 13 beeinflusst werden.

9.7. Stabilisierung 508 141.2 und Endstufe Stabilisierung 508 138.1

Auf der Leiterplatte "Stabilisierung" befindet sich der Multivibrator, bestehend aus den Transistoren TS 2 und TS 3, der nach Anlegen der Gleichspannung an Anschluß 9 schwingt. Die Transistoren TS 1 und TS 4 arbeiten als Verstärker und liefern den erforderlichen Strom zur periodischen Betätigung der Relais in der Anpassung. Die Gleichrichter GR 1 und GR 2 schützen die Transistoren TS 1 und TS 4 vor Spitzenspannungen.

Mittels der Transistoren TS 5, TS 6, TS 7 und dem Transistor TS 1 auf der Leiterplatte "Endstufe Stabilisierung" wird aus der am Anschluß 12 anliegenden Eingangsspannung eine elektronisch stabilisierte Gleichspannung von etwa 10,5 V erzeugt. Die Steuerschaltung besteht aus der Z-Diode GR 5, die die Vergleichsspannung erzeugt, dem Differenzverstärker (TS 6, TS 7) und dem Verstärker TS 5. Der Transistor TS 1 in der "Endstufe Stabilisierung" arbeitet als Regeltransistor. Weiterhin befindet sich auf der Leiterplatte "Stabilisierung" noch der Spannungsteiler für die Bildröhre.

9.8. Wandler 508 140.4

Nach Anlegen einer Gleichspannung an Anschluß 1 und 9 verursacht der Ladestromstoß von C 2 das Anschwingen des Gleichspannungsgegenakt-Wandlers, bestehend aus den Transistoren TS 1 und TS 2. Der Gleichspannungswandler erzeugt eine mäandertförmige Rechteckspannung mit einer Frequenz von etwa 750 Hz. Nach Transformation und Zweiweggleichrichtung wird die Versorgungsspannung gewonnen.

Die Spannung für den Bildröhrenspannungsteiler (-560 V) wird durch Spannungsverdopplung, die Spannung für die Nachbeschleunigung der Bildröhre durch Spannungsverdreifachung erzeugt.

9. Mechanische Konstruktion

Bei der konstruktiven Gestaltung des Gerätes sind die von der Bedienung und vom Service zu stellenden Forderungen berücksichtigt. Es ist in Form einer flachen Schatulle aufgebaut, in der der größte Teil der Funktionsgruppen aufgedruckten Steckkarten untergebracht ist. Die zur Bedienung und Messung erforderlichen Einstellelemente und Anzeigeelemente befinden sich auf der Frontplatte. Das Gerät kann liegend, stehend oder mit Hilfe des als Aufstellbügel ausgebildeten Traggriffes auch schräg betrieben werden.

Das Zubehör wie auch die Anpassungen können in der zum Gerät gehörenden Zubehörtasche untergebracht werden. Das Gerät ist somit stets einatzbereit und kann bei Verwendung der Schutzhaube auch bei ungünstiger Witterung im Freien betrieben werden. An das Kabel wird das Fehlerortungsgerät über die jeweilige Anpassung angekoppelt. Sie ist über ein kombiniertes Vormaßkabel von 2 m Länge oder - bei abgesetztem Betrieb - von 50 m Länge mit dem Fehlerortungsgerät verbunden.

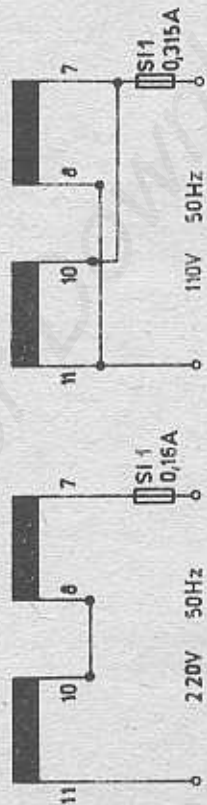
10. Instandhaltung

10.1. Demontage und Montage des Gehäuses

Vor der Demontage des Gehäuses Netzstecker ziehen bzw. Batterieanschluß trennen. Traggriff (24) mittels Rändelschraube (25) trennen. Anschließend die Gehäuseseitenwände nach Lösen der jeweils 4 Befestigungsschrauben und die Gehäuserückwand durch Abschrauben der vier Füße entfernen. Danach läßt sich die obere und untere Gehäuseabdeckung vom Gerät abheben. Bei der Montage des Gehäuses ist in umgekehrter Reihenfolge zu verfahren.

10.2. Umstellung der Netzwechselspannung von 220 V auf 110 V

Zur Umstellung auf 110 V ist nach Demontage des Gehäuses entsprechend Abschnitt 10.1. die Brücke zwischen Anschluß 9 und 10 des Netztransformators TR 1 (siehe Bild 22) zu entfernen und Anschluß 7 mit Anschluß 10 und Anschluß 8 mit Anschluß 11 zu verbinden. Außerdem ist die Sicherung SI 1 (23) für die doppelte Stromstärke (0,315 A) auszutauschen.



10.3. Bildröhrenwechsel (Schutzvorschriften beachten!)

Die folgenden Positionen gehören zu den Bildern 25 bis 27.

- Nach Demontage des Gehäuses entsprechend Abschnitt 10.1. und Abziehen der Bildröhrenfassung (Pos. 9) und des Nachbeschleunigungsanschlusses (Pos. 11) ist der Haltewinkel (Pos. 12) der Röhrenabschirmung abzuschrauben.
- Nach Lösen von zwei M3-Schrauben (Pos. 13) an der Unterseite des Chassis (Winkel) läßt sich die Bildröhre mit der Abschirmung aus dem Gerät herausnehmen. Anschließend ist die Befestigungsschraube für die Bildröhre (Pos. 10) in der Röhrenabschirmung zu lösen.
- Beim Einbau der Röhre ist der Abstand zwischen Bildschirm und Netzrasterseibe auf 0,5 bis 1 mm einzustellen. Nach Einbau und Anschluß einer neuen Röhre ist die Befestigungsschraube für die Bildröhre fest anzuziehen, nachdem die Horizontalauslenkung der Bildröhre mit der Horizontalmarkierung des Meßrasters (11) zur Deckung gebracht wurde.
- Es empfiehlt sich, nach einem Bildröhrenwechsel den maximalen Strahlstrom der Bildröhre zu messen (Einsteller

"Helligkeit" an rechten Anschlag) und, falls notwendig, mit W 21 (25 k Ω)/BE 3 auf 120 μ A einzustellen (Instrument mit Spannungsabfall des Stromfades von 50 bis 100 mV benutzen). Instrument zwischen Anschluß 21/BE 3 und Kathode der Bildröhre einschalten und mit 1 μ F überbrücken (Vor-sicht Hochspannung!).

- Eine mögliche Aufhellung des Bildschirms durch Streulicht kann durch Nachstellen des Einstellers W 17/Kippendstufe beseitigt werden.
 - Die bei jeder Bildröhre unterschiedliche Leuchtfleckabweichung läßt sich evtl. mit dem Einsteller W 16/Kippendstufe in der Art korrigieren, daß sich ein auf die mittlere Vertikalmarkierung eingerichteter Impuls beim Betätigen des Einstellers "Zeitbasisdehnung" (11) nicht seitwärts verlagert.
 - Die Übersichtszeitbasis ist, falls notwendig, mit W 14/Kippendstufe entsprechend Bild 6 neu einzustellen. Dazu muß das Gerät vorher entsprechend Abschnitt 6.3. justiert sein.
 - Eine Korrektur der Bildschärfe läßt sich bei normaler Bildhelligkeit in der Stellung ∇ des Meßbereichsschalters (10) durch Nachstellen der Einsteller W 19 (250 k Ω)/BE 3 und W 20 (250 k Ω)/BE 3 durchführen.
- ### 11. Hinweise zur Fehlerbeseitigung
- Signallampen (20 und 21) leuchten nicht
Maßnahmen: Netzspannung und Netzanschlußbleitung bzw. Batteriespannung, Batteriepolung und Anschlußbleitung überprüfen. Sicherung SI 1 (23) und SI 2 (22) überprüfen. Signallampen nach Abnehmen des Lichtschutzes und der Lampenabdeckkappen mit Hilfe des Lampenziehers entfernen und überprüfen.

- Signallampen (20 und 21) leuchten. Nach etwa 20 Sekunden erscheint kein Kontrollrester (Einsteller "Vertikalverschiebung" (14) und Heiligkeit (6) auf etwa Mitte Einstellbereich stellen, Meßbereichsschalter (10) in Stellung ∇).
 Maßnahmen: Gerät ausschalten und nach etwa 30 Sekunden nochmals einschalten. Sollte der Fehler wieder auftreten, Instandsetzung in Servicewerkstatt veranlassen.

- Bei Störungen im Impulsübertragungskanal siehe unter Abschnitt "Störungsbeseitigung" in den Bedienungsanleitungen für die verwendeten Anpassungen. Maßplatzaufbau überprüfen!

Erläuterungen zu den Bildern 21, 22 und 23

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| 1 Verstärker | 508 130.5 |
| 2 Kippstufe | 508 132.4 |
| 3 Sägezahn-generator | 503 133.2 |
| 4 RC-Glieder | 508 127.7 |
| 5 Oszillator | 508 135.7 |
| 6 Impulsformer | 508 129.3 |
| 7 Impuls-generator | 508 137.3 |
| 8 Endstufe Stabilisierung | 508 136.1 |
| 9 Bildröhrenfassung | |
| 10 Befestigungsschraube | |
| 11 Nachbeschleunigungsanschluß | |
| 12 Haltewinkel | |
| 13 Befestigungsschrauben | |

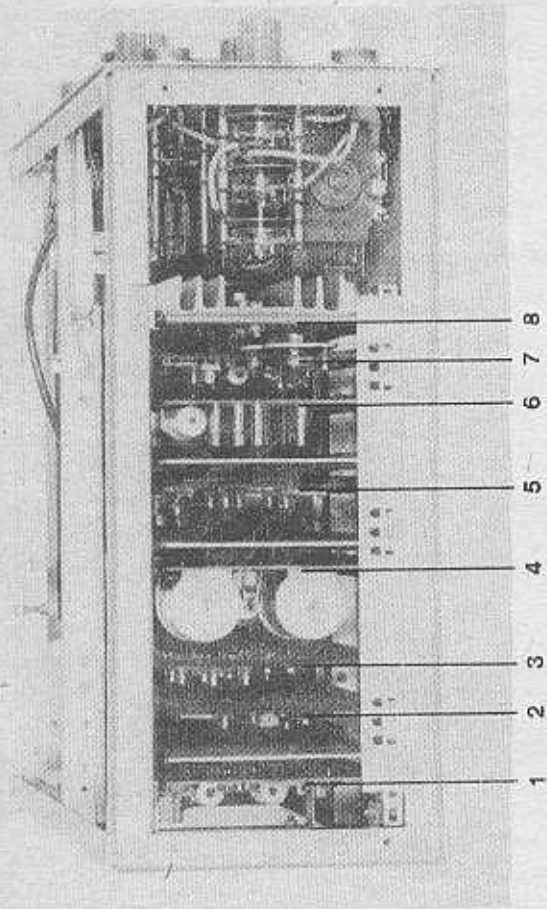


Bild 21
FEHLERORTUNGSGERÄT 80 020
 Position der Baueinheiten

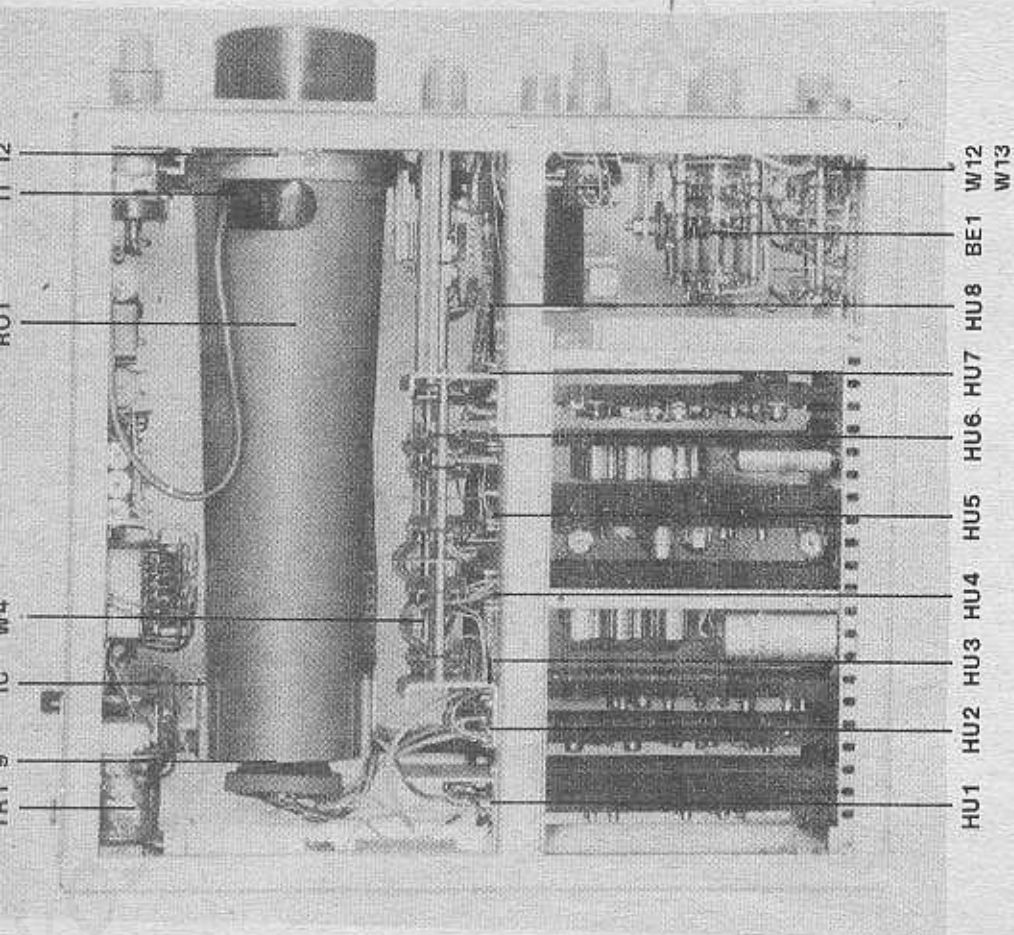


Bild 22

FEHLERORTUNGSGERÄT 80 020

Ansicht von oben, Gerät geöffnet

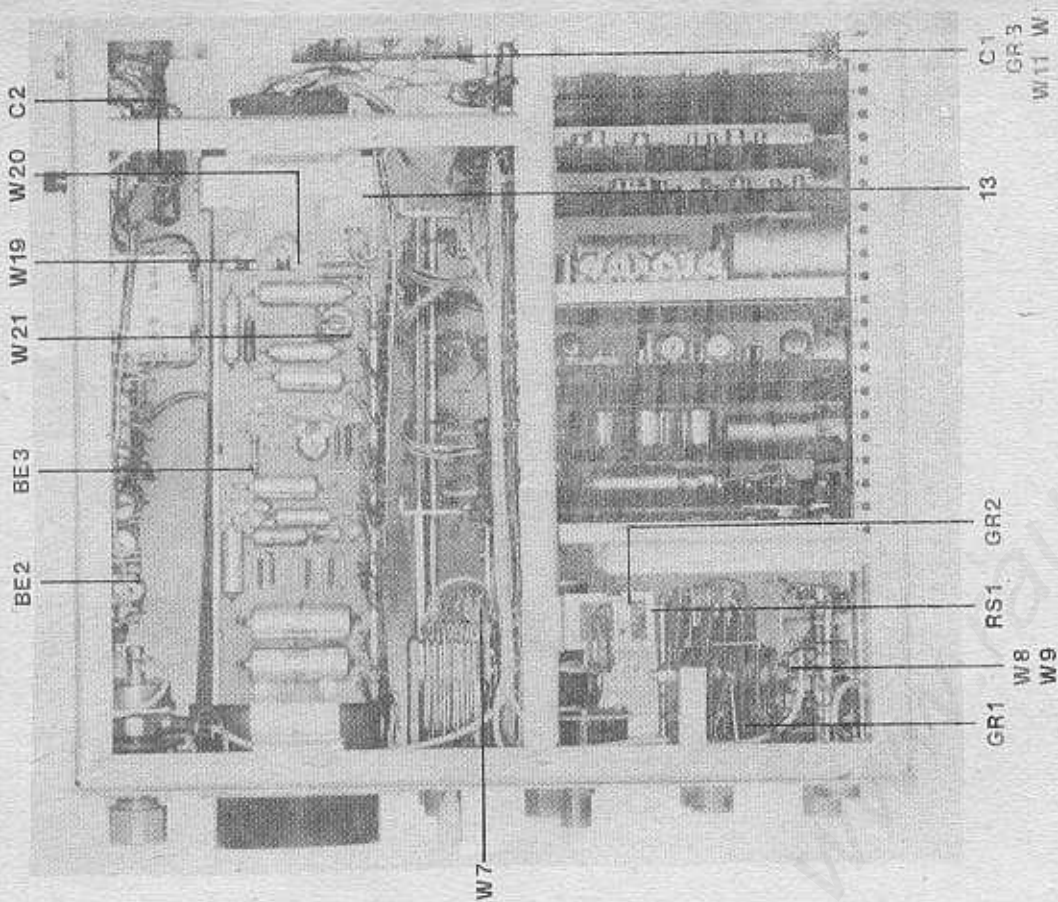


Bild 23

FEHLERORTUNGSGERÄT 80 020

Ansicht von unten, Gerät geöffnet

Schalttafelkarte Следующая деталь схемы List of Circuit Elements

Курс- №, MED- №, Sach- nummer	В е с е л н и к	Standardbeschreibung	В е с е л н и к
Кр. № детали	Наименование	Обозначение по схеме	Примечания
Item	Code Number	Designation	Standard Specification

Item	Code Number	Designation	Standard Specification	Notes
Fehlerortungszeit 80 CGO				
BE 1	508 139.0	Schalter, vollst.		
BE 2	508 140.4	Wandler		
BE 3	508 141.2	Stabilisierung		
C 1	830 543.7	MP-Kondensator	D 1/530 TGL 14120	
C 2	802 305.7	MLZ-Kondensator	1/5-564 TGL 10793	
CR 1	807 250.2	Selengleichrichter	B 25/20-2,0 x 25 TGL 12221	
CR 2	805 006.1	Halbleitendiode	CA 500 TGL 200-8138	
CR 3	817 619.3	Siliziumdiode	KY 150/600	
HR 1	805 102.7	Leiste	IFG224 TGL 200-0594-MG	
HR 8			D-D-MED-S 5045	
HR 9	811 608.2	Zinnschutzkappe	D-D-MED-S 5045	
HR 10	811 608.3	Zinnschutzkappe	D-D-MED-S 5045	
HR 11	802 490.7	Relaiskontakte		
HR 12	807 788.1	Relaiskontakte		
IA 1	811 788.1	Glühlampe	D 12 V 2 W-84 7S - TGL 10933	
IA 2	811 788.1	Glühlampe	D 12 V 2 W-84 7S - TGL 10933	
RS 1	809 840.1	Oxidlegierungselektrode	R 7 S 4-01 G 5 TGL 200-8470	
RS 2	805 078.1	Relais	NSP 30.1-12 TGL 200-3796-AG 2D	
S 1	508 097.1	Schalter		
S 2	508 056.5	Schalter		
S 3	814 382.2	Drehschalter		
S 4	814 383.0	Drehschalter		
SI 1	806 301.0	G-Schmelzsicherer	MD-8 5032	
SI 2	806 311.0	G-Schmelzsicherer	MD-8 5032	
SR 1	812 789.0	Gerätestecker	T 1 TGL C-41571	
SR 4	503 115.3	Transformator	A-SW-MED-S 5056	
W 1	814 581.1	IP-Spannungsteiler	90/300-50 Q 32 TGL 200-8351	Einheit mit W 10
W 2	814 582.7	Schichtdrehwiderstand	W 32.1 M/170.1/32 TGL 200-8485	
W 3	814 840.4	Wendepotentiometer	5 KQ 2-1-100 KQ 2-1-32FG2-665	Einheit mit S 5
W 4	814 539.1	Schichtwiderstand	TGL 9102	
W 5	814 583.0	Schichtdrehwiderstand	W 32.1 M/170.1/32 TGL 200-8485	
W 6	802 848.5	Schichtdrehwiderstand	5 KQ 2-1-100 KQ 2-1-32FG2-665	
W 7	804 882.5	Schichtdrehwiderstand	2,5 KQ 1-12 DQ-665 TGL 9100	
W 8	800 582.3	Schichtwiderstand	3,0 KQ 2 25-207 TGL 8728	
W 9	800 582.3	Schichtwiderstand	3,0 KQ 2 25-207 TGL 8728	
W 10	800 582.3	Schichtwiderstand	3,0 KQ 2 25-207 TGL 8728	
W 11	800 378.0	Schichtwiderstand	1 KQ 2 25-207 TGL 8728	
W 12	814 601.3	Schichtwiderstand	51 KQ 0,5 25-207 TK 100 TGL 8728	
W 13	814 601.3	Schichtwiderstand	51 KQ 0,5 25-207 TK 100 TGL 8728	
W 14	814 561.0	Schichtdrehwiderstand	250 KQ 2-1-50 KQ 2-1-32 F02-665	Einheit mit W 14
W 15	814 561.0	Schichtdrehwiderstand	TGL 9102	
W 16	814 655.6	Schichtwiderstand	150 KQ 2 25-207 TGL 8728	

BE 1 Schalter, vollst., 508 139.0

S 1	814 389.6	Drehschalter	8A2/12A2/26A2/M-6/12/16x20 MCD-S 5032
W 1	814 808.4	Drehwiderstand	20 Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 2	814 809.2	Drehwiderstand	33 Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 3	814 811.5	Drehwiderstand	47 Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 4	814 437.6	Drehwiderstand	65 Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 5	800 585.7	Drehwiderstand	620 Q 5 25.518 TGL 8728
W 6	814 793.4	Schichtwiderstand	270 Q 5 22.616 TGL 8728
W 7	814 813.1	Drehwiderstand	16 Q Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 8	814 235.1	Drehwiderstand	120 Q 5 22.616 TGL 200-8041
W 9	814 807.6	Drehwiderstand	12 Q Q 5 22.616 TGL 200-8041

Kurz- bez. Sach-Nummer Bezeichnung Standardbezeichnung Bemerkungen

Table with columns: Kurz- bez., Sach-Nummer, Bezeichnung, Standardbezeichnung, Bemerkungen. Includes items like WML2-Kondensator, WML-Kondensator, Polystyren-Kondensator, etc.

Table with columns: Kurz- bez., Sach-Nummer, Bezeichnung, Standardbezeichnung, Bemerkungen. Includes items like WML2-Kondensator, WML-Kondensator, Polystyren-Kondensator, etc.

Kurz- bez. Sach-Nummer Bezeichnung Standardbezeichnung Bemerkungen

Table with columns: Kurz- bez., Sach-Nummer, Bezeichnung, Standardbezeichnung, Bemerkungen. Includes items like WML2-Kondensator, WML-Kondensator, Polystyren-Kondensator, etc.

Table with columns: Kurz- bez., Sach-Nummer, Bezeichnung, Standardbezeichnung, Bemerkungen. Includes items like WML2-Kondensator, WML-Kondensator, Polystyren-Kondensator, etc.

Kurzbezeichnung	MLL-Nummer	Bezeichnung	Standardbezeichnung	Bemerkungen
-----------------	------------	-------------	---------------------	-------------

Impedanztransformator 508 139.1

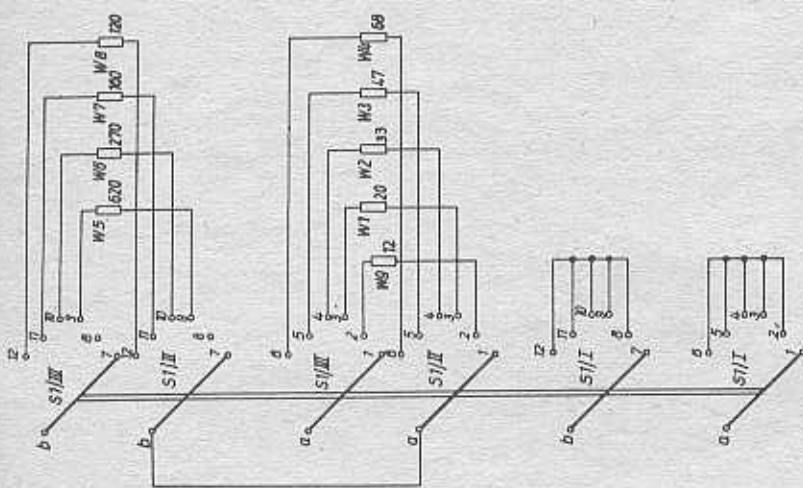
C 1	814 445.8	K2-Kondensator	120/2/53	TUL 200-8404
C 2	814 446.6	K2-Kondensator	150/2/53	TUL 200-8404
C 3	804 450.6	K2-Kondensator	2000/1/53	TUL 200-8404
C 4	804 460.6	K2-Kondensator	10000/1/53	TUL 200-8404
C 5	804 483.7	K2-Kondensator	10000/1/25	TUL 200-8404
C 6	804 483.7	K2-Kondensator	10000/1/25	TUL 200-8404
C 7	804 425.3	K2-Kondensator	10000/1/25	TUL 200-8404
C 8	804 425.3	K2-Kondensator	10000/1/25	TUL 200-8404
C 9	804 425.3	K2-Kondensator	10000/1/25	TUL 200-8404
C 10	817 109.1	K2-Kondensator	50000/1/25	TUL 200-8404
C 11	803 359.7	Flyt-Kondensator	10000/25	TUL 200-8404
C 12	805 027.8	Flyt-Kondensator	AZ 24	TUL 200-3604-AD-562
S 1	814 777.4	Schichtwiderstand	620 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
S 2	814 777.4	Schichtwiderstand	620 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
S 3	814 862.1	Schichtwiderstand	2,2 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
S 4	814 784.6	Schichtwiderstand	16 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
S 5	815 000.5	Schichtwiderstand	2,7 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728

Impedanztransformator 508 139.2

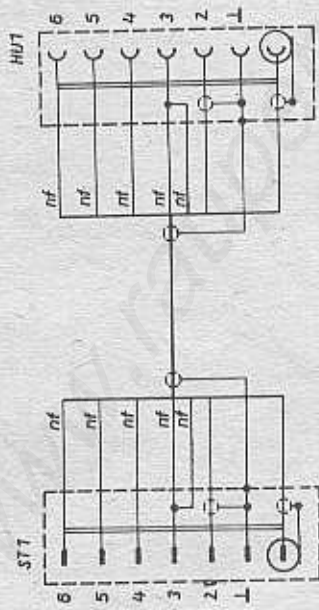
C 1	803 349.2	Flyt-Kondensator	10/25	TUL 7198-18
C 2	803 373.2	Flyt-Kondensator	50/70	TUL 7198-18
C 3	803 373.2	Flyt-Kondensator	20/70	TUL 7198-18
C 4	803 372.4	Flyt-Kondensator	SAY 17	TUL 25184
C 5	810 709.1	Schichtwiderstand	AZ 24	TUL 200-3604-AD-562
C 6	806 027.8	Steckersteife	ML 326 H	
C 7	810 847.0	Transistor	21 326 H	
C 8	810 847.0	Transistor	21 326 H	
C 9	805 011.4	Transistor	21 326 H	
C 10	804 509.3	Transistor	21 326 H	
C 11	814 731.5	Transistor	21 326 H	
C 12	814 505.3	Transistor	21 326 H	
C 13	814 660.5	Schichtwiderstand	4,7 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 14	814 794.2	Schichtwiderstand	7,5 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 15	814 801.0	Schichtwiderstand	8,2 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 16	814 779.2	Schichtwiderstand	1 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 17	814 870.1	Schichtwiderstand	100 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 18	814 869.5	Schichtwiderstand	120 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 19	814 774.1	Schichtwiderstand	16 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 20	814 780.5	Schichtwiderstand	1,5 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 21	803 157.0	Schichtwiderstand	P 100 Ω	1-05-354 TUL 11886
C 22	814 855.8	Schichtwiderstand	20 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 23	814 870.1	Schichtwiderstand	100 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 24	814 869.7	Schichtwiderstand	200 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 25	800 410.8	Schichtwiderstand	27 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 26	800 410.8	Schichtwiderstand	4,7 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 27	800 410.8	Schichtwiderstand	4,7 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 28	814 870.1	Schichtwiderstand	100 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 29	814 869.5	Schichtwiderstand	560 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 30	814 786.2	Schichtwiderstand	27 Ω	2 % 25.207 TUL 8728
C 31	814 869.5	Schichtwiderstand	52 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728
C 32	814 869.5	Schichtwiderstand	62 kΩ	2 % 25.207 TUL 8728

Endstufe Stabilisierung 508 139.4

C 1	807 673.4	Polystyren-Kondensator	0,22/10/160	TUL 200-8424
C 2	807 460.3	Steckersteife	BX 12	TUL 200-3604-AD-562
C 3	811 816.3	Transistor	BU 242 C	TUL 200-8520



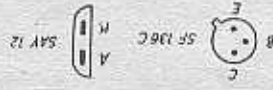
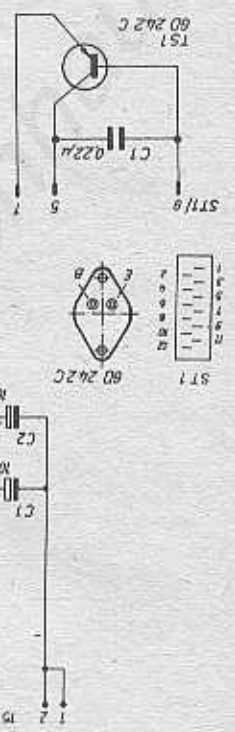
Schalter, vollst. 508 139.6



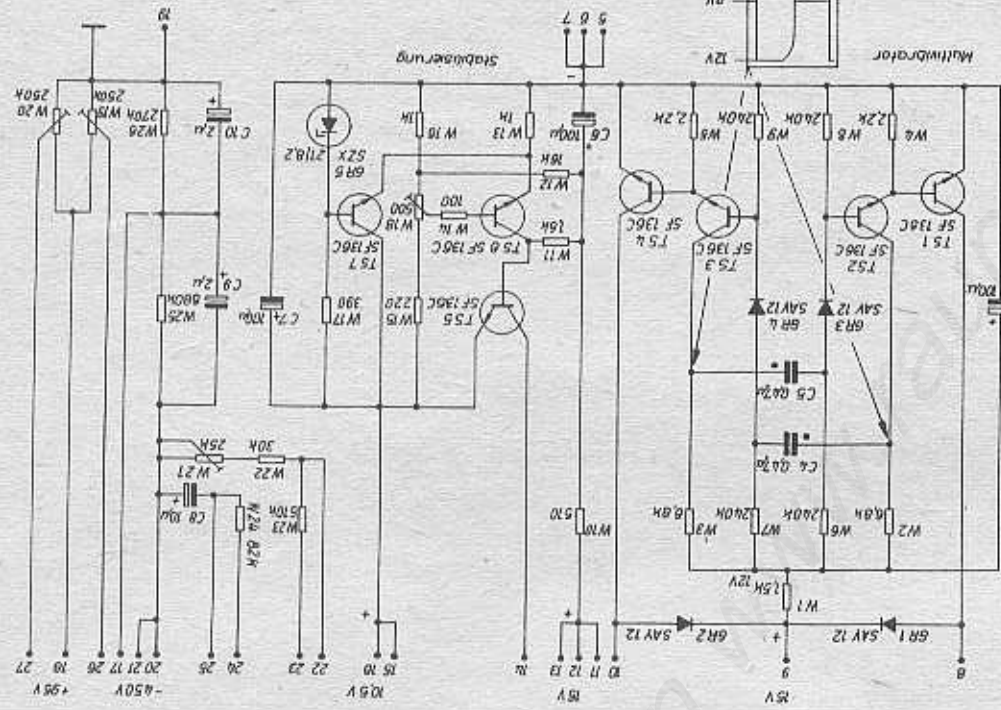
Vormerkabel Typ 80 022

Endstufe Stabilisierung

508 138.1

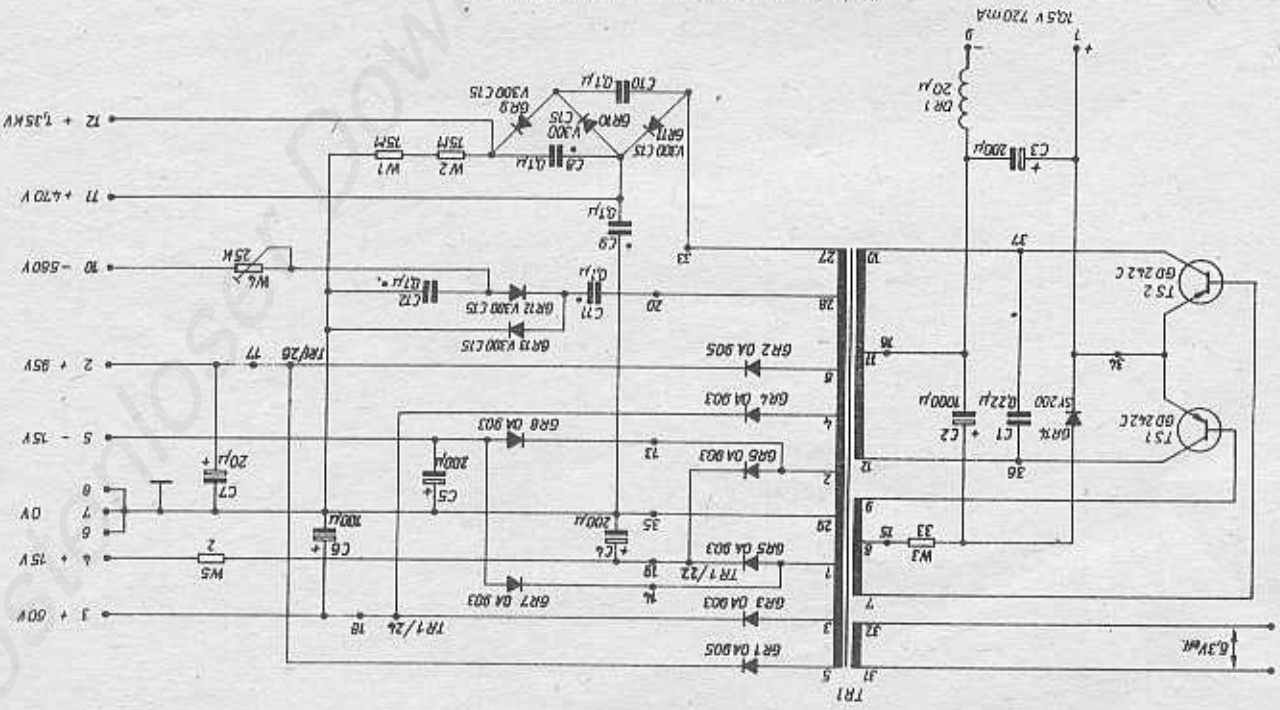


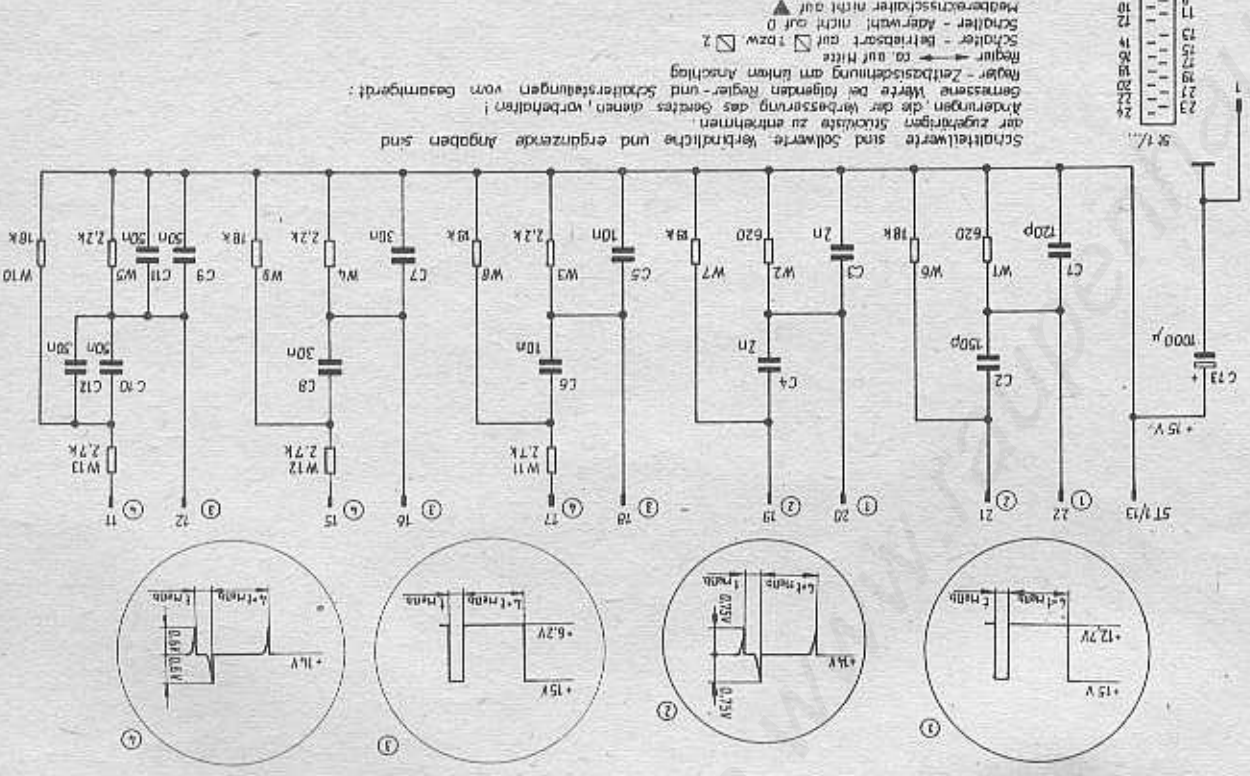
Alle Gleichspannungswerte gemessen mit Elektrolytmeserwechselspannungswerte, gemessen mit Instrumenten 20kΩ sind nichtwerte, schaltwerte sind Sollwerte. Verbindliche Angaben sind der zugehörigen Strickleiste zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten! Schaltliste (SZ) gedruckt. Messwerte für Netzdruck, für Messungen am Gesamtgerät Anpassung angeschossen



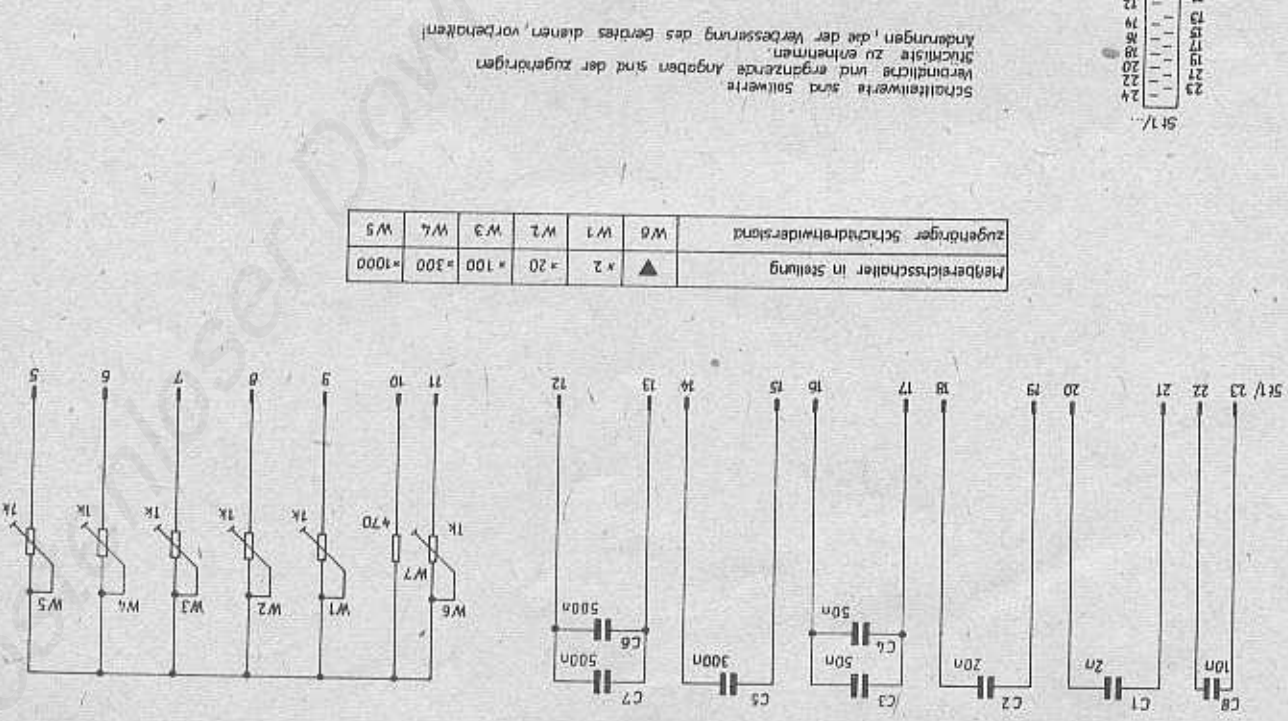
Wandler 508 140.4

Alle Gleichspannungswerte, gemessen mit Instrumenten 20kΩ sind nichtwerte, schaltwerte sind Sollwerte. Verbindliche Angaben sind der zugehörigen Strickleiste zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!





Schaltwerte sind Sollwerte Verbindliche und ergänzende Angaben sind Änderungen die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten! Gemessene Werte der folgenden Regler- und Schaltstellungen vom Gesamtgerät: Regler → so auf Mitte
 Schalter - Betriebsart auf 2
 Schalter - Adrwahl nicht auf 0
 Meßbereichsschalter nicht auf 2



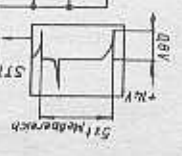
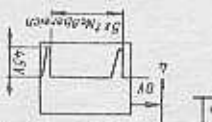
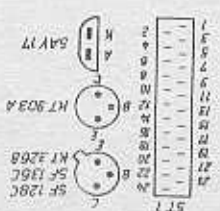
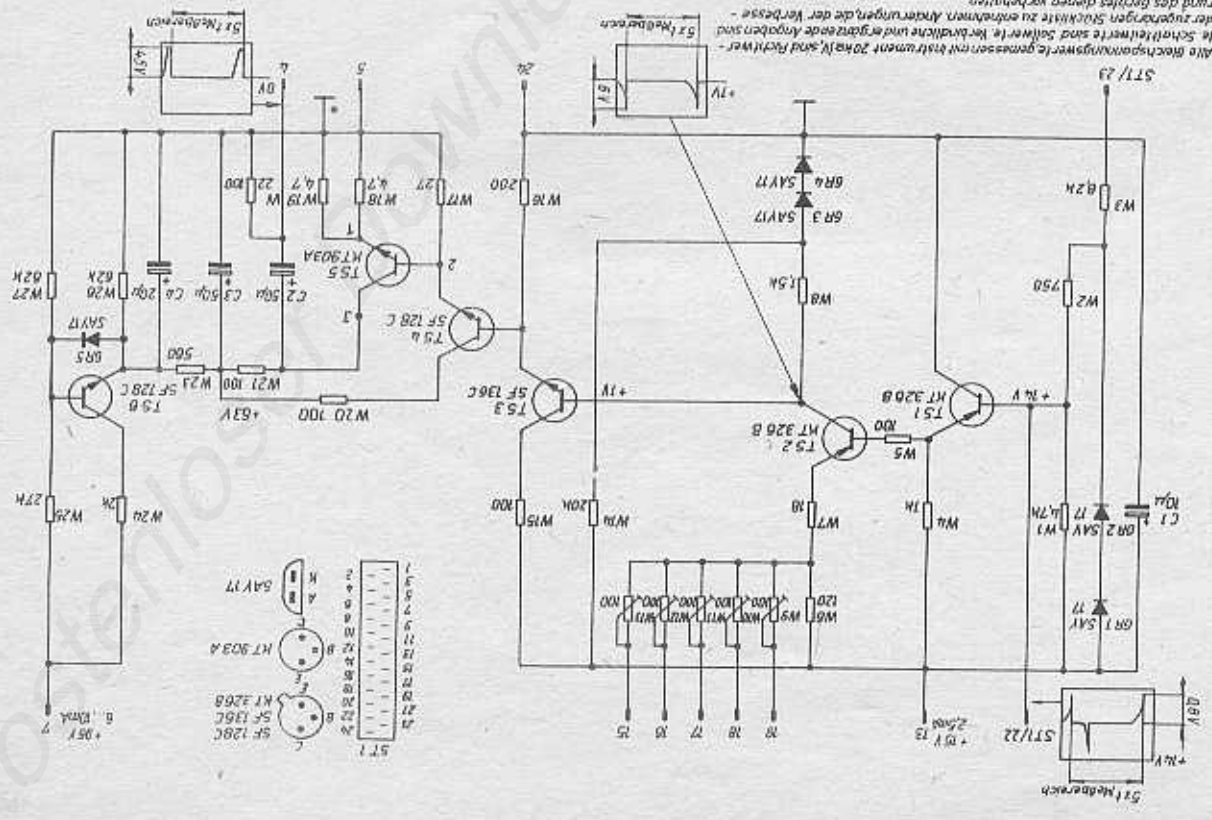
Meßbereichsschalter in Stellung	▲	* 2	* 20	* 100	* 300	* 1000
zugehöriger Schichtwiderstand	W6	W1	W2	W3	W4	W5

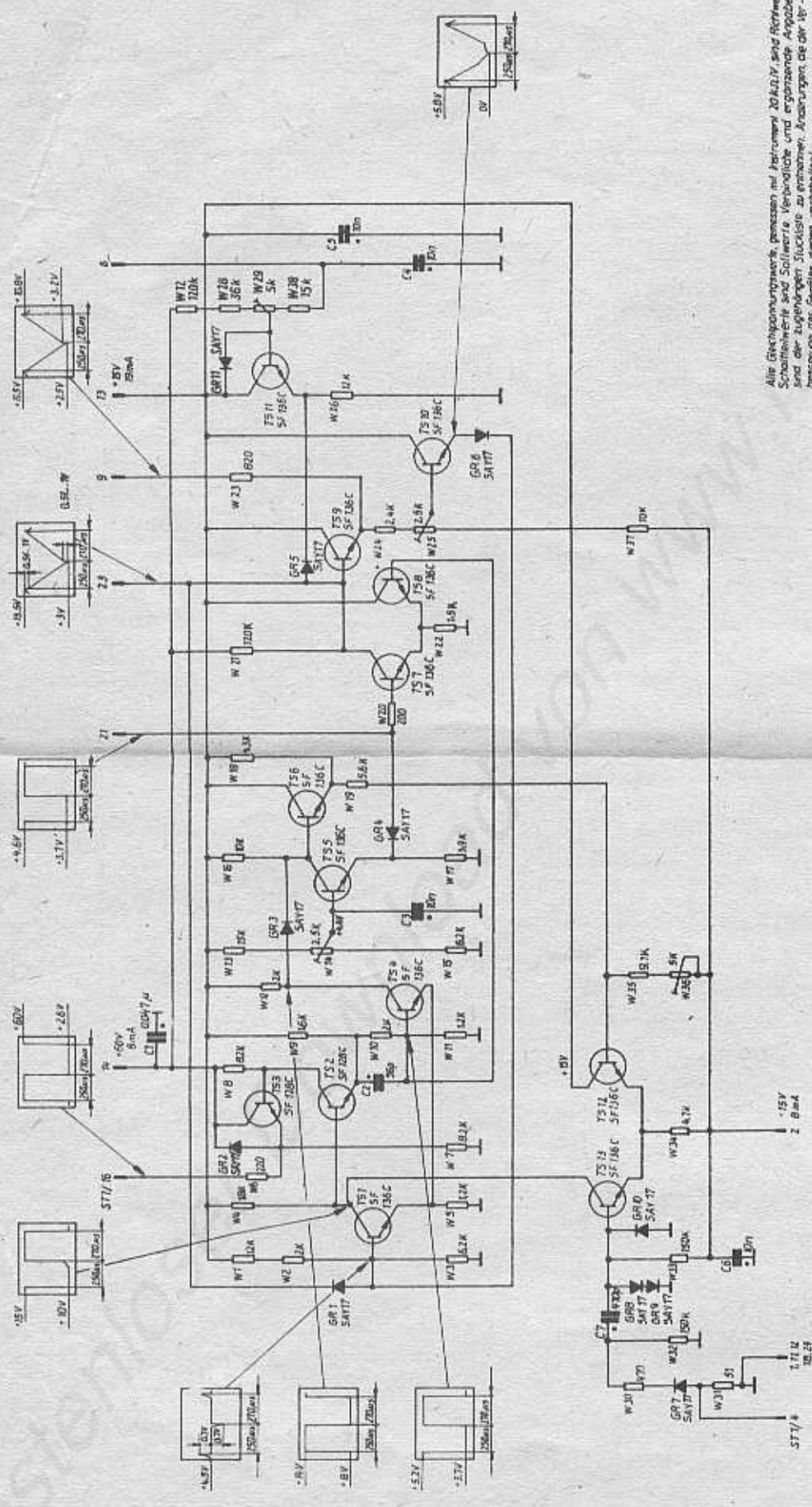
Schaltwerte sind Sollwerte Verbindliche und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Drückseite zu entnehmen Änderungen die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!



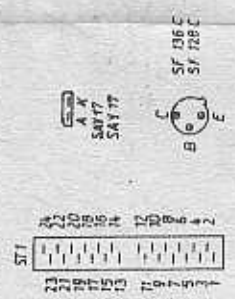
Alle Gleichspannungswerte gemessen mit Instrument Zohalv. sind nicht wert-
 te Schaltwert sind Sollwerte. Verändliche und ergebende Angaben sind
 der zugehörigen Stücke zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesse-
 rung des Gerätes dienen, vorbehalten.
 Bemessungswerte bei folgenden Regler- und Schalterstellungen von Bedeutung:
 Regler-Zustand: Drehstellung im Uhrzeigersinn. Regler-Herausdrücken auf
 auf Null, Schalter-Betriebsart auf (B) oder (E), Schalter-Aderwahlrecht auf
 0, Heber-Schalter nicht in Stellung 1, 500 von 510 nach 515

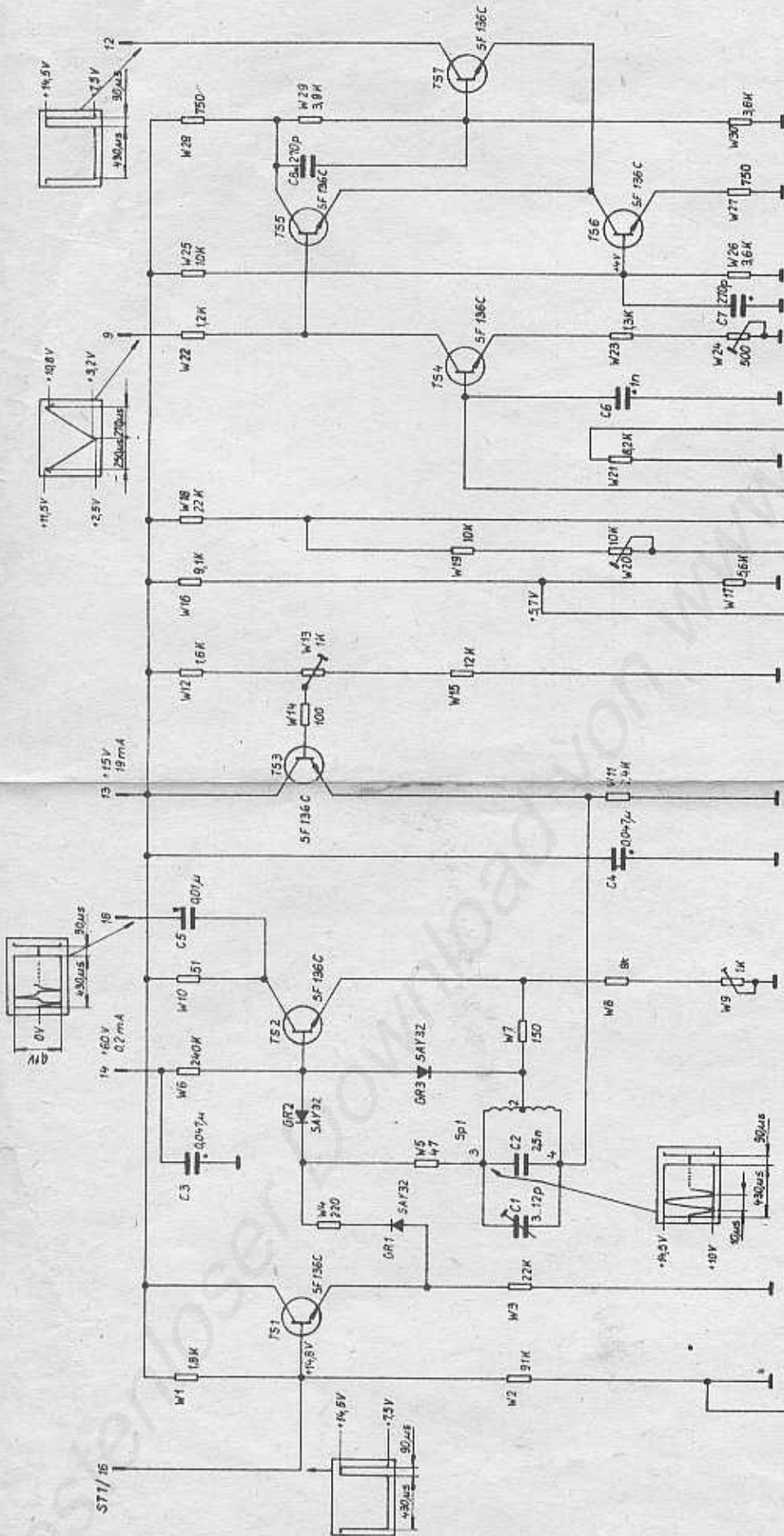
Impuls-generator 508 137.3





Alle Gleichspannungswerte gemessen auf Herkommen 20kΩ/V sind Richtwerte.
 Schaltwerte sind Sollwerte. Verschiedliche und ergänzende Apparat-
 und der zugehörigen Stückliste zu erhalten. Anzugeben die der 10-
 besserung des Gerätes dienen vorzuziehen.
 Gemessene Werte bei folgenden Anpaß- und Schaltstellungen vom Gesamtgerät:
 ↳ Regler auf Mitte
 ↳ Regler-Zulassung am linken Anschluß





Oszillator

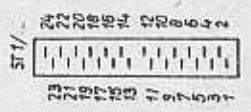
Laststufe

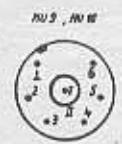
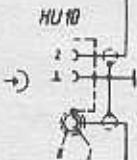
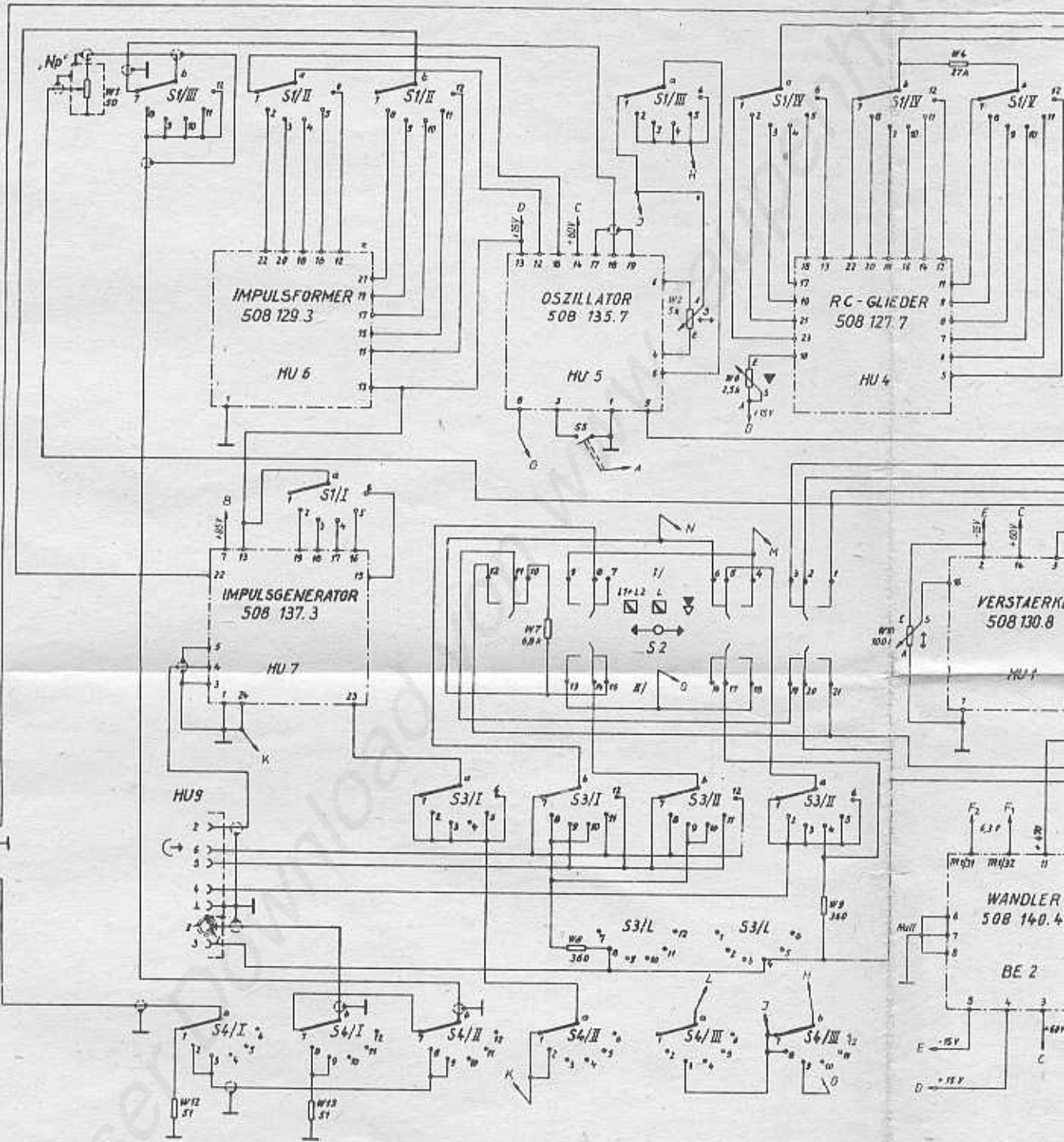
Alle Gleichspannungswerte, gemessen mit Instrument 20KG/1V, sind Richtwerte. Schalterwerte sind Sollwerte. Veränderte und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!
 Gemessene Werte bei folgenden Regler- und Schalterstellungen vom Gesamtgerät:
 Nebberschalter in Stellung \blacktriangledown
 Regler - Zeilbasisabnahme am linken Anschlag
 Regler - Horizontalverschiebung auf Mitte

SAV 32

A B K

SF 136 C





HU 1... HU 8
 21 - 24
 20 - 22
 19 - 23
 18 - 16
 17 - 14
 16 - 15
 15 - 12
 14 - 10
 13 - 6
 12 - 4
 11 - 2

Schalterdiagramm S1

Mittelwert	Ebene I...I/a	Ebene II...II/h
1	1	7
2	2	8
3	3	9
4	4	10
5	5	11
6	6	12



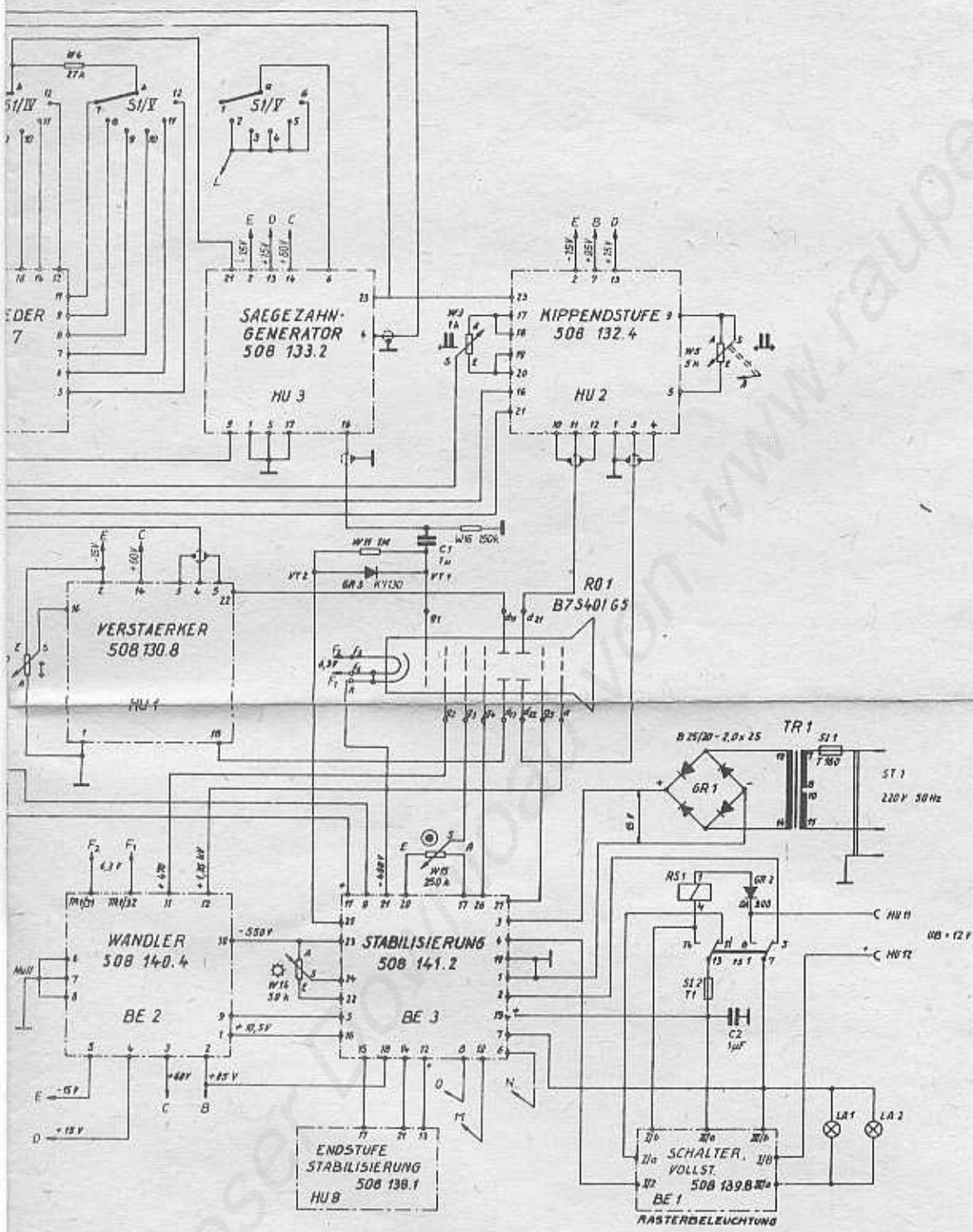
Schalterdiagramm S3

Mittelwert	Ebene I...I/a	Ebene II...II/h
1	1	7
2	2	8
3	3	9
4	4	10
5	5	11
6	6	12



Ansicht auf Lötlötstellen

Ansicht auf Lötlötstellen



Alle Gleichspannungswerte, Gemessen mit Instrument 20 kOhm/V, sind Richtwerte. Schaltwerte sind Sollwerte. Permittivität und ergänzende Angaben sind der zugehörigen Stückliste zu entnehmen. Änderungen, die der Verbesserung des Gerätes dienen, vorbehalten!
 Gemessene Werte bei folgendem gezeichneten Regler- und Schalterstellungen:
 Meßbereichschalter (S1) auf ∇ , Schalter: Rasterbeleuchtung (BE1) auf „0“, Schalter: Adernwahl (S3) auf R, Betriebsartenschalter (S4) auf \square 1
 Regler: Zeitbasisdehnung (W5 mit S5) am linken Anschlag, Netzspannung 220 V 50 Hz, Anpassung an HU 9 angeschlossen.

1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	3

Schalterdiagramm S 4

Betriebsart	Ebene I. II/a	Ebene I. III/b
1	1	7
2	2	8
3	3	9

RS1

1	0
2	7
3	5
4	0
5	0
6	1
7	1

Anschluß auf Lötanschlüsse

Fehlerortungsgerät 80 020