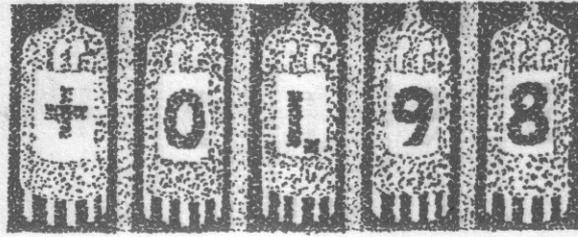


79296



DIGITAL MULTIMETER DM 2010

VEB Werk für Fernsehelektronik
im VEB Kombinat Mikroelektronik



Berlin

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

Digital Multimeter DM 2010

	<u>Seite</u>
1. <u>Anwendungsgebiet des Gerätes</u>	1
2. <u>Technische Kennwerte</u>	2
3. <u>Zubehör</u>	6
4. <u>Arbeitsweise des Gerätes</u>	7
4.1. Prinzipieller Aufbau des Gerätes	7
4.2. Erläuterung der Arbeitsweise des Grundgerätes an Hand der Frequenzmessung	8
4.3. "DC-Messung"	9
4.4. "AC-Messung"	11
4.5. "R -Messung"	11
5. <u>Bedienungsanleitung</u>	13
5.1. Erläuterungen zu den Abbildungen 1 und 2 des Digital Multimeters DM 2010 und zum Text	13
5.1.2. Erläuterungen zur Rückansicht des Gerätes Abb. 2 und zum Text	13
5.2. Stromversorgung	15
5.3. Inbetriebnahme	15
5.4. Eichen	15
5.4.1. Nullpunktkontrolle	16
5.4.2. Kontrolle der Eichspannungen	16
5.5. Funktionseinstellung	16
5.5.1. Gleichspannungsmessung	16
5.5.2. Wechselspannungsmessung	17
5.5.3. Widerstandsmessung	17
5.5.4. Frequenzmessung	18
6. <u>Meßbeispiele</u>	
6.1. Gleichspannungsmessung	19
6.2. Wechselspannungsmessung	19
6.3. Widerstandsmessung	20
6.4. Frequenzmessung	20
6.4.1. Messung einer hohen Frequenz	21

	<u>Seite</u>
6.4.2. Messung einer niedrigen Frequenz	21
7. <u>Meßfehler</u>	
7.1. Fehlerkurven bei DC-, AC- und R-Messung	22
7.2. Meßfehler durch Temperatur	22
7.2.1. DC-Messung	22
7.2.2. AC- und R-Messung	22
7.3. Meßfehler durch den Klirrfaktor bei AC-Messung	22
7.4. Meßfehler bei der Frequenzmessung	26
7.4.1. Meßfehler durch die Zeitbasis	26
8. <u>Beschreibung der Schaltung</u>	27
8.1. Grundgerät	27
8.1.1. Wiederholautomatik WA 1	27
8.1.2. Quarzgenerator QT 1	27
8.1.3. Zähler 2 mit Meßzeitschalter	28
8.1.4. Zähler 1 mit Anzeige	29
8.1.5. Anzeigeschaltung AS 1	29
8.1.6. Stromversorgung	31
8.2. Baugruppen für die einzelnen Meßgrößen	31
8.2.1. Spannungsteiler ST 1	31
8.2.2. Verstärker V 1	32
8.2.3. Spannungs- Frequenz-Umsetzer SFU 1	33
8.2.4. AC/DC - Umsetzer U 1	34
8.2.5. Spannungsnormale R/DC SN R/DC	34
8.2.6. Verstärker/Impulsformer VI 1	35
8.2.7. Bedieneinheit	37
9. <u>Mechanischer Aufbau</u>	37
10. <u>Reparaturhinweise</u>	39

Stromlaufpläne

Digital Multimeter DM 2010 Bl. 1	
Digital Multimeter DM 2010 Bl. 2	
Digital Multimeter DM 2010 Bl. 3	
Wiederholautomatik WA 1	
Quarzgenerator/Teiler QT 1	
Anzeigeschaltung AS 1	
Netzteil NT 3/1 und NT 3/2	
Spannungsteiler ST 1	

Verstärker V 11

AC/DC- Umsetzer U 1

Spannungsnormale R/DC SN R/DC

Verstärker/Impulsformer VI 11

Kostenloser Download von www.raupenhaus.de

1. Anwendungsgebiet des Gerätes

Das Digital Multimeter DM 2010 vereinigt in sich die Eigenschaften eines digitalen Frequenzmeßgerätes mit denen eines allgemein üblichen Digital Multimeters. Es kann für Gleich- und Wechselspannungsmessungen, Widerstandsmessungen und Frequenzmessungen eingesetzt werden. Auf Grund der technischen Parameter, der kleinen Abmessungen und des geringen Gewichtes erstreckt sich die Anwendung auf alle Gebiete der Elektronik und Elektrotechnik. Das Digital Multimeter eignet sich für den Einsatz in Labor, Werkstatt, Prüffeld und Service.

Der Meßwert wird mit Dezimalpunkt und Polarität durch vier Zifferanzeigeöhren angezeigt. Die Anzeige der Polarität erfolgt automatisch. Die Verwendung eines integrierenden Meßverfahrens sichert eine hohe Stör-
unterdrückung. Eine Integrationszeit von 100 ms ermöglicht eine effektive Unterdrückung von Störspannungen ohne Verwendung von Filtern. Bei der Betriebsart "Frequenzmessung" gewährleistet die optische Triggerpegelkontrolle mit Lumineszenzdiolen eine schnelle und sichere Einstellung des Triggerpegels. Die optische Tor- und Überlaufanzeige durch Lumineszenzdiolen trägt ebenfalls zur einfachen Bedienbarkeit des Digital Multimeters bei.

Mit dem Digital Multimeter sind erdfreie und geerdete Messungen möglich. Gleichspannungen können bis 1000 V mit einer Genauigkeit von 0,1 % v. E. gemessen werden. Die Messung von Wechselspannungen ist bis 100 KHz möglich, wobei unterschiedliche Genauigkeiten erreicht werden. Die Widerstandsmessung erstreckt sich von 200 Ω bis 2 M Ω .

Als Frequenzmeßgerät können mit dem Digital Multimeter Frequenzen bis 1,5 MHz gemessen werden.

Die für das Digital Multimeter angegebene Einlaufzeit gilt für Messungen, bei denen die Fehlergrenzen voll in Anspruch genommen werden. Für Messungen mit eringen Ansprüchen ist das Digital Multimeter sofort betriebsbereit.

2. Technische Kennwerte

2.1. Gleichspannungsmessung

2.1.1. Meßbereiche:

Bereich 1:	2 V Auflösung	1 mV
Bereich 2:	20 V Auflösung	10 mV
Bereich 3:	200 V Auflösung	100 mV
Bereich 4:	2000 V Auflösung	1 V

(Bereich 1 ... 3 mit 10 %
Überbereich)

2.1.2. Maximale zulässige Eingangsspannungen

Bereich 1 ... 3	$<$	220 V
Bereich 4	\leq	1000 V (nur wenn LO mit Netz- erde verbunden ist)

$U_{\max.}$ zwischen LO und Netzerde	\leq	220 V
---	--------	-------

2.1.3. Eingangswiderstand

Bereich 1	\geq	1 GOhm
Bereich 2 ... 4	\geq	10 MOhm + 2 %

2.1.4. Meßzeit

\leq	100 ms (Bei Meßzeiten von 1 s, 10 ms, 1 ms lassen sich die Auf- lösungen verändern)
--------	--

2.1.5. Fehlergrenzen bei 23°C + 2°C

\leq	$\pm 0,1$ % v.E. + 1 der letzten Stelle (gilt für eine Meßzeit von 100 ms)
--------	---

2.1.6. Temperaturkoeffizient

\leq	$\pm 0,01$ % v.E. / grad (nacheichbar)
--------	---

zuzüglich im Bereich 2 ... 4 $\pm 0,015$ % v.M. / grad

2.2. Wechselspannungsmessung

2.2.1. Frequenzbereich 40 Hz ... 100 KHz

2.2.2. Meßbereiche:

Bereich 1:	2 V Auflösung	1 mV
Bereich 2:	20 V Auflösung	10 mV
Bereich 3:	200 V Auflösung	100 mV
Bereich 4:	2000 V Auflösung	1 V

(Bereich 1 ... 3 mit 10 %
Überbereich)

2.2.3. Maximale zulässige Eingangsspannungen

Bereich 1 ... 3	\leq 220 V
Bereich 4	\leq 300 V (nur, wenn LO mit Netzerde verbunden ist)

U_{\max} zwischen LO
und Netzerde \leq 220 V

2.2.4. Eingangswiderstand 1 MOhm \pm 2 %
parallel 100 pF

2.2.5. Meßzeit 100 ms (Bei Meßzeiten
von 1 s, 10 ms,
1 ms lassen sich
die Auflösungen
verändern)

2.2.6. Fehlergrenzen bei
 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

$\leq \pm$ 0,5 % v.E. \pm der letzten Stelle im Fre- quenzbereich von 40 Hz - 20 KHz
$\leq \pm$ 1 % v.E. \pm der letzten Stelle im Fre- quenzbereich von 20 KHz - 100 KHz

(gilt für eine Meßzeit
von 100 ms)

2.2.7. Temperaturkoeffizient $\leq \pm$ 0,03 % v.E. / grd.
zuzüglich im Bereich $\leq \pm$ 0,03 % v.M. / grd.
2 ... 4

2.3. Widerstandsmessung

2.3.1. Meßbereiche:

Bereich 1:	200 Ohm	Auflösung	100 mOhm
Bereich 2;	2 KOhm	Auflösung	1 Ohm
Bereich 3:	20 KOhm	Auflösung	10 Ohm
Bereich 4:	200 KOhm	Auflösung	100 Ohm
Bereich 5:	2000 KOhm	Auflösung	1 KOhm

2.3.2. Meßzeit

100 ms (Bei Meßzeiten von 1 s ,
10 ms, 1 ms lassen sich
die Auflösungen verändern)

2.3.3. Fehlergrenzen bei $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

$\leq 0,3\% \text{ v. E. } \pm$ der letzten
Stelle
(gilt für eine Meßzeit von
100 ms)

2.3.4. Temperaturkoeffizient $\leq \pm 0,005\% \text{ v. M. / grad.}$

2.4. Meßfolge

1 ... 2 Messungen / s

2.5. Meßbereichsumschaltung von Hand

2.6. Anzeige

4stellige Ziffernfolge,
Polarität, Vorzeichen bei der
Betriebsart AC, Dezimalpunkt

2.7. Frequenzmessung

2.7.1. Frequenzbereich

0 ... 1,5 MHz

2.7.2. Eingangsspannung

Sinus U_{eff} Impulse U_{ss}

Bereich 0 ... 1 MHz 0,1 ... 20 V 0,4 ... 20 V

Bereich 1 ... 1,5 MHz 0,15 ... 20 V 0,4 ... 20 V

2.7.3.	Eingangswiderstand	$\geq 100 \pm 2 \%$ parallel 80 pF
2.7.4.	Meßzeit	1, 10, 100 ms und 1 s
2.7.5.	Ansprechpolarität	mit Triggerpegel im Bereich von -5 bis + 5 V einstellbar
2.7.5.1.	Triggerpegelkontrolle	optisch durch Lumineszenzdioden
2.7.6.	Impulsauflösung	Tastenverhältnis 10:1 ... 1:10 kleinste Impulsbreite 350 ns
2.7.7.	Fehlergrenzen	± 1 Impuls \pm Quarzgenauigkeit
2.7.8.	Zeitbasis	
2.7.8.1.	Quarzgenerator	ohne Thermostat, Frequenz 1 MHz
2.7.8.2.	Frequenztoleranz	
	Temperaturkoeffizient	$< \pm 2 \cdot 10^{-7} / \text{grad.}$
	mittlere Frequenzänderung nach anfänglicher Alterungsperiode	$< \pm 2 \cdot 10^{-7} / \text{Woche}$
2.7.9.	Tor- und Überlaufanzeige	optisch durch Lumineszenzdioden

2.8. Umgebungsbedingungen

- 2.8.1. Klimaeinsatzklasse + 5/ + 40/ + 25/ 80/ 0001
geprüft nach TGL 9200
- 2.8.2. Arbeitstemperaturbereich + 5°C ... 40°C
- 2.8.3. Lager- und Transport-
temperaturbereich - 40°C ... + 70°C
- 2.8.4. Maximale Luftfeuchte 80 %
- 2.8.5. Mechanische Festigkeit Prüfklasse Eb 6 - 15 - 1000
geprüft nach TGL 14 283

2.9. Betriebsbedingungen

- 2.9.1. Betriebsspannung 220 V \pm 10 %
- 2.9.2. Frequenz 50 Hz \pm 2 %
- 2.9.3. Leistungsaufnahme 20 VA
- 2.10. Abmessungen (mit Gehäuse) 145 x 255 x 310
- 2.11. Masse (mit Gehäuse) ca. 6 kg
- 2.12. Ausführungsart Schutzklasse I
geprüft nach TGL 14 283
Bl. 7
- 2.13. Schutzgüte liegt beim Hersteller vor
- 2.14. Schutzgrad IP 20 nach TGL 15165

Das Gerät ist für Dauerbetrieb geeignet.

3. Zubehör

Zum Lieferumfang gehörende Positionen:

- 1 St. Kundendokumentation Digital Multimeter DM 2010
- 1 St. Kaltgeräteanschlußschnur

1. Arbeitsweise des Gerätes

1.1. Prinzipieller Aufbau des Gerätes

Das Grundgerät stellt einen digitalen Frequenzzähler dar. Die einzelnen elektrischen Meßgrößen werden mit Hilfe entsprechender Wandler in eine proportionale Frequenz umgewandelt, so daß sie vom Grundgerät erfaßt werden können.

Hinsichtlich des elektrischen Aufbaus gliedert sich das Digital Multimeter in folgende Baugruppen:

1. Grundgerät

1. Wiederholautomatik einschließlich der Tore 1 und 2 WA 1 (LP 6)
2. Quarzgenerator mit erstem Zähler QT 1 (LP 7)
3. Zähler 2 mit Meßzeitschalter QT 1,5 x Z 1 (LP 7 bis LP 12)
4. Zähler 1 mit Anzeige 4 x A 1 H, 3 x Z 1, Z₂ (LP 19.1 bis 19.8.)
5. Anzeigeschaltung AS 1 (LP 19.9)
6. Stromversorgung N 1-1, 2 x N 2, NT 3 - 1, NT 3 - 2 (LP 1 bis LP 5)

2. Baugruppen für die einzelnen Meßgrößen

1. Spannungsteiler AC/DC ST 1 (LP 18)
2. Verstärker V 1 (LP 14)
3. Spannungs-Frequenz-Umsetzer SFU 1. (LP 15)
4. AC/DC-Umsetzer U 1 (LP 16)
5. Spannungsnormale R/DC SNR/DC (LP 17)
6. Verstärker/Impulsformer VI 1 (LP 13)
7. Bedieneinheit BE (LP 20)

4.2. Erläuterungen der Arbeitsweise des Grundgerätes an Hand der Frequenzmessung

Vor dem Beginn jeder Messung gibt die Wiederholautomatik einen Nullstellungsimpuls ab, der die Zähler 1 und 2 auf Null setzt. Nach einer kurzen Verzögerungszeit werden durch den Startvorbereitungsimpuls der Wiederholautomatik die Tore 1 und 2 geöffnet. Die unbekannte Frequenz wird über den Verstärker/Impulsformer und das Tor 1 in den Zähler 1 eingezählt und durch die Anzeige in Ziffern mit Dezimalpunkt dargestellt. Die Normalfrequenz des Quarzgenerators wird über das Tor 2 in den Zähler 2 eingezählt. Ist der mit dem Meßzeitschalter eingestellte Zählerstand erreicht, entsteht ein Stopimpuls, der bewirkt, daß die Wiederholautomatik zu diesem Zeitpunkt beide Tore schließt. Der in der Anzeige erscheinende Ziffernwert stellt das Meßergebnis dar.

Die unbekannte Frequenz f_x ist demnach:

$$f_x = \frac{Z_1}{Z_2} f_n$$

Z_1 = Zählerstand im Zähler 1
 Z_2 = Zählerstand im Zähler 2
 f_n = Normalfrequenz des Quarzgenerators

Das Öffnen der beiden Tore wird mit der Toranzeige im Anzeigefeld des Digital Multimeters angezeigt.

Die Überlaufanzeige signalisiert, daß die Kapazität des Zählers 1 überschritten ist.

Nach einer konstanten Darstellzeit, in der das Meßergebnis angezeigt wird, läuft ein neuer Meßzyklus ab.

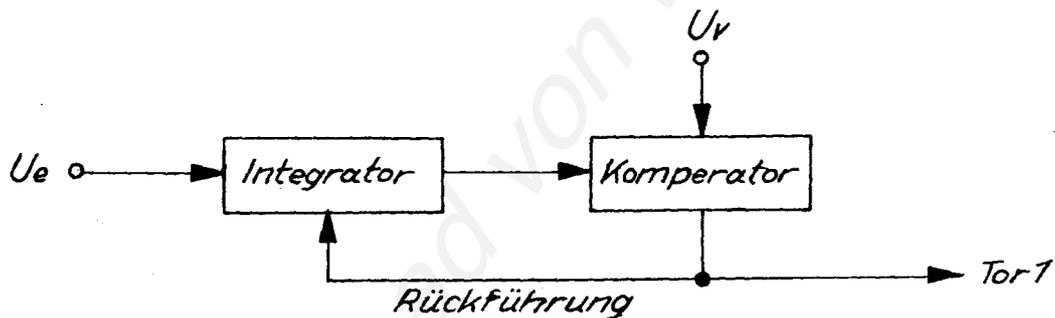
3. "DC-Messung"

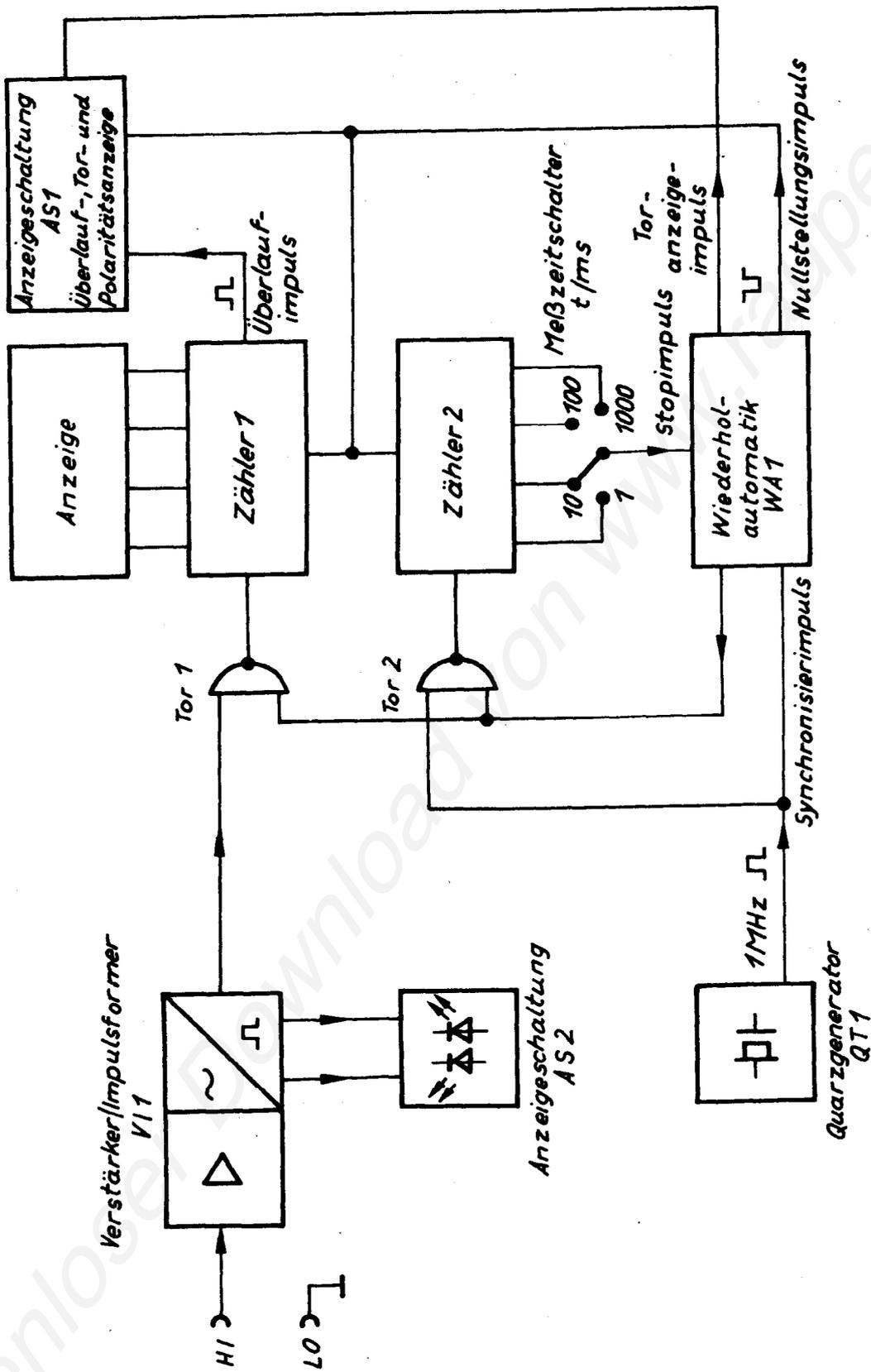
Die Gleichspannungsmessung erfolgt nach dem Spannungs-Frequenz-Verfahren. Die Eingangsspannung gelangt über den Verstärker V_1 auf den Eingang des Integrators. Der Anstieg der Sägezahnspannung des Integrators ist proportional der angelegten Spannung U_e . Erreicht die Sägezahnspannung U_s den Wert der konstanten Vergleichsspannung U_v des Komparators, so erfolgt über die Rückführung ein Rücksetzen des Integrators auf Null.

Ein neuer Zyklus kann beginnen.

Die Frequenz der Sägezahnimpulse ist proportional der angelegten Spannung U_e .

Die Frequenzmessung und Anzeige erfolgt im Grundgerät wie unter Pkt. 4.2. beschrieben wurde.





Übersichtsschaltplan
Betriebsart "Frequenzmessung"

4.4. "AC-Messung"

Wechselspannungen werden in einem AC/DC-Umsetzer, der als Präzisionsgleichrichter mit nachfolgendem Tiefpaß arbeitet, in eine Gleichspannung umgewandelt. Im nachfolgenden Spannungs-Frequenz-Umsetzer wird diese Gleichspannung in eine ihr proportionale Frequenz umgesetzt, so daß sie dem Grundgerät zur Auswertung zur Verfügung steht.

4.5. "R-Messung"

Die Widerstandsmessung wird mit Hilfe des Verstärkers V 11, der jetzt als invertierender Verstärker arbeitet, durchgeführt. Der unbekannte Widerstand Rx liegt im Gegenkopplungszweig des Verstärkers und bestimmt dessen Verstärkung. Die von Rx abhängige Ausgangsspannung gelangt auf den Eingang des Spannungs-Frequenz-Umsetzers und wird in eine entsprechende Frequenz umgesetzt. Die Auswertung erfolgt im Grundgerät.

Bei Funktionswechsel wird folgender Ablauf empfohlen:

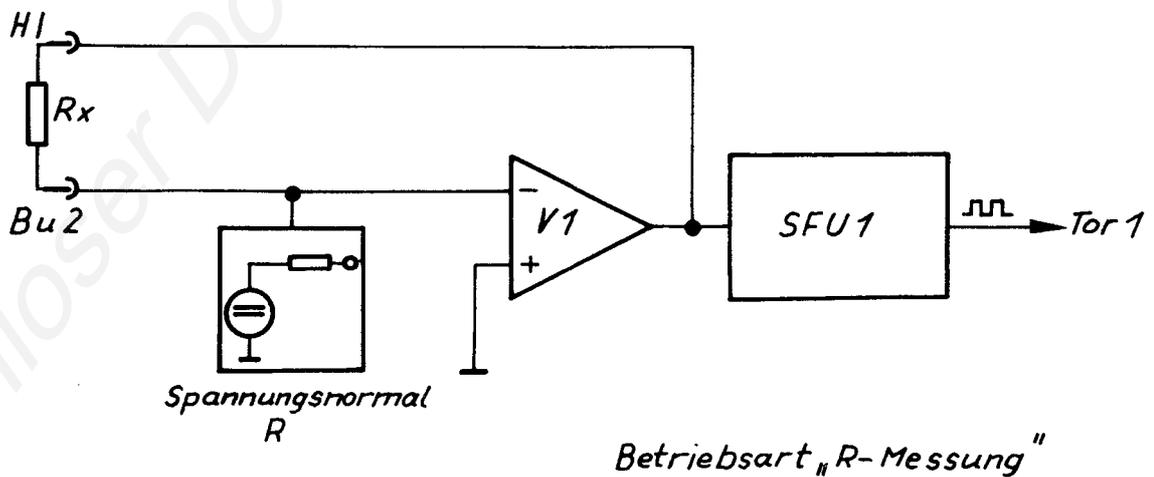
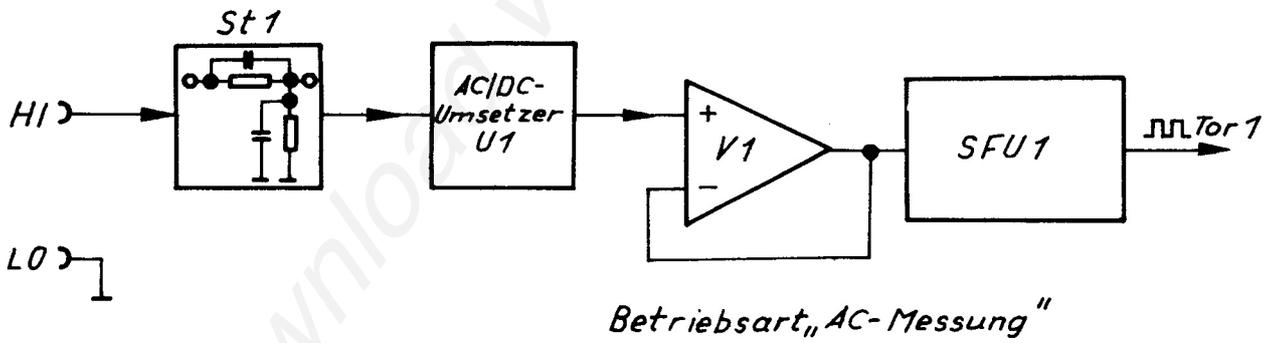
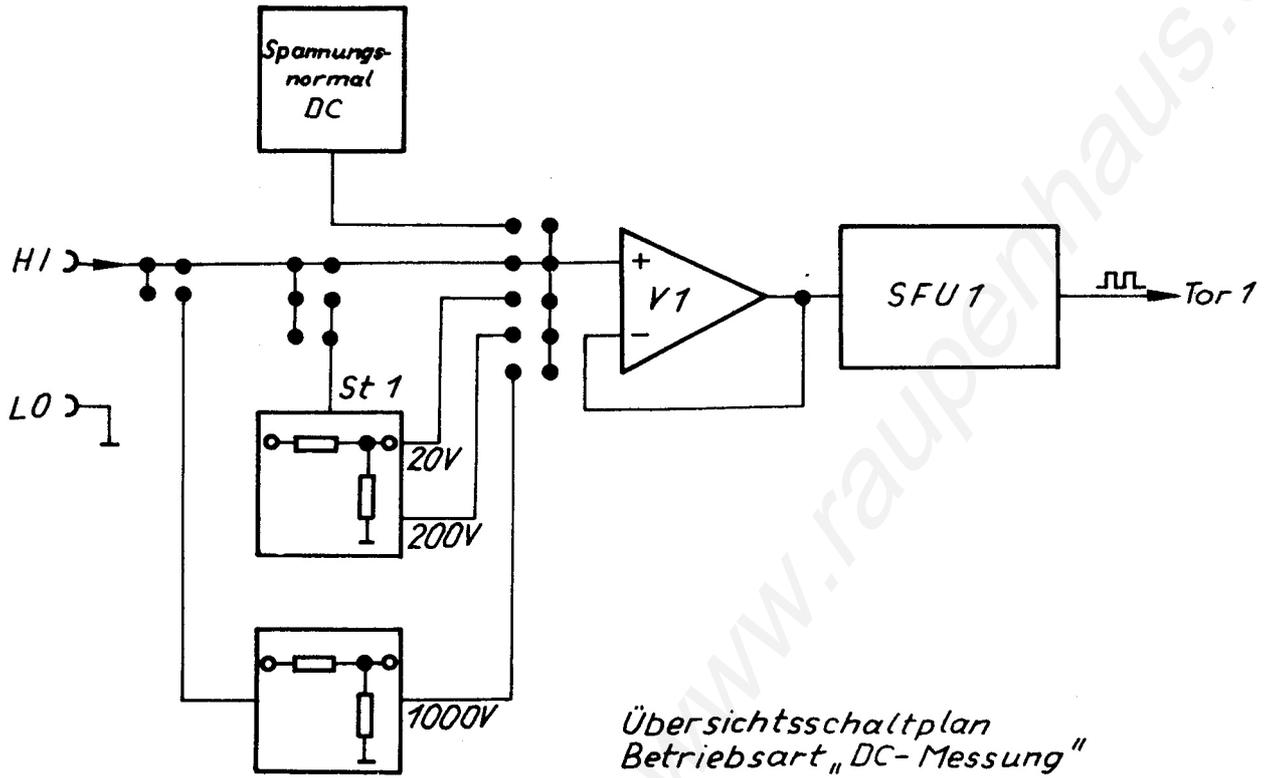
1. Gewählte Funktionseinstellung
2. Meßbereichsschalter (13) ist in die Stellung
▲ 0 zu bringen
3. Wahl einer neuen Funktionseinstellung durch Drücken
Tasten 2 - 6
4. Meßbereich mit Meßbereichsschalter (13) wählen

Beispiel:

Nach einer Widerstandsmessung soll eine Wechselspannungsmessung erfolgen.

Ablauffolge:

1. Taste (4) R-Messung gedrückt
2. Meßbereichsschalter (13) ist in Stellung ▲ 0 zu bringen.
3. Taste (3) AC-Messung drücken
4. Meßbereich mit Meßbereichsschalter (13) wählen



5. Bedienungsanleitung

5.1. Erläuterungen zu den Abbildungen 1 und 2 des Digital Multimeters DM 2010 und zum Text

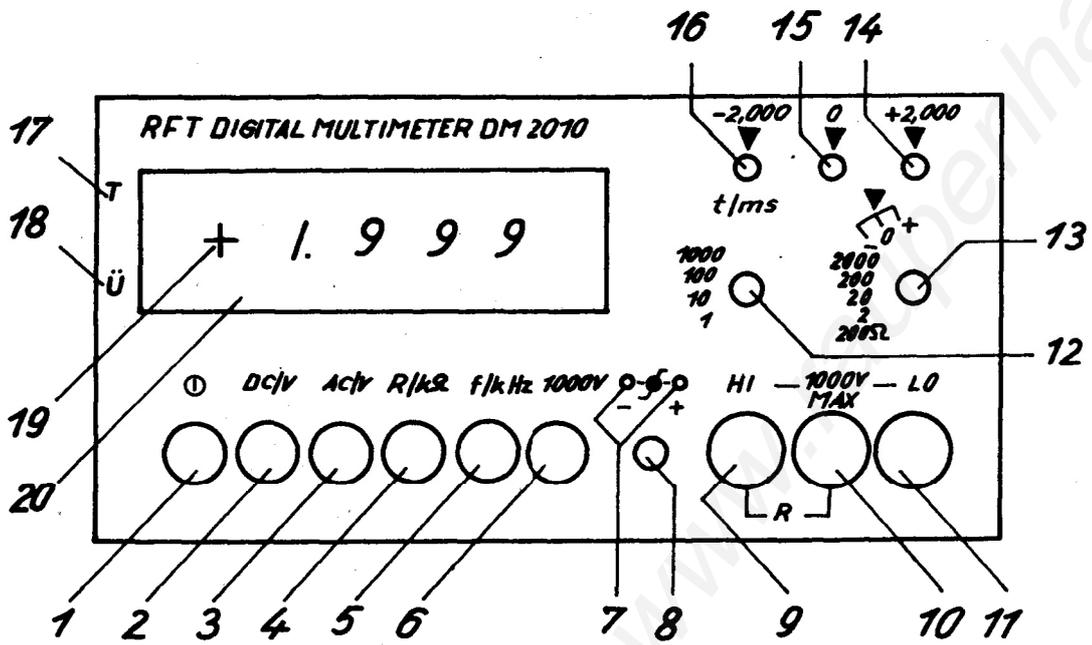
Die Bezeichnungen der Bedienelemente entsprechen denen im Stromlaufplan. Im nachfolgenden Text erscheinen die Positionszahlen der Bedienelemente in runden Klammern.

5.1.1. Erläuterungen zur Vorderansicht Abb. 1 und zum Text

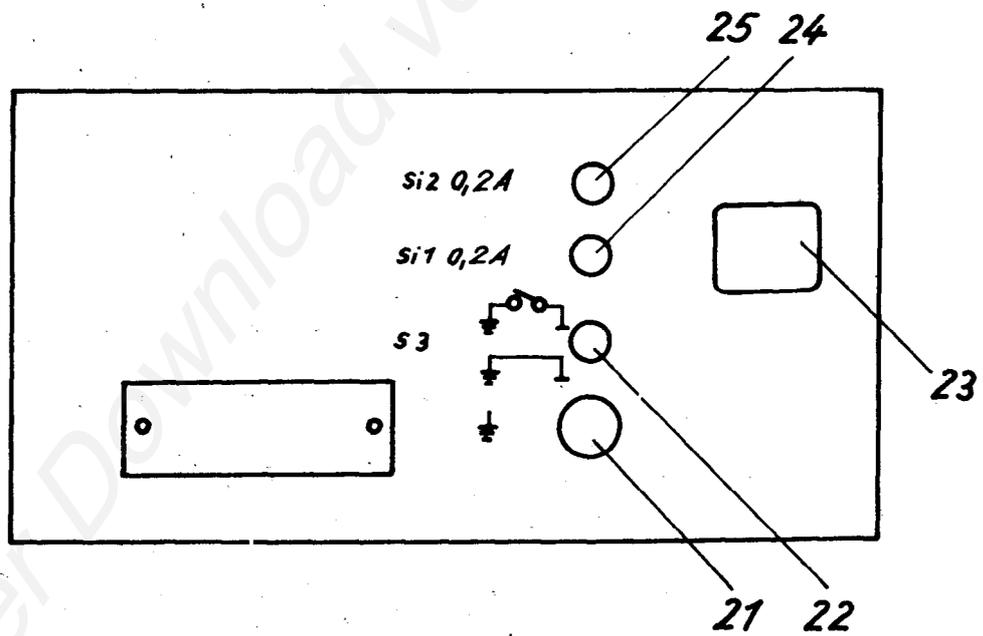
- 1 Netztaete
- 2 Taete "DC-Messung"
- 3 Taete "AC-Messung"
- 4 Taete "R-Messung"
- 5 Taete "f-Messung"
- 6 Taete "Eingangsteiler DC/ 1000 V"
- 7 Triggerpegelanzeige
- 8 Triggerpegelregler
- 9 Eingangsbuchse HI
- 10 Eingangsbuchse R
- 11 Eingangsbuchse LO
- 12 Meßzeitschalter
- 13 Meßbereichsschalter AC/DC/R
- 14 Korrekturregler "Eichen positiv"
- 15 Nullpunktregler
- 16 Korrekturregler "Eichen negativ"
- 17 Toranzeige
- 18 Überlaufanzeige
- 19 Zeichenanzeigeröhre
- 20 Anzeigefeld

5.1.2. Erläuterungen zur Rückansicht Abb. 2 und zum Text

- 21 Erdbuchse
- 22 Schalter "geerdet - erdfrei"
- 23 Netzeingang
- 24 Sicherung Si 1
- 25 Sicherung Si 2



Vorderansicht des Digital Multimeters Abb 1



Rückansicht des Digital Multimeters Abb. 2

5.2. Stromversorgung

Das Gerät ist für den Betrieb mit einer Netzspannung von 220 V vorgesehen. Der Netzeingang ist mit den Sicherungen Si 1 und Si 2 von 200 mA träge abgesichert.

Die beiden Sicherungen sind von außen zugänglich. Die interne Betriebsspannung von + 5 V ist mit der Sicherung Si 3 (500 mA) abgesichert. Diese Sicherung befindet sich im Innern des Gerätes auf einem Montagewinkel. Zum Auswechseln der Sicherung Si 3 sind die beiden Schrauben der Deckplatte des Gehäuses zu lösen und die Deckplatte abzunehmen.

5.3. Inbetriebnahme

Das Digital Multimeter ist mit einer entsprechenden Kaltgeräteanschlußschnur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß anzuschließen. Es wird durch Drücken der Netztaste (1) eingeschaltet (Signalisierung durch Aufleuchten der Zifferanzeigeröhren).

Außerdem leuchtet die Kontrolllampe "Toranzeige" (17) rhythmisch auf. Das Gerät ist nach kurzer Zeit betriebsbereit. Die volle Genauigkeit wird nach einer Einlaufzeit von ca. 15 Minuten erreicht.

Es ist zu beachten:

Das Digital Multimeter DM 2010 ist nicht zur Messung an Starkstromkreisen zugelassen.

(s. TGL 14 283, Bl. 7, Sicherheitsbestimmungen und TGL 200 - 0602)

5.4. Eichen

Nach einer Einlaufzeit von etwa 15 Minuten ist eine Kontrolle und gegebenenfalls eine Korrektur der angegebenen Eichwerte vorzunehmen.

5.4.1. Nullpunktkontrolle

Hierzu ist die Taste "DC-Messung" (2) zu drücken. Außerdem wird mit dem Meßzeitschalter (12) eine Meßzeit von 100 ms eingestellt. Der Meßbereichsschalter (13) ist in die Stellung 0 zu bringen. Der Nullpunktregler (15) wird solange verändert, bis die Anzeige des Gerätes von + 0000 auf - 0000 bzw. von - 0000 auf + 0000 umspringt.

5.4.2. Kontrolle der Eichspannungen

Der Meßbereichsschalter (13) ist in die Stellung "Eichen positiv" zu bringen. Mit dem Korrekturregler "Eichen positiv" (14) wird die Eichspannung + 2,000 eingestellt. Anschließend ist der Meßbereichsschalter (13) in die Stellung "Eichen negativ" zu bringen. Mit dem Korrekturregler "Eichen negativ" (16) wird die Eichspannung - 2,000 eingestellt.

Das Gerät ist nun betriebsbereit und es kann mit der angegebenen Genauigkeit gemessen werden.

5.5. Funktionseinstellung

5.5.1. Gleichspannungsmessung

Bei der Gleichspannungsmessung ist die Taste "DC-Messung" (2) zu drücken. Danach sind die unter Pkt. 5.4. angegebenen Maßnahmen durchzuführen. Nach erfolgter Eichung des Gerätes wird mit dem Meßbereichsschalter (13) der gewünschte Meßbereich eingestellt. Der Meßzeitschalter (12) bleibt in der Stellung 100 ms. Über die Eingangsbuchsen HI (9) und LO (11) wird dem Digital Multimeter die zu messende Gleichspannung zugeführt. Erdfreie Messungen können bis ± 220 V durchgeführt werden. Dazu ist der Schalter (22) in die Stellung erdfrei zu bringen.

Sollen Gleichspannungen $> \pm 200$ V bis maximal ± 1000 V gemessen werden, so ist folgende Reihenfolge der Einstellungen zu beachten:

1. Schalter (22) in die Stellung geerdet bringen.
2. Betätigung der Taste "Eingangsteiler DC/1000 V" (6)
3. Einstellung des 2000 V - Meßbereiches mit dem Meßbereichsschalter (13).

Das Komma wird entsprechend dem eingestellten Meßbereich dargestellt. Die Polarität der zu messenden Gleichspannung wird automatisch durch die Zeichenanzeigeröhre (19) angezeigt.

5.5.2. Wechselspannungsmessung

Es sind die unter Pkt. 5.4. angegebenen Maßnahmen durchzuführen. Danach ist die Taste "AC-Messung (3) zu drücken. Im Anzeigefeld (20) leuchtet das Zeichen " \sim " der Zeichenanzeigeröhre (19) auf. Mit dem Meßbereichsschalter (13) wird der gewünschte Meßbereich eingestellt. Die zu messende Wechselspannung wird über die Eingangsbuchsen HI (9) und LO(11) dem Digital Multi-meter zugeführt.

die angelegte effektive Wechselspannung darf den Wert von 300 V im geerdeten Zustand nicht überschreiten. Erdfreie Wechselspannungen können bis zu einem effektiven wert von 220 V gemessen werden.

5.5.3. Widerstandsmessung

Bei der Widerstandsmessung ist die Taste "R-Messung" (4) zu drücken. Zunächst erfolgt analog Pkt. 5.4.1. die Nullpunktkorrektur mit dem Nullpunktregler (15). Danach ist der Meßbereichsschalter (13) in die Stellung "Eichen negativ" zu bringen. Mit dem Korrekturregler "Eichen negativ" (16) wird der Eichwert - 2,000 eingestellt.

Danach kann mit dem Meßbereichsschalter (13) der gewünschte Meßbereich eingestellt werden. Der zu messende Widerstand wird an die gekennzeichneten Eingangsbuchsen HI (9) und (10) angeschlossen.

Es ist zu beachten:

In der Stellung "R-Messung" darf an die gekennzeichneten Eingangsbuchsen HI (9) und (10) keine Spannung angelegt werden.

5.4. Frequenzmessung

Bei der Frequenzmessung ist die Taste "f-Messung" (5) zu drücken. Der Meßzeitschalter (12) wird in eine der Stellungen zwischen 1 s und 1 ms geschaltet. Die Kontrolllampe "Toranzeige" (17) leuchtet entsprechend der gewählten Meßzeit auf.

Die zu messende Frequenz wird den Eingangsbuchsen HI (9) und LO (11) zugeführt. Der Triggerpegelregler (8) wird so eingestellt, daß beide Lumineszenzdiode der Triggerpegelanzeige (7) gleichmäßig leuchten. Diese Einstellung gewährleistet bei sinusförmigen Eingangsspannungen eine optimale Triggerung. Dazu ist es erforderlich, den Triggerpegelregler (8) langsam von (-) nach (+) und umgekehrt durchzudrehen, um den Einsatzpunkt der Triggerung zu ermitteln. Bei Impulsspannungen kann jeweils eine der beiden Lumineszenzdiode der Triggerpegelanzeige dunkler leuchten. Die unterschiedliche Helligkeit ist abhängig von der Polarität und dem Tastverhältnis der zu messenden Impulsspannung.

Die gemessene Frequenz wird stets in "kHz" angezeigt. Leuchtet die Kontrolllampe "Überlauf" (18) im Anzeigefeld (20) auf, so wurde die Zählkapazität des Zählers überschritten. Durch Umschalten des Meßzeitschalters (12) auf eine kürzere Meßzeit erhält man das volle Meßergebnis. Die Kontrolllampe "Überlauf" (18) darf jetzt nicht mehr aufleuchten.

5. Meßbeispiele

5.1. Gleichspannungsmessung

Vor dem Beginn einer Messung müssen die unter Pkt. 5.5.1. angegebenen Maßnahmen durchgeführt werden.

Es soll eine Gleichspannung von 1,000 V gemessen werden. Mit dem Meßbereichsschalter (13) wird der 2 V Meßbereich eingestellt. Die Anzeige der zu messenden Spannung kann unter Berücksichtigung des Grundfehlers des Digital Multimeters von $\pm 0,1\%$ v. E.

0,998; 0,999; 1,000; 1,001 oder 1,002

betragen. Infolge des Zusatzfehlers der letzten Stelle von ± 1 kann die Anzeige entsprechend dem angeführten Beispiel zwischen

0,997 und 1,003

schwanken.

Bei einer Meßbereichsüberschreitung von $\pm 10\%$ wird der Anzeigenwert auf 2 200 begrenzt.

5.2. Wechselspannungsmessung

Vor Beginn einer Messung sind die unter Pkt. 5.5.2. angegebenen Maßnahmen durchzuführen. Es soll eine Wechselspannung von 1,000 V (5kHz) gemessen werden. Mit dem Meßbereichsschalter (13) wird der 2 V Meßbereich eingestellt. Die Anzeige der zu messenden Spannung kann unter Berücksichtigung des Grundfehlers des Digital Multimeters von $\pm 0,5\%$ v. E.

$0,990 \leq 1,000 \leq 1,010$

betragen. Infolge des Zusatzfehlers der letzten Stelle von ± 1 kann die Anzeige entsprechend dem angeführten Beispiel zwischen

0,989 und 1,011

schwanken.

Bei einer Meßbereichsüberschreitung von 10 % wird der Anzeigenwert auf 2 200 begrenzt.

6.3. Widerstandsmessung

Vor dem Beginn einer Messung sind die unter Pkt. 5.5.3. angegebenen Maßnahmen durchzuführen.

Der zu messende Widerstand kann direkt zwischen die Eingangsbuchsen HI (9) und R (10) angeklemt werden oder man verwendet entsprechende Meßschnüre mit Krokodilklemmen.

Es soll ein Widerstand von 10,00 KOhm gemessen werden. Mit dem Meßbereichsschalter (13) wird der 20 KOhm Meßbereich eingestellt. Der Anzeigewert des zu messenden Widerstandes kann unter Berücksichtigung des Grundfehlers des Digital Multimeters von $\pm 0,3\%$ v. E.

$$9,94 < 10,00 < 10,06$$

betragen. Infolge des Zusatzfehlers der letzten Stelle von ± 1 kann die Anzeige entsprechend dem angeführten Beispiel zwischen

$$9,93 \text{ und } 10,07$$

schwanken.

Bei einer Meßbereichsüberschreitung von 10 % oder offenen Eingangsbuchsen wird der Anzeigenwert auf 2 200 begrenzt.

6.4. Frequenzmessung

Bei verbrummtten oder amplitudenmodulierten Meßspannungen besteht die Gefahr, daß keine einwandfreie Messung erfolgt. Durch Vorschalten eines entsprechenden Filters vor den Eingang des Digital Multimeters kann diese Störung beseitigt werden. Stark gestörte Netze können bei ungenügender Entstörung des Meßobjektes Fehlmessungen verursachen, die sich durch Siebketten vor dem Netzeingang des Meßobjektes beseitigen lassen.

Werden Frequenzmessungen über ein breites Frequenzband durchgeführt, so ist unter Umständen ein Nachregeln des Triggerpegels notwendig, um den Frequenzgang des Eingangsverstärkers auszugleichen.

Außerdem ermöglicht der Triggerpegelabgleich bei Temperaturschwankungen eine Kompensation des driftenden Pegels des Gleichspannungsverstärkers.

Die folgende Tabelle gibt die der gewählten Meßzeit zugeordnete Auflösung an:

<u>Meßzeit</u>	<u>Auflösung</u>
1 s	1 Hz
100 ms	10 Hz
10 ms	100 Hz
1 ms	1 kHz

5.4.1. Messung einer hohen Frequenz

Die Reihenfolge der Einstellungen muß, wie im Abschnitt 5.5.4. dargelegt wurde, vorgenommen werden. Ist der Triggerpegel so eingestellt, daß beide Lumineszenzdiode gleichmäßig leuchten, erscheint im Anzeigenfeld (20) des Digital Multimeters das Ergebnis der gemessenen Frequenz direkt in "kHz" mit entsprechendem Dezimalpunkt. Bei einer Meßzeit von 1 s liest man z. B. ein Ergebnis von 0,002 kHz ab, wobei die Kontrolllampe "Überlauf" (18) aufleuchtet. Das Aufleuchten der Kontrolllampe "Überlauf" zeigt an, daß die Zählkapazität des Zählers überschritten wurde und noch weitere Ziffern vorhanden sind, die jedoch nicht angezeigt werden. Zur Ermittlung dieser Ziffern wird die Meßzeit mit dem Meßzeitschalter (12) solange verkürzt, bis die Kontrolllampe "Überlauf" (18) nicht mehr leuchtet. Bei dem gewählten Beispiel geschieht das bei einer Meßzeit von 1 ms. Die Anzeige lautet jetzt 1000 kHz. Damit ergibt sich eine gemessene Frequenz aus den einzelnen Messungen von 1000,002 kHz.

5.4.2. Messung einer niedrigen Frequenz

Mit dem Meßzeitschalter (12) wird eine Meßzeit von 1 s eingestellt. Man erhält so die größte Auflösung. Im Anzeigenfeld (20) liest man z. B. ein Ergebnis von 0,035 kHz ab, wobei die Kontrolllampe "Überlauf" (18) nicht aufleuchtet. Die unbekannt Frequenz lautet 0,035 kHz oder 35 Hz.

7. Meßfehler

7.1. Fehlerkurven bei DC, AC- und R-Messung

Zur übersichtlichen Darstellung der maximal auftretenden Meßfehler bei Gleichspannungs-, Wechselspannungs- und Widerstandsmessungen über den gesamten Meßbereich dienen die folgenden Fehlerkurven.

7.2. Meßfehler durch Temperatur

7.2.1. DC-Messung

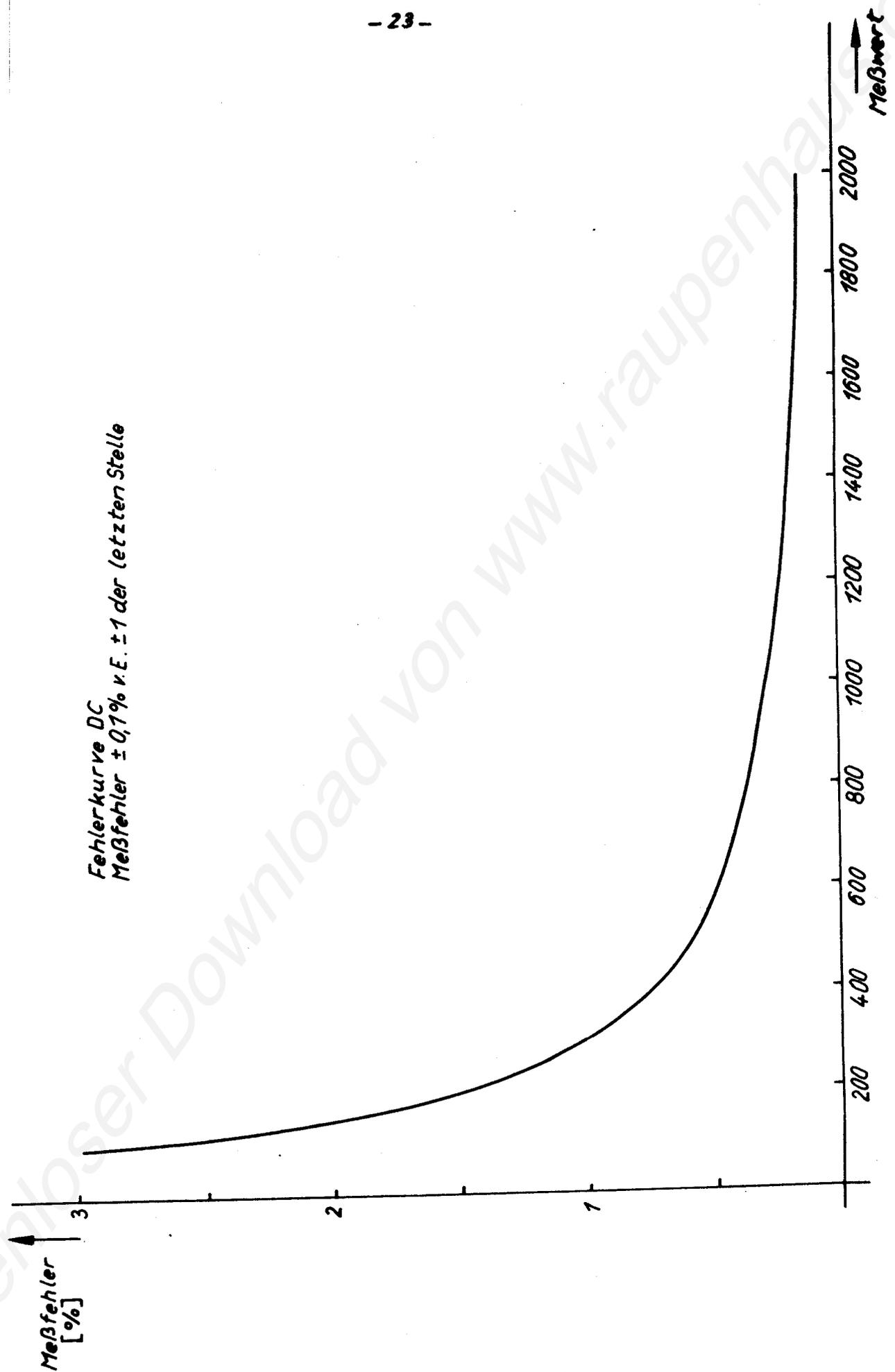
Das Digital Multimeter hat im Grundmeßbereich einen $TK \leq \pm 0,01 \% \text{ v. E. /grd.}$ Dieser Temperaturkoeffizient setzt sich aus der Drift des Nullpunktes und dem Temperaturkoeffizienten des Spannungs-Frequenz-Wandlers zusammen. Werden bei sich ändernden Umgebungstemperaturen Messungen durchgeführt, so ist es notwendig, in bestimmten Zeitabständen den Nullpunkt und die Eichspannungen nachzueichen, um Meßfehler zu vermeiden. In den Meßbereichen 2 ... 4 ist außerdem noch der $TK \pm 0,015 \% \text{ v. M./gr.}$ des Spannungsteilers als Meßfehler zu berücksichtigen.

7.2.2. AC- und R-Messung

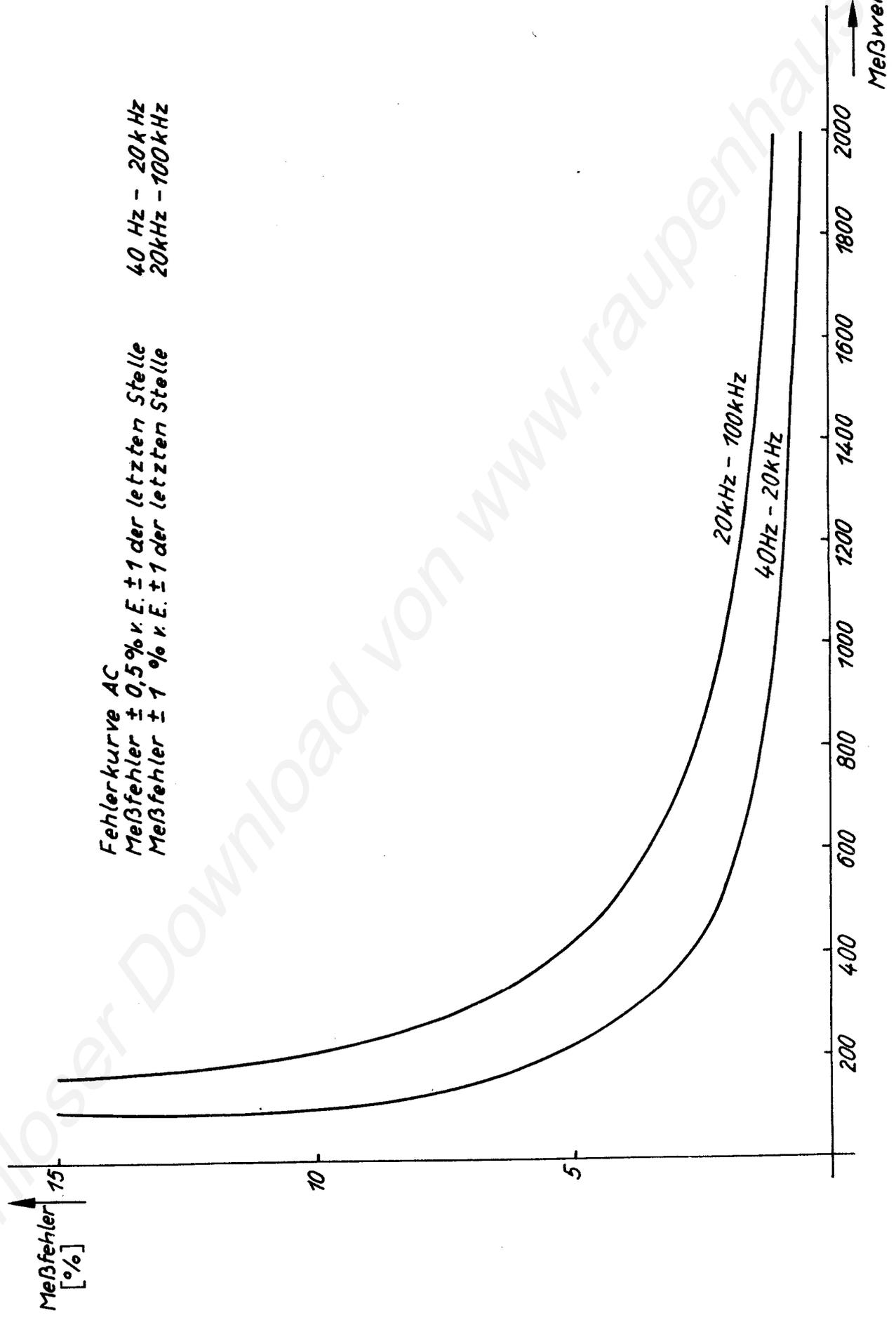
Siehe technische Kennwerte

7.3. Meßfehler durch den Klirrfaktor bei AC-Messung

Bei der AC-Messung ist die Ausgangsspannung des Umsetzers U_1 proportional dem Mittelwert der positiven Halbwelle der Eingangswchselspannung. Der Umsetzer U_1 wird aber so geeicht, daß die Ausgangsspannung dem Effektivwert der Eingangswchselspannung entspricht. Abweichungen von der reinen Sinusform können deshalb mehr oder weniger große Meßfehler hervorrufen.

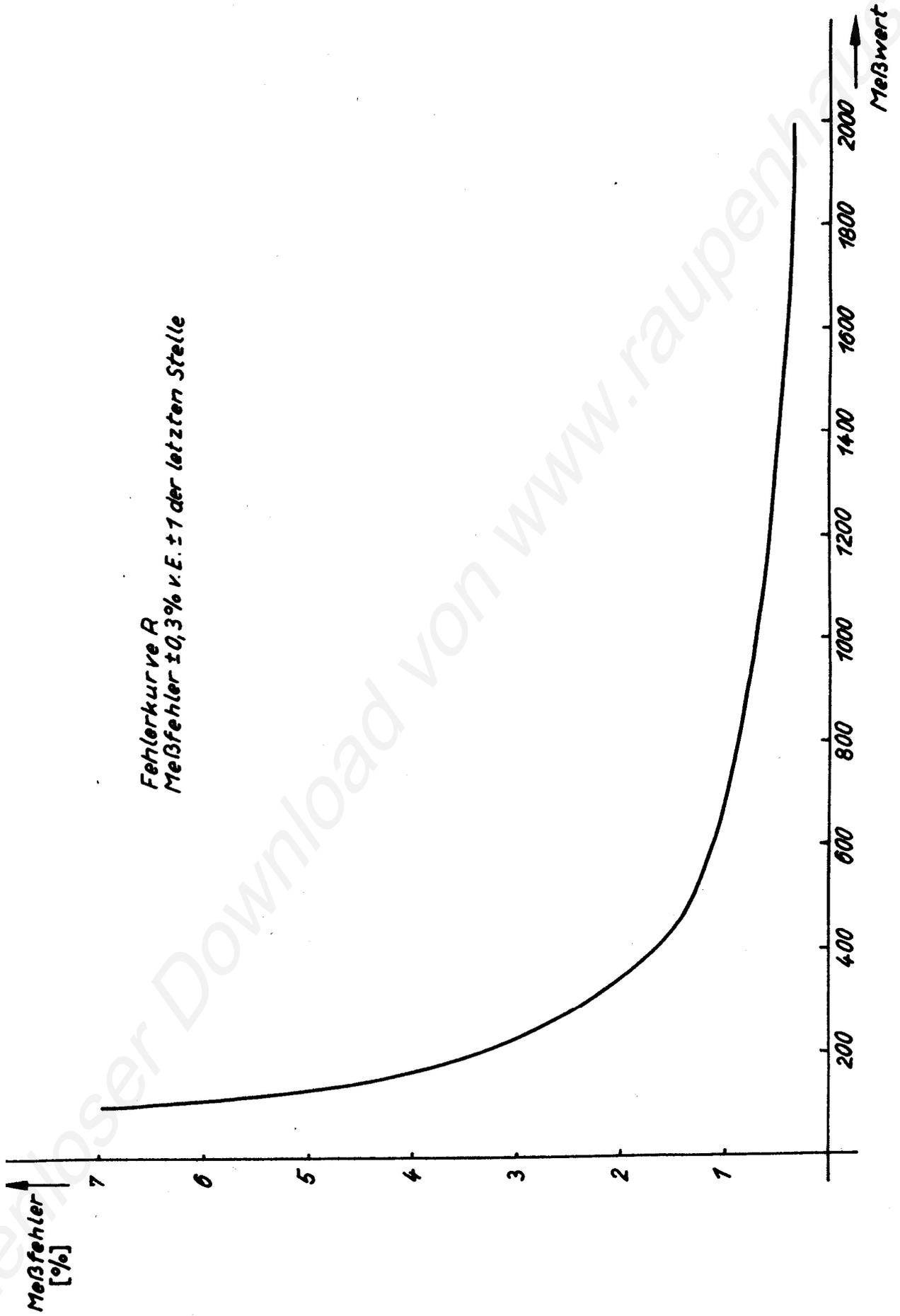


Kostenlos heruntergeladen von www.raupenhain.de



Fehlerkurve AC
Meßfehler $\pm 0,5\%$ v. E. ± 1 der letzten Stelle
Meßfehler $\pm 1\%$ v. E. ± 1 der letzten Stelle

40 Hz - 20 kHz
20 kHz - 100 kHz



7.4. Meßfehler bei der Frequenzmessung

Frequenzmesser, die nach dem Zählerprinzip arbeiten, weisen einen prinzipiellen Fehler von ± 1 Impuls auf. Durch die zeitliche Lage der Toröffnungszeit zum Eingangssignal kann bei konstanter Toröffnungszeit und konstanter Frequenz des Eingangssignals ein Impuls mehr oder weniger gezählt werden. Dieser Fehler ist unabhängig von der Anzahl der eingezählten Impulse.

7.4.1. Meßfehler durch die Zeitbasis

Zusätzlich zum Anzeigefehler von ± 1 muß der Fehler der Zeitbasis berücksichtigt werden. Da die Meßzeit vom internen Quarzgenerator abgeleitet wird, muß dessen Temperaturkoeffizient und Alterungsrate berücksichtigt werden (siehe technische Kennwerte).

8. Beschreibung der Schaltung

8.1. Grundgerät

8.1.1. Wiederholautomatik WA 1

Es sei angenommen, daß die Tore 1 und 2 geschlossen sind. Das bedeutet, daß der Gatterausgang IC 3/4 des Flipflop FF 1 auf Potential Tief liegt. Die vorangegangene HT-Flanke läßt das Monoflop mit den Gattern IC 2/3 und IC 2/4 in den quasistabilen Zustand kippen. Nach einer Haltezeit $t_0 \approx W_{T_1} \cdot C_{T_1}$ kippt das Monoflop in seine Ausgangslage zurück. Der entstehende negative Impuls wird in der nachfolgenden Impulsverkürzungsschaltung verkürzt und über den Transistor T_1 angekoppelt. Dieser kurze negative Impuls dient der Nullstellung der Zähler 1 und 2. Der negative Impuls des Monoflops wird gleichzeitig im Gatter IC 1/3 in seiner Phase gedreht. Die Rückflanke dieses Impulses wirkt als Startvorbereitungsimpuls und läßt das Flipflop FF 2 kippen. Der nächste als Synchronisierimpuls wirkende Impuls des Quarzgenerators läßt das Flipflop FF 2 in seine Ausgangslage kippen. Der Ausgangsimpuls des Flipflop FF 2 kippt nun seinerseits das Flipflop FF 1 und öffnet beide Tore, wobei gleichzeitig die an 3 angeschlossene Kontrolllampe "Toranzeige" aufleuchtet. Ein an 8 ankommender Stopimpuls kippt das Flipflop FF 1 in seine Ausgangslage zurück. Es werden beide Tore geschlossen und die Kontrolllampe "Toranzeige" erlischt. Die am Gatterausgang IC 3/4 entstehende HT-Flanke leitet einen neuen Meßzyklus ein.

8.1.2. Quarzgenerator QT 1

Bei der Verwendung digitaler Schaltkreise als Verstärker muß gewährleistet sein, daß der statische Arbeitspunkt stets im linearen Teil der Übertragungskennlinie gehalten wird. Das wird erreicht durch die

Widerstände W 1 und W 2, die zwischen Eingang und Ausgang der invertierenden Gatter IC 1/1 und IC 1/3 geschaltet werden. Diese Gleichstromgegenkopplung stabilisiert den Arbeitspunkt.

Damit der Oszillator einwandfrei arbeitet, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein: $k \cdot v \geq 1$, d. h. die Schleifenverstärkung muß größer als 1 sein, und die Phasendrehung 360° betragen. Um die geforderte Phasendrehung von 360° zu erreichen, müssen zwei Verstärkerstufen hintereinander geschaltet werden. Der in der Schaltung verwendete Quarz von 1 MHz wird in Serienresonanz betrieben. Der Kondensator C₄ unterdrückt einen Teil der Oberwellen und verhindert, daß der Quarz zusätzlich auf einer Oberwelle erregt wird. Die Oszillatorfrequenz von 1 MHz wird über ein weiteres Gatter IC 1/2 ausgekoppelt, so daß ein einwandfreies Signal entsteht.

8.1.3. Zähler 2 mit Meßzeitschalter

Der Zähler 2 mit dem Meßzeitschalter (12) bildet zusammen mit dem Quarzgenerator und der Wiederholautomatik die Zeitbasis. Er setzt sich aus 6 Zähldekaden zusammen, wobei die erste Zähldekade eine maximale Zählfrequenz von 1 MHz haben muß. Die erste Zähldekade, die aus zwei Schaltkreisen D 100 C aufgebaut wurde, befindet sich auf der Leiterplatte QT 1. Daran schließen sich 5 Zähldekaden (Zählbaustein Z 1 - WF) mit einer maximalen Zählfrequenz von 150 kHz an.

Um die Leistungsaufnahme dieser Zählbausteine zu reduzieren und die Pegelverhältnisse den TTL-Schaltkreisen anzupassen, wurde die Betriebsspannung von + 12 V auf + 5 V herabgesetzt. Weiterhin wurde der Anschluß 8 auf Masse gelegt.

Der Meßzeitschalter (12) verbindet je nach Schalterstellung die Ausgänge der Zählbausteine 3 bis 6 mit dem Anschluß 8 der Wiederholautomatik. Entsprechend der Schalterstellung des Meßzeitschalters werden die Meßzeiten von 1 ms bis 1 s realisiert.

B.1.4. Zähler mit Anzeige

In den Zähler 1 wird die unbekannt Frequenz f_x eingezählt, die über das Tor 1 zum Anschluß 4 der ersten Zähldekade des Zählers gelangt. Der Zähler 1 besteht aus einer schnellen Zähldekade Z 2 drei Zähldekaden Z 1. Die Zählerdekaden des Zählers 1 steuern mit den vier binär-tetradisch verschlüsselten Spannungswerten jeder Stelle und den negierten Werten jeder Stelle die vier Anzeigebausteine A 1 H an. Die Anzeige besteht aus vier Anzeigebausteinen A 1 H. Auf dem Anzeigebaustein A 1 H ist der zur Ansteuerung der Ziffernanzeigeröhren notwendige Anzeigeverstärker und eine kombinierte Dioden-Widerstandsmatrix zur Umsetzung des BCD-Signals in das erforderliche dekadische Signal angeordnet.

B.1.5. Anzeigeschaltung AS 1

Die Anzeigeschaltung AS 1 umfaßt folgende Funktionen:

1. Überlaufanzeige
2. Toranzeige
3. Polaritätsanzeige

Überlaufanzeige

Die Überlaufanzeige signalisiert die Überschreitung der Zählkapazität des Zählers 1. Sie besteht aus einem Überlaufflipflop mit den Gattern IC 1/1 und IC 1/2 und der Lumineszenzdiode LD 2 für die Anzeige des Überlaufs.

Bei Überschreitung der Zählkapazität des Zählers 1 entsteht ein Überlaufimpuls, der über den Anschluß 1 des Flipflop kippen läßt. Der Gatterausgang IC 1/2 geht vom H-Zustand in den L-Zustand über, so daß die Lumineszenzdiode LD 2 aufleuchtet. Der nächste Nullstellungsimpuls, der über den Anschluß 9 gelangt, kippt das Flipflop in seine Ausgangslage zurück, so daß die Lumineszenzdiode LD 2 wieder erlischt.

Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Meßzyklus, wenn die Kapazität des Zählers 1 überschritten wird.

Toranzeige

Die Lumineszenzdiode LD 1 für die Toranzeige signalisiert das Öffnen und Schließen der Tore 1 und 2. Die Wirkungsweise der Toranzeige wurde bei der Beschreibung der Wiederholautomatik WA 1 unter Pkt. 8.1.1. behandelt.

Polaritätsanzeige

Zur Polaritätsanzeige stehen beim Spannungs-Frequenz-Wandler SFU 1 die Ausgänge 1 und 4 zur Verfügung. Bei positiver Meßspannung können am Ausgang 4 positive Impulse entnommen werden, während bei negativer Meßspannung am Ausgang 1 positive Impulse entnommen werden können. Die vom jeweils arbeitenden Kanal des Spannungs-Frequenz-Wandlers abgeleiteten Impulse gelangen über die Anschlüsse 13 und 14 auf die Eingänge des auf den Gattern IC 1/3 und IC 1/4 bestehenden Flipflops. Je nach Stellung des Flipflop werden die Transistoren T_1 und T_2 durchgesteuert, so daß entsprechend der Polarität das Zeichen "+" oder ".." der Zeichanzeige-
röhre R₀ aufleuchtet.

8.1.6. Stromversorgung

Die Stromversorgung setzt sich aus folgenden Baugruppen zusammen:

LP 1	Netzteil N 1-1
LP 2	Netzteil N 2
LP 3	Netzteil N 2
LP 4	Netzteil NT 3-1
LP 5	Netzteil NT 3-2

Der Netzteil N 1-1 liefert die Anodenspannung von + 240 V für die Anzeigeröhren sowie die durch drei Z-Dioden grob stabilisierte Katodenvorspannung von + 66 V. Außerdem wird mit Hilfe eines Regelverstärkers eine stabilisierte Spannung von - 5 V erzeugt.

Die beiden hochstabilen Netzteile N 2, die als Regelverstärker integrierte Schaltkreise vom Typ MAA 723 verwenden, liefern die Betriebsspannungen von + 12 V und - 12 V für die im Analogteil verwendeten Operationsverstärker. Die Netzteile N 2 sind Überlastungsgeschützt.

Der Netzteil NT 3-1 enthält den Regelverstärker, der eine stabilisierte Spannung von + 5 V erzeugt.

Auf dem Netzteil NT 3-2 befindet sich der zugehörige Längstransistor. Dieser Netzteil liefert die Betriebsspannung für den Digitalteil. Er wird durch die Sicherung Si 3 abgesichert und ist vor auftretenden Überspannungen geschützt.

8.2. Baugruppen für die einzelnen Meßgrößen

8.2.1. Spannungsteiler ST 1

Der Spannungsteiler ST 1 wird sowohl bei der DC-Messung als auch bei der AC-Messung eingesetzt. Er besteht aus den Widerständen $W_1 - W_{12}$ und den Kondensatoren $C_1 - C_6$.

Bei der DC-Messung wird die Eingangsspannung an den Anschluß 1 gelegt. Die entsprechenden Teilerabgriffe führen zu den Anschlüssen 3, 11 und 13.

Bei der AC-Messung gelangt die Eingangsspannung über einen Trennkondensator zum Anschluß 3 des Spannungsteilers. Der Anschluß 11 wird auf Masse gelegt. Die entsprechenden Teilerabgriffe führen zu den Anschlüssen 11, 13 und 14. Um den Spannungsteiler frequenzmäßig zu kompensieren, werden die Anschlüsse 6, 7 und 9 über den Meßbereichsschalter mit den Teilerabgriffen 11, 13 und 14 verbunden.

8.2.2. Verstärker V 11

Der Verstärker V 11 arbeitet als nichtinvertierender Verstärker mit einer Verstärkung von 11 (Spannungsfolger). Um einen Eingangswiderstand von 11 GOhm zu erreichen, wurde vor den Operationsverstärker IC 1 eine Differenzverstärkerstufe mit Konstantstromquelle geschaltet. Der Transistor T_1 wird im Bereich des Drainstromes betrieben in dem der TK-Nullpunkt liegt. Dadurch erreicht man eine geringe Nullpunktdrift. Der Nullpunktgroßabgleich erfolgt bei kurzgeschlossenem Eingang mit den Widerständen W_{12} bzw. W_{15} . Die in Sperrrichtung vorgespannten Dioden D_1 und D_2 schützen zusammen mit dem Widerstand W_2 den Verstärker vor zu hohen Eingangsspannungen. Die Dioden D_4 und D_5 begrenzen ausgangsseitig zu hohe Spannungen und schützen den nachfolgenden Spannungs-Frequenz-Umsetzer. In den Betriebsarten "DC" und "AC" arbeitet der Verstärker in der beschriebenen Weise, wobei die Anschlüsse 5 und 8 miteinander verbunden sind. In der Betriebsart "R-Messung" wird der Anschluß 9 auf Masse gelegt. Der unbekannte Widerstand R_x wird zwischen die Anschlüsse 5 und 8 gelegt. Der Verstärker arbeitet in diesem Fall als invertierender Verstärker.

3.2.3. Spannungs-Frequenz-Umsetzer SFU 1

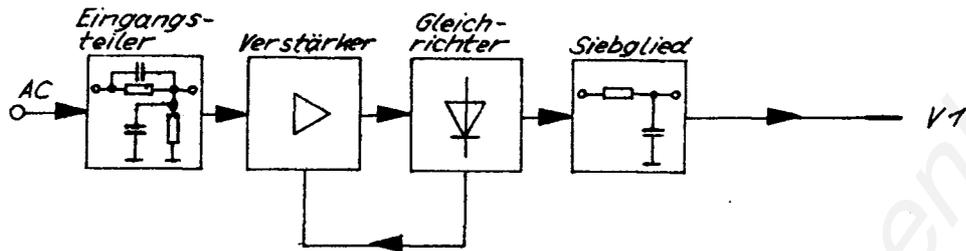
Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer ermöglicht die Umwandlung einer Gleichspannung beliebiger Polarität in eine ihr proportionale Impulsfolge. Im Umkehrintegrator IC 1 wird die angelegte Meßspannung um in eine linear ansteigende bzw. fallende Spannung (je nach Polarität der Meßspannung) umgeformt, wobei die Steilheit des Anstiegs von der Höhe der angelegten Spannung abhängig ist. Der nachgeschaltete Komparator schaltet sprunghaft, wenn der eingestellte Schwellwert erreicht wird. Je nach Polarität der Ausgangsspannung des Integrators schaltet der Komparator 1 (IC 2) oder der Komparator 2 (IC 3).

Das Schalten wird durch entsprechende Wahl der Vorspannungen an den nichtinvertierenden Eingängen der Komparatoren erreicht. Der Komparator 1 (IC 2) ist positiv vorgespannt, das bedeutet, er schaltet bei positivem Anstieg (negative Meßspannung); Komparator 2 (IC 3) ist negativ vorgespannt, das bedeutet, er schaltet bei negativem Anstieg (positive Meßspannung).

Der in jedem Fall entstehende Spannungssprung schaltet eine Transistorkombination, d. h. es werden zwei Transistoren gleichzeitig angesteuert. Die Transistoren T_1 und T_4 haben die Funktion von Phasenumkehrstufen zu erfüllen. Über eine außerhalb der Leiterplatte angeordnete Widerstandskombination W_{501} , W_{101} und W_{401} (W_{701} , W_{301} , W_{501} positiver Kanal) wird der Spannungssprung über eine Rückführschaltung $W_{23} - W_{26}$, C_{10} , D_1 (positiver Kanal $W_{19} - W_{22}$, C_{11} , D_2) auf den Eingang des Integrators geführt und stellt diesen auf Null. Damit schaltet auch der Komparator 1 (IC 2) zurück und der beschriebene Vorgang beginnt von Neuem.

Der zweite angesteuerte Transistor T_2 (T_3 für den positiven Kanal) dient lediglich zur Auskopplung der Impulse, die dann am Ausgang des SFU 1 zum Zähler bereitstehen.

8.2.4. AC/DC-Umsetzer U 11



Die Eingangswechselspannung gelangt über den Anschluß 11 auf den nichtinvertierenden Eingang des Verstärkers IC 11. Da die Gleichrichterdiode D_3 und D_4 im Gegenkopplungszweig des Verstärkers liegen, wird die Gleichrichtercharakteristik linearisiert. Die Ausgangsgleichspannung gelangt über ein Siebglied zum Verstärker V 11. Mit dem Widerstand W_{13} wird die Verstärkung so eingeregelt, daß die Ausgangsgleichspannung dem Effektivwert der Eingangswechselspannung entspricht.

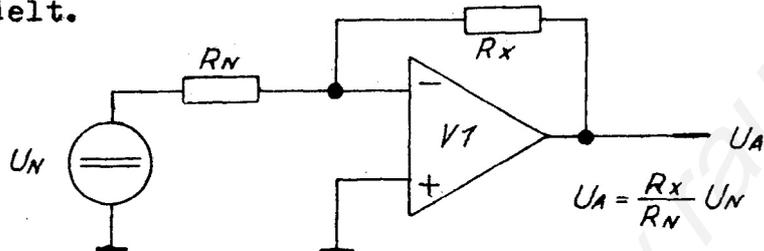
Die in Sperrichtung vorgespannten Dioden D_1 und D_2 dienen dem Schutz vor zu großen Eingangsspannungen.

8.2.5. Spannungsnormale SN R/DC

Für die Eichung des Spannungs-Frequenz-Wandlers wird eine hochkonstante Vergleichsspannung von $\pm 2,000$ V benötigt. Diese Vergleichsspannung wird mit Hilfe des Referenzelementes D_3 , das von einem konstanten Strom von 5 mA gespeist wird, gewonnen. Diesen konstanten Strom liefert ein Konstantstromzweipol, der mit den Transistoren T_2 , T_3 und den Z-Dioden D_2 und D_4 gebildet wird.

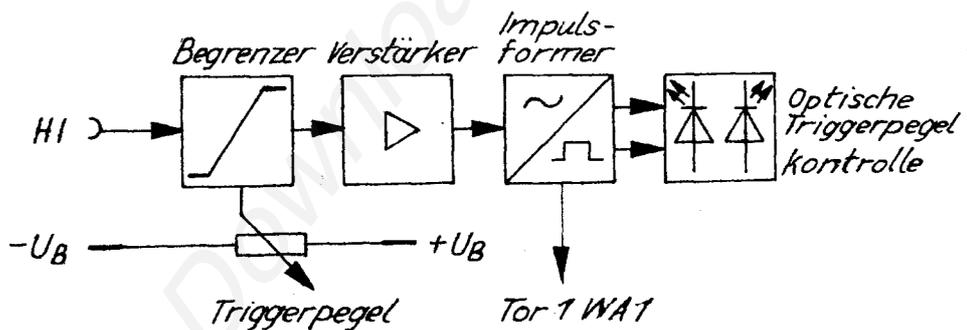
Die über dem Referenzelement D_3 abfallende Spannung von 8,4 V wird mit dem Spannungsteiler W_{18} , W_{19} und W_{20} auf eine Spannung von 2,000 V heruntergeteilt.

Die prinzipielle Wirkungsweise der Widerstandsmessung wurde in den Abschnitten 4.5 und 8.2.2. behandelt.



Die Ausgangsspannung U_A des Verstärkers V_1 ist proportional dem Widerstand R_x , wenn R_N und U_N konstant sind. Die konstante Spannung U_N von + 2,000 V wird durch die Regelschaltung bestehend aus IC 11 und T_{11} gewonnen. Die Widerstände W_7 bis W_{12} sind die Normalwiderstände für die Widerstandsmessung.

8.2.6. Verstärker-Impulsformer VI 1:



Vom Anschluß 11 gelangen Eingangssignale beliebiger Kurvenform zur Basis des Transistor T_1 . Mit dem Regler W_{901} für den Triggerpegel wird der Arbeitspunkt des Begrenzers mit den Dioden D_{11} und D_{12} und dem Transistor T_{11} eingestellt.

Da die Stufen bis zum Impulsformer gleichstrommäßig gekoppelt sind, wird auch der Triggerpegel des Impulsformers festgelegt. Der Transistor T_1 arbeitet in Kollektorschaltung und wirkt somit als Impedanzwandler. Dadurch wird die notwendige Hochohmigkeit der Schaltung erreicht. Der Verstärker mit dem Transistor T_2 sorgt für die ausreichende Verstärkung. Die verstärkte Wechsellspannung gelangt vom Kollektor des Transistor T_2 zum Impulsformer, der als Stromtrigger arbeitet. Das Eingangssignal wird mit dem Widerstand W_7 in einen proportionalen Strom umgewandelt.

Solange die Spannung am Eingang kleiner als etwa 0,6 V ist, ist T_3 gesperrt, so daß am Eingang des als Inverter geschalteten Gatters IC 1/1 H-Signal anliegt. Sobald die Eingangsspannung größer als 0,6 V wird, fließt in die Basis von T_1 ein Strom und T_1 beginnt zu leiten. Unterschreitet die Eingangsspannung des Gatters IC 1/1 einen Mindestwert von etwa 1,5 V, steigt die Ausgangsspannung des Gatters an. Dieser Spannungsanstieg bewirkt, daß über den Widerstand W_9 ein zusätzlicher Basisstrom für T_1 fließt. Die positive Rückkopplung bewirkt ein schnelles Umschalten des Triggers.

Wenn die Eingangsspannung kleiner als die Einschaltspannung minus dem Spannungswert der Hysterese ist, dann schaltet der Trigger zurück. Über den Anschluß 4 gelangt das Signal zum Tor 1 der Wiederholautomatik. An das Gatter IC 1/1 schließen sich die invertierenden Gatter IC 1/2 und IC 1/3 an. Dadurch werden die Lumineszenzdiolen der optischen Triggerpegelkontrolle gegenphasig angesteuert. Der Triggerpegel ist richtig eingestellt, wenn beide Lumineszenzdiolen mit gleicher Helligkeit leuchten, also ein Tastverhältnis von etwa 1 : 1 vorliegt.

8.2.7. Bedieneinheit

Die gesamte Bedieneinheit ist eine steckbare Baugruppe. Sie besteht aus der Leiterplatte LP 20, dem Meßzeitschalter (12) und dem Meßbereichschalter (13). Weiterhin befinden sich auf der Montageplatte der Bedieneinheit die Korrekturregler "Eichen positiv" (14) - $W_{30\Omega}$ und "Eichen negativ" (16) - $W_{10\Omega}$, sowie der Nullpunktregler (15) - $W_{20\Omega}$. Außerdem ist auf der Montageplatte die Leiterplatte LP 21 angeordnet, auf der sich die Lumineszenzdioden LD 1 und LD 2 für die optische Triggerpegelkontrolle befinden. Der Triggerpegelregler $W_{90\Omega}$ ist darunter angeordnet.

Schließlich befinden sich auf der Montageplatte noch die Eingangsbuchsen HI (9), R (10) und LO (11).

9. Mechanischer Aufbau

Für das Digital Multimeter DM 2010 wird ein EGS-Plattengehäuse verwendet. Die Deckplatte und die Bodenplatte lassen sich durch Lösen von jeweils zwei Schrauben abnehmen. Gleichzeitig können die beiden Seitenwände und die Rückwand entfernt werden. Die Frontplatte läßt sich nach Entfernung der Bedienknöpfe abnehmen.

Die Abb. 3 zeigt den inneren Aufbau des Digital Multimeters.

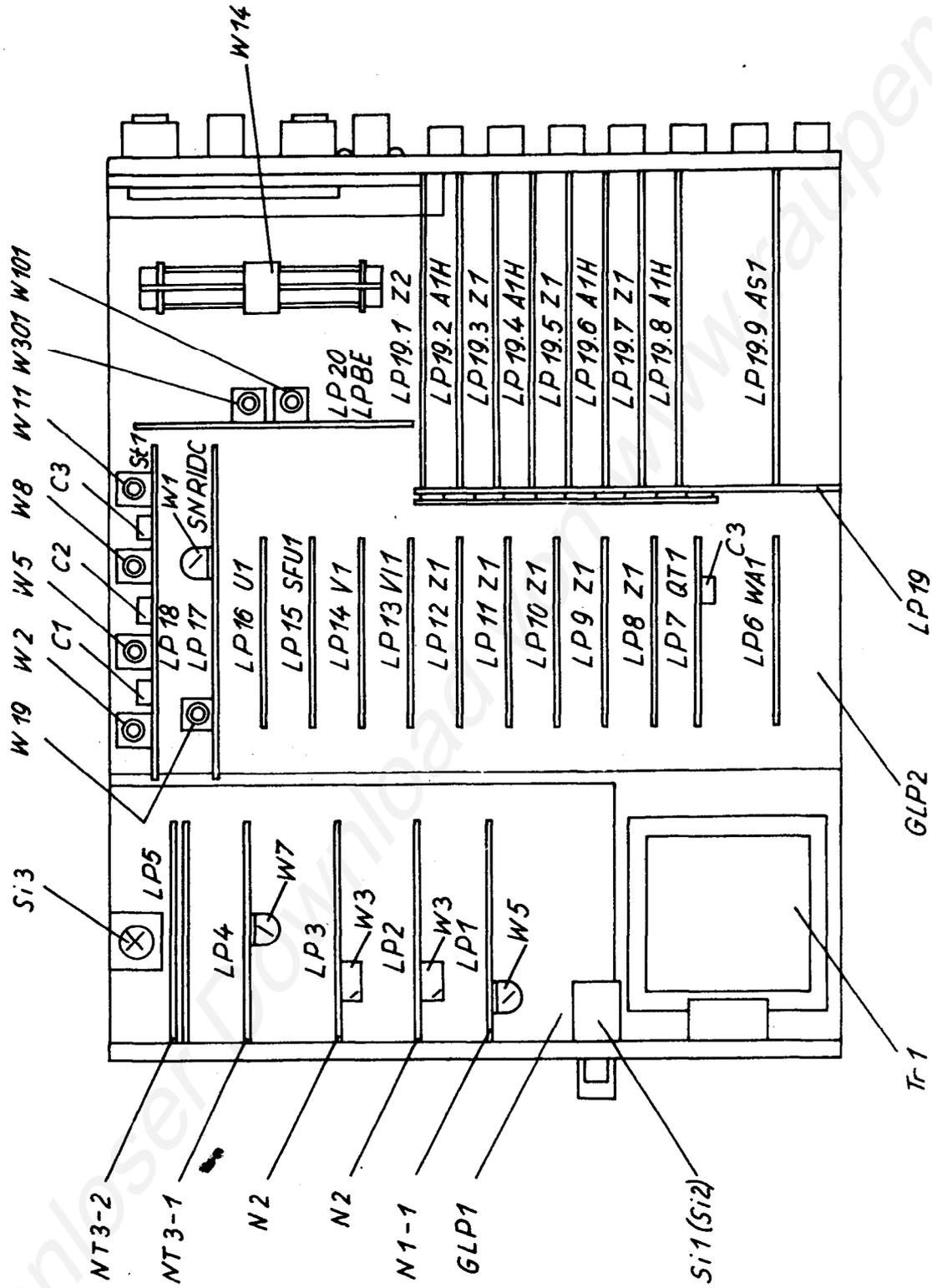


Abb. 3 Ansicht des DM2010 von oben

10. Reparaturhinweise

- 10.1. Grundsätzlich dürfen Reparaturarbeiten am Gerät nur entsprechend der ASAO 900 und der ABAO 431, sowie unter Berücksichtigung der TGL 200 - 0602 durchgeführt werden.
- 10.2. Auswechselbare Bauelemente und Leiterplatten
Es sind prinzipiell sämtliche Sicherungen und Leiterplatten auswechselbar.
- 10.2.1. Die Sicherungen Si 1 und Si2 sind von außen zugänglich, während sich die Sicherungen Si 3 auf einem Montagewinkel im Innern des Gerätes befindet.
- 10.2.2. Netzteile LP 1 ... LP 5)
- Deckplatte durch Lösen der beiden Schrauben entfernen
- Haltestrebe durch Lösen der beiden Schrauben entfernen.
- 10.2.3. Leiterplatten (LP 6 ... 18)
siehe 10.2.2.
LP 18 durch Lösen der beiden Schrauben auswechselbar.
- 10.2.4. Anzeigeeinheit (Zähler 1, Anzeige, Anzeigeschaltung AS 1)
- Deckplatte durch Lösen der beiden Schrauben entfernen
- Frontplatte nach Lösen der Bedienknöpfe abnehmen
- die beiden Schrauben lösen und Anzeigeeinheit herausziehen
- 10.3. Eventuelle Fehlerbeseitigung
- 10.3.1. Totalausfall des Gerätes
(kein Aufleuchten der Zifferanzeigeröhren)
- Sicherungen Si 1 und Si 2 zu wechseln.

Achtung! Vor Sicherungswchsel - Netzstecker ziehen
- 10.3.2. Diffuse Anzeige
- Sicherung Si 3 ist zu wechseln

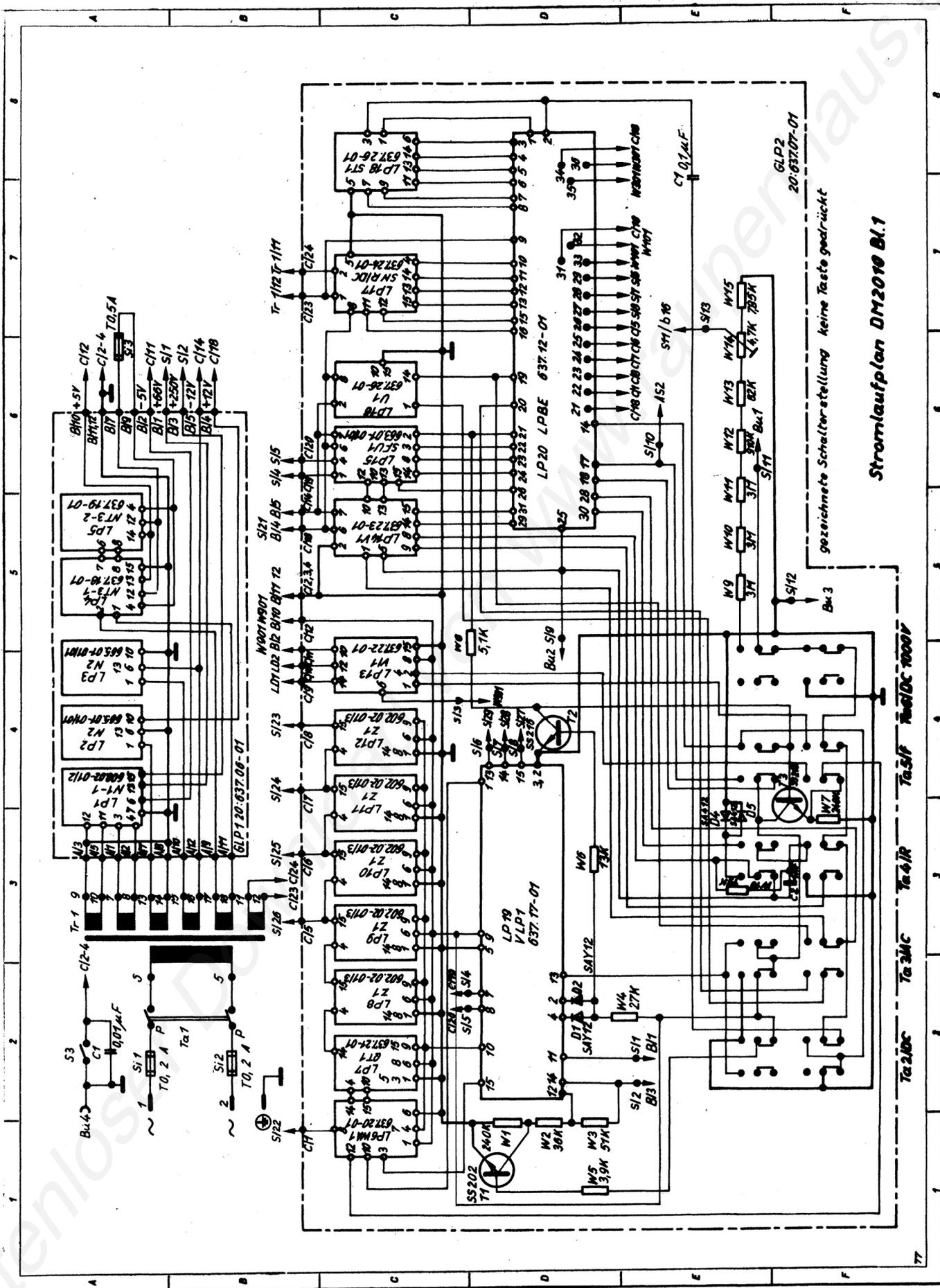
10.3.3. Nichtdarstellung von Ziffern oder Doppelleuchten von Ziffern

- Wechseln der entsprechenden Zählerdekade
(LP 119.1 ... LP 119.4)

10.3.4. Kontrollampe "Toranzeige" (17) leuchtet ständig

- Wechseln der entsprechenden Zählerdekade
(LP 8 ... LP 112)

Alle anderen Ausfälle im Gerät sind durch den Hersteller beheben zu lassen.

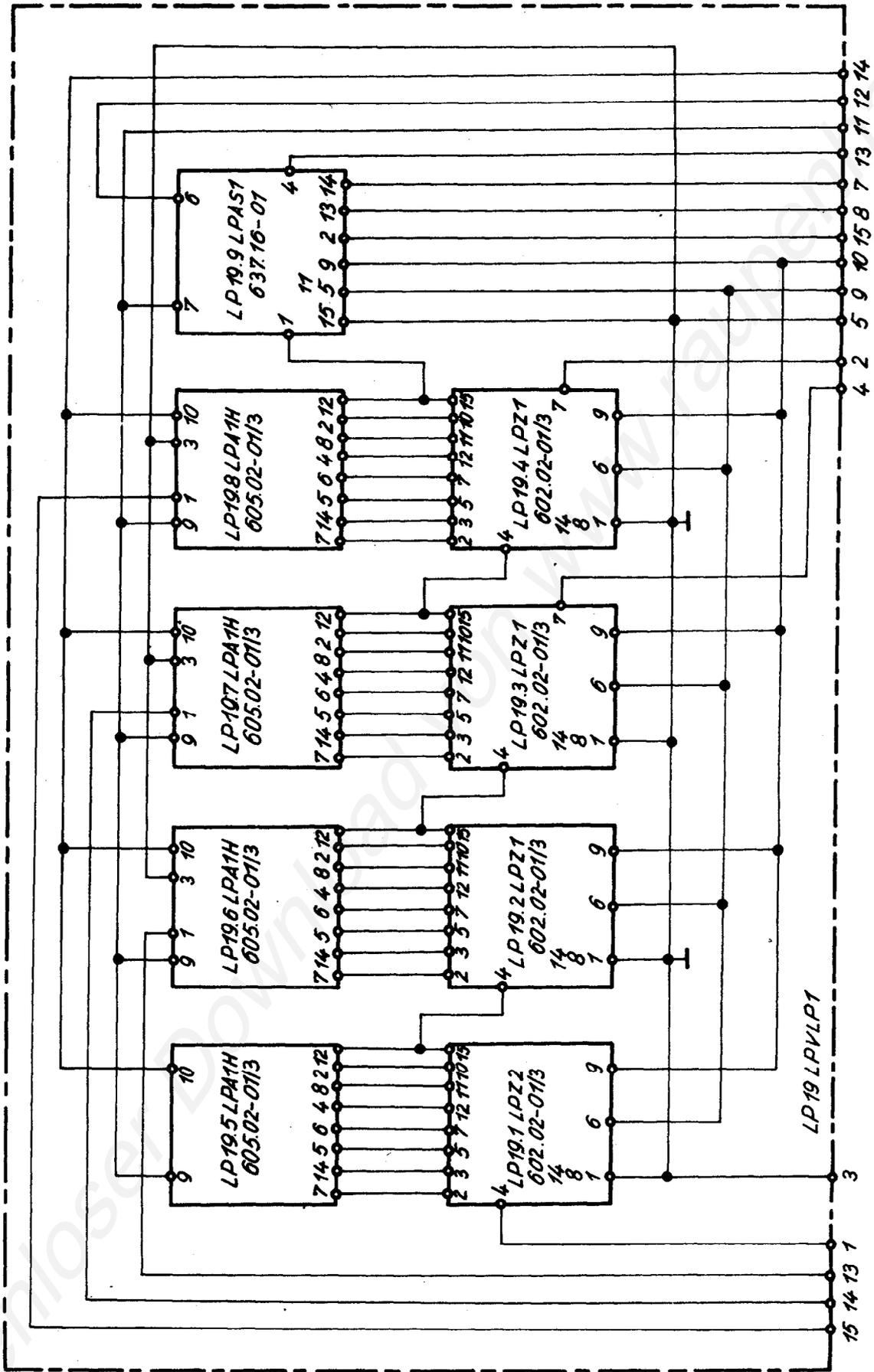


Stromlaufplan DM2010 Bl.1

gezeichnete Schalterstellung keine Tests gedrückt

Ta 2/0C Ta 3/MC Ta 4/R Ta 5/S Ta 6/DC 1000V

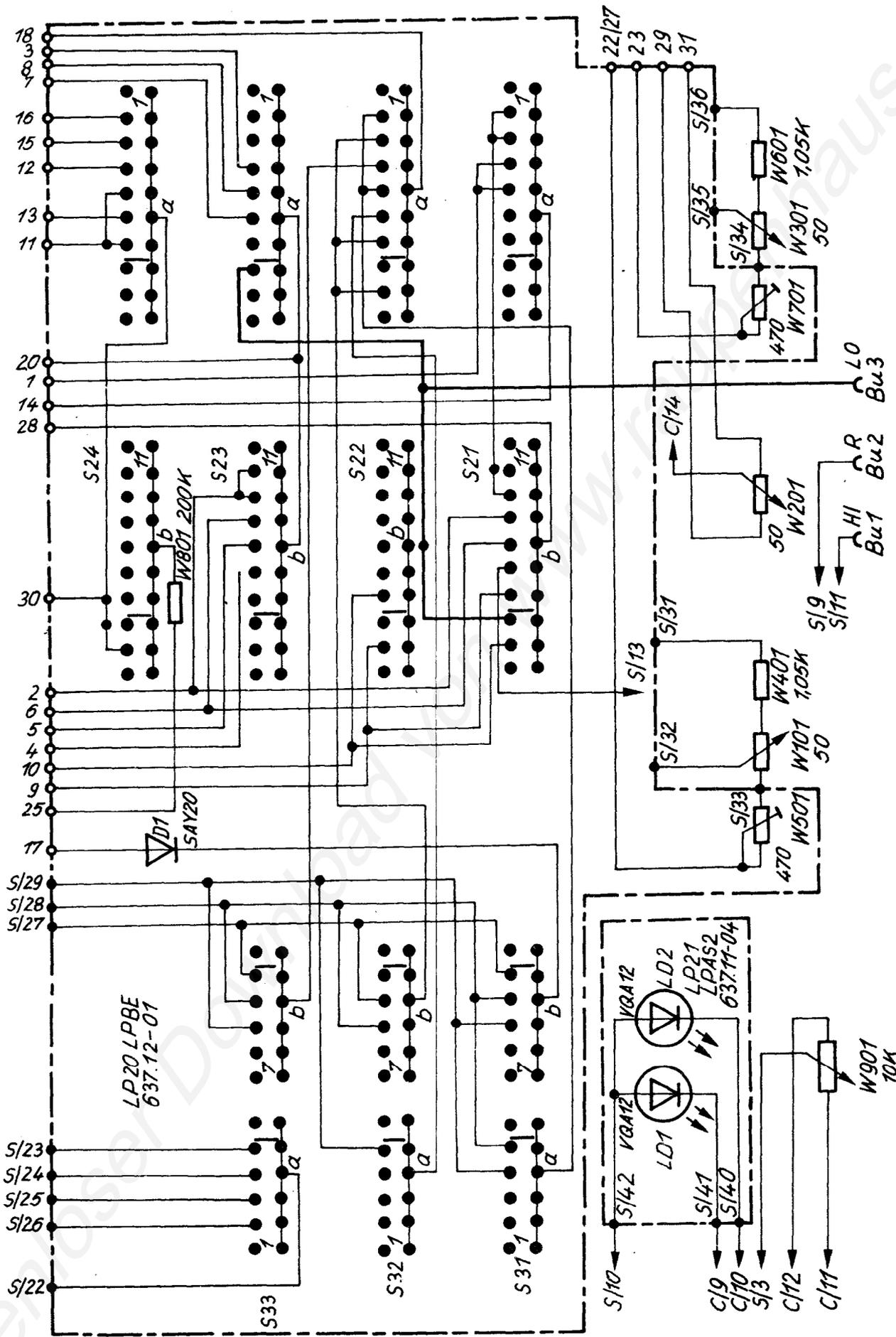
GLP2 20.037.07-01



Anzeigeeinheit (Zähler 1, Anzeige, Anzeigeschaltung)
Stromlaufplan DM 2010 Bl. 2

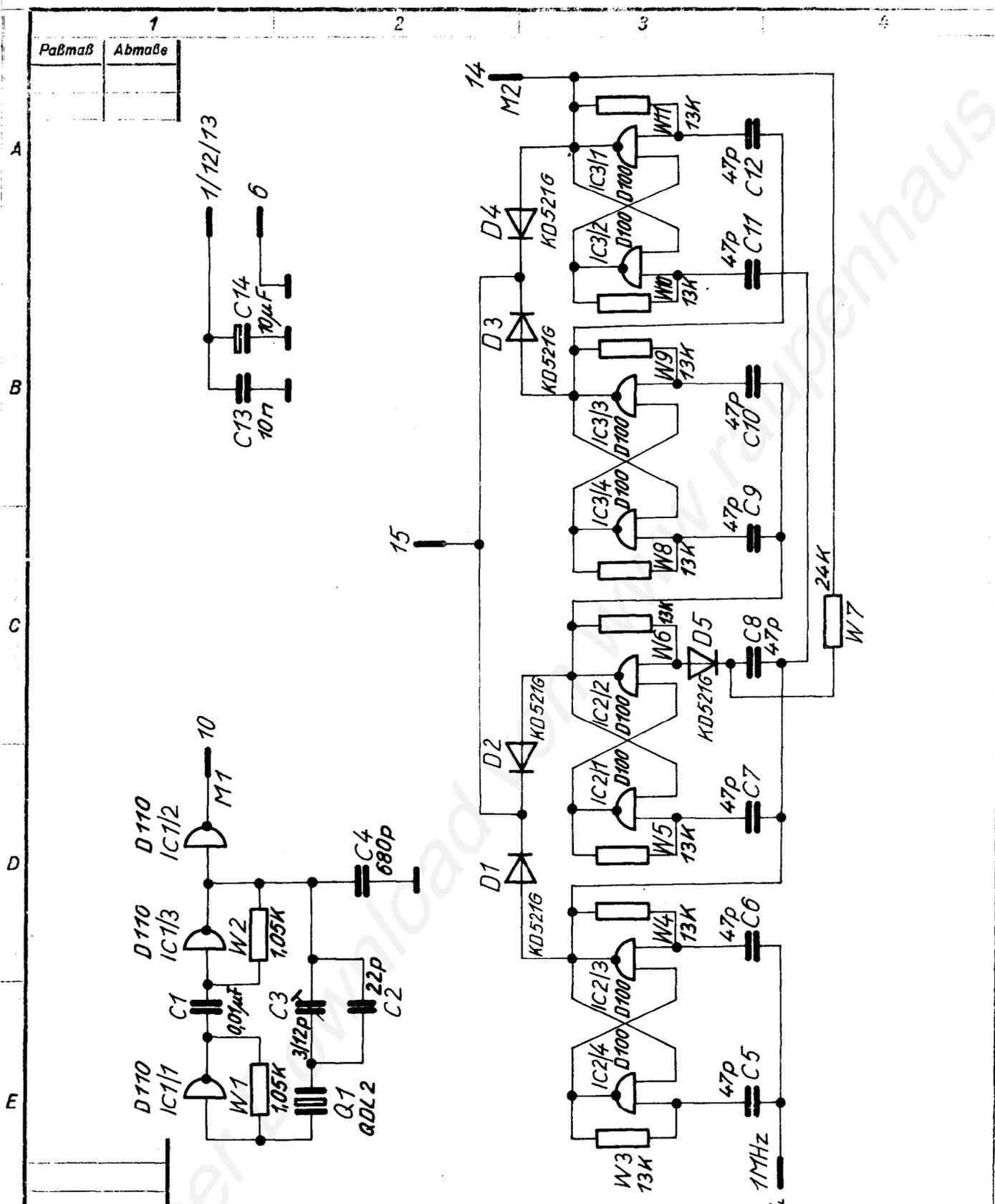
St 2

St 1



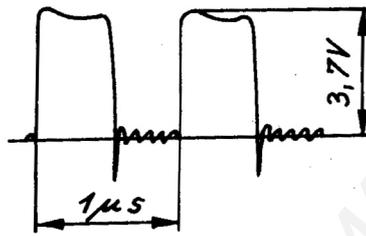
Stromlaufplan DM 2010 Bl. 3

Bedieneinheit

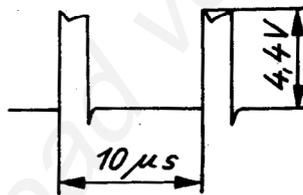


Wiederholteil in:		Abweichg. für Maße ohne Tol.-Ang.		Masse	Oberfläche:		VP Nr.
				kg	Fließzeug, Werkstoff		P Nr.
		1976	Tag	Name	Benennung		Maßstab
		Bearb.	17.5	Me	Quarzgenerator/Teiler QT1		
		Gepr.			Zeichnungs-Nr.		Statt
		Stat.			20:637.21-01(4) Sp		Insges. Bl.
Ausgabe	Änd.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Fort.gpr.	Ers. für		Ers. d.
77					VEB Werk für Fernseh-Elektronik		

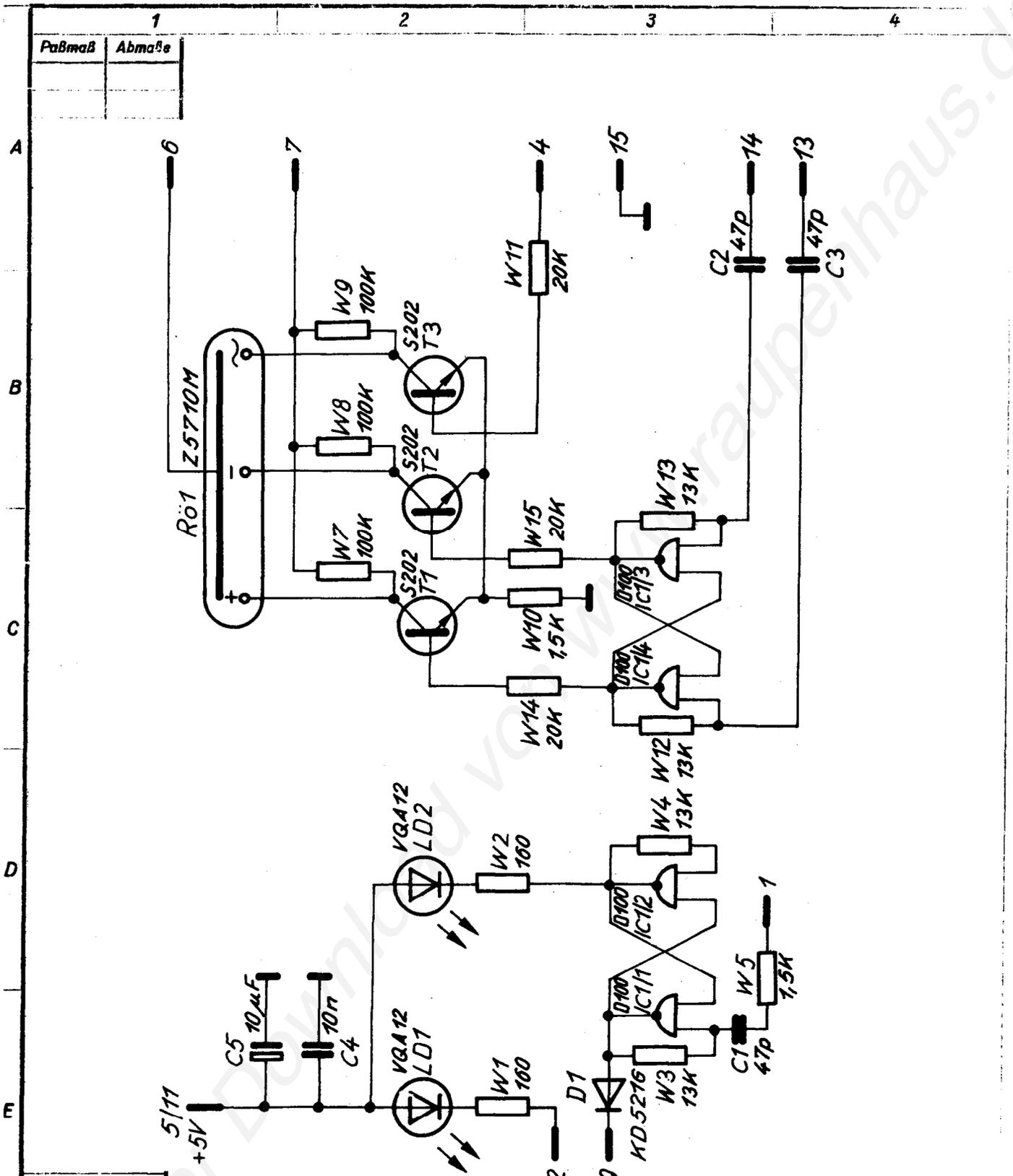
M1 QT1



M2 QT1



Meßpunkte Quarzgenerator / Teiler

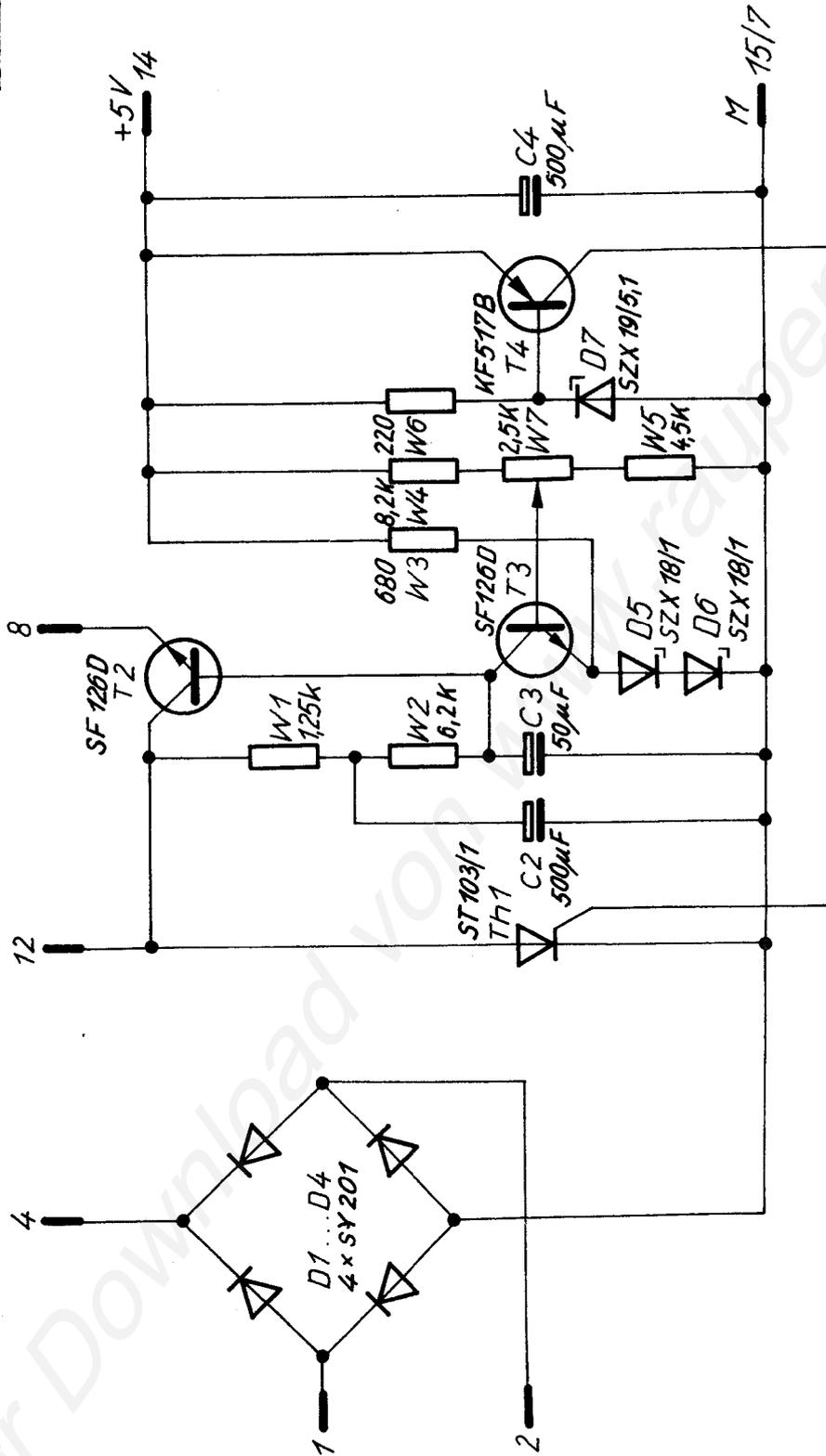


Wiederholteil In:		Abweich. für Maße ohne Tol.-Ang.		Masse	Oberfläche:		VP Nr.
				kg	Halbzeug, Werkstoff		P Nr.
		79/6	Tag	Name	Benennung		Maßstab
		Bearb.	27.5.	le	Anzeigeschaltung AS1		
		Gepr.			Zeichnungs-Nr.		Blatt
		Stat.			20:637.16-01(4) Sp		insges. Bl.
Ausgabe	Änd.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Fort.gpr.	Ers. für		Eis. d.
77							

VFR Werk für Fernhochfrequenz

Paßmaß	Abmaße

A
B
C
D
E



Wiederholteil in:

Oberfläche:

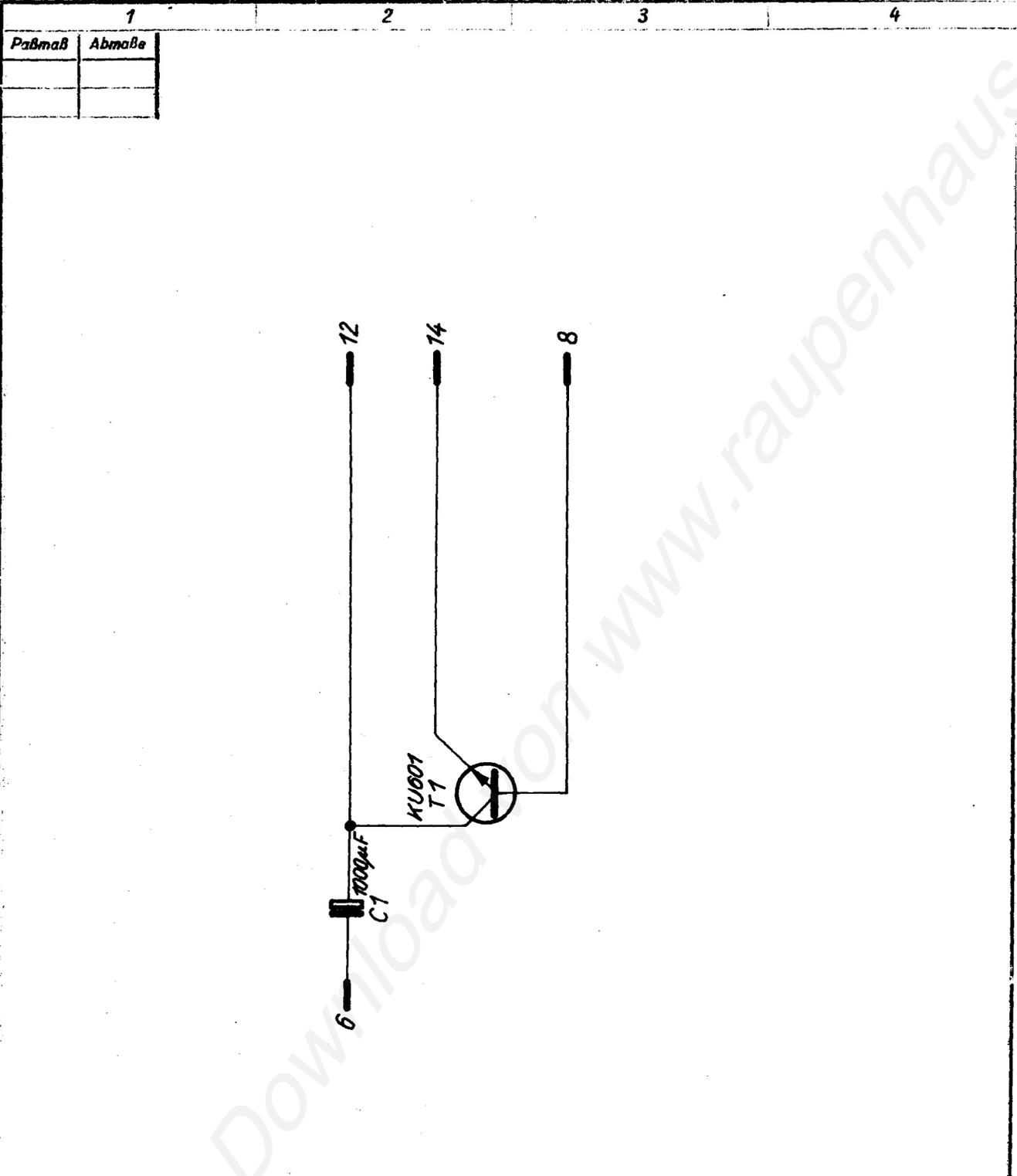
Abweichg. für Maße ohne Tol.-Ang.		Masse	Halbzeug, Werkstoff		VP Nr.
		kg			P Nr.
1976	Tag	Name	Benennung		Masse
Bearb.	24.5	He	Netzteil NT3-1		
Gepr.			Zeichnungs-Nr.		Bilanz
Stat.			20 : 637.18-01(4) Sp		Insges.
Ausgabe	Änd.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Fert.gpr.	
77					

vcö Werk für Fernseh-technik

Ers. für | E.s. d.

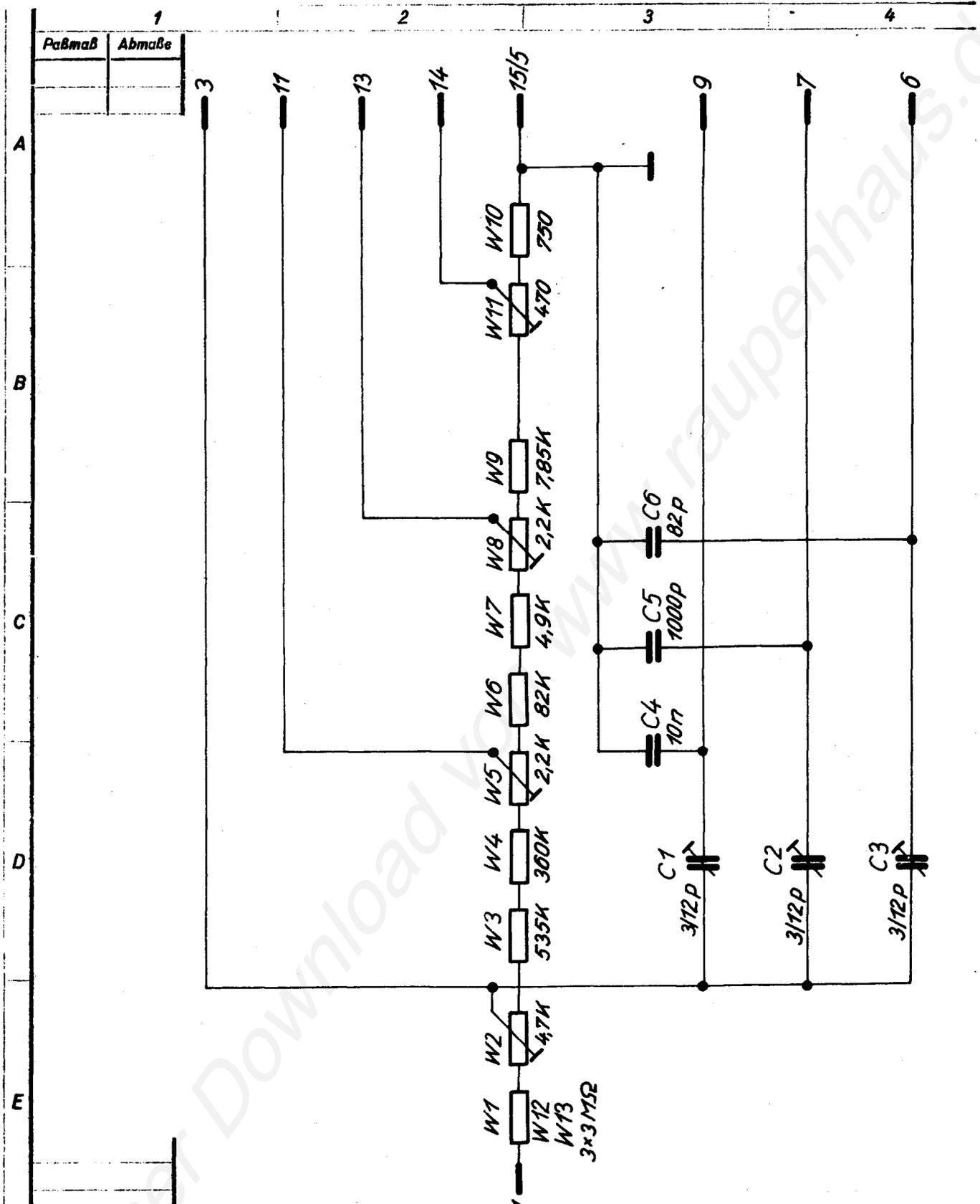
Mittelnachrichtigung oder Mitteilung an Dritte wird verfolgt.

Versteigerung an Dritte wird verfolgt.



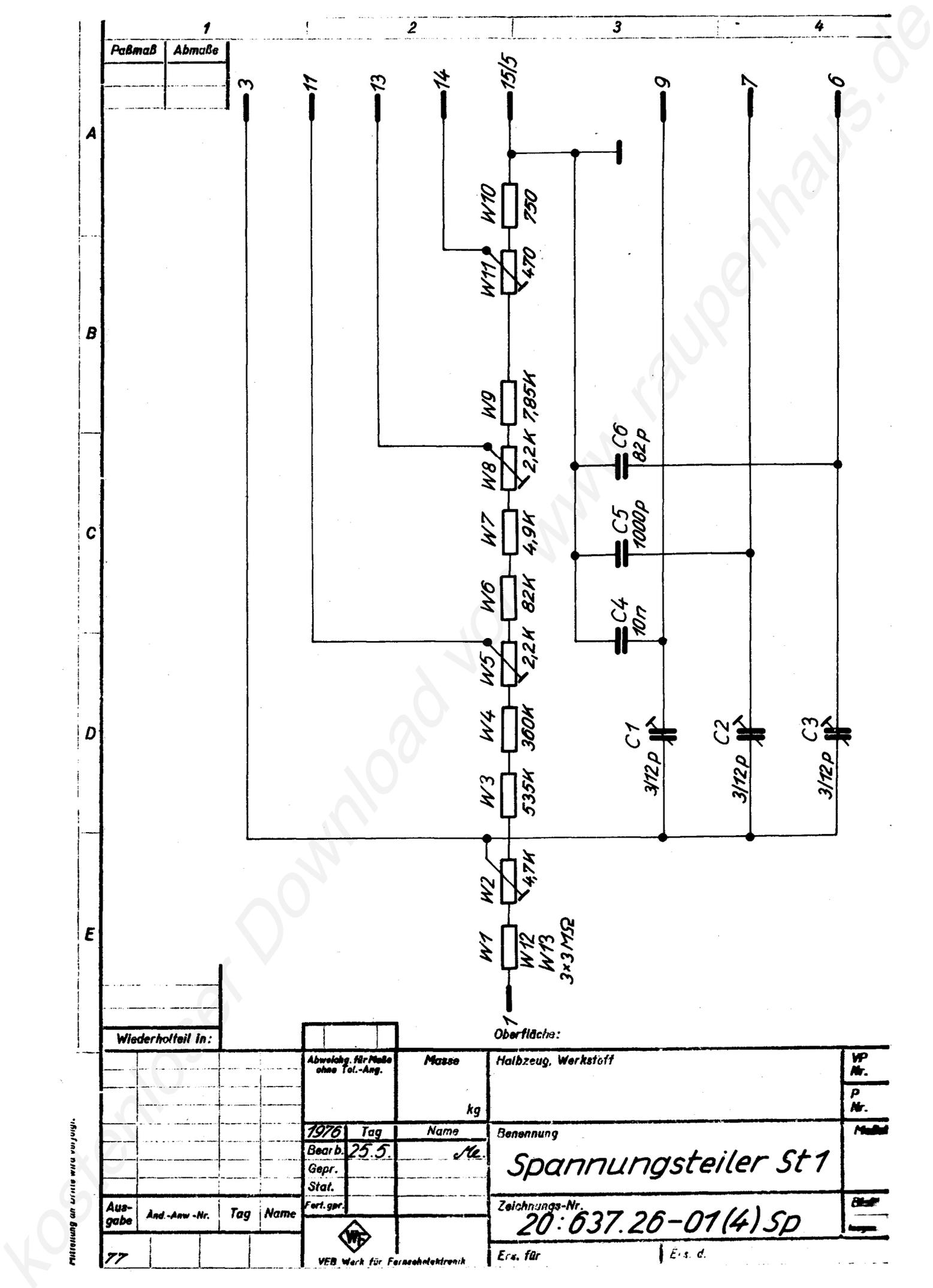
Wiederholteil in:	

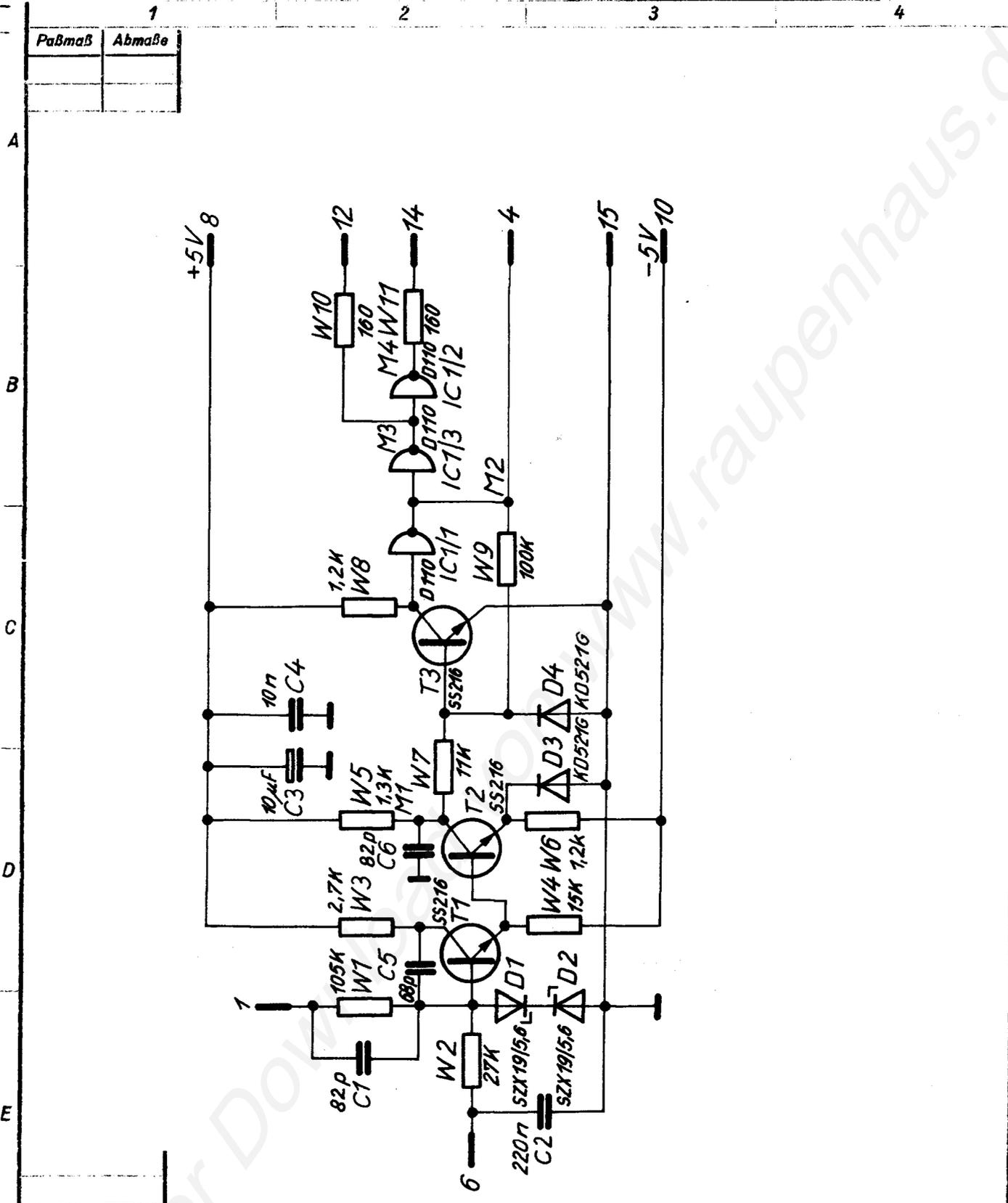
				Oberfläche:		VP Nr.
Abw. für Maße ohne Tol.-Ang.				Masse	Halbzeug, Werkstoff	P Nr.
				kg		
1970	Tag	Name	Benennung	Maßstab		
Bearb.	24. 5.	Me	Netzteil NT3-2			
Gepr.						
Stat.						
Ausgabe	Änd.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Zeichnungs-Nr.	Blatt	
77				20:637.19-01(4) Sp	insges. Bl.	
				VEB Werk für Fernschalttechnik		Ers. für
						Ers. d.



Wiederholteil in:		Abweichg. für Maße ohne Tot.-Ang.		Masse	Halbzeug, Werkstoff	VP Nr.
				kg		P Nr.
		1976	Tag	Name	Benennung	Maßstab
		Bearb.	25.5.	Me.	Spannungsteiler St 1	
		Gepr.				
		Stat.				
Ausgabe	And.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Fert.gpr.	Zeichnungs-Nr.	Blatt
77					20:637.26-01(4) Sp	
				VEB Werk für Fernsehertechnik	Ers. für	E.s. d.

Richtung an Dritte nicht verfügbar.

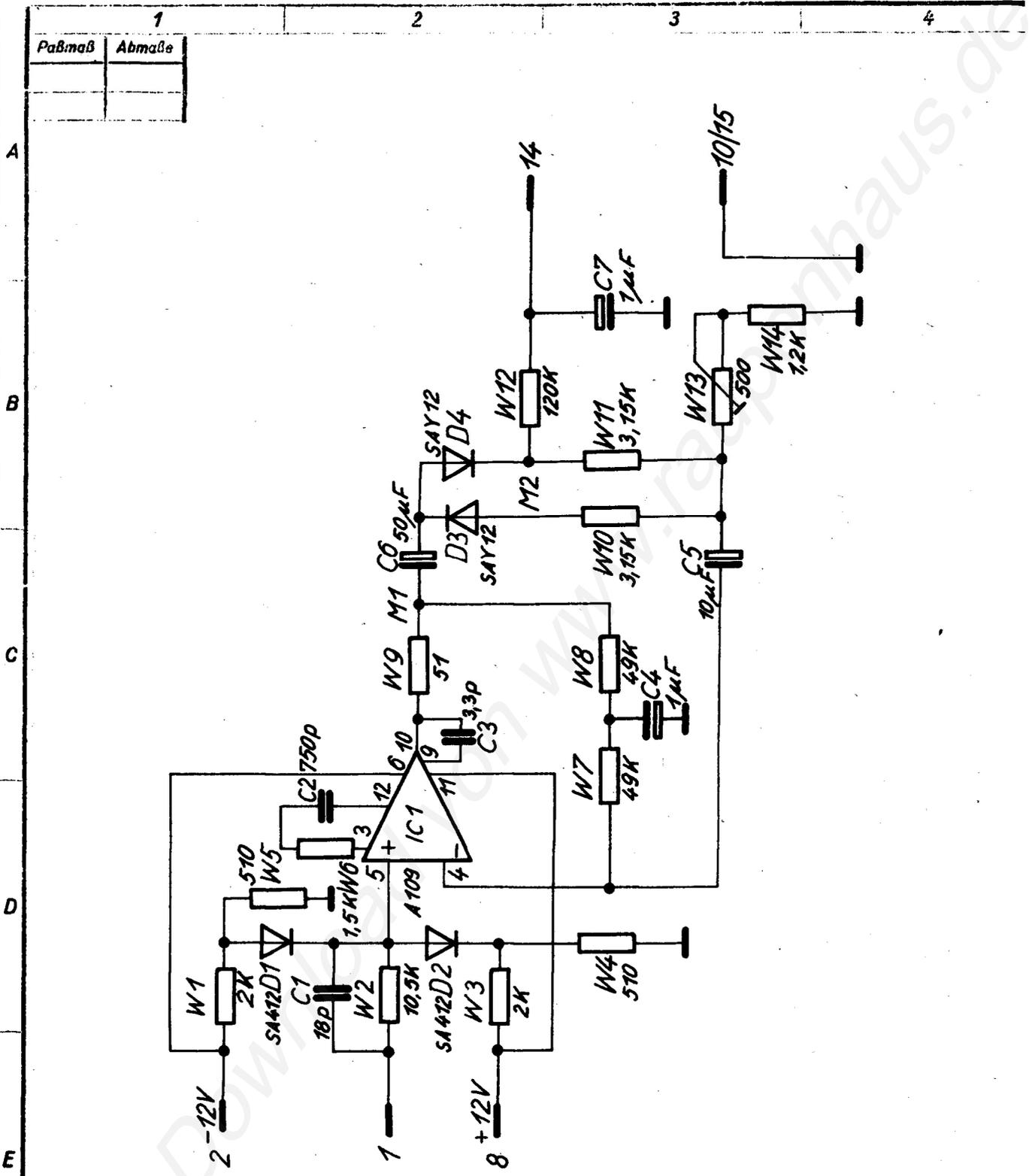




Wiederholteil in:		Oberfläche:		VP Nr.
Abw. f. Maße ohne Tol.-Ang.		Masse	Halbzeug, Werkstoff	P Nr.
		kg		
1973	Tag	Name	Benennung	Maßstab
Bearb.	4.9.	Me.	Verstärker / Impulsformer VI 1	
Gepr.				
Stat.				
2	AB51177	23.5	Zeichnungs-Nr.	Blatt
Ausgabe	And.-Anw.-Nr.	Tag	Name	Insuss. Vt.
			20:637.22-01 (4) Sp	
77			Ers. für	Ers. d.



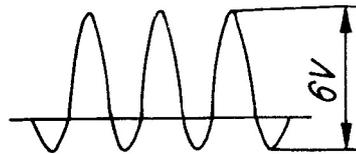
VEB Wark für Fernsehelektronik



Wiederholteil in:				Oberfläche:		VP Nr.
Abweich. für Maße ohne Tol.-Ang.				Masse	Halbzeug, Werkstoff	P Nr.
				kg		
1976 Tag				Name	Benennung	Maßstab
Bearb. 25.5				Ne.	Umsetzer U1	
Gepr.						
Stat.						
Ausgabe				Fert.gpr.	Zeichnungs-Nr.	Blatt
And.-Anw.-Nr.				Tag	20:637.25-01(4) Sp	Insges.
Name						
77					Ers. für	Ers. d.
vzR Werk für Fernstudien						

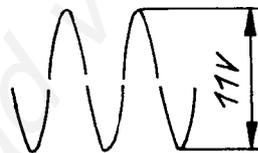
Dieses Umsetzger ist besser geeignet. Nachdruck, Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte wird verfolgt.

M2 U1



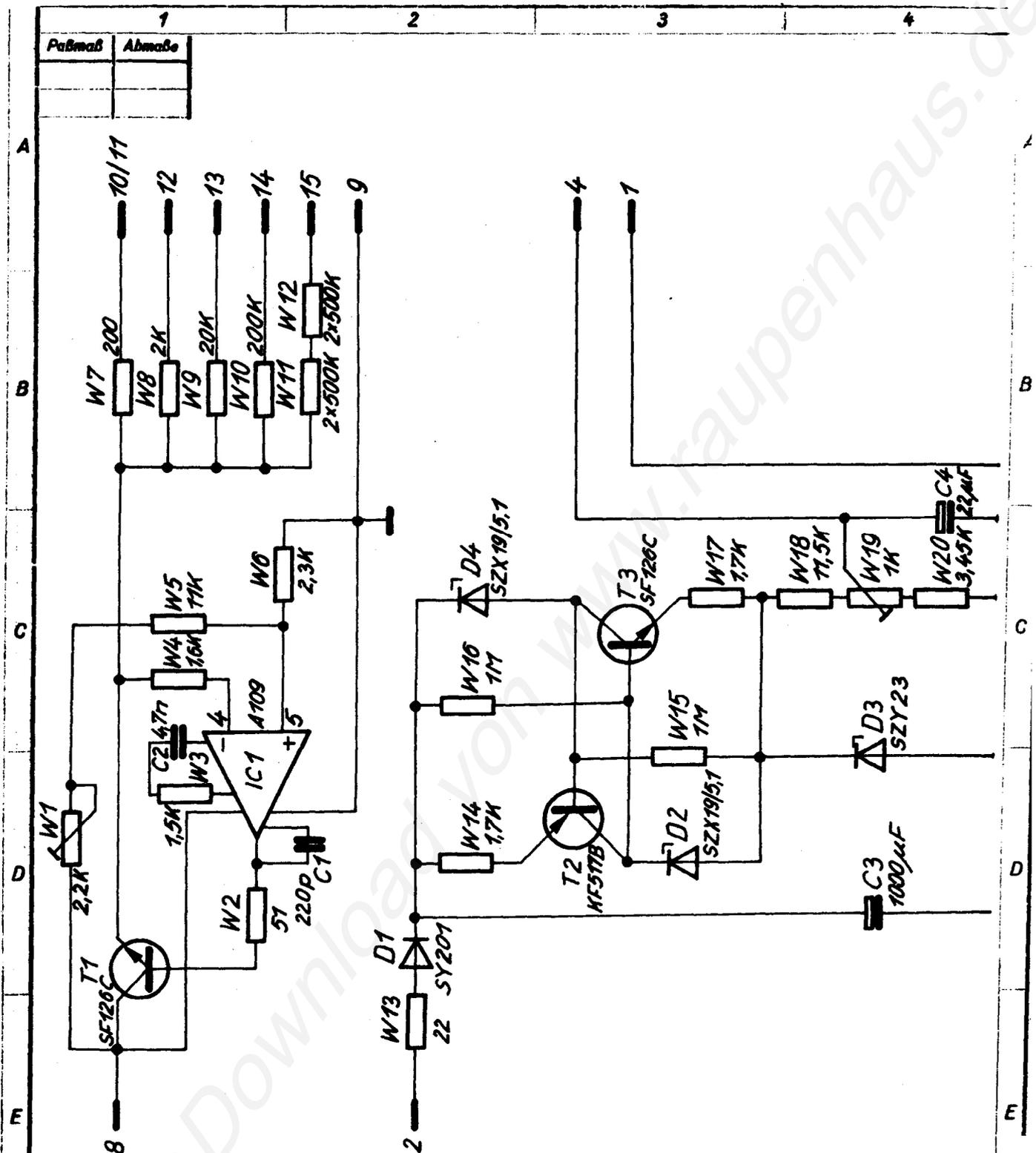
$f = 10 \text{ kHz}$
 $U_e = 1 \text{ V}_{\text{eff}}$

M1 U1



$f = 10 \text{ kHz}$
 $U_e = 1 \text{ V}_{\text{eff}}$

Meßpunkte Umsetzer



Wiederholtell in:

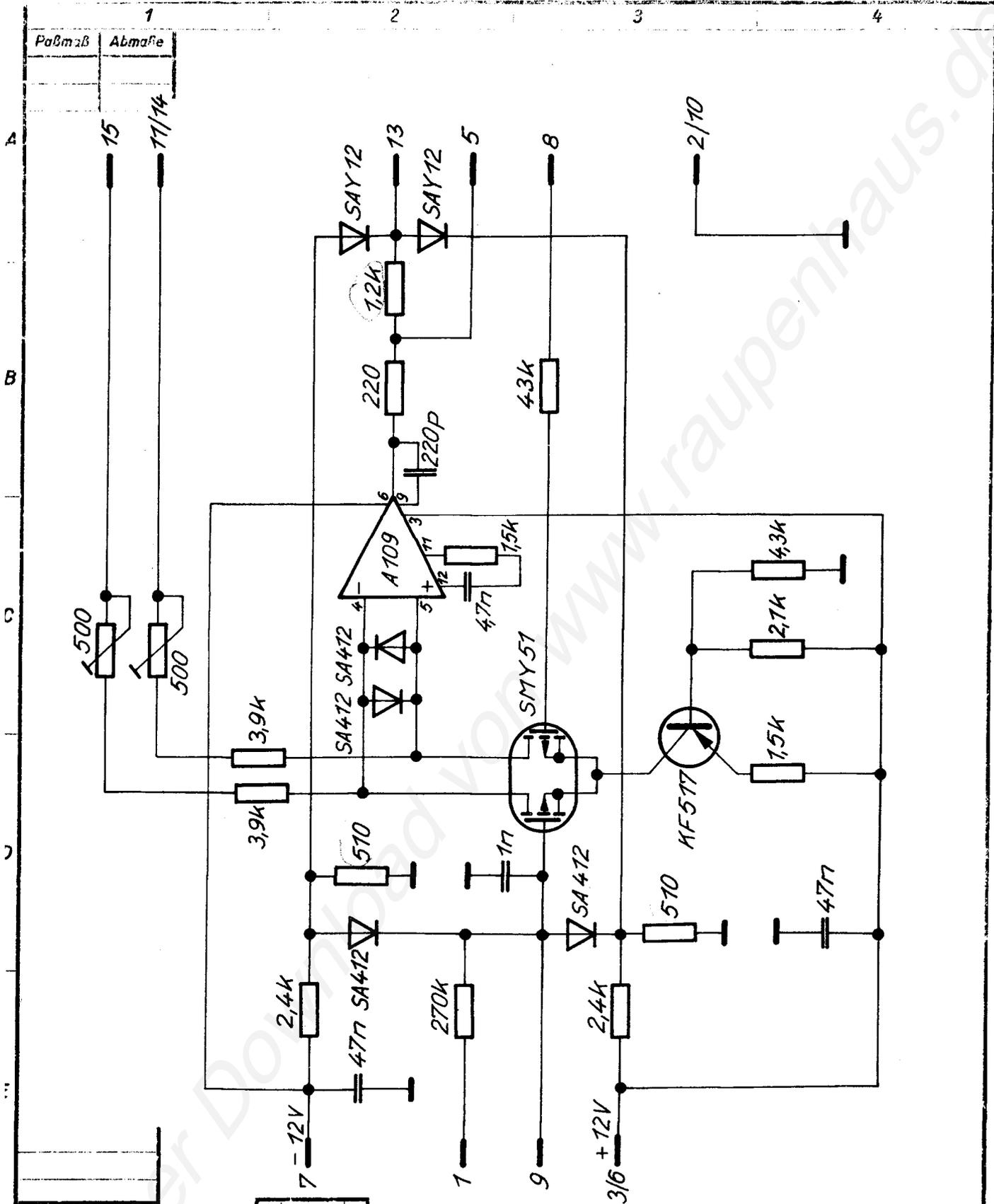
Oberfläche:

Abw. f. Maß ohne Tol.-Ang.		Masse	Halbzeug, Werkstoff		VP Nr.
		kg			P Nr.
1976	Tag	Name	Benennung		Maßstab
Boarb.	25.5.	He	Spannungsnormale SNR/DC		
Gepr.			Zeichnungs-Nr.		Stoff
Stat.			20:637.24-01(4) Sp		Maßstab
Ausgabe	And.-Aus-Nr.	Tag	Name	Ers. für	Ers. d.
77					

EB Werk für Fernsch.-Kontrolle

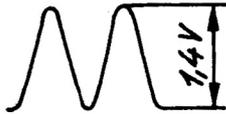
Dimensionen, Fertigungsart und
 Mittelung an Drifts wird verfolgt.

Fertigung und Größe wird verfolgt.



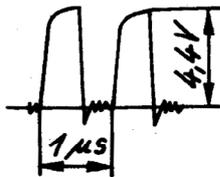
Wiederholteil in:		Oberflächen:		VP Nr.	
Abwehlg. für Maße ohne Tol.-Ang.		Masse		Halbzeug, Werkstoff	
		kg		P Nr.	
1978 Tag		Name		Benennung	
Bearb. 24.5.		Jte.		Verstärker V1	
Gepr.				Zeichnungs-Nr.	
Stat.				20:637.23-01(4)Sp	
Fort.gpr.				Blatt	
Ausgabe		And.-Anw.-Nr. Tag Name		Insges. Bl.	
77		VEB Werk für Fernheliktronik		Ers. für Ers. e	

M1 V11

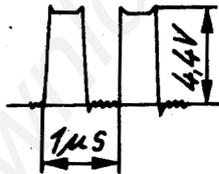


$f = 1 \text{ MHz}$
 $U_e = 100 \text{ mVeff}$

M2 V11



M3,4 V11



Meßpunkte Verstärker/Impulsformer