

BEDIENUNGSANLEITUNG

DIGITAL MULTIMETER DM 2020

1. Ausgabe August 1980

Gültig ab Fabrikations-Nr.

**VEB WERK FÜR FERNSEHELEKTRONIK BERLIN
IM VEB KOMBINAT MIKROELEKTRONIK**

1160 Berlin, Ostendstraße 1-5

Telefon: 635 27 41

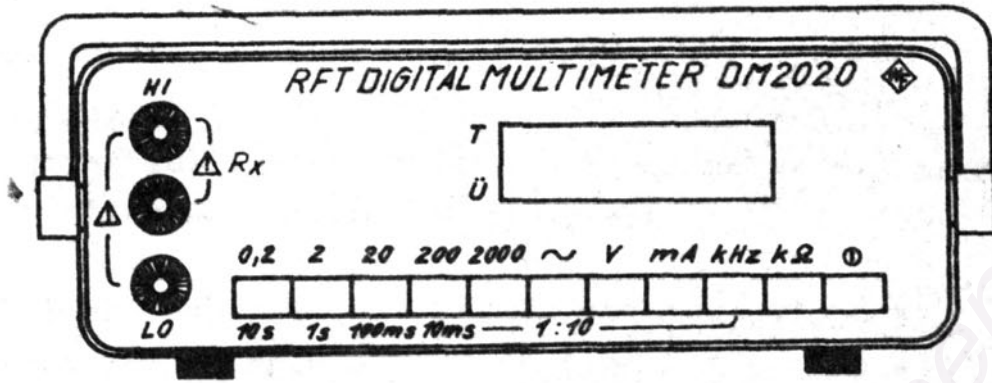
Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. <u>Anwendungsgebiet</u>	1
2. <u>Lieferumfang</u>	2
3. <u>Technische Daten</u>	2
3.1. Technische Kennwerte	2
3.2. Lager- und Transportbedingungen	9
3.3. Schutzgüte	9
4. <u>Aufbau und Arbeitsweise des Gerätes</u>	10
4.1. Mechanischer Aufbau	10
4.2. Arbeitsweise	12
5. <u>Vorbereitung zum Betrieb</u>	13
5.1. Allgemeine Angaben	13
5.2. Sicherheitsmaßnahmen	13
5.3. Erläuterungen der Bedienelemente zu Bild 3	16
5.4. Anschluß des Gerätes an die Stromversorgung	17
6. <u>Betriebsanleitung</u>	17
6.1. Vorbereitung der Messungen	17
6.2. Meßvorgang	18
6.2.1. Gleichspannungsmessung	18
6.2.2. Wechselspannungsmessung	19
6.2.3. Gleichstrommessung	20
6.2.4. Wechselstrommessung	20
6.2.5. Widerstandsmessung	21
6.2.6. Frequenzmessung	21
7. <u>Elektrische Schaltung des Gerätes</u>	26
7.1. Eingangsteil BG 1	26
7.1.1. Eingangsteil DC/AC	26
7.1.2. Eingangsteil f	31
7.2. A/D-Wandler BG 2	35
7.3. Anzeige BG 3	39
7.4. Digitalteil BG 4	40
7.5. Stromversorgung BG 5	54
8. <u>Reparaturhinweise</u>	57
9. <u>Wartungshinweise</u>	58
10. <u>Transportbedingungen</u>	58

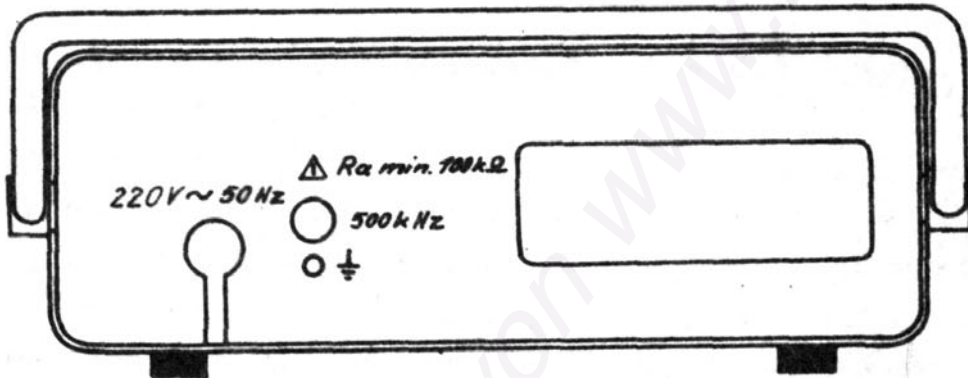
Anhang:

Stromlaufplan	Eingangsteil DC/AC	BG 1
Stromlaufplan	Eingangsteil f	BG 1
Tastenschalter 1		BG 1
Grundleiterplatte		BG 1
Stromlaufplan	A/D-Wandler	BG 2
Stromlaufplan	Digitalteil	BG 4
Stromlaufplan	Stromversorgung	BG 5
Deckleiterplatte		BG 2
		BG 4
		BG 5
Stromlaufplan	Anzeige	BG 3
Anzeigeleiterplatte		BG 3

Ansicht von vorn



Ansicht von hinten



Aufstellmöglichkeiten

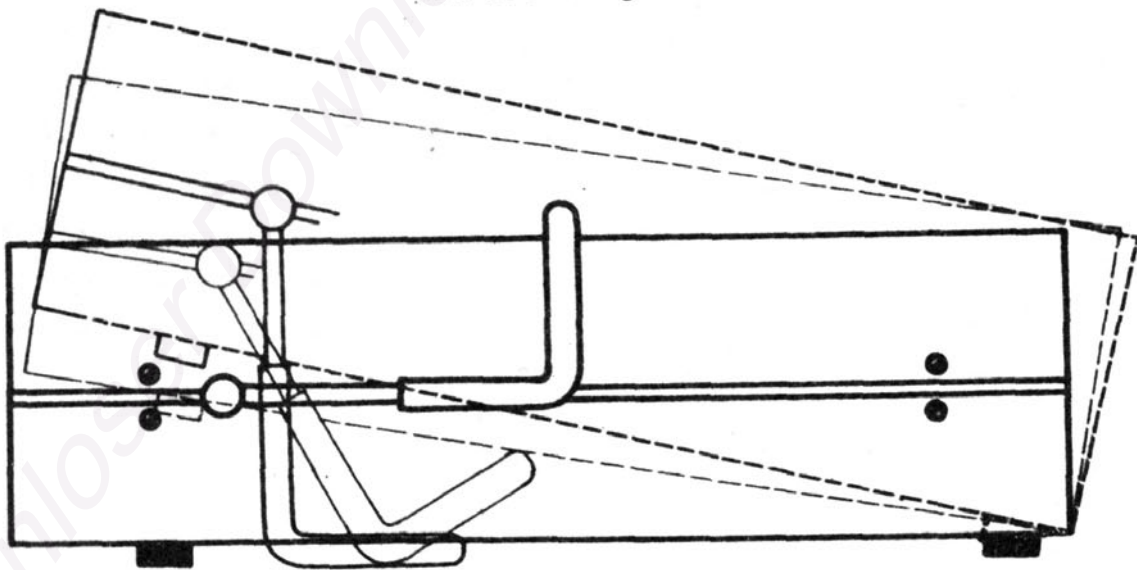


Bild 1: Ansichten des DM2020

M1:2

2. Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehörende Positionen

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1. Bedienungsanleitung | Digital Multimeter DM 2020 |
| 1 Garantiekunde | Digital Multimeter DM 2020 |

3. Technische Daten

3.1. Technische Kennwerte

3.1.1. Gleichspannungsmessung

Meßbereich $\pm 100 \mu V \dots \pm 1000V$ unterteilt in 5 Meßbereiche

Meßbereich	Auflösung p ₁₀ digit	Eingangswiderstand	Fehlergrenzen bei +23 °C + 5 °C u. max. 55% rel. Luftfeuchte	Temperaturkoeffizient im Bereich + 5 °C...+ 18 °C und +28 °C...+45 °C
(1) 0,2V	100 μV	1) $\geq 100M\Omega$ 10M Ω $\pm 2\%$	$\pm 0,1\% v!E$ ± 1 digit	$\pm 0,02\% v.E./grd.$ (weitere Angaben siehe Pkt. 3.1.6.
(2) 2V	1 mV			
(3) 20V	10 mV			
(4) 200V	100 mV			
(5) 2000V	1 V			

- 1) Bei der übrigen Nennarbeitsbedingungen entsprechend Pkt. 4.1.8.1. kann der Eingangswiderstand auf $\geq 80 M\Omega$ absinken.
 Maximal zulässige Eingangsspannung zwischen HI und LO
 Meßbereich 1...2 $\leq 220V$
 Meßbereich 3...5 $\leq 1000V$ (nur wenn LO mit Netzerde verbunden ist)

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

3.1.2. Wechselspannungsmessung

Meßbereich $U_{eff} = 100 \mu V \dots 300V$ (Sinus)
 unterteilt in 5 Meßbereiche

Frequenzbereich 40Hz...20KHz

Meßbereich	Auflösung pro digit	Eingangswiderstand	Fehlergrenzen bei +23 °C ± 5 °C	Temperaturkoeffizient im Bereich +5 °C...+18°C und +28 °C
(1) 0,2V	100 μV	} 1MΩm ±5% //100pF	} ± 0,5% v.E. ± 1 digit	} ±0,03% vB/grad. (weitere Angaben siehe Pkt.4.1.6.)
(2) 2V	1 mV			
(3) 20V	10 mV			
(4) 200V	100 mV			
(5) 2000V	1 V			

Maximal zulässige Eingangsspannungen zwischen HI und LO
 Meßbereich 1...2 ≤ 100V eff.

Meßbereich 3...5 ≤ 300V eff. (nur wenn LO mit Netzerde verbunden ist)

U_{max} zwischen LO
 und Netzerde ≤ 220V eff.

Art der Gleichrichtung

Mittelwertgleichrichtung
 (Einweg), Effektivwertanzeige für Sinus

3.1.3. Gleichstrommessung

Meßbereich ± 100nA...± 2A unterteilt in 5 Meßbereiche

Meßbereich	Auflösung pro digit	Fehlergrenzen bei +23 °C ± 5 °C	Temperaturkoeffizient im Bereich +5 °C...+18 °C und +28 °C...+45°C	max. zul. Eingangsstrom
(1) 0,2mA	100nA	± 0,4% v.E. ± 1 digit	± 0,03% v.E. grd. (weitere Angaben siehe Pkt.3.1.6.	1A
(2) 2mA	1µA			1A
(3) 20mA	10µA			1A
(4) 200mA	100µA			1A
(5) 2000mA	1mA			2,5A

Spannungsabfall am Meßbereichsende 0,2 V

3.1.4. Wechselstrommessung

Meßbereich 100nA...2A unterteilt in 5 Meßbereiche
Frequenzbereich 40Hz...20KHz

Meßbereich	Auflösung pro digit	Fehlergrenzen bei +23 °C ± 5 °C	Temperaturkoeffizient im Bereich +5 °C...+18 °C und +28 °C...+45 °C	max. zul. Eingangsstrom
(1) 0,2mA	100nA	± 1% v.E. ± 1 digit	± 0,03% v.E./grd. (weitere Angaben siehe Pkt. 3.1.6.	1 A
(2) 2mA	1µA			1 A
(3) 20mA	10µA			1 A
(4) 200mA	100µA			1 A
(5) 2000mA	1mA			2,5 A

Spannungsabfall am Meßbereichsende 0,2 V

3.1.5. Widerstandsmessung

Meßbereich 100mOhm...2MOhm unterteilt in 5 Meßbereiche

Meßbereich	Auflösung	Meßstrom	Fehlergrenzen	Temperaturkoeffizient im Bereich +5 °C... +18 °C und +28 °C... +45 °C
(1) 0,2KΩ	100mΩ	10mA	} ±0,3% v.E. ± 1 digit	} ±0,02% v.E./grd. (weitere Angaben siehe Pkt.4.1.6
(2) 2KΩ	1Ω	1mA		
(3) 20KΩ	10Ω	100µA		
(4) 200KΩ	100Ω	10µA		
(5) 2000KΩ	1KΩ	1µA		

Maximal vom Gerät erzeugte Gleichspannung an den Widerstandsbuchsen R_{x1} , R_{x2} 13 V

3.1.6. Allgemeine Angaben

Meßbereichsumschaltung	von Hand
Polaritätsumschaltung	automatisch
Nullpunktkorrektur	automatisch
Anzeige	7-Segment-LED-Anzeige (7mm Höhe) 3 1/2 Stellen (max.Anzeige 2399) mit Dezimalpunkt

Anzeige der Meßbereichs- überschreitung	automatisch durch Lumineszenz- diode und Begrenzung des An- zeigewertes auf 2399
Einlaufzeit bei $+ 23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	ohne
max.Meßfolge	5 Messungen/s

Bei Erhöhung der relativen Luftfeuchte auf max. 80%
zwischen $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. bei einer max.relativen
Luftfeuchte von 80% bei $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ linear fallend auf 36%
bei $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ kann sich der Temperaturkoeffizient in allen
Betriebsarten max. um den 1,5 fachen Wert vergrößern.

3.1.7. Frequenzmessung

3.1.7.1. Frequenzbereich	0...3MHz
3.1.7.2. Eingangsspannung	Sinus Ueff. 50mV... 20V ImpulsUss. 200mV... 20V
Tastverhältnis	$1:10 \leq t:T \leq 9:10$
Mindestimpulsbreite mit/ ohne Vorteiler	200ns/2 μ s

3.1.7.3. Eingangswiderstand

bei sinusförmigen Spannungen

von Ueff. 50mV...3,5V	1,2 MOhm \pm 5% // 80pF
> 3,5V...20 V	> 100KOhm // 80pF

bei impulsförmigen

Spannungen

von U _{ss} . 200mV...5V	1,2 MOhm \pm 5% // 80pF
> 5 V...20V	> 100KOhm // 80pF

- 3.1.7.4. Meßzeit 10ms, 100ms, 1s, 10s
Auflösung ohne Vorteiler 100Hz, 10Hz, 1Hz, 0,1Hz
mit Vorteiler 1KHz, 100Hz, 10Hz, 1Hz
- 3.1.7.5. Triggerpegeleinstellung automatisch im Bereich
garantiert von -3V...+3V
typisch von -5V...+5V
- 3.1.7.6. Fehlergrenzen ± 1 Impuls \pm Quarzfehler
- 3.1.7.7. Zeitbasis Quarzgenerator ohne
Thermostat, Frequenz
500KHz, Einlaufzeit ca 1h

Grundfehler
bei + 23 °C, 220V $\pm 1\%$ $\pm 3 \cdot 10^{-6}$

Temperaturkoeffizient
im Bereich von
+ 23 °C ± 5 °C max. $\pm 1,2 \cdot 10^{-6}$ /grad.

im Bereich von
+ 5 °C...+18 °C und
+28 °C...+45 °C max. $\pm 1,8 \cdot 10^{-6}$ /grad.

Betriebsspannungsein-
fluß max. $0,5 \cdot 10^{-6}$ /% Netzspannungs-
abweichung

Maximale Frequenzänderung
durch Alterung
in den ersten 500 Betriebs-
stunden max. $\pm 7 \times 10^{-6}$ /Monat

nach 500 Betriebsstunden max. $\pm 3 \times 10^{-6}$ /Monat

3.1.7.8. Anzeige	4 Stellen
3.1.7.9. Tor- und Überlaufanzeige	durch Lumineszenzdioden
3.1.8. <u>Umgebungsbedingungen</u>	
3.1.8.1. Nennarbeitsbedingungen	
Umgebungstemperatur	+5 °C...+ 45 °C
Relative Luftfeuchte	
- zulässiger Bereich	10%...80%
- Maximalwert zwischen 5 °C und 25 °C	80%
- Maximalwert zwischen 25 °C und 45 °C	linear abfallend von 80% auf 36%
- Jahresmittelwert	≤ 65%
Luftdruck	450...800 Torr
Mechanische Festigkeit	geprüft mit Stoßfolge Eb-6-15-1000 nach TGL 14283
Klimaeinsatzklasse	+ 5/+ 45/25/80/1101 nach TGL 9200 Bl. 3
3.1.8.2. Umgebungsschutz einsetzbar	innerhalb geschlossener Räume
Klima	- kaltes Klima - gemäßigtes Klima - trockenwarmes Klima - feuchtwarmes Klima nach TGL 9200 Bl. 1
3.1.9. <u>Betriebsbedingungen</u>	
Netzversorgungsspannung	220 V ± 10%
Netzfrequenz	50 Hz ± 2%
Klirrfaktor	≤ 10%
Leistungsaufnahme	≤ 12 VA (bei Nennspannung)
3.1.10. <u>Abmessungen und Masse</u>	
Abmessungen in mm	220x76x270
Masse	≤ 3kg

3.2. Lager- und Transportbedingungen

3.2.1. Lager- und Transportbedingungen in Hersteller-Transportverpackung

Umgebungstemperatur	-25 °C...+70 °C
Relative Luftfeuchte	≤ 95% (bis max. 25 °C)
Lager- und Transportdauer	≤ 6 Monate

Auf Grund der natürlichen Alterung der Bauelemente kann eine Nachzeichnung des Gerätes erforderlich werden.

3.2.2. Lagerbedingungen ohne Hersteller-Transportverpackung

Bei einer Lagerung des Gerätes ohne Hersteller-Transportverpackung sind die Umgebungsbedingungen entsprechend Pkt. 3.1.8. einzuhalten.

3.3. Schutzgüte

Schutzklasse	I
Schutzgrad	IP 40
Meßbuchsen	IP 20

Die Vorschriften der Arbeits- und Brandschutzanordnung 3/4-Schutzgüte der Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren und der TGL 14283 sind eingehalten.

Das Gutachten der beratenden Schutzgütekommision liegt vor. Die erforderliche Schutzgüte ist gemäß dem Kontrollschema der Arbeits- und Brandschutzanordnung 3/1-Schutzgüte der Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren- nach neuesten arbeitsschutz- und brandschutztechnischen sowie arbeitshygienischen Erkenntnissen festgestellt.

Die dem Arbeitsschutz dienenden Anforderungen an den Anwender sind in der Bedienungsanleitung angeführt.

Verbleibende Gefährdungen bzw. Erschwernisse:

Das Gerät darf nur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß angeschlossen werden.

Die Eingangsbuchsen dürfen nicht mit Stromkreisen verbunden werden, die nicht ausreichend vom Netz isoliert sind.

Bereits nach Anlegen einer berührungsgefährdenden Spannung an eine Eingangsbuchse, kann an allen Eingangsbuchsen über die innere Schaltung Berührungsgefahr entstehen.

Die maximalen Eingangsspannungen bei Spannungsmessungen betragen im Meßbereich "2000"

DC: U = 1000V

AC: U_{eff} = 300V

Die LO-Buchse muß mit Netzerde verbunden sein.

4. Aufbau und Arbeitsweise des Gerätes

4.1. Mechanischer Aufbau

Die moderne konstruktive Gestaltung des Gerätes gewährleistet bei geringem Gewicht eine hohe mechanische Stabilität. Montageplatten vorn und hinten bilden verschraubt mit zwei Seitenteilen einen festen Rahmen. An der Montageplatte vorn sind die Sichtscheibe, und mit Hilfe eines Montagestückes die Eingangsbuchsen "Bu1, Bu2, Bu3" befestigt. Die Montageplatte hinten dient der Befestigung des Netztransformators Tr. 501 sowie der Bu4 "Erdbuchse" und Bu5 "Oszillatorfrequenz". Die Grundleiterplatte, auf der sich die BG 1 "Eingangsteil" befindet, ist mit 4 Schrauben von unten an die Seitenteile geschraubt. Auf ihr sind die Netzsicherungen Si 1501 und Si 1502 angeordnet. Die Deckleiterplatte mit BG 2 "A-D-Wandler", BG 4 "Digitalteil" und BG 5 "Stromversorgung" ist mit montierter Anzeigeleiterplatte BG 3 "Anzeige" von oben an die Seitenteile geschraubt. Nach Lösen der 4 Befestigungsschrauben kann die Deckleiterplatte seitlich um ca. 110° geschwenkt werden und wird in dieser Lage gehalten. Auf der Deckleiterplatte befindet sich die Sicherung Si 509.

Der von den Montageplatten und Seitenteilen gebildete Rahmen wird von zwei Gehäuseschalen von oben und unten geschlossen. Die Gehäuseschalen sind ohne zusätzliche Befestigung durch eine sogenannte "Snap-in-Befestigung" mit den Seitenteilen verbunden. Frontplatte und Rückwand werden durch die in den Gehäuseschalen befindliche Nut gehalten. Der als Aufstellbügel gestellte Tragegriff ist durch zwei

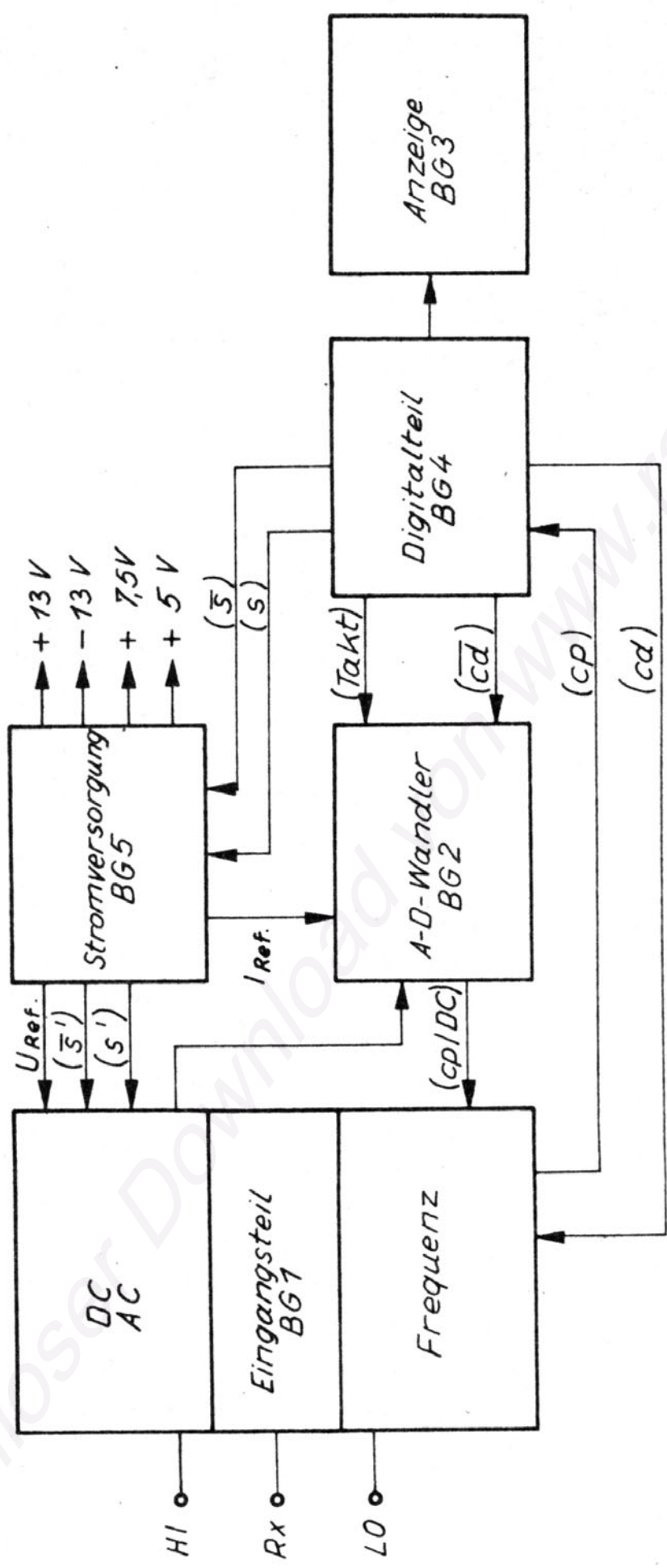


Bild 2 : Übersichtsschaltplan des Digital Multimeters DM 2020

aufgeschraubte Befestigungsstücke drehbar in den Bohrungen der Seitenteile gelagert und ist durch Vorspannung des Materials des Tragegriffes gegen Herausrutschen gesichert.

4.2. Arbeitsweise

Die Baugruppe 1 BG 1 "Eingangsteil" besteht aus dem "Eingangsteil DC/AC" und dem "Eingangsteil f".

Im "Eingangsteil DC/AC" werden sowohl die an den Eingangsbuchsen HI und LO liegenden Spannungen bzw. die sie durchfließenden Ströme, als auch die bei der Widerstandsmessung an den Eingangsbuchsen HI und RX liegenden Widerstände nach entsprechender Wahl der Betriebsart und des Meßbereiches auf Spannungen von $U \leq 2,399V$ zurückgeführt.

Die als Gleichspannung beliebiger Polarität vorliegende Spannung wird auf die BG 2 "A/D-Wandler" gegeben. In der BG 2 wird die Gleichspannung beliebiger Polarität in eine proportionale Impulsfolge (cp/DC) umgesetzt. Nach Pegelwandlung in der BG 1 "Eingangsteil f" erfolgt die Zählung und Anzeige der Impulsfolge (cp) in der BG 4 "Digitalteil" bzw. BG 3 "Anzeige".

Die BG 4 stellt die Taktfrequenz (Takt) und den hier als Synchronisierimpuls wirkenden Steuerbefehl "negiertes Tor" (\overline{cd}) für die BG 2 zur Verfügung. Außerdem werden die Steuerbefehle "Nullpunktkorrektur" (\overline{s}) und "Meßwertzuschaltung" (\overline{B}) erzeugt. Die BG 5 "Stromversorgung" stellt die notwendigen Betriebsspannungen von +13V, -13V, +7,5V und +5V bereit und erzeugt den Referenzstrom I_{ref} für die BG 2 "A/D-Wandler" sowie die Referenzspannung U_{ref} für die BG 1 "Eingangsteil DC/AC" zur Widerstandsmessung. Außerdem liefert die BG 5 die Steuerbefehle "Nullpunktkorrektur" (\overline{s}) und "Meßwertzuschaltung" (\overline{B}) für die Eingangsumschalter (DC-BG1, R-BG5), indem eine Pegelwandlung der Steuerbefehle "Nullpunktkorrektur" (s) und "Meßwertzuschaltung" (\overline{B}) vorgenommen wird.

In der BG 1 "Eingangsteil f" erfolgt die Verstärkung, Impulsformung und automatische Triggerpegeleinstellung von Eingangssignalen beliebiger Kurvenform. Die Zählung und Anzeige der Impulsfolge (cp) wird in der BG 4 "Digitalteil" bzw. BG 3 "Anzeige" vorgenommen. Die BG 4 stellt für die Frequenzmessung den Steuerbefehl "Tor" (cd) zur Verfügung.

5. Vorbereitung zum Betrieb

5.1. Allgemeine Angaben

Um die Betrachtung der Anzeige zu erleichtern, kann das Gerät mit Hilfe des als Aufstellbügel gestalteten Tragegriffs in zwei verschiedene Schräglagen gebracht werden (siehe Bild 1)

5.2. Sicherheitsmaßnahmen

Das Gerät besitzt die Schutzklasse I und darf nur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß betrieben werden (siehe Pkt. 3.3.Schutzgüte).

5.2.1. Besonderheiten beim Beschalten der Meßeingänge



Die Eingangsbuchsen dürfen nicht mit Stromkreisen verbunden werden, die nicht ausreichend vom Netz isoliert sind!

Beim Beschalten der Meßeingänge ist zu beachten, daß das, der HI- und LO-Buchse für DC- und AC-Messungen (14), (12) zugeführte Potential im Sinne der Berührungsfahr an allen Eingangsbuchsen erwartet werden muß!

Bei Eingangsspannungen > 220V bei DC- und AC-Messungen muß die LO-Buchse (12) mit der Erdbuchse (19) verbunden werden!

Bei Widerstandsmessungen dürfen an die Widerstandsmeßbuchsen R_{x1} und R_{x2} (14), (13) keine Spannungen angelegt werden!

Bei Gleich- und Wechselstrommessung wird der Strommeßeingang im Falle der Meßbereichsüberschreitung kurzgeschlossen. Deshalb ist zu beachten, daß in diesen Betriebsarten zwischen HI-Buchse (14) und LO-Buchse (12) nicht versehentlich eine Spannungsquelle, die nicht kurzschlußfest ist, angeschlossen wird, da sie sonst zerstört wird!

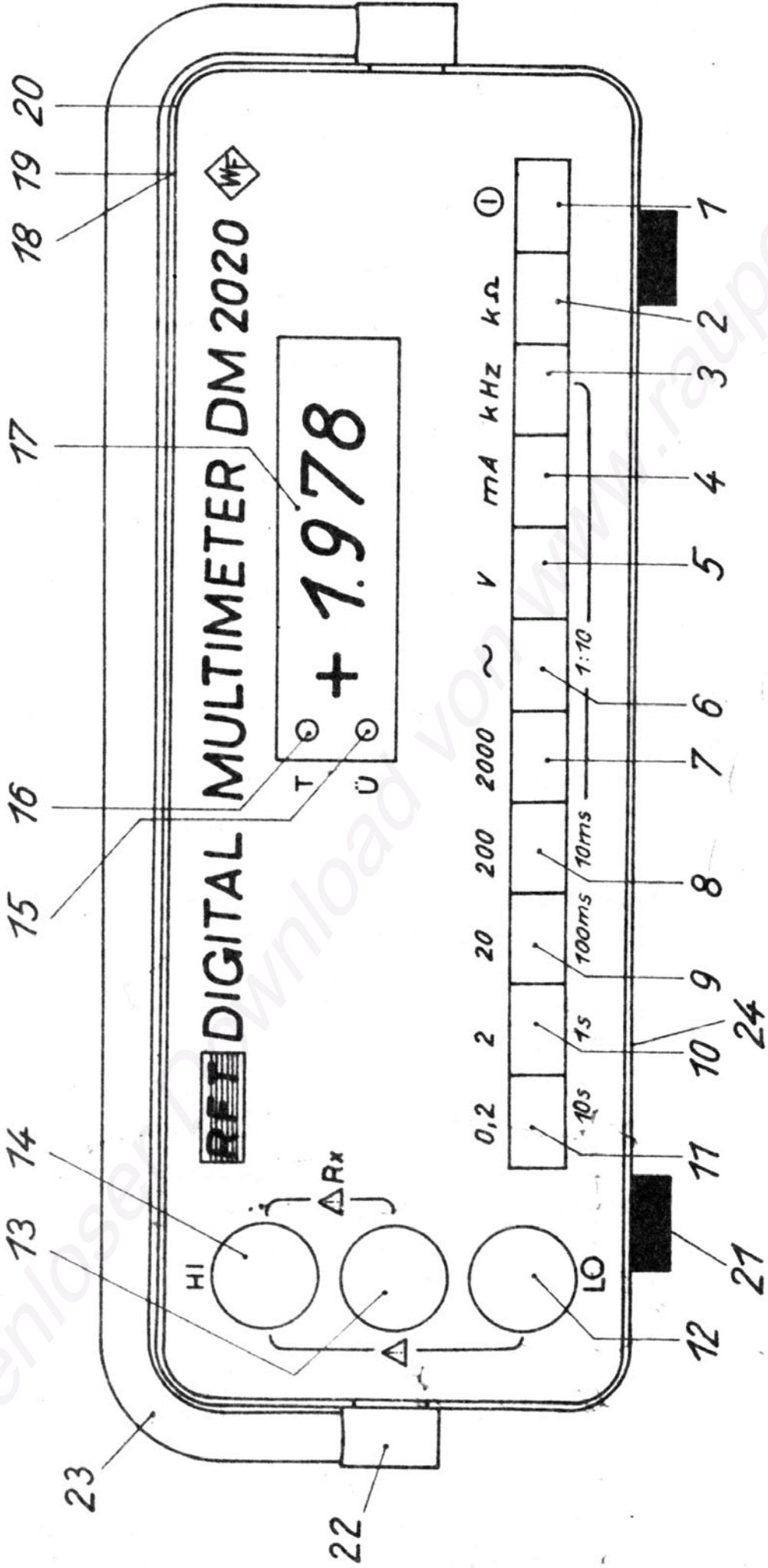


Bild 3 Vorderansicht des DIGITAL MULTIMETERS DM 2020

5.3. Erläuterungen der Bedienelemente zu Bild 3

Die Bezeichnungen der Bedienelemente, Anzeigeelemente und Anschlüsse entsprechen denen im Stromlaufplan. Die Positionszahlen werden im folgenden Text in runden Klammern aufgeführt.

- | | | |
|--------|--|---------------------------------|
| 1 | Netztaste | 11 |
| 2 | Taste "Widerstandsmessung" | 10 |
| 3 | Taste "Frequenzmessung" | 9 |
| 4 | Taste "Strommessung" | 8 |
| 5 | Taste "Spannungsmessung" | 7 |
| 6 | Taste "AC-Messung" (bei nicht gesetzter Taste:
DC-Messung) | 6 |
| | "10:1 Vorteiler" (bei Frequenzmessung) | |
| 7...11 | Meßbereichsschalter | 2000; 200; 20; 2; 0,2 5000:1 |
| 8...11 | Meßzeitschalter bei | 10ms; 100ms; 1s; 10s 4000:1 |
| | Frequenzmessung | |
| 12 | LO-Buchse für DC-, AC- und Frequenzmessungen | |
| 13 | Widerstandsmeßbuchse | Rx2 |
| 14 | HI-Buchse für DC-, AC- und Frequenzmessungen | |
| | Widerstandsmeßbuchse | Rx1 (bei Widerstandsmessung) |
| 15 | Anzeige der Meßbereichsüberschreitung (bei DC-AC
u.R-Messung) | |
| | Überlaufanzeige (bei Frequenzmessung) | |
| 16 | Toranzeige (bei Frequenzmessung) | |
| 17 | LED-Anzeige mit Polarität und Dezimalpunkt | |
| 18 | Oszillatorfrequenzbuchse |) |
| 19 | Erdbuchse |) Rückseite des Gerätes |
| 20 | Netzstecker |) |
| 21 | Gummifüße | |
| 22 | Befestigungsstücke | |
| 23 | Aufstellbügel | |
| 24 | Abgleichöffnung für Oszillatorfrequenz
(Unterseite des Gerätes) | |

5.4. Anschluß des Gerätes an die Stromversorgung

Das Digital Multimeter DM 2020 ist für den Betrieb mit 220V \pm 10% Netzwechselspannung vorgesehen. Es darf nur an einem mit Schutzkontakt versehenen Netzanschluß angeschlossen werden. Nach Anschluß des Netzsteckers (20) ist das Gerät zum Betrieb vorbereitet.

6. Betriebsanleitung

6.1. Vorbereitung der Messungen

Durch Setzen der Netztaсте (1) ist das Gerät betriebsbereit. Das wird durch Aufleuchten der LED-Anzeige mit Polarität und Dezimalpunkt (17) sichtbar.

6.1.1. DC-, AC-Messungen (Strom und Spannung) und Widerstandsmessung

In diesen Betriebsarten benötigt das Gerät keine Einlaufzeit, so daß sofort gemessen werden kann. Das Gerät arbeitet mit automatischer Nullpunktkorrektur.

Eine Kalibrierung ist nicht erforderlich.

Ist keine Taste des Betriebsartenschalters (2), (3), (4), (5), (6) gesetzt, so ist die Betriebsart "Gleichspannungsmessung" eingeschaltet.

Die LO-Buchse für DC- und AC-Messungen (12) ist vom Gehäuse isoliert, so daß auch erdfrei gemessen werden kann. Bedingt durch das Eingangsfilter usw. besitzt das Gerät in allen Betriebsarten bei niederohmigem Quellwiderstand für den vollen Anzeigewert eine Einstellzeit von ca. 3s. Bei Spannungsmessungen an hochohmigen Quellen ist die Spannungsteilung zwischen dem Eingangswiderstand des Gerätes und dem Quellwiderstand zu beachten.

6.1.2. Frequenzmessung

In dieser Betriebsart benötigt das Gerät eine Einlaufzeit von ca. 1h, bis es innerhalb der garantierten Fehlergrenzen arbeiten kann.

6.2. Meßvorgang

6.2.1. Gleichspannungsmessung

Die Taste "Spannungsmessung" (5) wird gesetzt (Taste "AC-Messung" (6) ist nicht gesetzt).

Für die zu erwartende Spannung wird der entsprechende Meßbereich eingeschaltet. Bei unbekannter Meßspannung ist zunächst der größte Meßbereich zu wählen. Es ist darauf zu achten, daß bei Messungen von Gleichspannungen $> 42V$ gut isolierte Meßkabel verwendet werden.

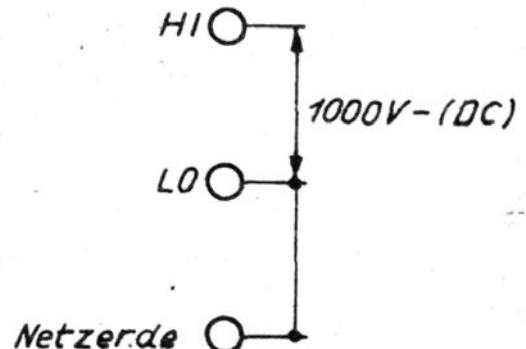
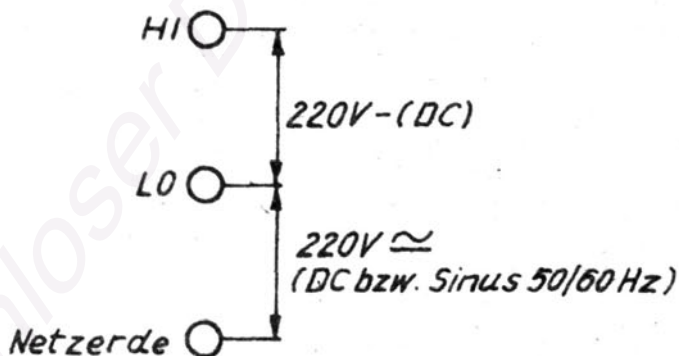
Achtung! Die max. zulässige Eingangsspannung beträgt im 2000V-Meßbereich 1 KV.

Bei Gleichspannungen $> 220V$ muß die LO-Buchse (2) mit der Erdbuchse (19) verbunden werden.

Eine Überlastung der Meßbereiche ist entsprechend der technischen Kennwerten, Pkt. 9.1.1. möglich.

Zusätzliche Meßfehler können durch den Eingangswiderstand (hochohmige Quelle), den Offsetstrom $\leq 1nA$ und den Temperaturkoeffizienten entsprechend den technischen Kennwerten, Pkt. 3.1.1. entstehen.

Maximal zulässige Spannungen zwischen den Meßbuchsen (vergl. techn. Kennwerte, Pkt. 3.1.1.).



6.2.2. Wechselspannungsmessung

Es werden die Taste "Spannungsmessung" (5) und die Taste "AC-Messung" (6) gesetzt.

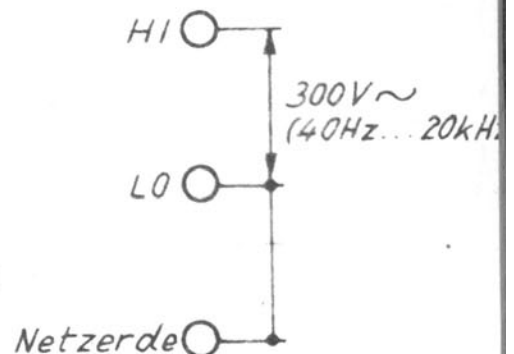
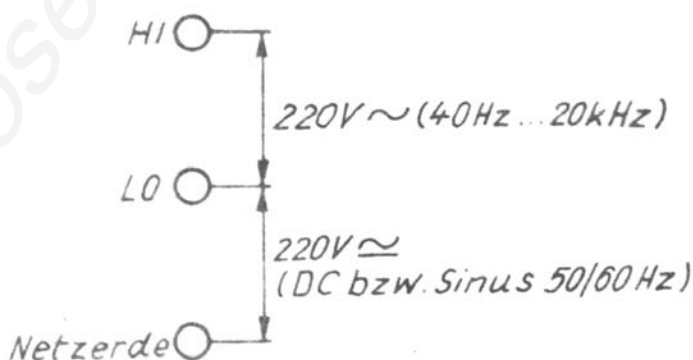
Die Beschaltung der HI- und LO-Buchse (14), (12) und die Wahl der Meßbereiche erfolgt wie bei der Gleichspannungsmessung.

Es ist darauf zu achten, daß bei Messungen von Wechselspannungen $> 42V$ gut isolierte Meßkabel verwendet werden. Das Gerät zeigt den Effektivwert sinusförmiger Wechselspannungen an. Eine Abweichung vom Scheitelfaktor 1,414 führt zu einer Verfälschung des Meßergebnisses.

Achtung! Die max. zulässige Eingangswechselspannung beträgt im Frequenzbereich bis 20KHz im 2000V-Meßbereich $U_{eff} = 300V$.
Bei Wechselspannungen 220V eff. muß die LO-Buchse (12) mit der Erdbuchse (19) verbunden werden.
Eine Überlastung der Meßbereiche ist entsprechend den technischen Kennwerten, Pkt. 3.1.2.2 möglich.

Zusätzliche Meßfehler können durch den Eingangswiderstand und die Eingangskapazität (hochohmige Quellen) sowie durch den Temperaturkoeffizienten entsprechend den technischen Kennwerten, Pkt. 3.1.2. entstehen.

Maximal zulässige Spannungen zwischen den Meßbuchsen (vergl. techn. Kennwerte, Pkt. 3.1.2.)



6.2.3. Gleichstrommessung

Die Taste "Strommessung"(4) wird gesetzt (Taste "AC-Messung" (6) ist nicht gesetzt).

Für den zu erwartenden Strom wird der entsprechende Meßbereich eingeschaltet. Bei unbekanntem Meßstrom ist zunächst der größte Meßbereich zu wählen.

Achtung! Der max. zulässige Eingangsstrom beträgt 2,5A. Der 200mA- und 2000mA-Meßbereich besitzt keinen automatischen Überlastschutz. Eine Überlastung dieser Meßbereiche ist entsprechend den technischen Kennwerten, Pkt. 3.1.3. möglich.

Zusätzliche Meßfehler können durch den Spannungsabfall im Strompfad und Temperaturänderungen entstehen.

6.2.4. Wechselstrommessung

Es werden die Taste "Strommessung"(4) und die Taste "AC-Messung"(6) gesetzt.

Die Beschaltung der HI- und LO-Buchse (14), (12) und die Wahl der Meßbereiche erfolgt wie bei der Gleichstrommessung.

Das Gerät zeigt den Effektivwert sinusförmiger Wechselströme an. Eine Abweichung vom Scheitelfaktor 1,414 führt zu einer Verfälschung des Meßbereiches.

Achtung! Der max. zulässige Eingangsstrom beträgt 2,5A. Der 200mA- und 2000A-Meßbereich besitzt keinen automatischen Überlastschutz. Eine Überlastung dieser Meßbereiche ist entsprechend den technischen Kennwerten, Pkt. 3.1.4. möglich.

Zusätzliche Meßfehler können durch den Spannungsabfall im Strompfad und Temperaturveränderungen entstehen.

6.2.5. Widerstandsmessung

Die Taste "Widerstandsmessung" (2) wird gesetzt (Taste "AC-Messung" (6) ist nicht gesetzt).

Bei unbekanntem Widerstand ist zunächst der größte Meßbereich zu wählen. Der Widerstand Rx wird zwischen die Widerstandsmesßbuchsen Rx1 und Rx2 (14), (13) geklemmt. Es kann ein max. Widerstand von 2,399 MOhm gemessen werden. Zusätzliche Meßfehler können entstehen durch:

lange Zuleitungen

bei kleinen Widerstandswerten

Einstreuungen

bei großen Widerstandswerten

Temperaturänderungen

6.2.6. Frequenzmessung

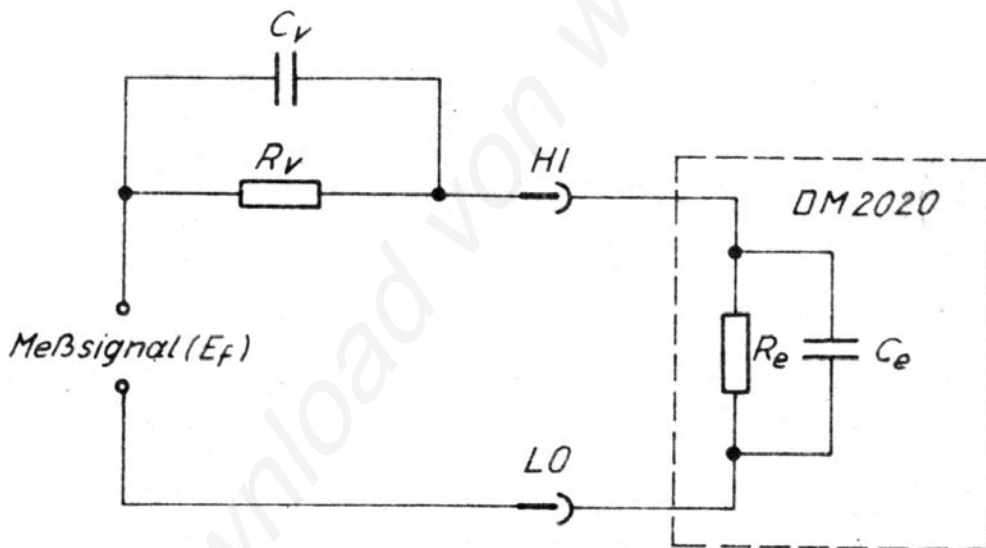
Die Taste "Frequenzmessung" (3) wird gesetzt. Bei Frequenzen > 300 KHz sowie bei Impulsen mit einer Impulsbreite < 2 s, ist die Taste "10:1 Vorteiler" (6) zusätzlich zu setzen. Einer der Meßzeitechalter (8), (9), (10) oder (11) ist zu betätigen. Die Toranzeige (16) leuchtet während der Meßzeit gelb auf. Da die Meßpause generell 2 ms beträgt und nicht variierbar ist, erfordert es einige Übung, diese auf der Toranzeige (16), als nicht leuchtenden Zustand zu erkennen. Die zu messende Frequenz wird den Eingangsbuchsen HI (14) und LO (12) zugeführt.

Die TriggerpegelEinstellung wird automatisch im unter Pkt. 3.1.7.5. genannten Bereich vorgenommen. Sie nimmt allerdings in Abhängigkeit von der gewählten Meßzeit, von der Größe des Gleichspannungsanteils des Eingangssignals und der Größe des zu messenden Eingangswechselsignals einige Zeit in Anspruch. In der Regel beträgt diese Zeit das 2- bis 15-fache der gewählten Meßzeit. Die Anzeige der gemessenen Frequenz erfolgt in "kHz". Bei einer Meßzeit von 10s und ohne Einsatz des Vorteilers wird das Ergebnis in "Hz" angezeigt. Wird die Zählkapazität des Zählers überschritten, so leuchtet die Überlaufanzeige (15) rot auf. Durch die Wahl einer kürzeren Meßzeit erhält man das vollständige Meßergebnis. Jetzt darf die Überlaufanzeige (15) nicht mehr aufleuchten.

Bei großen Signalspannungen kann der Eingangswiderstand zwischen 100Kohm und ca. 1 MOhm liegen. Deshalb muß R_V in Abhängigkeit von der Eingangsspannung je nach gewünschtem Teilerverhältnis gewählt werden. Dabei ist zu beachten, daß R_V mit C101 einen Tiefpaß bildet, der besonders hochfrequente Signale am Eingang stark herabsetzen und verformen kann.

Bei höheren Frequenzen kann es deshalb erforderlich werden, den Widerstand R_V durch einen parallelgeschalteten Kondensator C_V frequenzkompensiert zu betreiben. Das Produkt $R_V \times C_V$ sollte bei ca. $80\mu s$ liegen.

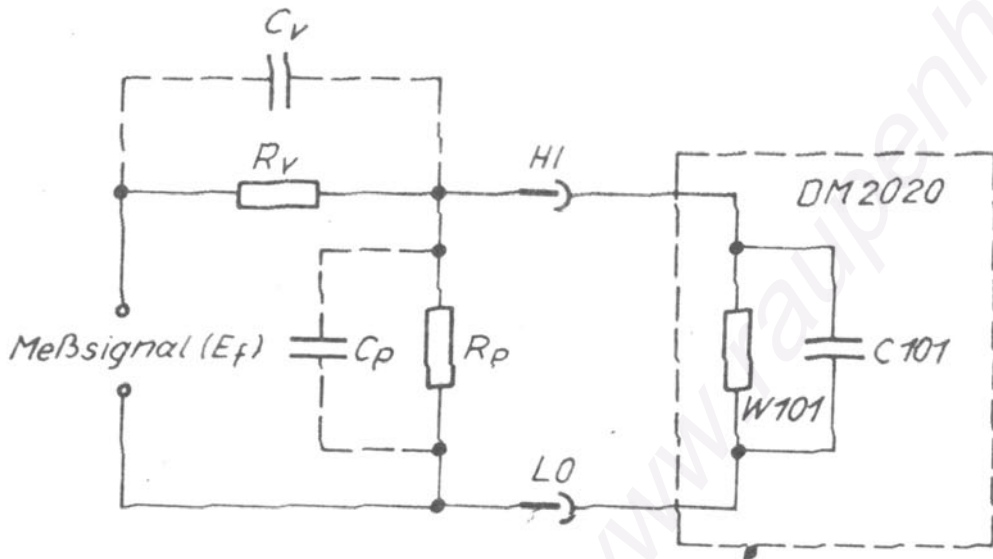
In der Regel aber kann man sich den Kondensator C_V sparen, indem man R_V nur entsprechend kleiner wählt.



Variante 2

Bei kleineren Eingangssignalen beträgt der Eingangswiderstand ca. $1\text{ MOhm} // 80\text{ pF}$. In der Praxis lassen sich Widerstände R_V über 3MOhm nur schwer realisieren. Um trotzdem ein größeres Spannungsteilerverhältnis zu erzielen, ist es möglich, wenn $R_V > 750\text{ KOhm}$ ist, zwischen die HI-Buchse (14) und die LO-Buchse (12) einen entsprechend niederohmigen Widerstand R_p zu schalten. Durch Parallelschaltung eines Kondensators C_p kann dieser Widerstand R_p dann auch komplex gestaltet werden. Das Produkt $R_p \times C_p$ sollte dann bei ca. $80\mu s$ liegen. Auf den Kondensator C_V sollte man verzichten, um nicht durch den Hochpaß $C_V // R_p // W101$

störende Differenzierimpulse zu provozieren.



Variante 3

- Meßfehler durch überlagerte niederfrequente Störspannungen (z.B. Brummspannungen)

Die automatische Triggerpegelspannung ist in der Lage, auftretende Brummspannungen auszuregulieren, so lange $U_{\text{Meßsignal eff}} - U_{\text{Brummeff}} \geq 50 \text{ mV}_{\text{eff}}$ ist. Die Impulsbreite der getriggerten Meßsignale darf dabei 200ns betragen und $2 \mu\text{s}$ ohne Einsatz des Vorteilers nicht unterschreiten.

Ist die Brummspannung im Verhältnis zur Meßspannung zu groß, kann man durch Vorschalten eines entsprechenden Filters vor den Eingang Abhilfe schaffen.

- Meßfehler durch amplitudenmodulierte Meßsignale

Der Triggerpegelregelung gelingt es, amplitudenmodulierte Meßsignale optimal zwischen die Triggerpunkte einzupegeln so lange gilt:

$$U_{\text{Meß max off}} \cdot (1-m) \geq 50 \text{ mV}_{\text{eff}}$$

$U_{\text{Meß max off}} \hat{=}$ Effektivwert des unmodulierten Meßsignals

$m \hat{=}$ Modulationsgrad

KOSTENLOS ANFORDERN VON ANGEBOTEN VON www.kostenlos.de

Wird obiger Ausdruck kleiner als 50 mVeff, so ist das Signal ohne vorherige externe Verstärkung nicht triggerbar.

- Meßfehler durch starkes Überschwingen des Meßsignals

Besonders bei impulsförmigen Eingangssignalen mit extremen Tastverhältnissen, ist mit diesem Fehler zu rechnen. Da der überwiegend eingenommene Pegelzustand sehr nahe an die Hysterese geregelt wird, (siehe Pkt. 7.1.2.) machen sich Überschwingungen der Meßsignalflanken, welche zu diesem überwiegend eingenommenen Pegelzustand führen, als auch andere Störspitzen auf diesem Pegelzustand als Fehlauflösungen des Triggers bemerkbar, wenn sie groß genug sind. Bei entsprechend großem Signal ist hier eine Abhilfe wie unter dem 1. Anstrich dieses Punktes nach Variante 1^r möglich.

Eine Frequenzkompensation des Widerstandes R_V mit C_V nach Variante 2 ist hier nicht zu empfehlen, da bei impulsförmigen Eingangssignalen die Störungen als auch die Pegeländerungen durch den Hochpaß $C_V W 101$ differenziert werden könnten. Die so entstandenen Differenzierimpulse können dann durch den Eingangsverstärker verstärkt, erst recht zu Fehlauflösungen des Triggers führen.

- Meßfehler durch nicht periodische Meßsignale

Die automatische Triggerpegelregelung ist nur in der Lage, periodische Meßsignale zu verarbeiten. Aperiodische Meßsignale führen fast immer zu Fehlauflösungen des Triggers.

- Meßfehler durch zu hohen Gleichspannungsanteil des Meßsignals

Ist der Gleichspannungsanteil größer, als unter Pkt. 3.1.7.5 angegeben, kann bei entsprechend großem Eingangssignal mit den unter dem 1. Anstrich dieses Punktes genannten Varianten Abhilfe geschaffen werden, da der so entstandene Vorspannungsteiler auch den Gleichspannungsanteil herunterteilt.

- Meßfehler durch äußere Störfelder und gestörte Netzspannungen

Hier müssen die Störursachen beseitigt werden. Oft führt das Vorschalten ausreichender Filterketten vor den Netzstecker (20) und/oder geerdetes Messen (LO-Buchse (12) mit Erdbuchse (19) verbunden) des Eingangssignals zum Erfolg.

Da diese Störungen auch über das Netzteil der Signalquelle auf den Eingang gelangen können, wird empfohlen, dort gleichfalls obige Maßnahmen anzuwenden.

7. Elektrische Schaltung des Gerätes

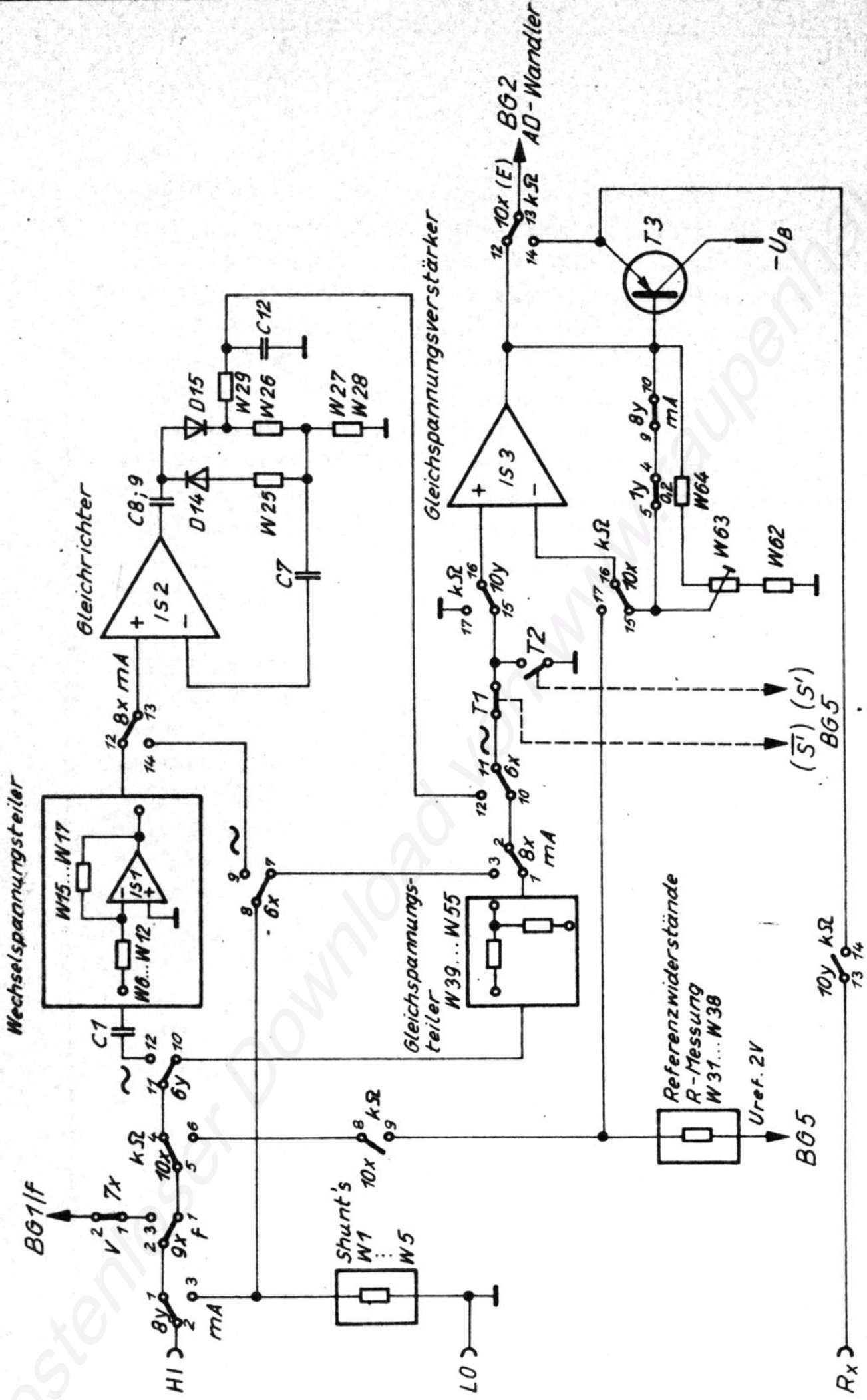
7.1. Eingangsteil BG 1

7.1.1. Eingangsteil DC/AC BG 1

Die BG1 "Eingangsteil DC/AC" besteht aus einem Gleichspannungskanal (Gleichspannungsteiler, Eingangsumschalter T_1 , T_2 , Operationsverstärker IS 3) und einem Wechselspannungskanal (aktiver Wechselspannungsteiler IS 1, Gleichrichter IS 2). Strom- und Widerstandsmessungen werden über die Widerstandsnetzwerke $W_1 \dots W_5$ bzw. $W_{31} \dots W_{38}$ auf eine Spannungsmessung zurückgeführt.

Gleichspannungsmessung:

Bei der Gleichspannungsmessung wird die Taste 7 des Tastenschalters 1 gesetzt. Das Eingangssignal gelangt über die Kontakte $8y2,1$, $9x2,1$, $10x5,4$ und $6y11,10$ zum Gleichspannungsteiler. Im 0,2- und 2V-Meßbereich (Taste 1 bzw. 2 gesetzt) gelangt das Eingangssignal über die Kontakte $8x1,2$ und $6x10,11$, den Eingangsumschalter (T_1 , T_2) und den Schalter $10y15,16$ zum Gleichspannungsverstärker IS 3. In den 20V-, 200V- und 2000V-Meßbereichen (Taste 3,4 bzw.5) wird das Eingangssignal 10:1, 100:1 oder 1000:1 geteilt, so daß am Verstärkereingang Spannungen von maximal $\pm 2,399V$ anliegen. Zwischen den Kontakten $8x2$ und $6x11$ liegt ein Begrenzer-Netzwerk $W_{56} \dots W_{60}$; D16,17. Wechselspannungsstörungen am Eingang des Verstärkers werden mit W_{56} und C_{15} unterdrückt. Der Eingangsumschalter (T_1 , T_2) wird über die



Übersichtsschaltplan der BG1 Eingangsteil DC/AC
 Schalterstellung: Keine Taste gesetzt

Bild 4:

Pegelwandler T 509, T 510 der BG 5 von der BG 4 "Digitalteil" entsprechend dem Meßzyklus gesteuert. Der Gleichspannungsverstärker IS 3, mit SFET-Eingangsstufe, arbeitet bei Gleichspannungsmessung als nichtinvertierender Verstärker. Im 0,2V-Meßbereich und bei Gleichstrommessung hat der Verstärker eine Verstärkung von 10. Der Schalter 1y4,5 bzw. 8y9,10 wird geöffnet, so daß das Gegenkopplungsnetzwerk $W_{62} \dots W_{64}$ wirksam wird. In allen anderen Meßbereichen ist der Verstärker voll gegengekoppelt und arbeitet mit einer Verstärkung von 1. Die Offsetspannung des Gleichspannungsverstärkers wird mit dem Einstellregler W_{66} abgeglichen. Das Ausgangssignal des Verstärkers gelangt über die Kontakte 10x12,13 zur BG 2.

Wechselspannungsmessung:

Bei der Wechselspannungsmessung wird die Taste 7 "Spannungsmessung" und die Taste 6 "AC-Messung" des Tastenschalters 1 gesetzt. Das Eingangssignal gelangt über die Kontakte 8y2,1, 9x2,1, 10x5,4, 6y11,12 und den Kondensator C1 an den aktiven Wechselspannungsleiter ($W_{60} \dots W_{12}$, $W_{15} \dots W_{17}$, IS 1), der als invertierender Verstärker arbeitet. In den 20V-, 200V- und 300V-Meßbereichen (Taste 3,4 bzw. 5 gesetzt) wird das Eingangssignal 10:1, 100:1 oder 1000:1 geteilt, so daß über die Kontakte 8x12,13 maximal 2,399V eff. am Eingang des Gleichrichters anliegen. In den 0,2- und 2V-Meßbereichen (Taste 1 bzw. 2 gesetzt) liegt das Eingangssignal ungeteilt am Eingang des Gleichrichters, da der aktive Wechselspannungsteiler abgeschaltet ist. (siehe Stromlaufplan). Der Widerstand W_{18} bildet mit den Dioden $D_{70} \dots D_{12}$ ein Begrenzer-Netzwerk.

Der Gleichrichter IS 2 erzeugt eine dem Effektivwert der sinusförmigen Eingangsspannung entsprechende positive Gleichspannung. Die Gleichrichtung übernehmen die Dioden D_{14} und D_{15} , die im Gegenkopplungs-zweig des Gleichrichters IS 2 liegen, der als nichtinvertierender Verstärker arbeitet.

Die Kondensatoren C_8, C_9 trennen die Gleichspannung ab, so daß die Ausgangsspannungsdrift des Operationsverstärkers nicht zum Ausgang des Gleichrichters gelangen kann. Die gleichgerichtete und verstärkte Eingangsspannung wird an der Katode von D_{15} abgegriffen und dem Integrationsglied W_{29}, C_{12} zugeführt. Die über C_{12} liegende positive Gleichspannung wird über die Kontakte $6x12, 11$ dem Gleichspannungsverstärker zugeführt. Der Abgleich des Gleichrichters erfolgt mit W_{27} .

Im 0,2V-Meßbereich und bei Wechselstrommessung wird die Ausgangsspannung des Gleichrichters im nachfolgenden Gleichspannungsverstärker 10-fach verstärkt.

Strommessung

Bei der Strommessung ist die Taste 8 "Strommessung" des Tastenhalters 1 gesetzt. Der zu messende Strom fließt über die Kontakte $8y2, 3$ und die entsprechend den Meßbereichen eingeschalteten Shuntwiderstände $W_1 \dots W_5$ nach L0. Der dabei an den Shuntwiderständen hervorgerufene max. Spannungsabfall von 0,2399 V gelangt bei Gleichstrommessung über die Kontakte $6x8, 7$ und $8x3, 2$ zum Gleichspannungsverstärker. Bei Wechselstrommessung gelangt diese Spannung über die Kontakte $6x8, 9$ und $8x14, 13$ zum Gleichrichter.

Die antiparallele Dioden-Thyristor-Kombination $D_1 \dots D_4$ die parallel zum jeweiligen Shuntwiderstand geschaltet wird, übernimmt den Schutz vor zu großen Strömen. Bei einem Spannungsabfall von $> 3V$ am eingeschalteten Shuntwiderstand schaltet polaritätsabhängig D_2 oder D_3 durch und begrenzt den Spannungsabfall auf $< 1V$.

Widerstandsmessung

Bei Widerstandsmessung ist die Taste 10 "Widerstandsmessung" gesetzt. Der Gleichspannungsverstärker IS 3 wird bei gesetzter Taste 10 als invertierender Verstärker geschaltet. Um den im 0,2 KOhm-Meßbereich erforderlichen Strom bereitzustellen, wird der Gleichspannungsverstärker durch den Transistor T₃ erweitert. Der nichtinvertierende Eingang des Verstärkers ist über die Kontakte 10y 16,17 auf L0 geschaltet. An den invertierenden Eingang wird über die Kontakte 10x16,17 der Summenpunkt gelegt. Der dem Meßbereich entsprechende Referenzwiderstand W₃₁...W₃₈ stellt den Eingangswiderstand dar, während der unbekannte Widerstand R_x, der zwischen die Buchsen HI und R_x geschaltet wird, als Gegenkopplungswiderstand dient. Die Eingangsspannung bildet die Referenzspannung U_{ref}=2V.

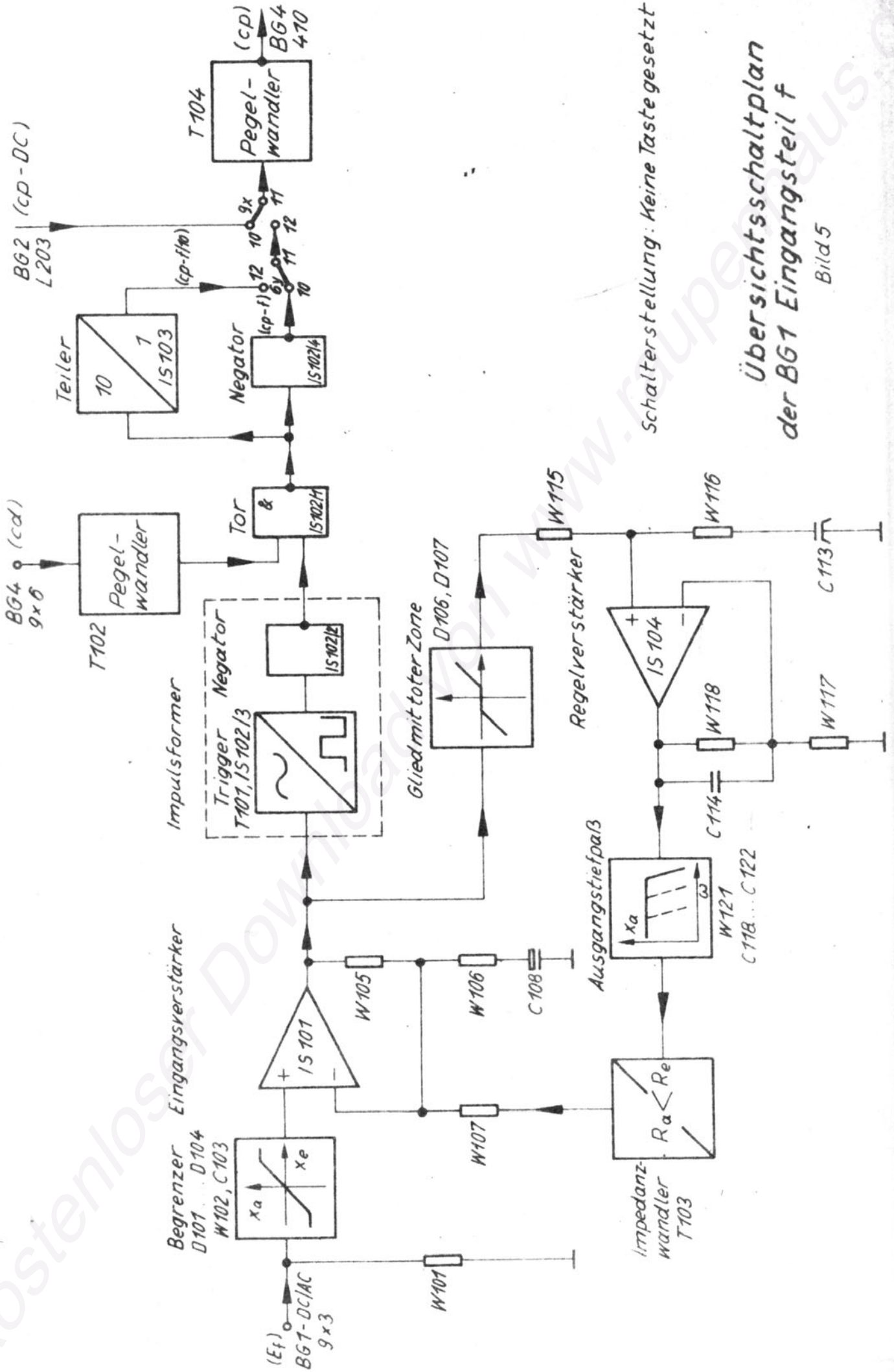
$$U_a = - \frac{R_x}{R_{ref}} \cdot U_{ref}$$

Die Ausgangsspannung U_a, die proportional R_x ist, gelangt über die Kontakte 10_x 14,13 zur BG 2.

7.1.2. Eingangsteil f

Das Eingangssignal (E_f) gelangt bei gesetzter Taste 9 "Frequenzmessung" über die Schaltkontakte 8x1,2; 7y 4,5 und 9x 2,3 auf den Eingangsverstärker IS 101, dem ein Begrenzer vorgeschaltet wurde. Der Begrenzer schützt über W 102 und die Zenerdioden D 101, D 102 den Eingangsverstärker vor zu hohen Eingangsgleichspannungen. Über W 102, die Zenerdioden D 103, D 104 sowie C 103 wird der Verstärker vor zu großen Eingangswechselspannungen geschützt. Der Eingangsverstärker IS 101 arbeitet als nichtinvertierender Verstärker. Sein Eingangswiderstand wird bei kleinen Eingangsspannungen (sinusförmige Spannungen $U_{off} \leq 3,5 \text{ V}$ und impulsförmige Spannungen $U_{ss} \leq 5 \text{ V}$) wesentlich von W 101 bestimmt. Bei größeren Eingangsspannungen, wird der Eingangswiderstand in Abhängigkeit von der Größe des Eingangssignals durch den Begrenzer herabgesetzt. Die Wechselspannungsverstärkung liegt bei 16. Ein am nichtinvertierenden Eingang des Eingangsverstärkers IS 101 anliegender Gleichspannungsanteil des Eingangssignals (E_f) wird nach entsprechender Regelzeit durch eine am nichtinvertierenden Eingang anliegende gleich große Regelgleichspannung im Verstärker so kompensiert, daß das Ausgangssignal Gleichspannungsanteilsfrei erscheint.

Vom Ausgang des Eingangsverstärkers gelangt das Meßsignal zum Impulsformer, der aus dem Trigger (T 101 und IS 102/3) sowie dem nachgeschalteten Negator IS 102/2 besteht. Der Trigger arbeitet als Stromtrigger. Das Meßsignal wird über W 108 in einen spannungsproportionalen Strom umgewandelt. Mit W 110 wird die Größe der Hysteresespannung auf ca. 1V festgelegt. W 109 sorgt durch einen zusätzlichen positiven Basisstrom für T 104 dafür, daß die Triggerpunkte in Richtung negativer Spannung verschoben werden und zwar so, daß sie bei ca. +0,5V für die Einschaltflanke und bei ca. -0,5V für die Rückschaltflanke liegen. Nach der Impulsformung passiert das Meßsignal das Tor IS 102/1. Der Peglerwandler T 102 setzt den von der BG 4 "Digitalteil" bereitgestellten Steuerbefehl "Tor" (od) auf TTL-Pegel herab und steuert damit das Tor IS 102/1 an. Das getorte Meßsignal wird parallel auf den Eingang der Negatorstufe



Schalterstellung: Keine Taste gesetzt

Übersichtsschaltplan
der BG1 Eingangsteil f

Bild 5

IS 102/4 und auf den Eingang T_v des 10:1 Teilers IS 103 gegeben. Über die Schaltverbindung $6y_{10,11}$ und $9x_{11,12}$ wird das getorte Meßsignal (cp-f) auf den Pegelwandler T 104 geleitet, der den anliegenden TTL-Pegel auf MOS-Pegel heraufgesetzt. Die so entstandene Impulsfolge (cp) wird dann in der BG 4 "Digitalteil" gezählt. Die Negatorstufe IS 102/4 sorgt dafür, daß die nach Beendigung des Zählvorganges am Tor IS 102/1 entstehende L/H Flanke den als Negator arbeitenden Regelwandler T 104 ebenfalls als L/H-Flanke verläßt. Das ist erforderlich, weil eine vom Pegelwandler T 104 zu diesem Zeitpunkt gelieferte H/L-Flanke von der Zählerkette der BG 4 "Digitalteil" als zusätzlicher Impuls gezählt werden würde.

Wird die Taste 6 "10:1 Vorteiler" gesetzt, gelangt das getorte und 10:1 geteilte Meßsignal (cp-f/10) vom Ausgang QD des Teilers IS 103 über die Schaltverbindung $6y_{11,12}$ und $9x_{11,12}$ auf den Pegelwandler T104.

Da der Eingangsverstärker gleichspannungsgemäß gekoppelt ist, wird über eine zusätzliche Regelung dafür gesorgt, daß das Ausgangssignal des Eingangsverstärkers IS 101 keinen Gleichspannungsanteil enthält und somit zwischen die Triggerpunkte des Impulsformers gestellt wird. Dazu steuert das Ausgangssignal des Eingangsverstärkers IS 101 über das Glied mit toter Zone (D106, D 107) den Regelverstärker IS 104 an.

Der Regelverstärker arbeitet auf den Ausgangstiefpaß, welcher eine Regelgleichspannung zur Verfügung stellt. Über den Impedenzwandler T 103 und W 107 wird die Regelgleichspannung auf den invertierenden Eingang des Eingangsverstärkers IS 101 gegeben.

Der Regelverstärker IS 104 integriert die außerhalb der Triggerhysterese liegenden positiven und negativen Spannungen des Ausgangssignals des Eingangsverstärkers IS 101 nach der Zeit auf.

Das Glied mit toter Zone zwingt die Regelung so lange die Regelgleichspannung zu verändern, bis das Ausgangssignal des Gliedes mit toter Zone keinen Gleichspannungsanteil mehr aufweist. Der arithmetische Mittelwert dieses Signals liegt dann bei OV. Bei sinusförmigen Eingangssignalen (Ef) und bei impulsförmigen Eingangssignalen (Ef) mit einem Tastverhältnis $t:T=1:2$ weist dann das Ausgangssignal des Eingangsverstärkers IS 101, das Meßsignal, ebenfalls keinen Gleichspannungsanteil auf.

Bei kleinen impulsförmigen Eingangssignalen (Ef) mit extremen Tastverhältnissen liegt deren arithmetischer Mittelwert stets in der Nähe des Pegelzustandes, der überwiegend eingenommen wird. So kann die Flanke, die diesen Pegelzustand herbeiführt, den entsprechenden Triggerpunkt nicht erreichen, da die Spannungsdifferenz arithmetischer Mittelwert - überwiegend eingenommener Pegel zu klein ist. Das Glied mit toter Zone sorgt nun dafür, daß erst der integrale Anteil für positive und negative Ausgangsspannungen des Eingangsverstärkers IS 101 deren Betrag größer als ca. 0,6V ist, vom Regelverstärker berücksichtigt wird. Dadurch verschiebt sich das Meßsignal in Richtung der Polarität, in der der überwiegend eingenommene Pegelzustand vom arithmetischen Mittelwert des Meßsignals aus gesehen liegt, und das Meßsignal wird zwischen die beiden Triggerpunkte des Impulsformers gestellt. Der Ausgangstiefpaß nutzt seine integrierende Wirkung oberhalb seiner oberen Grenzfrequenz zur Erzeugung der Regelgleichspannung aus. Um die von sehr tief liegenden oberen Grenzfrequenzen hervorgerufenen größeren Regelzeiten (Zeit bis zur Einstellung des Regelgleichgewichtes) nicht auch bei Meßzeiten von 10ms und 100ms in Kauf nehmen zu müssen, arbeitet der Ausgangstiefpaß mit veränderbarer oberer Grenzfrequenz. Das wird ermöglicht, indem in Abhängigkeit von der möglichen Auflösung des Meßsignals, also meßbereichsabhängig über die Schaltverbindungen 6x12, 1x8,9 und 6x4,5; 2y8,9 die Kondensatoren C118 oder C119, C120 zugeschaltet werden. Über W 122 werden die Kondensatoren C118 und C119, C120 auf definiertes Potential aufgeladen, solange sie dem Ausgangstiefpaß nicht zugeschaltet sind.

7.2. A/D-Wandler BG 2

7.2.1. Prinzip des A/D-Wandlers für Gleichspannungen beliebiger Polarität

Von der BG 1 "Eingangsteil DC/AC" gelangen Gleichspannungen beliebiger Polarität auf den Eingang E des A/D-Wandlers. Damit der A/D-Wandler Gleichspannungen beliebiger Polarität verarbeiten kann, wird mit W 202, der zwischen $-U_B$ und dem invertierenden Eingang des Integrators IS 201 liegt, ein Verschiebestrom erzeugt. Der Verschiebestrom muß mind. die Größe des Stromes haben, den die maximale negative A/D-Wandlereingangsspannung im Widerstand W 203 erzeugt. Dadurch wird der Nullpunkt vom Ursprung zur Mitte der Aussteuerkennlinie des A/D-Wandlers verschoben.

Die Umsetzung einer Gleichspannung beliebiger Polarität erfolgt bei einer Meßzeit von 200ms in zwei Schritten zu je 100ms, deren Steuerung die BG 4 "Digitalteil" vornimmt. Der Zähler der BG4, der die Auswertung der Ausgangsimpulsfolge des A/D-Wandlers durchführt, wird für 100ms auf Vorwärtzzählen geschaltet. Danach erfolgt die takt synchrone Umschaltung des Zählers für 100ms auf Rückwärtzzählen. Gleichzeitig wird von der BG 4 der Eingangsumschalter (T_1, T_2) der BG 1 angesteuert.

Umsetzung einer negativen Eingangsspannung

1. Schritt

Vorwärtzzählen

T_1 geschlossen

T_2 offen

Der Eingang des Gleichspannungsverstärkers ist mit der Eingangsspannung verbunden. Am A/D-Wandlereingang liegen die Spannungen:

$$- U_V - U_e + U_0$$

$-U_V$ = Verschiebespannung $-U_B$

U_0 = Offsetspannung des Verstärkers
(Nullpunktfehler)

2. Schritt

Rückwärtszählen

T₁ offen

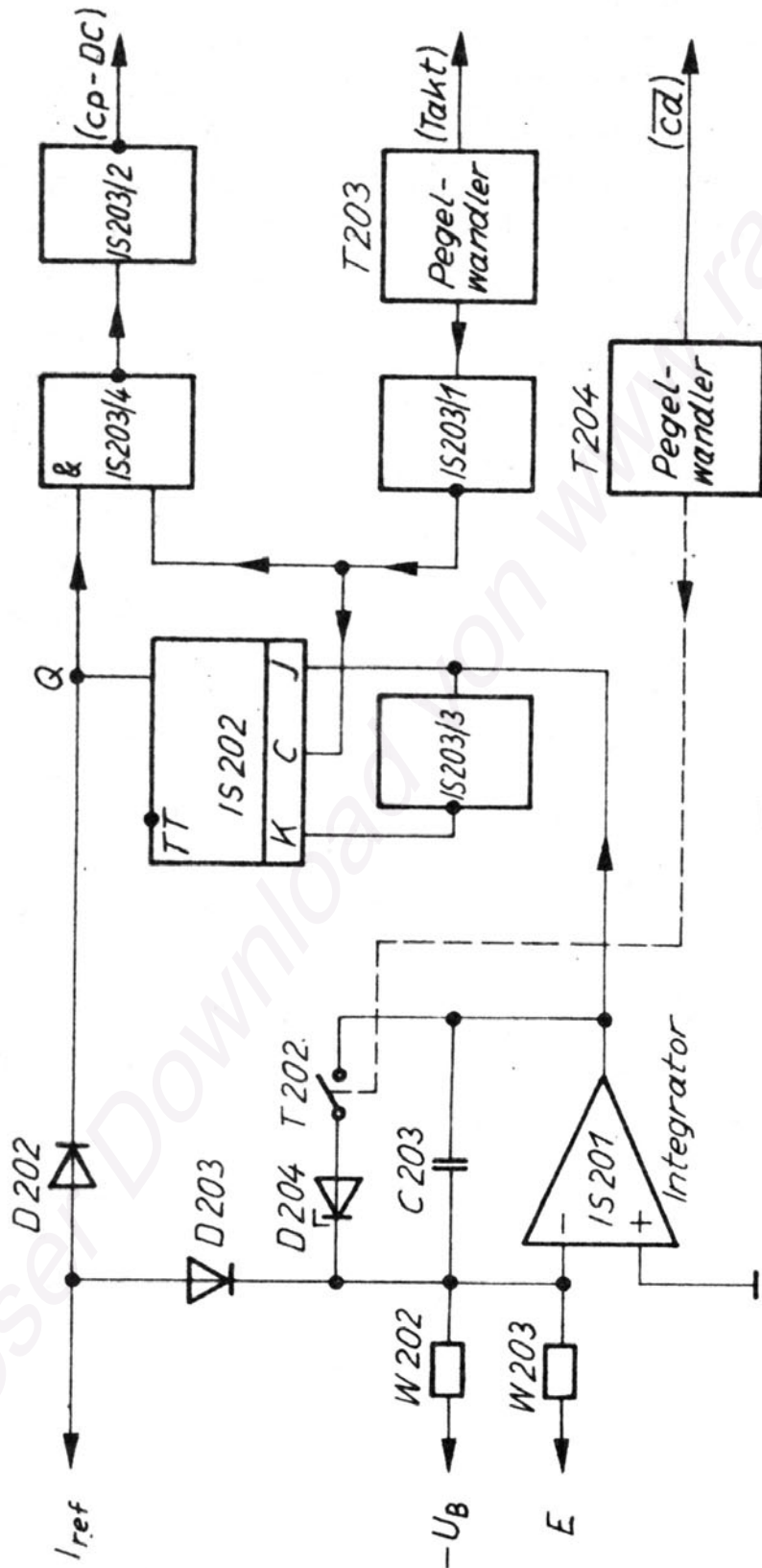
T₂ geschlossen

Der Eingang des Gleichspannungsverstärkers wird von der Eingangsspannung getrennt und auf LO geschaltet.

An A/D Wandlereingang liegen die Spannungen: $-U_v + U_o$

Der nach dem 2. Schritt im Zähler der BG4 befindliche Zählerinhalt entspricht der Eingangsspannung $-U_e$, da das Vorwärts- und Rückwärtszählen des Zählers eine Differenzbildung darstellt. Nullpunktfehler des Gleichspannungsverstärkers, die das Meßergebnis verfälschen können, werden automatisch durch Differenzbildung beseitigt.

Bei Polaritätswechsel der Eingangsspannung ist der beim Vorwärtszählen in den Zähler der BG 4 eingezählte Wert kleiner als der beim Rückwärtszählen gezählte Wert, so daß der Zähler über Null hinauszählt. Diese Überschreitung wird zur automatischen Polaritätsanzeige ausgenutzt. Gleichzeitig wird die Reihenfolge, in der der Eingangsumschalter (T₁, T₂) schaltet, umgeschaltet (siehe BG 4 "Digitalteil").



Übersichtsschaltplan der BG 2 „AD-Wandler“

Bild 6:

7.2.2. Funktion des A/D-Wandlers

Der Integrator, der im wesentlichen aus den Widerständen W 202, W203, dem Operationsverstärker IS 201 und dem Integrationskondensator C 203 besteht, liefert bei stets negativer Eingangsspannung am Ausgang eine linear ansteigende Rampenspannung. Das Gatter IS 203/3 und das J-K-Flip-Flop IS 202 bilden ein D-Flip-Flop. Sobald die Ausgangsspannung des Integrators die Schwellspannung des Gatters IS 203/3 überschreitet, kippt der Flip-Flop-Ausgang Q beim nächsten Taktimpuls auf H-Pegel. Die Taktflankensteuerung sorgt für ein definiertes Umschalten auch bei langsam ansteigender Ausgangsspannung des Integrators. Die Widerstands-Dioden-Kombination W 207, D 207, D 208 am Ausgang des Integrators dient dem Schutz des D-Flip-Flops vor negativen und zu hohen positiven Eingangsspannungen. Die Taktfrequenz (Takt) von 50 KHz, die in der BG 4 erzeugt wird, gelangt über den Pegelwandler T 203 und Gatter IS 203/1 auf den Takteingang des Flip-Flops. Der Flip-Flop-Ausgang mit den beiden möglichen Zuständen H-Pegel und L-Pegel steuert über den Emitterfolger T 201 einen Diodenschalter D 202, D 203. Der Referenzstrom ($I_{ref}=1mA$) fließt bei H-Pegel zum Integrator und bewirkt die Rückintegration. Bei L-Pegel wird die Verbindung zum Integrator gesperrt, so daß der Referenzstrom nach $-13V$ fließt. Da das Flip-Flop taktgesteuert ist, kann sich seine Ausgangsinformation frühestens nach einer Periode der Taktfrequenz ändern. Dadurch kann nur ein definierter Referenzstrom den Integrationskondensator umladen. Der Referenzstrom wird über so viele Taktperioden eingeschaltet, bis mit Hilfe dieser Referenzladungsmenge, die ein Maß für die Größe der Eingangsspannung ist, die Schwellspannung des Gatters IS203/3 unterschritten wird und damit das Ladungsgleichgewicht hergestellt ist. Der Q-Ausgang des Flip-Flops steuert außerdem das als Tor arbeitende Gatter IS 203/4. Bei H-Pegel am Flip-Flop-Ausgang gelangt die geforderte Taktfrequenz (op-DC) über Gatter IS 203/2 zur Auswertung in die BG 4 "Digitalteil". Der als Schalter arbeitende Transistor T 202 wird über den Pegelwandler T 204 vom Steuerbefehl "negiertes Tor" (\bar{od}) gesteuert. In der Meßpause ist T 202 durchgesteuert.

so daß die Ausgangsspannung des Integrators durch die Z-Diode D 204 auf einen festen Wert begrenzt wird. Dadurch erfolgt ein neuer Meßzyklus mit einer definierten Anfangsbedienung.

7.3. Anzeige BG 3

Über den Bus gelangt die 4-Segmentinformation von der BG 4 "Digitalteil" über die Segmenttreibertransistoren T 301... T 307 auf die segmentweise parallelgeschalteten Katoden LED-Anzeigeelemente LA 302...LA 305.

Die Zeitmultiplexakte (bl 1') bis (bl 4') steuern die Digitrtreibertransistoren T 308...T 311 an, welche die Anodenspannungen der LED-Anzeigeelemente LA 302...LA 305, dem Zeitmultiplexbetrieb entsprechend zu- bzw. abschalten. Die Dezimalpunkte DP1...DP3 werden automatisch, entsprechend dem Meßbereich und der Betriebsart angesteuert.

Die Polaritätsanzeige LA 301 wird über den Treibertransistor T 312 vom Kontrollsignal "Vorzeichen" (VZ) der BG 4 "Digitalteil" direkt angesteuert. Bei Wechselspannungs-, Wechselstrom-, Widerstands- und Frequenzmessungen wird die Anodenspannung der Polaritätsanzeige LA 301 (VZ) abgeschaltet.

In der Betriebsart "Frequenzmessung" wird die Toranzeige LD 301 durch den Steuerbefehl "Toranzeige" (T) der BG 4 "Digitalteil" über den Treibertransistor T 314 angesteuert. Die kombinierte Überbereich-Überlaufanzeige LD 302 wird von der BG 4 "Digitalteil" über den Treiber T 313 so angesteuert, daß sie bei DC-, AC-Messungen (Strom und Spannung) und Widerstandsmessungen durch Blinken des Erreichen des Überbereiches, anzeigt. In der Betriebsart "Frequenzmessung" zeigt sie durch Aufleuchten die Überschreitung der Zählkapazität des Zählers an.

7.4. Digitalteil BG 4

7.4.1. Aufgabe und Aufbau des Digitalteils

Das Digitalteil hat die Aufgabe, Steuerbefehle, Kontrollsignale und Takte zu erzeugen, welche den Ablauf innerhalb der Baugruppe organisieren oder die anderen Baugruppen ansteuern sowie externe Informationen von anderen Baugruppen auszuwerten. Für die Ablaufsteuerung sind zwei Betriebsfälle vorgesehen. Bei DC-, AC-Messungen (Strom- und Spannung) und Widerstandsmessung arbeitet das Digitalteil im Betriebsfall "DC" (Taste 9 "Frequenzmessung"(3) ist nicht gesetzt).

In der Betriebsart "Frequenzmessung" (Taste 9 "Frequenzmessung"(3) ist gesetzt) läuft das Digitalteil im Betriebsfall "f".

Die elektronische Schaltung der BG 4 "Digitalteil" gliedert sich in die Unterbaugruppen:

- Zeitbasisschaltung
- Zeitmultiplexschaltung
- Speicherübernahme- und Zählerrückstellsteuerung
- Tor- und Zählrichtungssteuerung
- Zähler-Speicher-Dekoder-Kette
- Überbereich und Bereichsende "DC"
- Überlauf "f"
- Vorzeichen- und Eingangsumschaltersteuerung

7.4.2. Funktion der einzelnen Unterbaugruppen

7.4.2.1. Zeitbasisschaltung

Das Kernstück der Zeitbasisschaltung bildet der Teiler-schaltkreis IS 403. Seine Eingänge cp1 und cp2 werden über die Gatter IS 402/3,1 mit der Frequenz 500 KHz des quarzstabilisierten Oszillators IS 401/1,2 angesteuert. Die Widerstände W 401...W 406 legen den Arbeitspunkt des Oszillators fest. Durch den Einsatz der Thermistoren W 403 und W 404 wird der Temperaturkoeffizient der Frequenz des Oszillators verbessert. Der Quarz Q 401 wird in Serienresonanz betrieben. Über den Scheibentrimmer C 404 kann der Feinabgleich der Oszillatorfrequenz vorgenommen werden. Der Kondensator C 402 verhindert, daß der Quarz zusätzlich auf einer Oberwelle erregt wird. Die

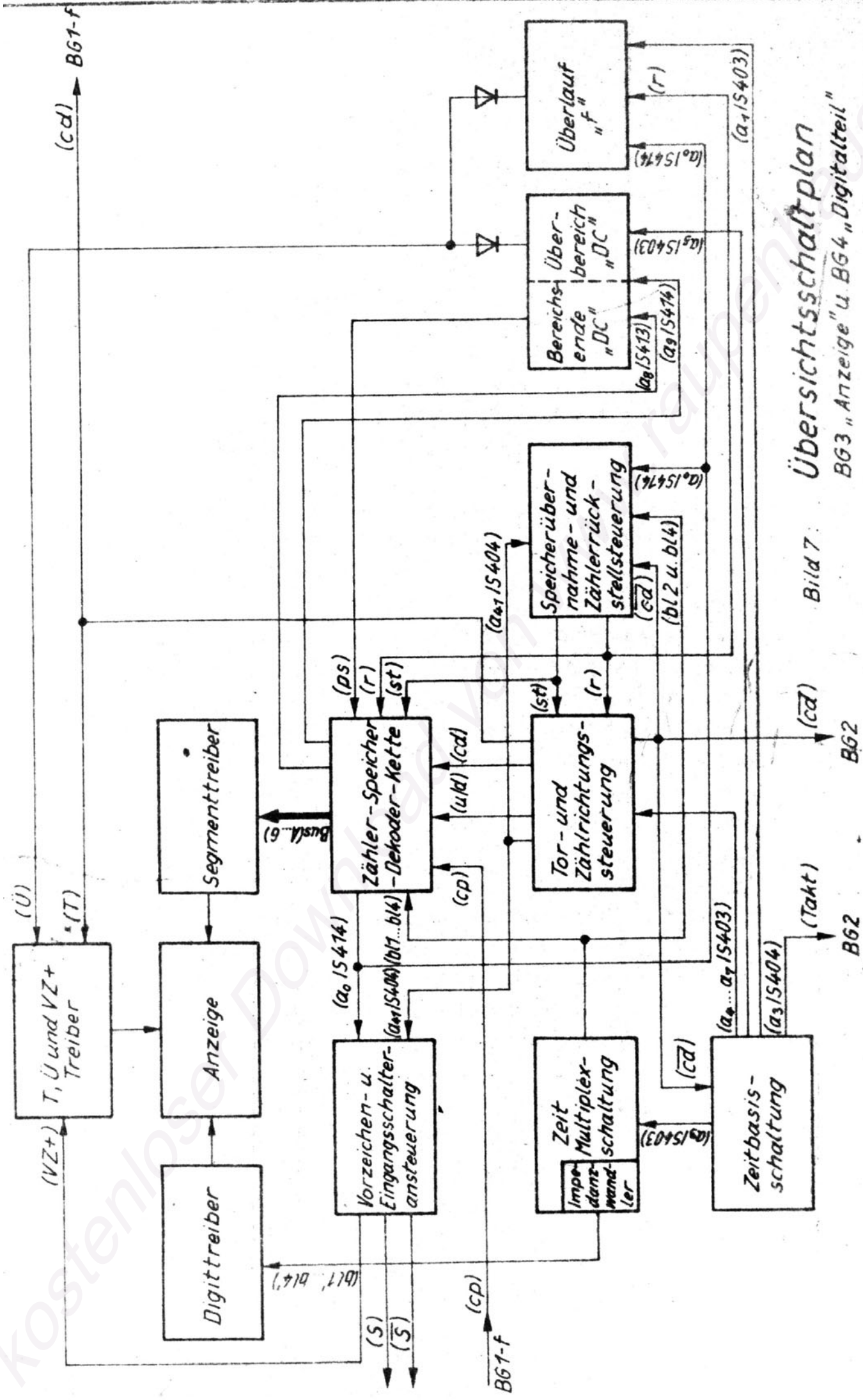


Bild 7: Übersichtsschaltplan
 BG3 "Anzeige" u. BG4 "Digitalteil"

Bild 7

BG2

BG2

(VZ+) (Ü) (T) (cd) BG1-f
 (S) (S) (cp) BG1-f
 (a0...a7/15403) (a0...a7/15404) (a0...a7/15474) (a0...a7/15476) (a0...a7/15403)

Gatter IS 402/3, 1. dienen der Flankenversteigerung des Oszillatorsignals. Zur Kontrolle der Oszillatorfrequenz wird der Ausgang des Gatters IS 402/3 über den Schutzwiderstand W 423 zur Buchse Ba 5 geführt. ...

Zusätzlich werden die Teilerstufen $n_4 \dots n_7$ des IS 403 über den Eingang ep 2 durch das Gatter IS 402/1 während der Meßpause abgeschaltet, indem der an seinem Eingang (Pin 13) liegende Steuerbefehl "negiertes Tor" ($\bar{0}$) das Gatter sperrt. Das Flip-Flop IS 404/3 teilt das 100kHz (10 s) Ausgangssignal an a_1 des IS 403 auf 50 kHz (20 s) herunter und stellt somit den Wandlertakt für die BG 2 "A/D-Wandler" (Takt) zur Verfügung.

Weiterhin werden von der Zeitbasisschaltung die Frequenzen 100 kHz (10 s) an a_1 des IS 403 und 1 kHz (1 ms) an a_3 des IS 403 bereitgestellt.

Im Betriebsfall "f" bewirkt die Abschaltung der Zählerstufen n_4 bis n_7 während der Meßpause, daß der Zustand L_1 , den die Ausgänge $a_4 \dots a_7$ des IS 403 in der ersten Hälfte der Meßzeit für 5 ms, 50 ms, 500 ms und 5 s einnehmen, um die vorausgehende Meßpause von 2 ms verlängert wird. Dies hat zur Folge, daß der jeweils mit der Tor- und Zählrichtungssteuerung verbundene Ausgang $a_4 \dots a_7$ (Kontakte $4x5,6$, $3x5,6$, $2y5,6$ oder $1x5,6$ und $9y5,6$) Impulsfolgen mit folgende Periodendauer $T_{a_4}=12$ ms, $T_{a_5}=102$ ms, $T_{a_6}=1002$ ms und $T_{a_7}=10002$ ms liefert.

Im Betriebsfall "DC" arbeitet nur a_5 von IS 403 auf die Tor- und Zählrichtungssteuerung (Kontakte $9y4,5$). Hier schließt sich an die Impulsfolge mit einer Periodendauer von 102 ms eine Impulsfolge von 100 ms Periodendauer an, so daß die Gesamtperiodendauer der Impulsfolge 202 ms, bei "DC"-Betrieb, beträgt.

Im unter Pkt. 7.4.2.3. genannten Ausnahmefall, da sich die Meßpause auf 4 ms verlängert, ergibt sich an a_5 IS 403 eine Gesamtperiodendauer von 204 ms.

7.4.2.2. Zeitmultiplexschaltung

Die Ausgangsimpulsfolge a_3 IS 403, 1kHz (1ms), wird vom Flip-Flop IS 404/1 auf 500Hz (2ms) geteilt. Beide Ausgangsimpulsfolgen werden über die Gatter IS 401/3,4 negiert und sie steuern gemeinsam mit ihren negierten Impulsfolgen den 1 aus 4 Decoder IS 405. Dieser erzeugt an seinen Ausgängen die Zeitmultiplextakt "Blanking 1" (bl 1) ... "Blanking 4" (bl 4) mit einer Frequenz von 500 Hz und einer Impulsbreite von 0,5ms. Die Emitterfolger T 401...T 404 stellen die Zeitmultiplextakt (bl1')...(bl4') zur Verfügung, indem sie die zur Ansteuerung der Digtreiber T 308...T 311 der BG 2 "Anzeige" erforderliche Impedanzwandlung der Zeitmultiplextakt (bl1)...(bl4) vornehmen.

7.4.2.3. Speicherübernahme- und Zählerrückstellsteuerung

Das Gatter IS 406/1 arbeitet als NOR-Gatter mit negierten Eingangssignalen, so daß es für die vor den Negatorstufen IS 407/1 und IS 408/4 anliegenden Eingangssignale (cd) und (bl2) als UND-Verknüpfung wirkt. Diese UND-Verknüpfung veranlaßt, daß der Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) nur in der Meßpause und dort nur, wenn der Zeitmultiplextakt "Blanking 2" (bl2) L-Pegel führt, abgegeben werden kann. Da die Meßpause immer mit der H/L-Flanke des Zeitmultiplextaktes "Blanking 1" (bl 1) beginnt und mit der L/H-Flanke des Zeitmultiplextaktes "Blanking 4" (bl 4) endet, geschieht die Übernahme des Zählerinhaltes in den Speicher, bei einem Meßzyklus von 202ms, im zweiten Viertel der Meßpause.

Bei Polaritätswechsel im Betriebsfall "DC" zählt der Zähler rückwärts mehr Impulse als vorwärts. Dann befindet sich das 10er Komplement der eigentlich anzuzeigenden Zahl im Zähler. Die Anzeige des 10er Komplements wird verhindert, weil im Betriebsfall "DC" über das Gatter IS 410/2 (Pin 10) das Kontrollsignal "Zählerstand" (a_0 IS 414) auf einen weiteren Eingang (Pin 10) des Gatters IS 406/1 gelegt wird. Dieses Kontrollsignal "Zählerstand" (a_0 IS 414) führt bei den Zählerständen "8" und "9" der 10^3 Zählstufe des IS 414 L-Pegel, mit dem es das Gatter IS 406/1 sperrt, das nun, solange im Zähler ein 10er Komplement steht,

keinen Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) bilden kann. In diesem Ausnahmefall verlängert sich die Meßpause um 2ms auf 4ms und der Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) wird erst, wenn der Zeitmultiplextakt "Blanking 2" (b12) das zweite Mal L-Pegel führt, abgegeben. Der Abgabe dieses Steuerbefehls "Speicherübernahme" (st) ging eine Rückstellung des Zählers auf "0000" voraus, infolgedessen das Kontrollsignal "Zählerstand" (a_0 IS 414) die Sperrung des Gatters IS 406/1 aufhob.

Der Steuerbefehl "Rückstellen" (r) wird durch UND-Verknüpfung des Steuerbefehls "Tor" (cd) mit dem Zeitmultiplextakt "Blanking 4" (b1 4) im Gatter IS 408/3 gebildet. Er liegt dadurch in der Regel im letzten Viertel der Meßpause. Im Ausnahmefall, wo die Anzeige des 10er Komplements unterdrückt wird, erfolgt die Abgabe des Steuerbefehls "Rückstellen" (r) auf Grund obiger Verknüpfungsbedingung in der 4ms langen Meßpause zweimal

7.4.2.4. Tor- und Zählrichtungssteuerung

Betriebsfall "DC"

Das von der Zeitbasisschaltung über die Schalterverbindung 9v4,5 bereitgestellte Signal (a_5 IS 403) und der in dieser Schaltung erzeugte Steuerbefehl "Tor" (cd) werden am Gatter IS 407/2 NOR verknüpft. Am Ausgang entsteht der Term (a_5 IS 403)v (cd). Im eingeschwungenen Zustand entspricht dieser dem Ausdruck (a_5 IS 403). Dieses Signal wird mit dem am Ausgang des Gatters IS 410/4 liegenden Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) und dem Steuerbefehl "Rückstellen" (r) im Gatter IS 406/2 NOR verknüpft. Es entsteht der Term (a_5 IS 403)v(cd) v(st)v(r). Nach Umwandlung erhält man (a_5 IS 403)v(cd) 1 (\bar{st}) 1 (\bar{r}).

Vereinfacht gilt im eingeschwungenen Zustand

$$(a \text{ IS } 406/2) = (e_4 \text{ IS } 404) = (a_5 \text{ IS } 403)1(\bar{st}) 1 (\bar{r})$$

Die so synthetisierte Signalfolge wird auf den Eingang e_4 des IS 404 gegeben, der an seinen Ausgängen a_{41} eine 1:2 und a_{42} eine 1:4 Teilung der H/L-Flanken der Eingangssignalfolge zur Verfügung stellt. Der Ausgang a_{41} des IS 404 wird über die Schaltverbindungen 9y 7,8 mit den Eingängen u/d der Zählerkette IS 411...IS 414 verbunden

und seine Impulsfolge legt als Steuerbefehl "Zähl-
richtungswechsel" (u/d) für 100ms Vorwärtsbetrieb L-Pegel,
und für weitere 100ms Rückwärtsbetrieb (H-Pegel) fest.
In der MeSpause schließt sich die selbe Pegelfolge an,
allerdings ist die Periodendauer auf 2ms verkürzt.

Durch die Schaltverbindung 9x7,8 kann die an a₄₂ IS 404
liegende Impulsfolge als Steuerbefehl "Tor" (od) im Digi-
talteil wirksam werden. Über das durchgeschaltete Gatter
IS 410/3 gelangt der Steuerbefehl "Tor" (od) auf den
Eingang od der ersten Zähldekade IS 411. Dieser Steuer-
befehl führt im Betriebsfall "DC" stets 200ms H-Pegel
und öffnet damit das Tor der Zähldekaden, IS 411...IS 414
(Meßzeit). Daran schließt sich in der Regel ein L-Pegel
von 2ms an, während der das Tor der Zähldekaden gesperrt
wird. (MeSpause)

Das Gatter IS 410/4 wird durch das seinen einen Eingang
(Pin 5) vorgeschaltete UND-Glied D404, D 405 und W 425
auf drei Eingänge erweitert. Das ermöglicht die UND-Ver-
knüpfung des Steuerbefehls "Speicherübernahme" (st) mit
dem Steuerbefehl "Zählrichtungswechsel" (u/d) in diesem
Gatter, da es in vorliegendem Betriebsfall nicht über
D 404 generell gesperrt ist. Da der Steuerbefehl "Zähl-
richtungswechsel" (u/d) nur in der ersten Hälfte der
MeSpause L-Pegel führt, sichert diese UND-Verknüpfung ab,
daß der Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) nur in der
Tor- und Zählrichtungsteuerung wirksam werden kann, wenn
er im zweiten Viertel der MeSpause liegt. Dadurch wird
erreicht, daß die MeSpause niemals von der Rückflanke
des Steuerbefehls "Speicherübernahme" (st), sondern stets
durch eine Rückflanke des Steuerbefehls "Rückstellen" (r)
beendet wird. Im unter Pkt. 7.4.2.3. abgehandelten Aus-
nahmefall, in dem die Anzeige des 10er Komplements
verhindert wird, kann der im sechsten Achtel der MeSpause
liegende Steuerbefehl "Speicherübernahme" (st) nicht in der
Tor- und Zählrichtungsteuerung wirken. Der erste Steuer-
befehl "Rückstellen" (r) übernimmt in dieser Unterbaugruppe
dann die Funktion des Steuerbefehls "Speicherübernahme" (st)
und die Rückflanke des zweiten Steuerbefehls ("Rückstellen"
(r) beendet nach 4ms die MeSpause. Der entsprechende Thern

für die synthetisierte Signalfolge lautet dann:
 $(a \text{ IS } 406/2) = (e_4 \text{ IS } 404) = (a_5 \text{ IS } 403) \wedge (\bar{x})$.

Betriebsfall-"f"

Die durch Setzen der Taste 9 "Frequenzmessung"(3) entstandene Verbindung 9y5,6 ermöglicht, daß wahlweise einer der Ausgänge $a_4 \dots a_7$ des IS 403 mit der Tor- und Zählrichtungssteuerung verbunden werden kann. Die Schaltverbindung 9y11,12 legt über D 404 H-Pegel an das Gatter IS 410/4, so daß der an seinem Eingang (Pin 6) liegende Steuerbefehl "Speicherübernahme"(st) gesperrt wird und am Ausgang des Gatters H-Pegel hervorgerufen wird. Dadurch reduziert sich der Term an a IS 406/2 auf:

$$(a_5 \text{ IS } 403) \wedge (\bar{x}) = (e_4 \text{ IS } 404).$$

Jetzt wird die an a_4 IS 404 liegende Impulsfolge über die Schaltverbindung 9x8,9 als Steuerbefehl "Tor" im Digitalteil wirksam. Um die Überlappungsbedingungen zwischen der Impulsfolge (ep) und dem Steuerbefehl "Tor" (od) am Zähler der Zähler-Speicher-Dekoder-Kette einzuhalten, wird der Eingang od der Kette jetzt ständig durch H-Pegel angesteuert und die Kette damit geöffnet. Realisiert wird dies durch das Gatter IS 410/3, welches ebenfalls durch den über die Schaltverbindung 9y11,12 an seinem Eingang anliegenden H-Pegel gesperrt wird. Der Steuerbefehl "Tor" (od) wird zur BG 1 "Eingangsteil f" (L 106) geführt, und von der BG 1 "Eingangsteil f" wird die zu zählende Impulsfolge (od) getort auf die offene Zählerkette gegeben. Im abgehandelten Betriebsfall wird der Steuerbefehl "Tor"(ed) über die Schaltverbindung 9x5,6 der BG 3 "Anzeige" als Steuerbefehl "Toranzeige" (T) zugeführt, über die Schaltverbindung 9y8,9 wird der Eingang u/d der Zählerkette auf L-Potential geschaltet und die Kette arbeitet ständig im Vorwärtsbetrieb.

7.4.2.5. Zähler-Speicher-Dekoder-Kette

Die Zähler-Speicher-Dekoder-Kette ist aus 4 MOS-Schaltkreisen IS 411...IS 414, deren Zähldekaden für synchronen Betrieb zusammengeschaltet wurden, aufgebaut. Sie übernimmt die Funktion Zählen und Speichern, der dem Meßwert entsprechenden Impulsfolge (cp). Diese Impulsfolge wird über die Pegelanpassung T 104 der BG 1 "Eingangsteil f" auf den Eingang cp der Zähldekaden geschaltet. An ihren parallelgeschalteten Eintransistorausgangsstufen $a_1 \dots a_7$ stellt die Kette die decodierte 7-Segmentinformation des Speicherinhaltes zur Verfügung und steuert damit die Segmenttreiberstufen T 301...T 307 der BG 3 "Anzeige" an. Die in der Zeitmultiplexschaltung erzeugten Zeitmultiplexakte "Blanking 1" (bl 1)... "Blanking 4" (bl 4) steuern die entsprechenden Eingänge bl der Schaltkreise an und setzen die 7 Segmentausgänge jeder Dekade, während sie H-Pegel führen, in den Blanking-Zustand, so daß jeweils nur eine Dekade zur bestimmten Zeit ihre 7-Segment auf den Bus geben kann.

Der am Eingang cd des IS 411 anliegende Steuerbefehl "Tor" (cd) legt die Meßzeit (Toröffnungszeit) sowie die zugehörige Meßpause fest.

Über den an den parallelgeschalteten Eingängen 11/d anliegenden Steuerbefehl "Zählrichtungswechsel" (u/d) wird die Zählrichtung der Zähler-Kette bestimmt. Weitere Ausführungen hierzu werden unter Pkt. 7.4.2.4. gemacht.

Die unter Pkt. 7.4.2.3. abgehandelten Steuerbefehle "Speicherübernahme" (st) und "Rückstellen" (r) speisen die Eingänge st und r und veranlassen dort in der Meßpause die Übernahme des Zählerinhaltes in den Speicher sowie die anschließende Rücksetzung aller Zähldekaden auf "0".

Der Steuerbefehl "Bereichsende" (ps) liefert H-Pegel auf die Eingänge ps der Zähler-Speicher-Dekoder-Kette. In den Zähler wird dann der über die Eingänge $p_1 \dots p_4$ der einzelnen Zähldekaden vorprogrammierte Wert "2399" eingeschrieben.

Außer der 7-Segment Information gibt die Zähler-Speicher-Dekoder-Kette noch 3 weitere Ausgangsinformationen ab. Neben dem bereits angesprochenen Kontrollsignal "Zähler-

steuert" (a_9 IS 414) sind es die Kontrollsignale "Überbereich" (a_9 IS 414) und "Speicherstand" (a_8 IS 413)

7.4.2.6. Überbereich und Bereichsende "DC"

Das Kontrollsignal "Überbereich" (a_9 IS 414) schaltet sowie der Speicher der 10^3 Dekade den Wert ≥ 2 erreicht auf L-Pegel. Im Betriebsfall "DC" steuert es über das geöffnete Gatter IS 410/1 die Gatter IS 402/2, 4 an. Im Gatter IS 402/2 wird das Kontrollsignal "Überbereich" (a_9 IS 414) mit dem Signal am Ausgang a_6 des IS 403 UND-verknüpft. Das Ausgangssignal wird über das ODER-Glied D 403/ D 402, W 322 zur BG 3 "Anzeige" geführt, welche das Erreichen des Überbereiches anzeigt. Das Kontrollsignal "Speicherstand" (a_8 IS 413) schaltet auf L-Pegel sowie der Speicher der 10^2 Dekade den Wert ≥ 4 übernimmt. Diese Information wird im Gatter IS 402/4 mit dem Kontrollsignal "Überbereich" (a_9 IS 414) NAND-verknüpft. Über das UND-Glied D 401, D 20, W410 mit den Eingängen p_8 der Zähler-Speicher-Dekoder-Kette verbunden, wird das Ausgangssignal von Gatter IS 402/4 bei Überschreitung des Meßbereiches als Steuerbefehl "Bereichsende" (■) wirksam.

Im Betriebsfall "f" schaltet das Gatter IS 410/1 die Kontrollinformation "Überbereich" (a_9 IS 414) ab, so daß der Überbereich und das Bereichsende nicht zur Auswertung gelangen.

7.4.2.7. Überlauf "f"

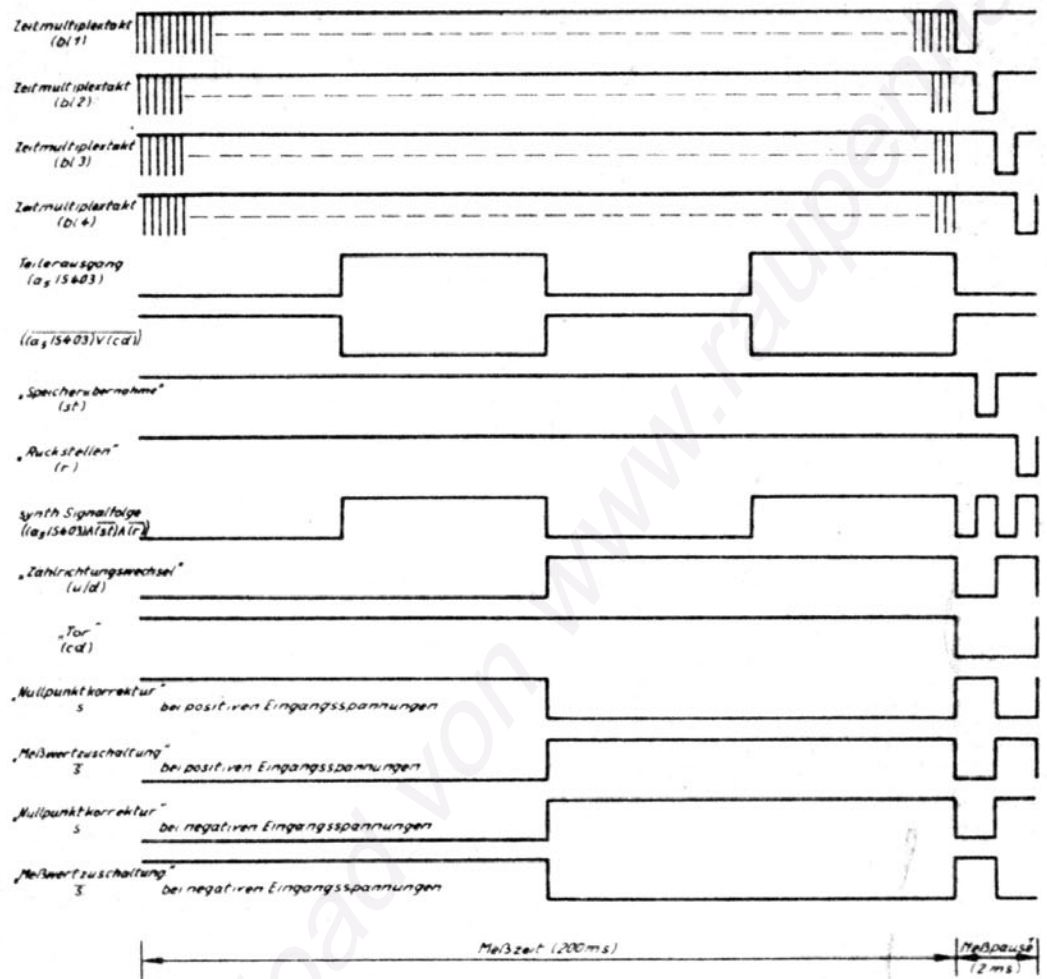
Das Kontrollsignal "Zählerstand" (a_0 IS 414) liefert beim Vorwärtzzählen bei jedem Überlauf der 10^3 Zähldekade, also beim Übergang von Ziffer "9" auf Ziffer "0" eine L/H-Flanke. Durch Negation im Gatter IS 409/2 wird sie zur H/L-Flanke. Diese passiert das Gatter IS 407/3 wiederum als L/H-Flanke, wenn der 2. Eingang (Pin 15) dieses Gatters H-Pegel führt und verläßt das Gatter IS 407/4 als H/L-Flanke, mit der es das Flip-Flop IS 404/5 über den Eingang e_5 am Ausgang a_{51} auf L-Pegel setzt. Das ODER-Glied D 402, D 403 leitet den L-Pegel zur

BG 3 "Anzeige", wo LD 302 diesen Zustand als Überlauf "r" anzeigt. Der L-Pegel am Ausgang des Flip-Flops sperrt das Gatter IS 407/3 über den entsprechenden Eingang (Pin 15), so daß die beim mehrmaligen Zählerüberlauf auftretenden H/L-Flanken am Eingang (Pin 13) des Gatters, nicht am Eingang e_5 des Flip-Flops wirksam werden können. Gleichzeitig öffnet der L-Pegel am Ausgang a_{51} des Flip-Flops das Gatter IS 408/2. Während der Dauer des Steuerbefehls "Rückstellen" (r) liegt die Impulsfolge (a_1 , IS 403) am Ausgang des Gatters IS 408/1 an. Die erste L/H-Flanke dieser Impulsfolge passiert das geöffnete Gatter IS 408/2 und wird durch Negation im Gatter IS 407/4 zur H/L-Flanke, welche das Flip-Flop wieder auf H-Pegel schaltet. Im Betriebsfall "DC" kann dieser Schaltungsteil nicht wirksam werden, da ein Überlauf der 10^3 Dekade praktisch nicht vorkommt.

7.4.2.8. Vorzeichen- und Eingangsumschaltersteuerung

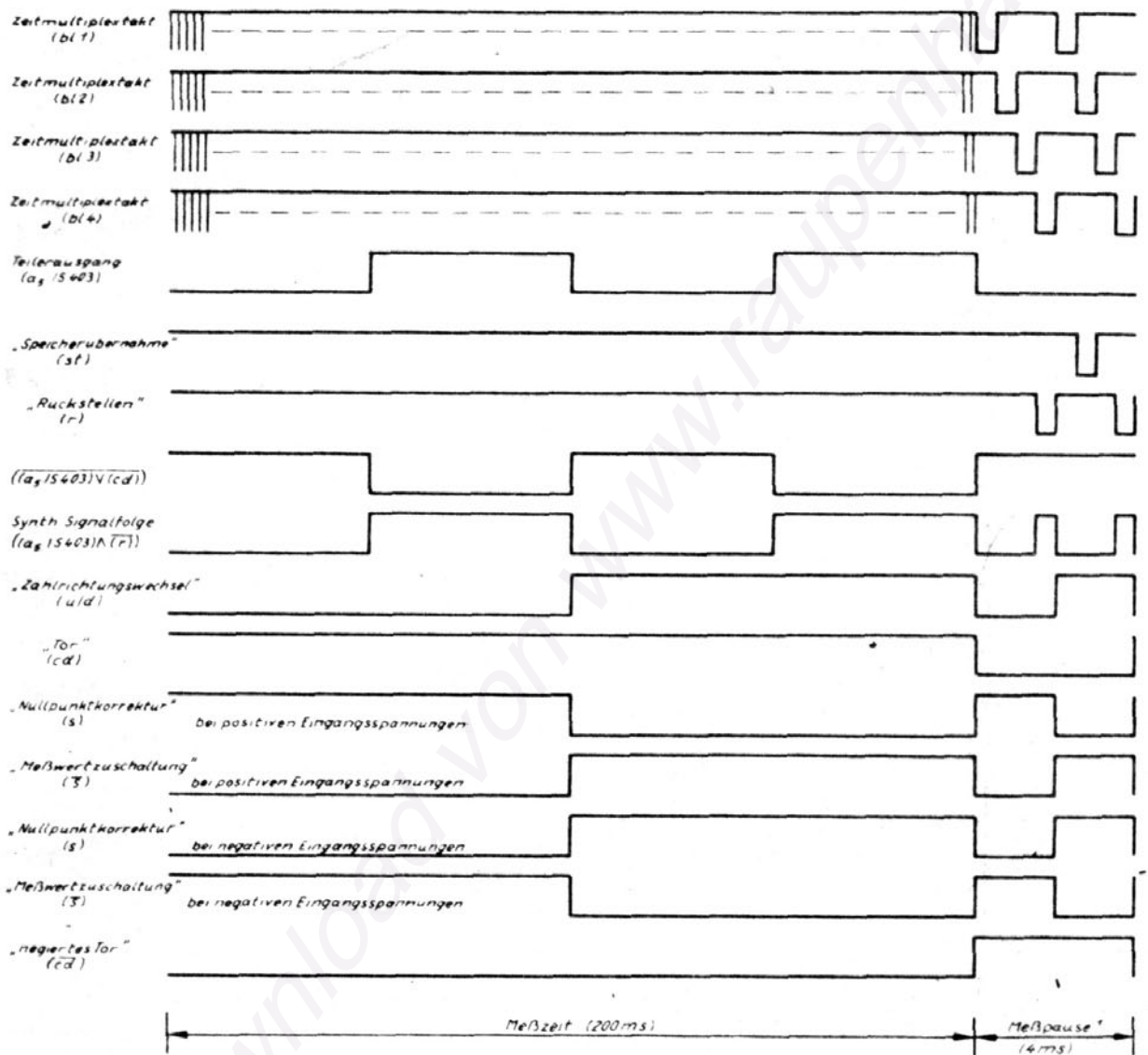
Dieser Komplex kann nur im Betriebsfall "DC" wirksam werden. Bei Polaritätswechsel der Eingangsspannung wird stets das 10-er Komplement des eigentlich anzuzeigenden Zahlenwertes in den Zähler eingezählt. Das Kontrollsignal "Zählerstand" (a_0 , IS 414) liefert bei Einschreibung des 10-er Komplements in den Zähler eine H/L-Flanke, die auf den Eingang e_2 des IS 404 gegeben wird. Das entsprechende Flip-Flop dieses Schaltkreises ändert bei jeder H/L-Flanke seinen Pegel am Ausgang a_2 , wobei H-Pegel die positive und L-Pegel die negative Polarität des Kontrollsignals "Vorzeichen" (VZ+) anzeigt.

Die Ansteuerung der Eingangsumschalter der BG 1 "Eingangsteil DC/AC" und der BG 5 "Stromversorgung" (T1 und T2 bzw. T 508 und T 511) erfolgt erfolgt vorzeichenrichtig und in Abhängigkeit von der Zählrichtung. Diese Aufgabe übernehmen die Steuerbefehle "Nullpunktkorrektur" (S) und "Meßwertzuschaltung" (5), welche vom Äquivalenz-Antivalenz-Gatter IS 409/1 an den Ausgängen (Pin 6 u.7) bereitgestellt werden, indem es das Kontrollsignal "Vorzeichen" (VZ+) und den Steuerbefehl "Zählrichtungswechsel" (u/d) entsprechend verknüpft.



"Achtung" Meßpause 10-fach zeitgedehnt dargestellt

Impulsdiagramm: Betriebsfall "DC" Regelfall (T=202ms)



Achtung Meßpause 10-fach zeitgedehnt dargestellt

Impulsdiagramm: Betriebsfall „DC“ Ausnahmefall (T=204ms)

Zeitmultiplextakt
(b1)

Zeitmultiplextakt
(b2)

Zeitmultiplextakt
(b3)

Zeitmultiplextakt
(b4)

Teilerausgang
(α_4 IS403)

„Speicherübernahme“
(st)

„Rückstellen“
(r)

$(\overline{\alpha_4 IS403}) \vee (cd)$

synth. Signalfolge
($\alpha_4 IS403$) \wedge (\overline{r})

„Tor“
(cd)

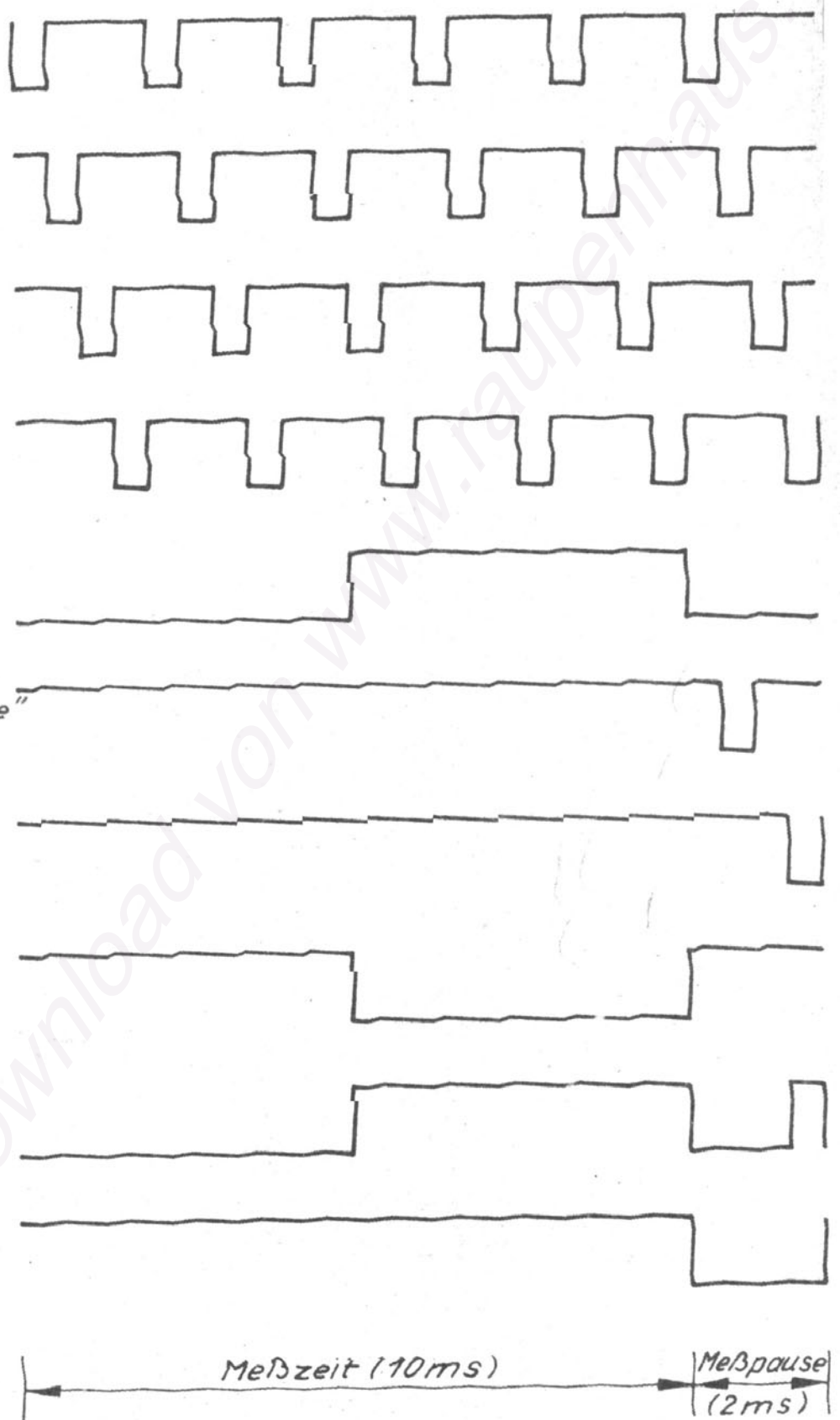
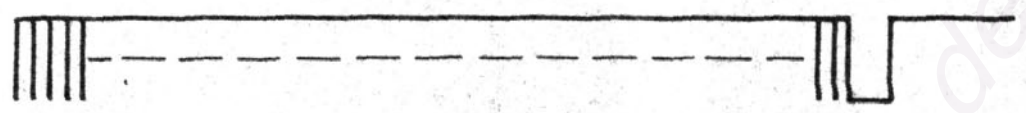


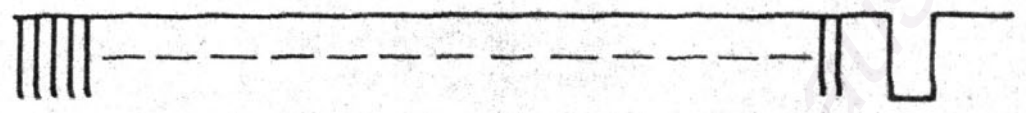
Bild 10:

Impulsdiagramm: Betriebsfall „f“
für Meßzeit 10ms ($T = 12ms$)

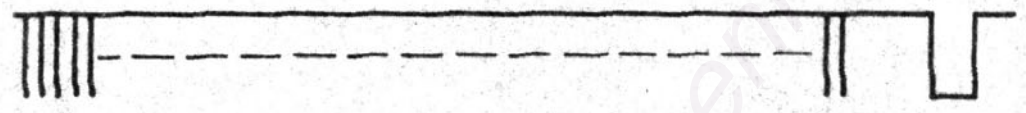
Zeitmultiplextakt
(b1)



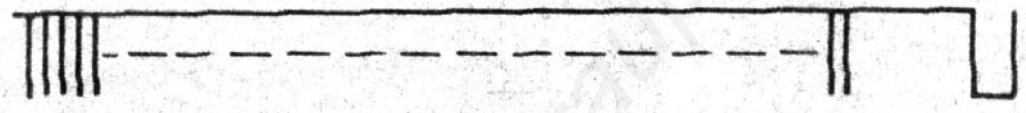
Zeitmultiplextakt
(b2)



Zeitmultiplextakt
(b3)



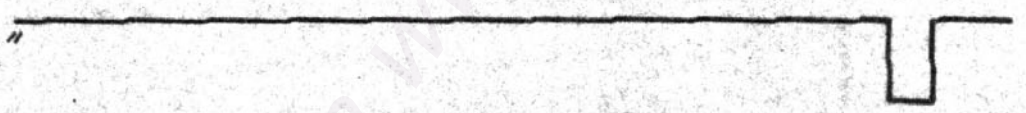
Zeitmultiplextakt
(b4)



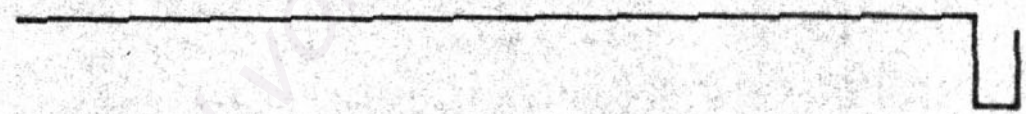
Teiler Ausgang
(a5 1S403)



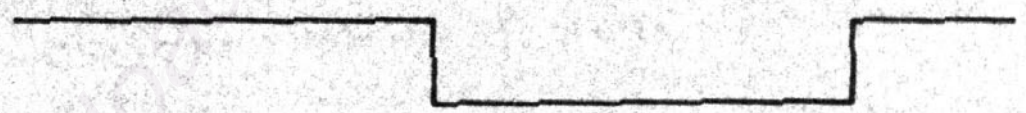
"Speicherübernahme"
(st)



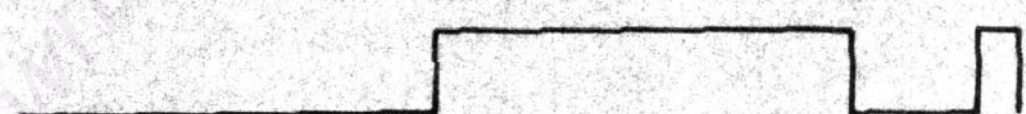
"Rückstellen"
(r)



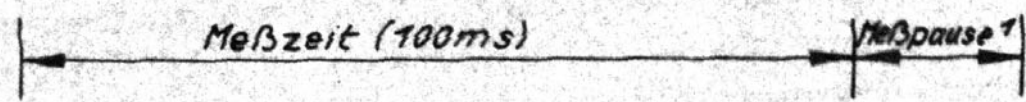
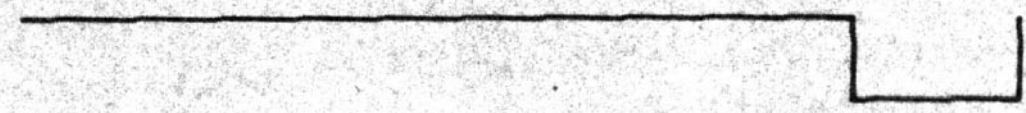
(a5 1S403) V(cd)



synth. Signalfolge
(a5 1S403) A(r)



"Tor"
(cd)



Achtung! Meßpause 10-fach zeitgedehnt dargestellt

Bild 11:

Impulsdiagramm: Betriebsfall "f"
für Meßzeit 100ms (T = 102ms)

7.4.2.9. Zusammenfassende grafische Erläuterung

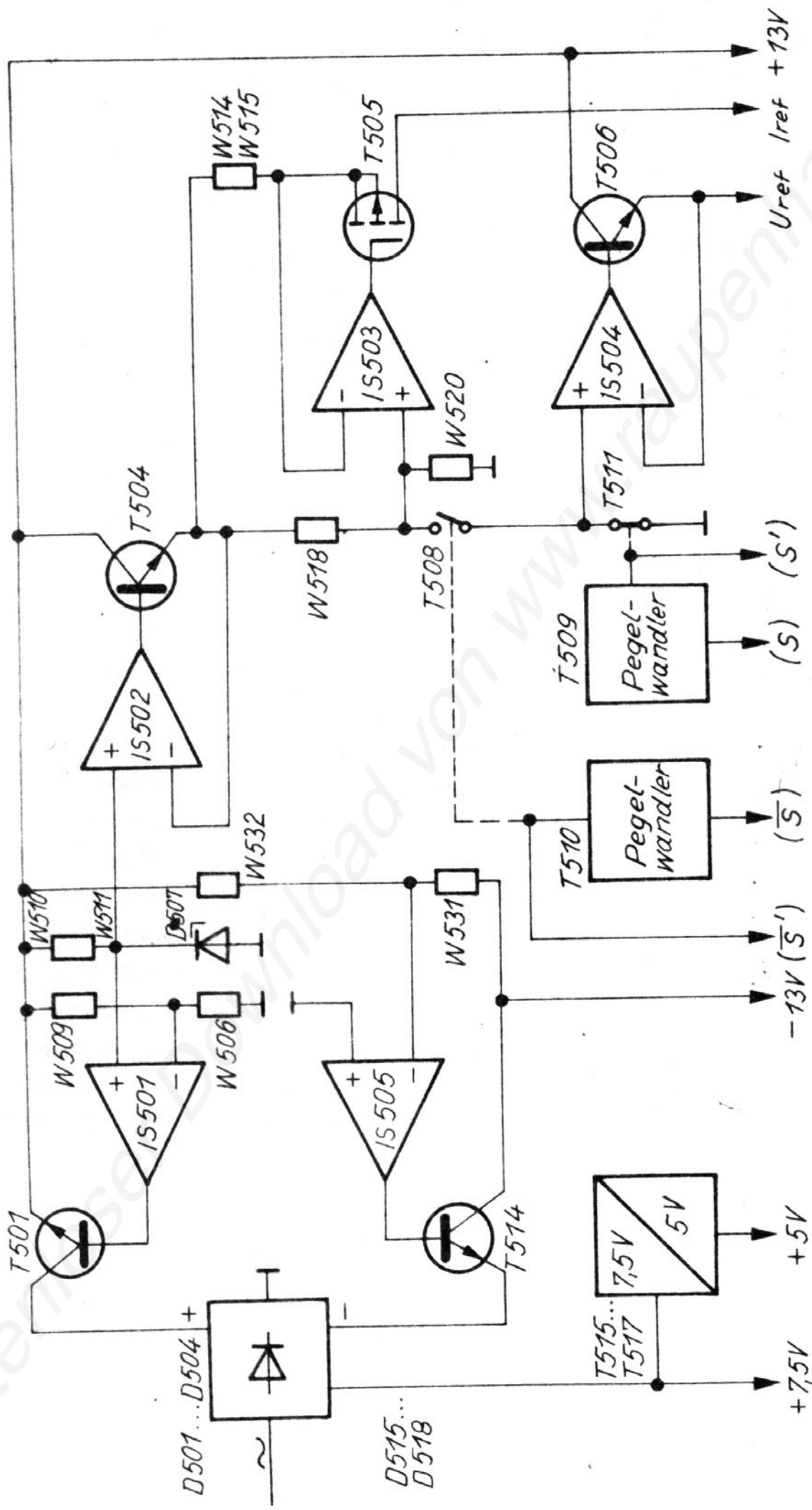
Der Erläuterung der funktionellen Gesamtabläufe der BG 4 "Digitalteil" dienen die Impulsdiagramme Bild 8 und Bild 9 für den Ablauf im Betriebsfall "DC" und Bild 10 und Bild 11 für den Ablauf im Betriebsfall "f". Die in den Bildern 10 und 11 gewählten Meßzeiten von 10ms und 100 ms dienen als Beispiele, aus denen die Impulsabläufe für die Meßzeiten 1s und 10s sinngemäß abgeleitet werden können.

7.5. Stromversorgung BG 5

Aus den zwei Trafowechselspannungen von ca. 16 V wird durch Zweiweggleichrichtung D 501... D 504 sowohl eine positive als auch eine negative Gleichspannung von ca. 20 V gegen Masse erzeugt. Durch Regelung werden daraus die beiden Betriebsspannungen von ± 13 V abgeleitet.

Der Operationsverstärker IS 501 regelt in Verbindung mit dem Transistor T 501 durch Vergleich der am nichtinvertierenden Eingang liegenden Eingang liegenden Bezugsspannung mit der am invertierenden Eingang liegenden einstellbaren Teilbetriebsspannung die konstante Betriebsspannung von +13 V. Die Bezugsspannung wird durch Speisung eines Referenzelementes D 507 mit einem konstanten Strom erzeugt. Dazu wird das Referenzelement über Vorwiderstände mit geringem TK-Wert W 510, W 511 mit der konstanten Betriebsspannung von +13 V verbunden.

Die Betriebsspannung von +13 V dient wiederum als Bezugsspannung für die Erzeugung der negativen Betriebsspannung. Der Operationsverstärker IS 505, Regeltransistor T 514 sowie die gleichgroßen Widerstände W 531, W 532 stellen einen gegengekoppelten invertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von 1 dar. Der Operationsverstärker IS 505 vergleicht die am invertierenden Eingang liegende Spannung mit Massepotential und regelt über Transistor T 514 die negative Betriebsspannung auf -13 V. Die Betriebsspannungen können somit durch einen Abgleichvorgang an Widerstand W 507 eingestellt werden. Beide Betriebsspannungszweige enthalten eine Strombegrenzungsschaltung mit rückläufiger Strom-Spannungskennlinie, bestehend aus



Übersichtsschaltplan der BG5 „Stromversorgung“

Bild 12 :

Transistor und Spannungsteiler T 503, W 502, W 503 bzw. T 512, W 530, W 537 und sind damit kurzschlussfest.

Die vom Referenzelement erzeugte Bezugsspannung wird durch den Operationsverstärker IS 502 in Verbindung mit Transistor T 504 niederohmig gemacht. Darvas wird über einen einstellbaren Spannungsteiler W 518... W 520 eine Bezugsspannung von 2 V erzeugt, die für die Erstellung des Referenzstromes (BG 2) und der Referenzspannung (Widerstandsmessung) dient. Der Operationsverstärker IS 503, Transistor T 505 und die einstellbare Widerstandskombination W 515 bilden eine Konstantstromquelle, der ein genau definierter Strom ($I_{ref}=1mA$) entnehmbar ist. Zur Erzeugung der Referenzspannung ($U_{ref}=2V$) gelangt die Bezugsspannung über den Eingangsumschalter R(T 508, T 511), der über die Pegelwandler T 509, T 510 von der BG 4 "Digitalteil" entsprechend dem Meßzyklus gesteuert wird, an den nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers IS 504 und wird in Verbindung mit dem Transistor T 506 niederohmig gemacht. Transistor T 507 und Widerstand W 522 begrenzen den der Referenzspannungsquelle entnehmbaren Strom, so daß diese kurzschlussfest ist. Durch Graetzgleichrichtung D 515...D 518 wird aus einer Trafowechselspannung von ca. 7,5 V eine unregelte Betriebsspannung von +7,5V erzeugt. Aus der unregelten Betriebsspannung von +7,5V leitet ein strombegrenzter Emitterfolger T 516, T 517 die +5V-Betriebsspannung für die TTL-Bausteine des Gerätes ab. Die Bezugsspannung wird durch Spannungsteilung W 540, W 541 aus der Betriebsspannung von +15 V gewonnen. Der Transistor T 515 übernimmt mit dem Widerstand W 539 die Strombegrenzung.

8. Reparaturhinweise

Das Digital Multimeter DM 2020 ist ein kompliziertes elektronisches Gerät, zu dessen Reparatur im allgemeinen ein umfangreicher Meßmittelpark, eine detaillierte Kundendienstdokumentation sowie ein erfahrener und geschultes Reparaturpersonal notwendig sind.

Bei den unten angegebenen Fehlererscheinungen kann die Reparatur durch den Anwender, jedoch nur unter Beachtung der vorher genannten Voraussetzungen, selbst vorgenommen werden.

Achtung!

Reparaturen dürfen nur vom autorisierten Fachpersonal und Fachpersonal für elektronische Anlagen im Sinne der ABAO 900/1 ausgeführt werden. Arbeiten unter Spannung sind nicht zulässig!

Alle Veränderungen im Erzeugnis, insbesondere solche, die Leitungsführung und Abbindestellen betreffen, sind aus schutzgütetechnischen Gründen verboten!

Fehlererscheinung

Beseitigung

- | | |
|--|---|
| 1. Anzeige dunkel | Kontrolle der Schmelzeinsätze Si 1501 und Si 1502 (T 160) |
| 2. Anzeige dunkel | Kontrolle des Schmelzeinsatzes Si 503 (T 500) |
| 3. Quarzfrequenz liegt außerhalb der zulässigen Toleranz | siehe Hinweise im Abschnitt 9. "Wartungshinweise" |

Bei Sicherungswechsel darf nur die obere Gehäuseschale abgenommen werden!

Die Gehäuseschalen werden durch eine sogenannte "Snap-in-Befestigung" gehalten. Zum Öffnen des Gerätes ist ein Schraubendreher oder Ähnliches in die an beiden Seiten befindlichen Schlitz einzuführen und nach unten zu drücken. Danach kann die Gehäuseschale abgenommen werden.

Der Schmelzeinsatz Si 503 befindet sich auf der Deckleiterplatte. Da sich die Schmelzeinsätze Si 1501 und Si 1502 auf der Grundleiterplatte befinden, sind die vier Befestigungsschrauben der Deckleiterplatte zu lösen, und die Leiterplatte herauszuklappen.

Lassen sich durch diese Maßnahmen aufgetretene Fehler nicht beseitigen, so ist das Gerät unbedingt dem Hersteller zur Behebung der Fehler zuzustellen.

9. Wartungshinweise

Besondere Maßnahmen zur Wartung sind nicht erforderlich. Die interne Quarsfrequenz läßt sich mit dem Nachstelltrimmer C 404 abgleichen, wenn sie der Angabe in den technischen Kennwerten (vergleiche Pkt. 3.1.7.7.) nicht mehr entspricht. Vor dem Nachstellen ist das Gerät mindestens 1h bei 23°C einlaufen zu lassen. Die Netzspannung ist dabei auf $220 V_{eff} \pm 1\%$ konstant zu halten. Die interne Quarsfrequenz wird an der Oszillatorfrequenzbuchse (18) mit einem ausreichend genauen Zähler, der einen Eingangswiderstand von mindestens 100 kOhm besitzen muß, gemessen (z.B. G-2202,500 oder G-2201,500 vom FWK).

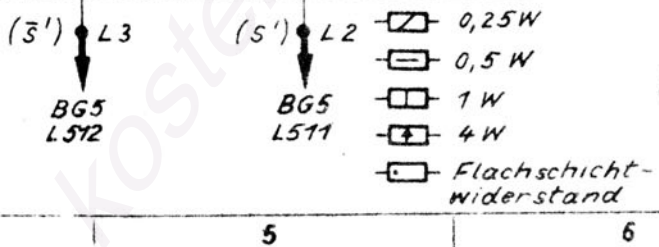
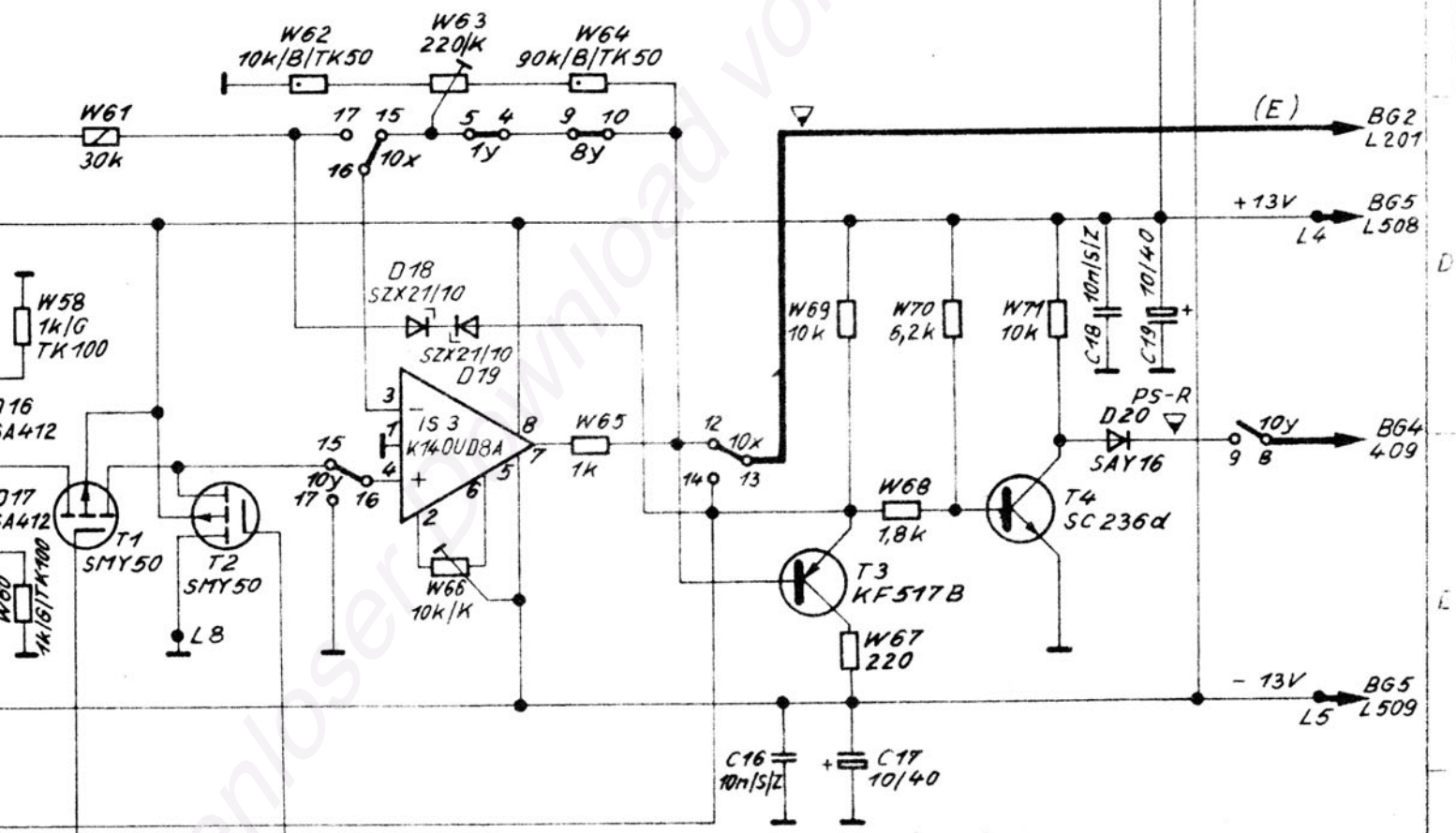
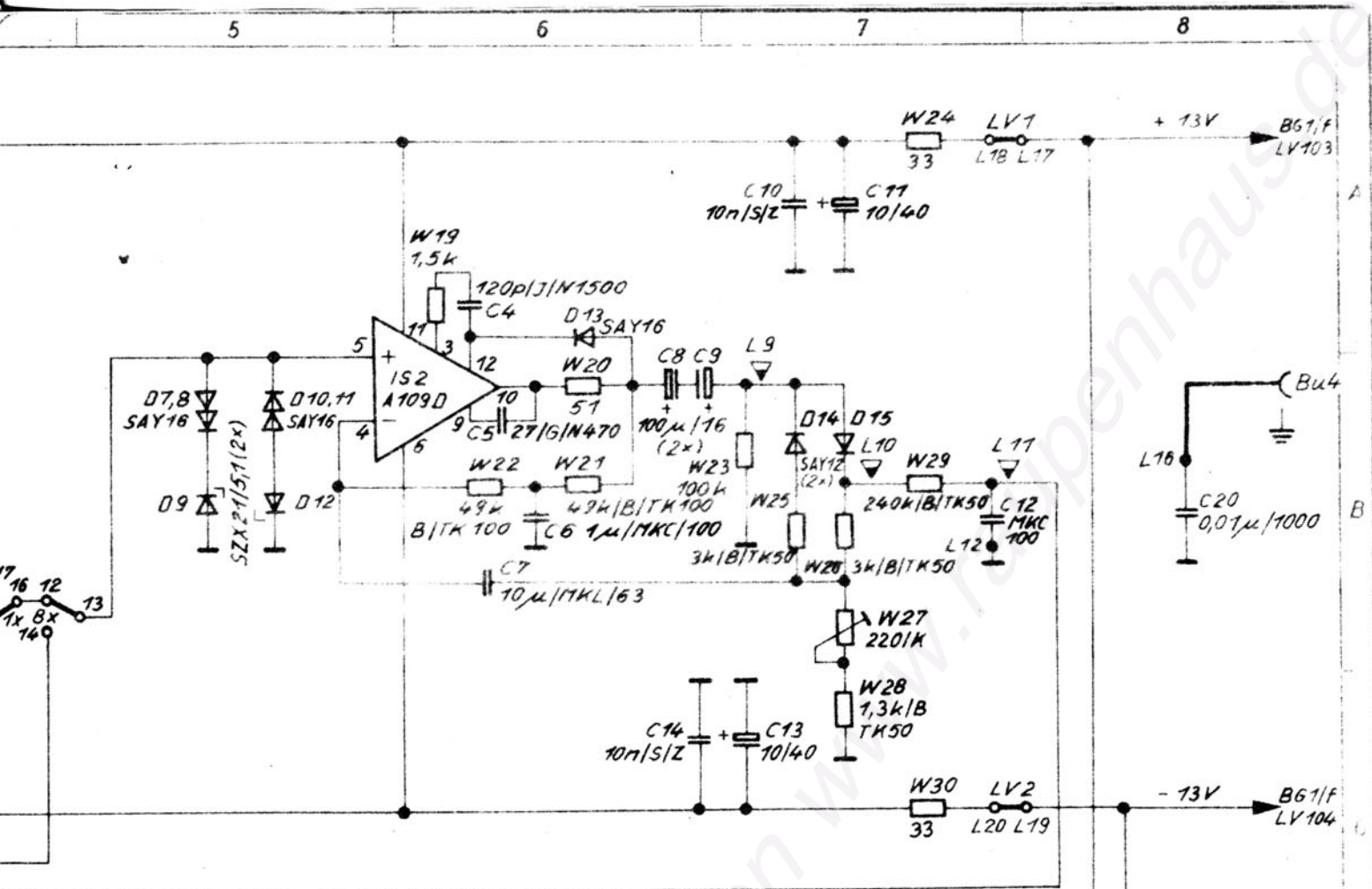
Der Verschuß der Abgleichöffnung (24) ist zu entfernen. Das Nachstellen erfolgt mit isoliertem Werkzeug (Abgleichbesteck), welches von unten in die Abgleichöffnung (24) und durch die entsprechenden Öffnungen in der Grundleiterplatte und der Deckleiterplatte zum auf der Deckleiterplatte sitzenden Trimmer C 104 geführt wird, bis der verwendete Zähler 500 kHz mit der Auflösung von $2 \cdot 10^{-7}$ anzeigt.

Der Abgleich kann auch bei einer anderen Temperatur (Haupteinsetztemperatur) als 23°C erfolgen. Allerdings vergrößert sich dann der unter Pkt. 3.1.7.7. angegebene auf 23°C bezogene Grundfehler entsprechend.

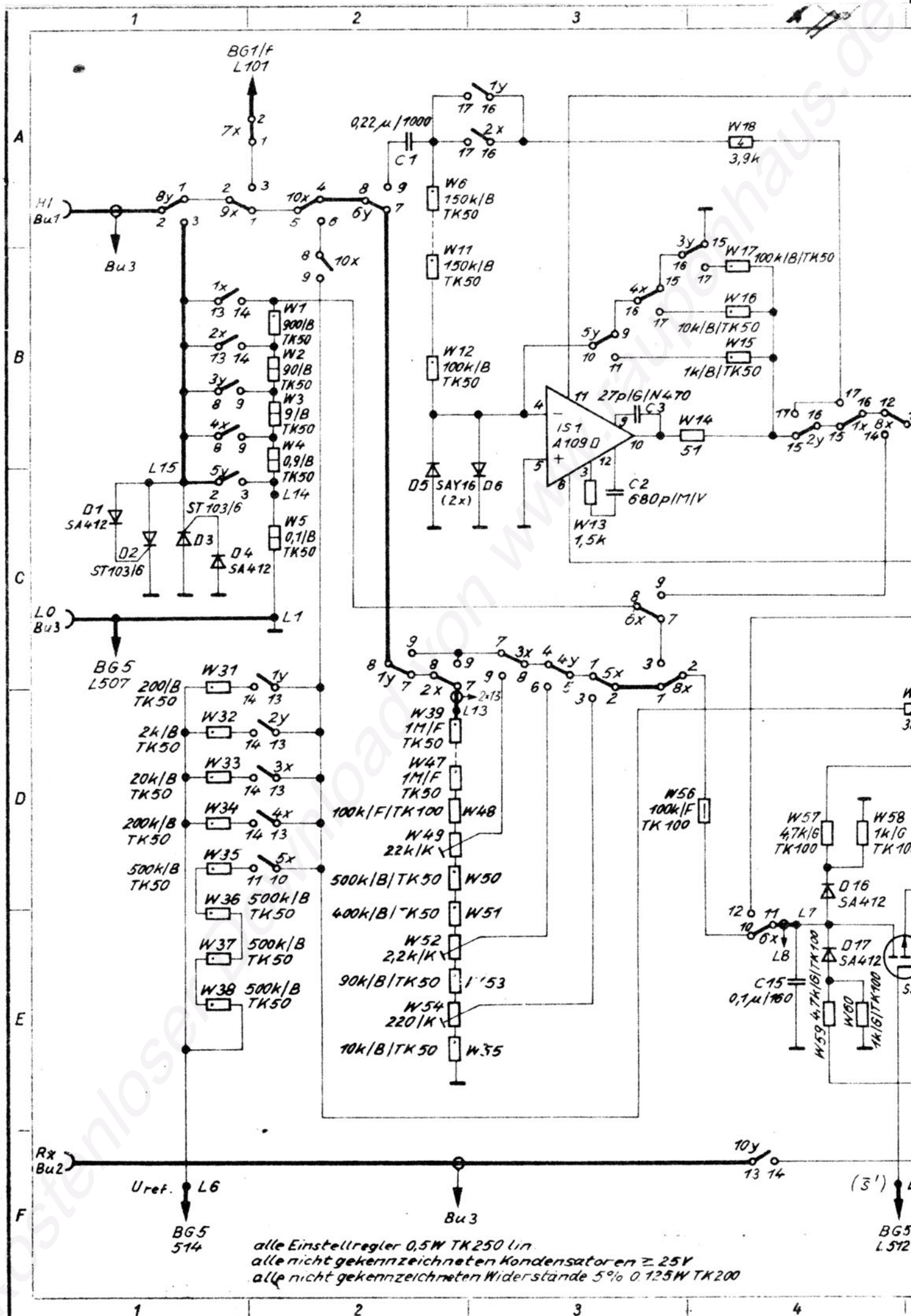
Die Abgleichbedingungen sind in jedem Falle in den Wartungsunterlagen des Anwenders fest zu halten! Nach dem Abgleich ist die Abgleichöffnung wieder zu verschließen!

10. Transportbedingungen

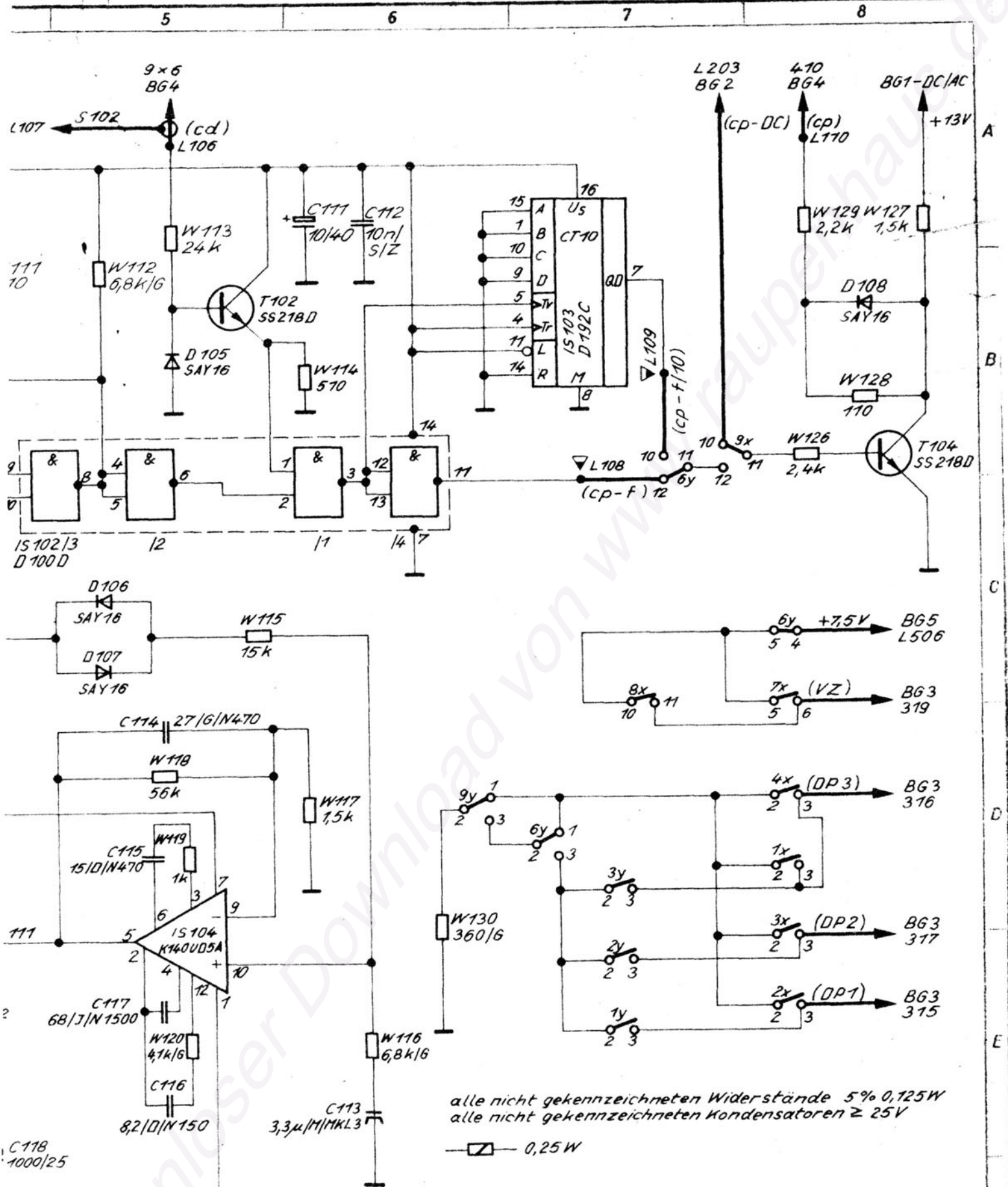
Die vorgesehene Transportwegart ist entsprechend der Hersteller-Transportverpackung einzuhalten.



Eingangsteil DC/AC (BG1)
 20:669.11-00 (3) Sp
 Bl. 1
 insges. 2. Bl.
 4.6.80 Kr. / Me.



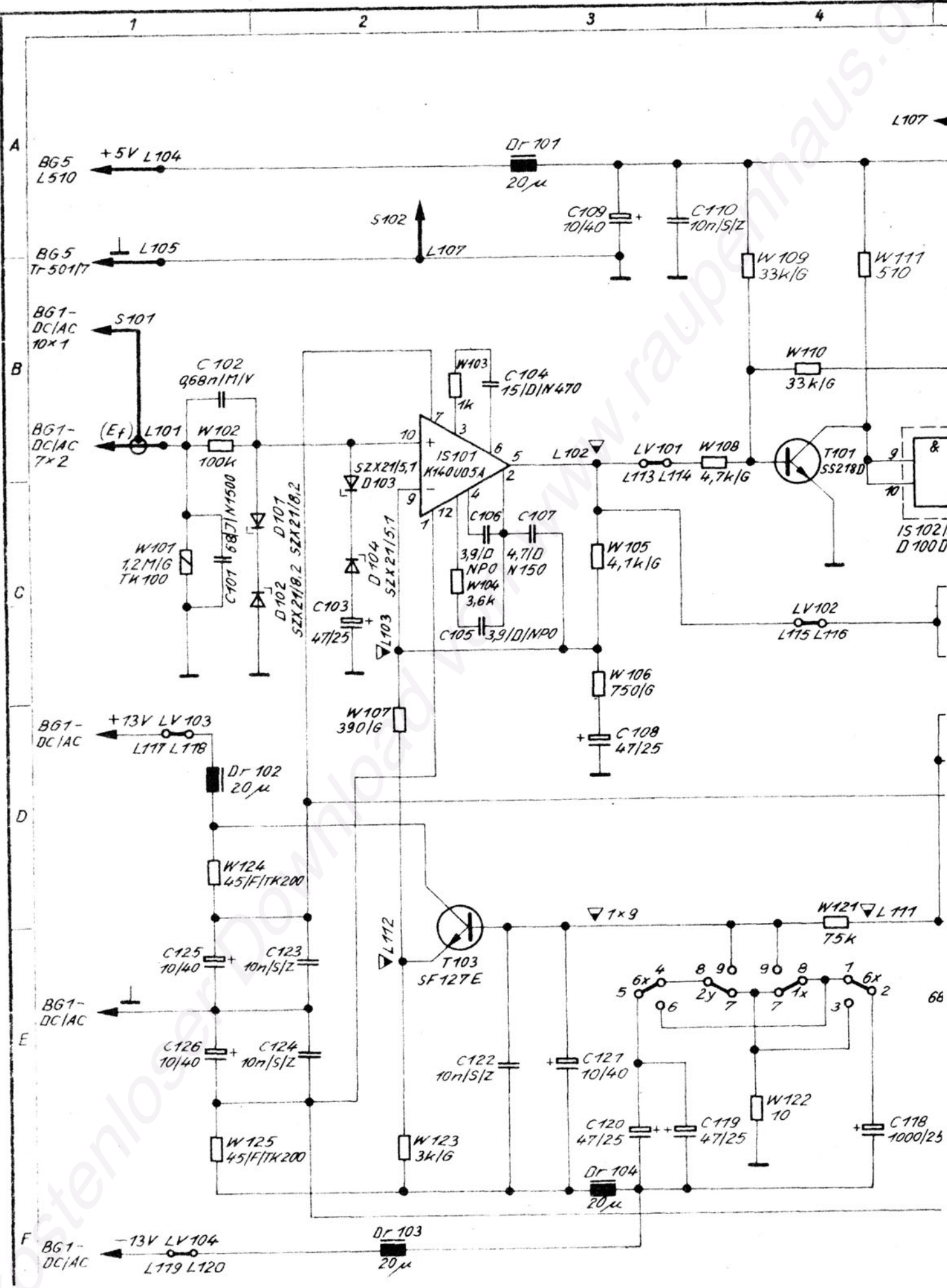
alle Einstellregler 0,5W TK250 lin.
 alle nicht gekennzeichneten Kondensatoren $\geq 25V$
 alle nicht gekennzeichneten Widerstände 5% 0,125W TK200

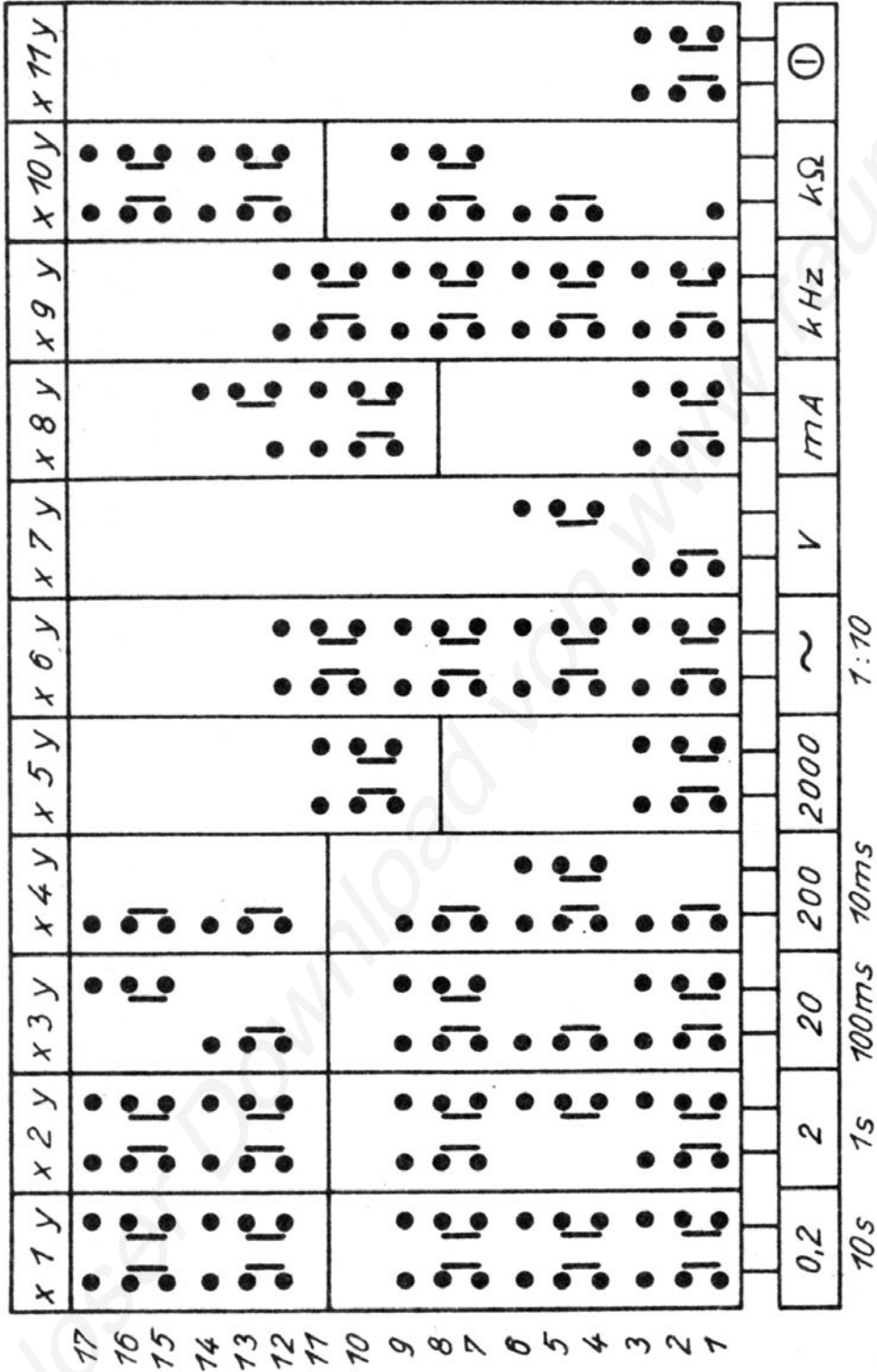


Eingangsteil f (BG1)
 20:669.11-00 Sp (3)

Blatt 2
 insges. 2 Bl.

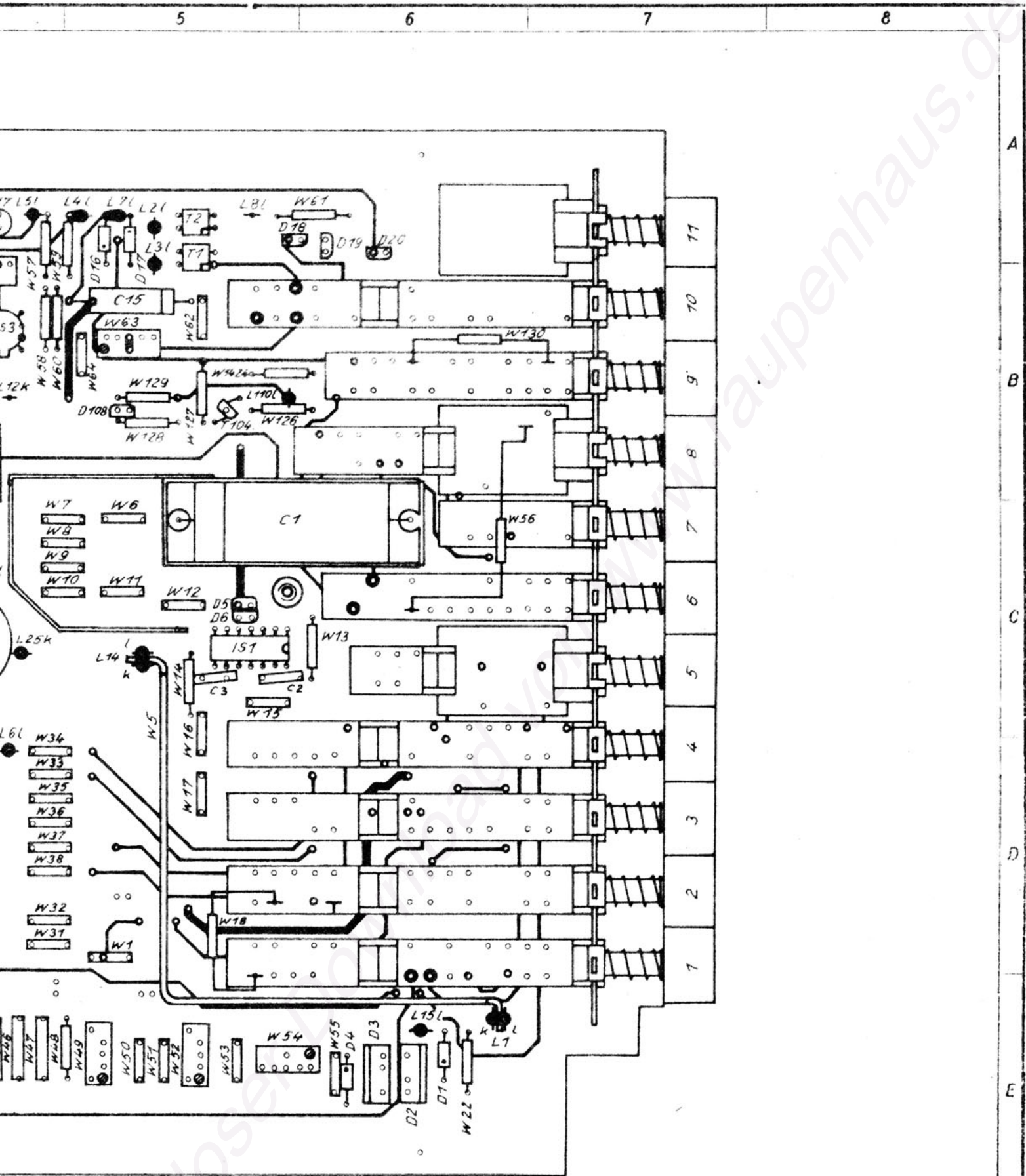
17.1980 Jo. / Me.





Tastenschalter 1 von Bestückungsseite gesehen

Eingangsteil (B61)



Grundleiterplatte, bestückt
 20:669.11-00 (3)
 M1:1

1

2

3

4

A

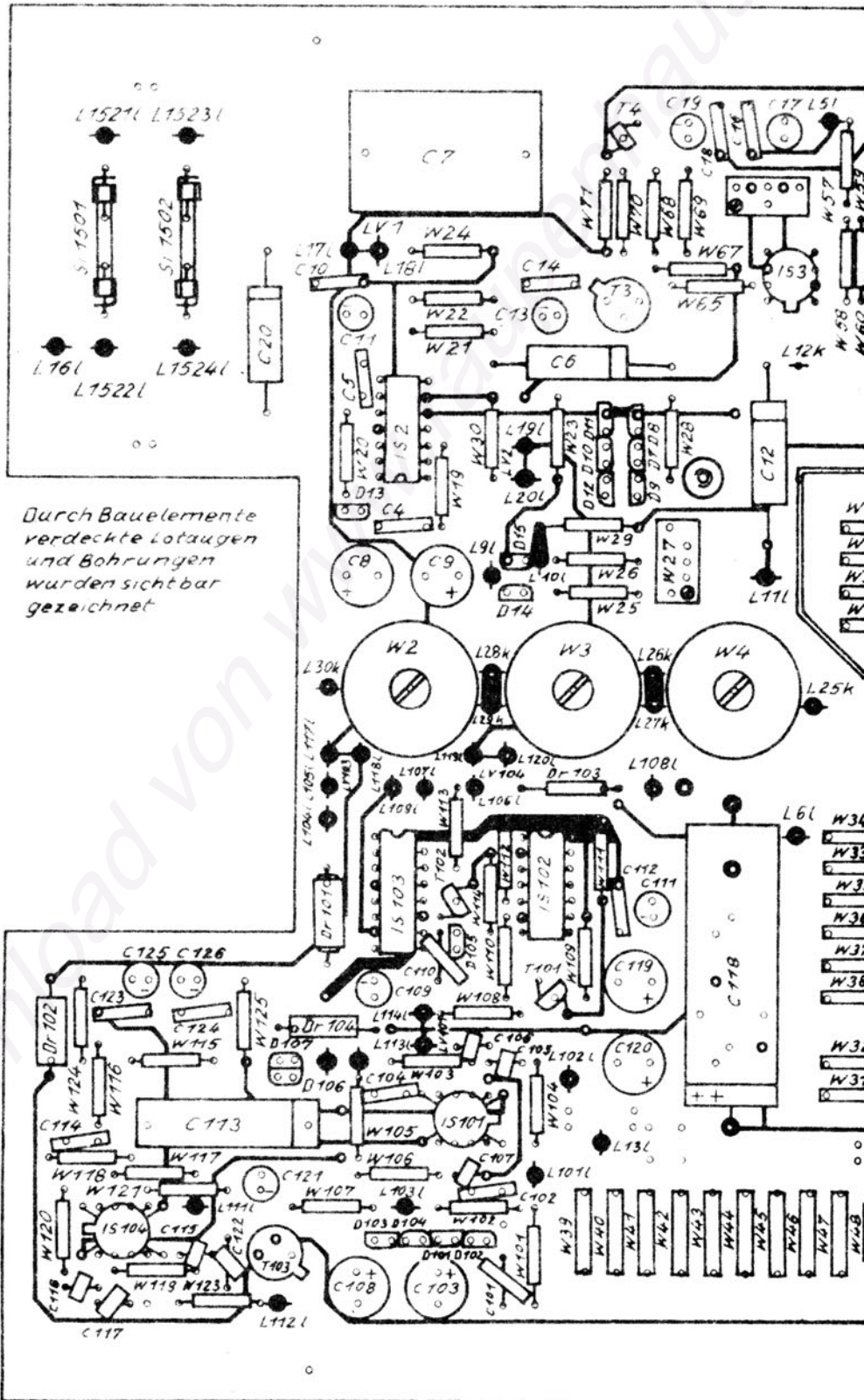
B

C

D

E

F



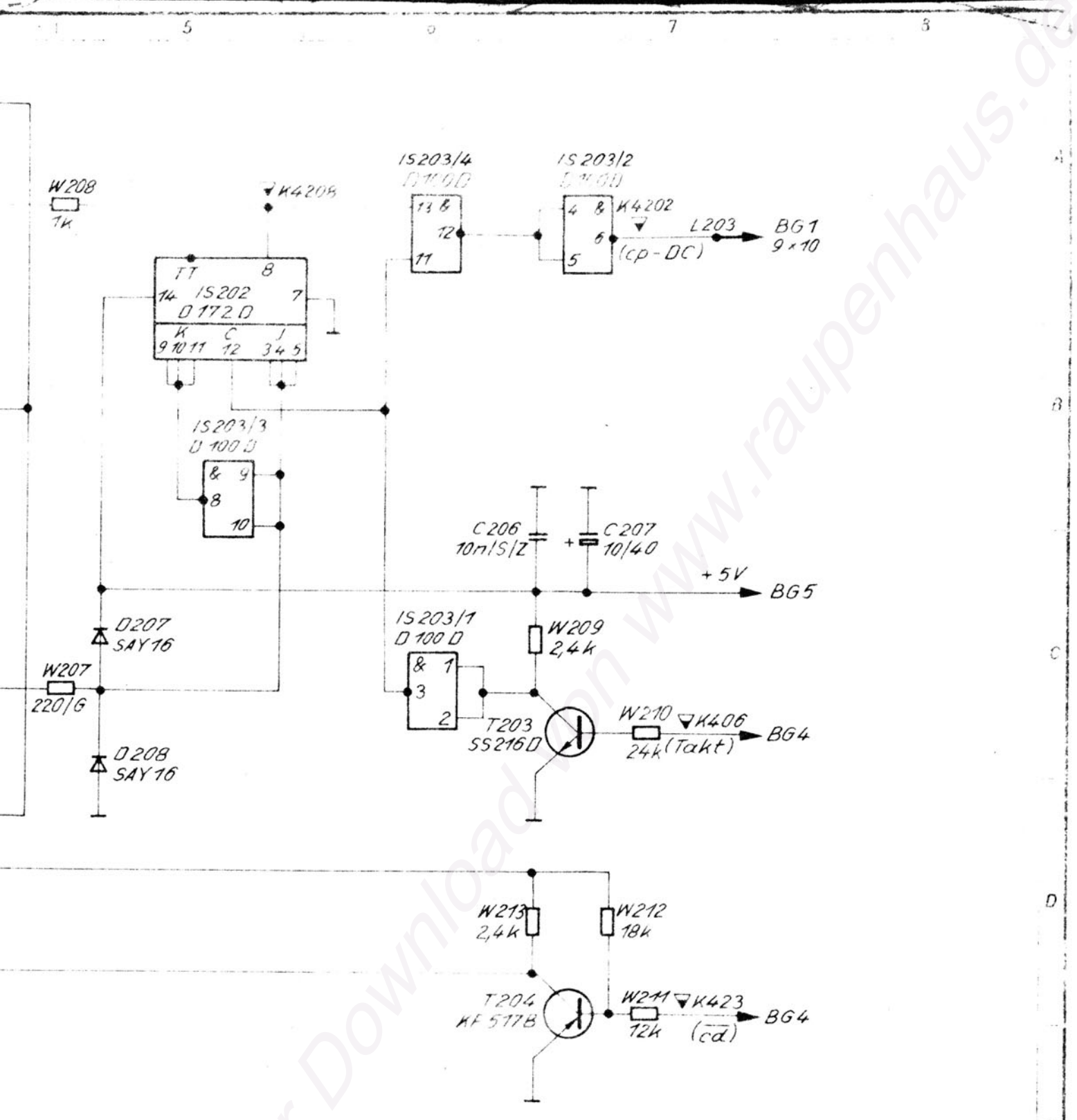
Durch Bauelemente
verdeckte Lotaugen
und Bohrungen
wurden sichtbar
gezeichnet

1

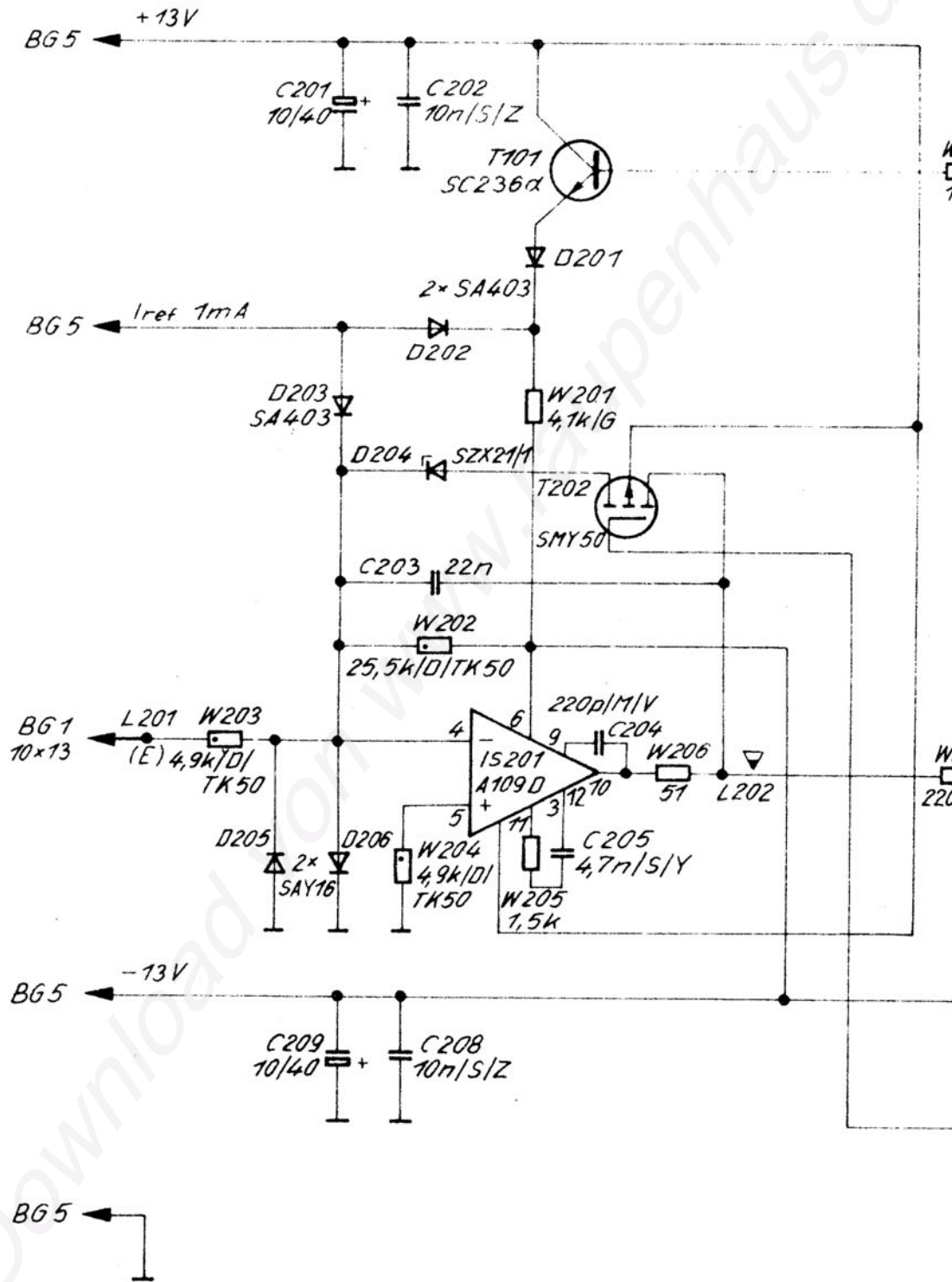
2

3

4



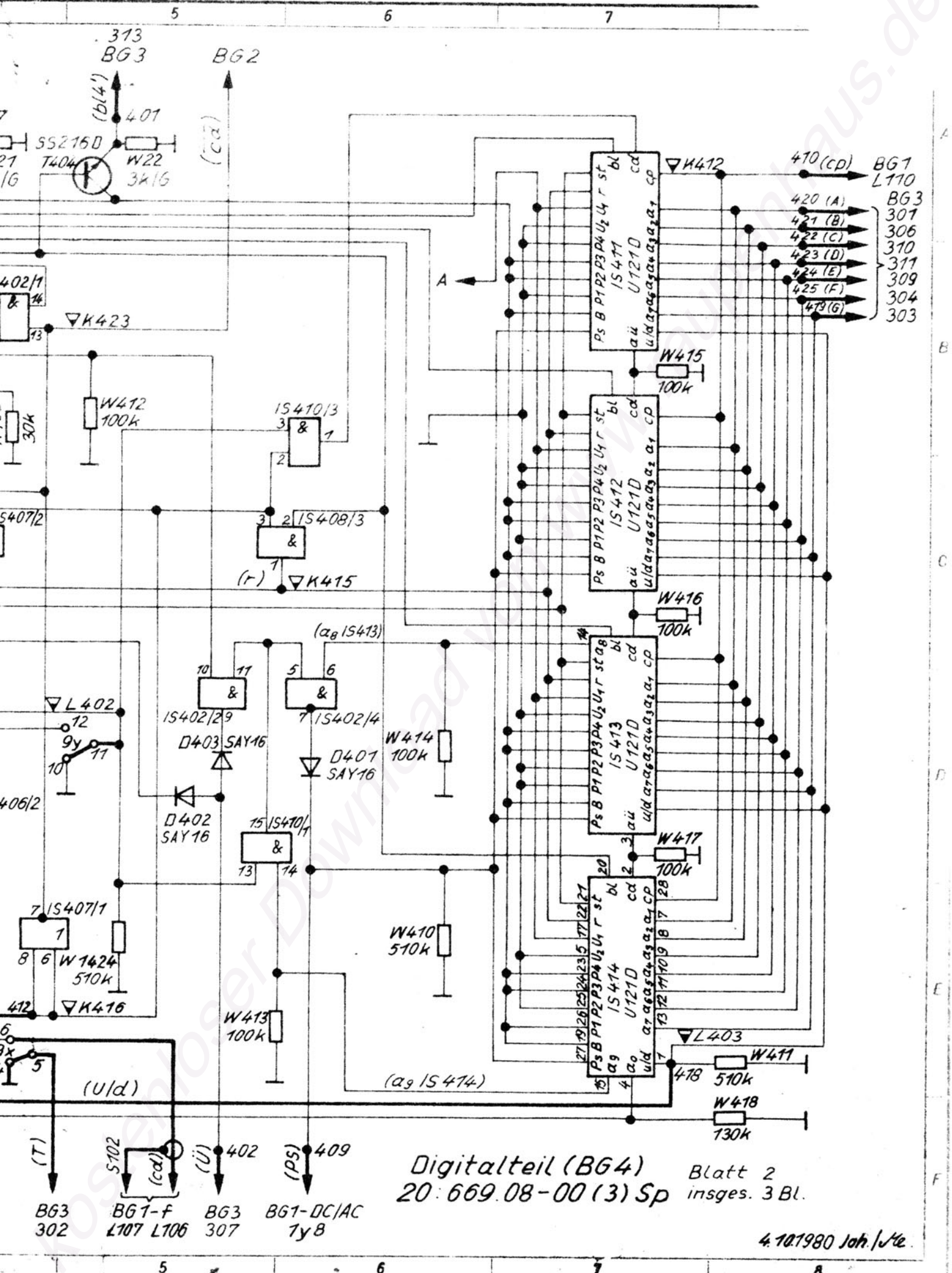
Wiederholteil in:		Oberfläche:			
		Abwg. Nr. Maße No. Ver. Angabe	Maße kg	Halbzeug, Werkstoff	VP Nr.
1/81 21.9 Me		1987 Ing Herrn 21.9 Gepr. Stat.	Name Mr. / Me.	Benennung A/D-Wandler (BG2)	P Nr.
Ausgabe: 1/81 21.9 Me		Zeichnungs-Nr. 20:669.08-00Sp (3)			Maßstab
VEB Werk für Fernstudien		Ers. f.			Blatt 7 Insges. 3 Bl.



Flachschichtwiderstand

alle nicht gekennzeichneten Widerstände 5% 0,125W TK200
 alle nicht gekennzeichneten Kondensatoren $\geq 25V$

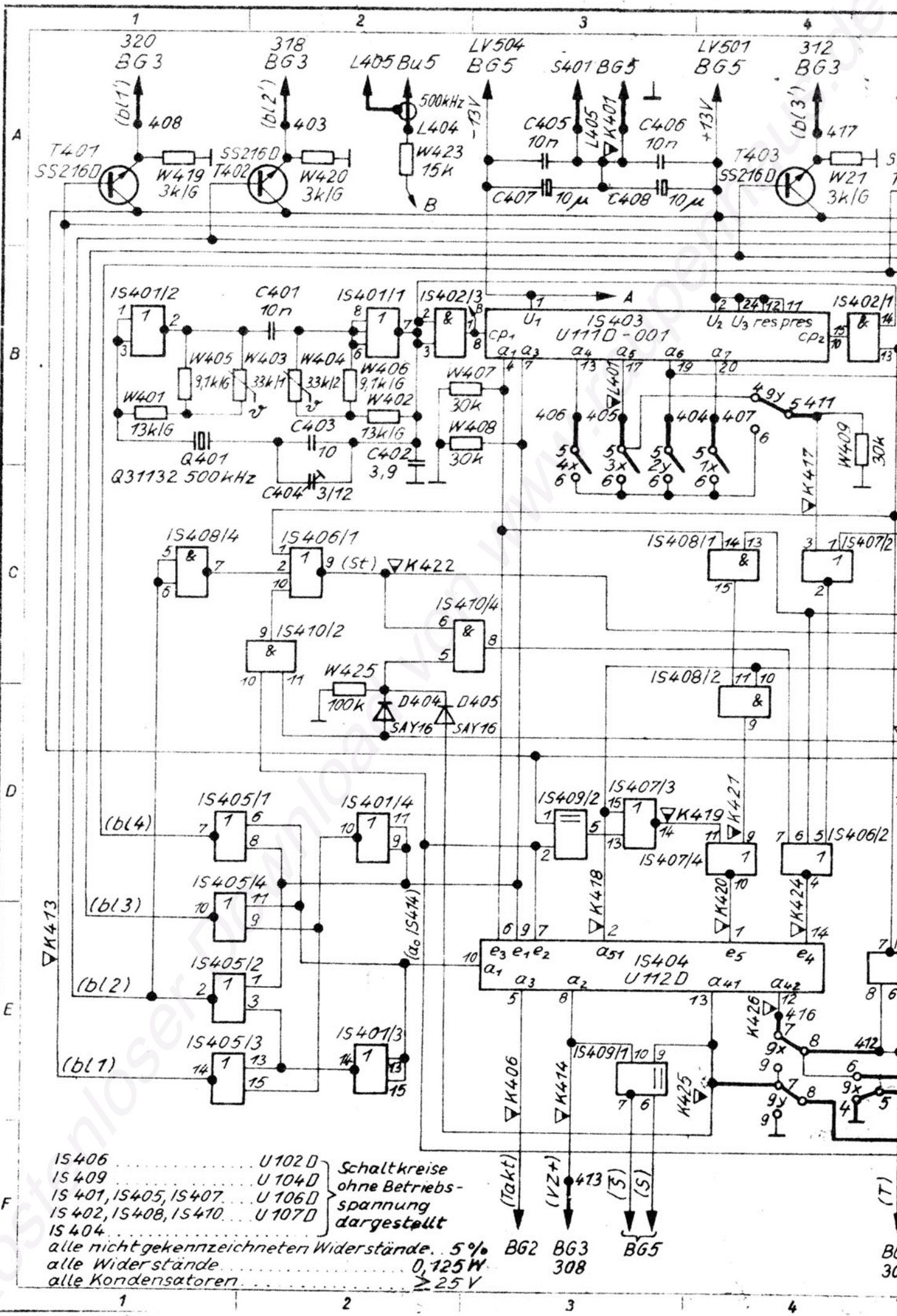
Diese Unterlagen sind unser Eigentum.
 Nachdruck, Verbreitung oder
 Weitergabe ist ohne schriftliche
 Genehmigung des Herstellers
 verboten.



Digitalteil (BG4) Blatt 2
 20:669.08-00 (3) Sp insges. 3 Bl.

4.10.1980 Joh./Jte.

BG3 302 BG1-F L107 L106 BG3 307 BG1-DC/AC 1yB

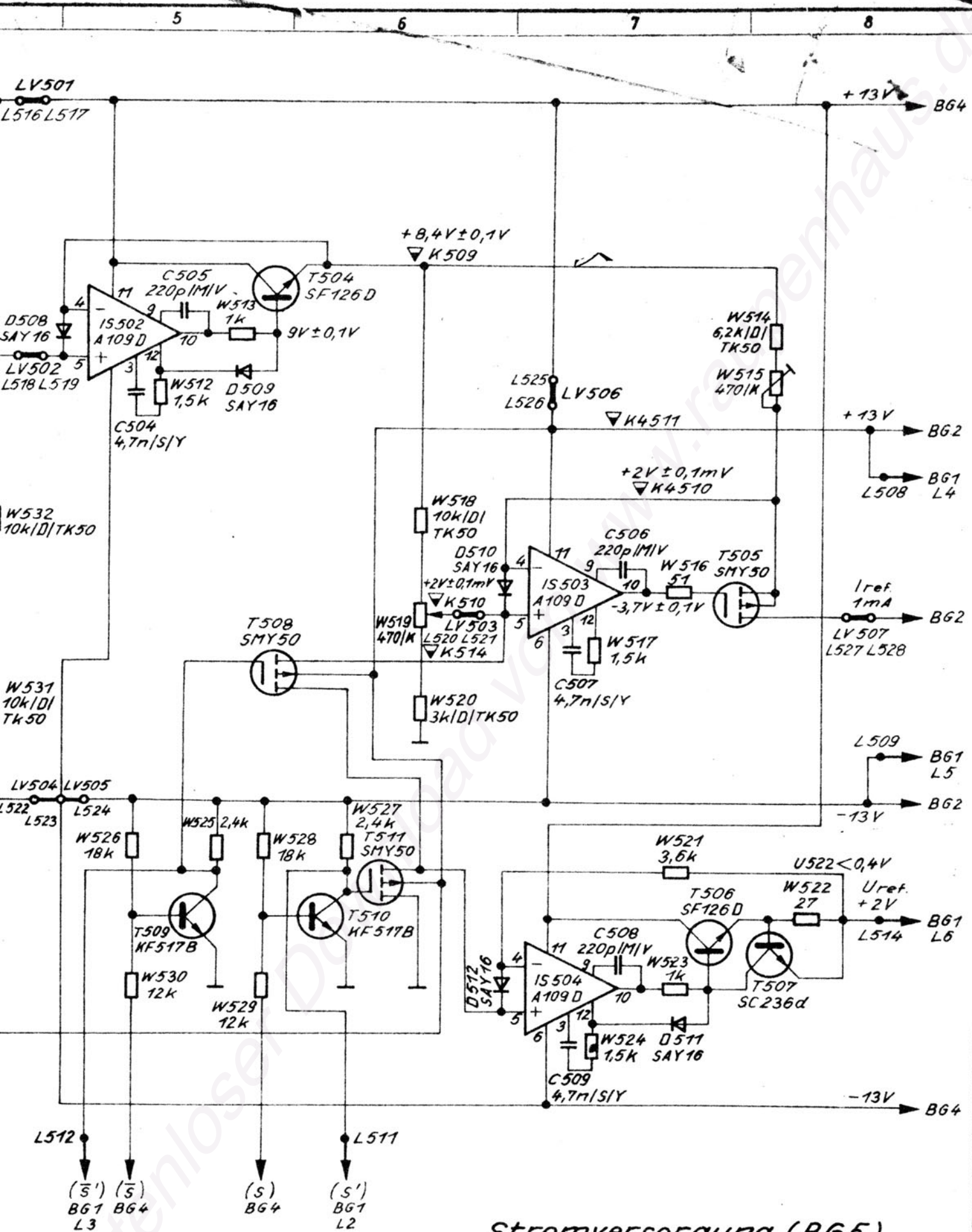


IS406 U102D
 IS409 U104D
 IS401, IS405, IS407 U106D
 IS402, IS408, IS410 U107D
 IS404

Schaltkreise
 ohne Betriebs-
 spannung
 dargestellt

alle nicht gekennzeichneten Widerstände 5%
 alle Widerstände 0,125W
 alle Kondensatoren > 25V

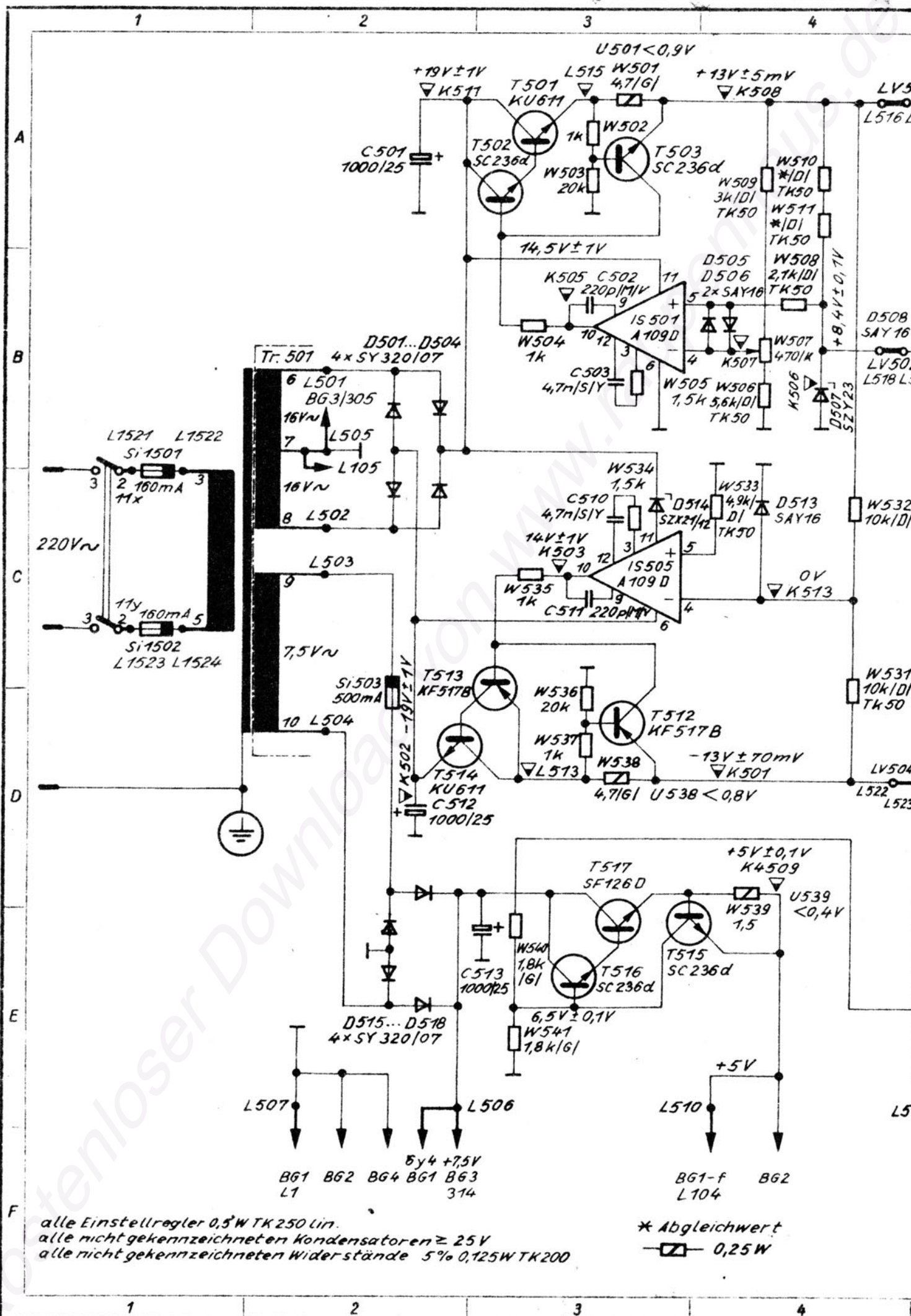
(Takt) ↓
 (VZ+) ↓ 413
 (S) ↓
 (S) ↓
 BG2 BG3
 308
 BG5
 BG8
 30



Stromversorgung (BG5)
20:669.08-00(3) Sp

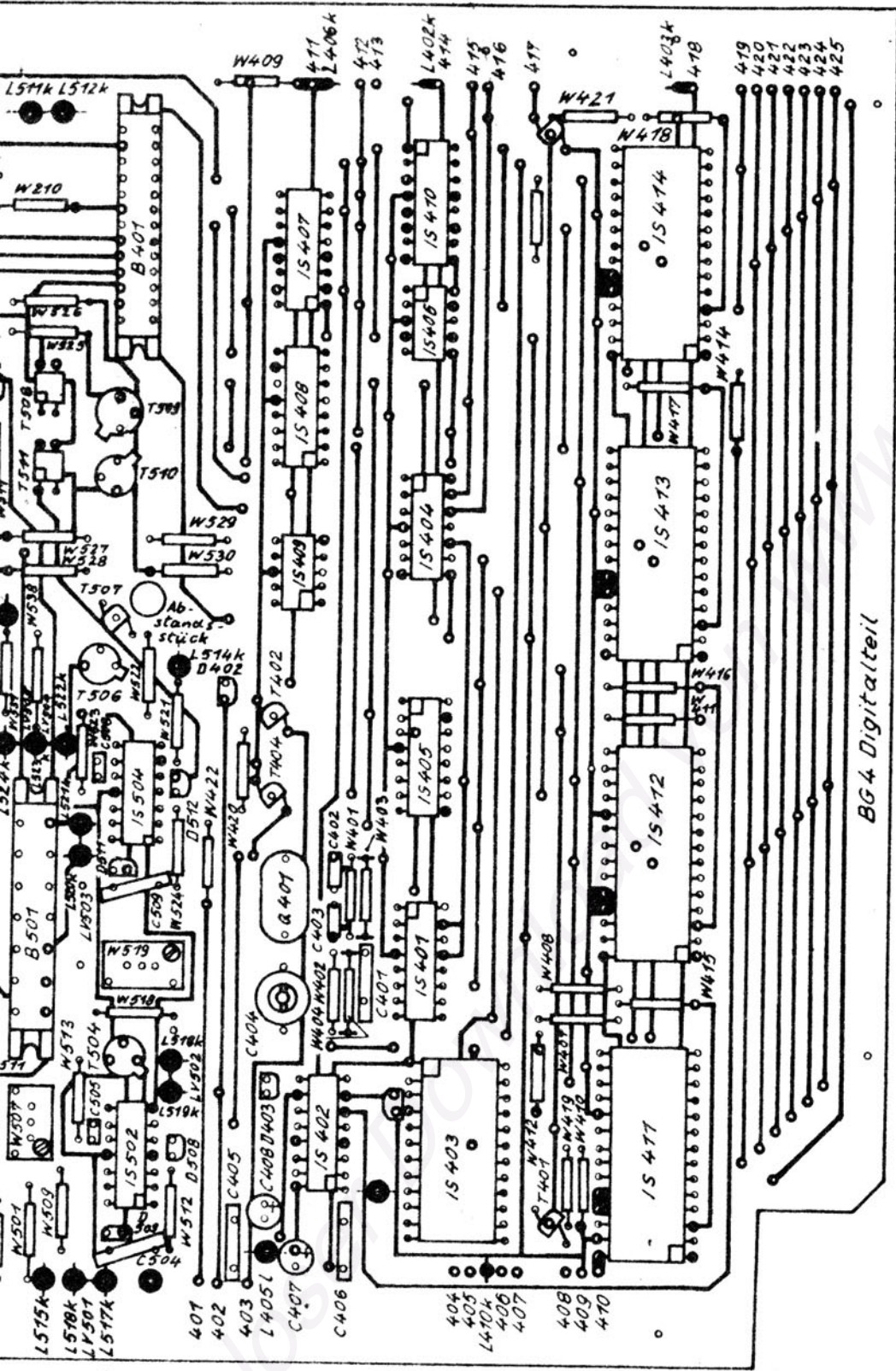
Blatt 3
insges. 3 Bl.

2.5.80 Kr./Nr.



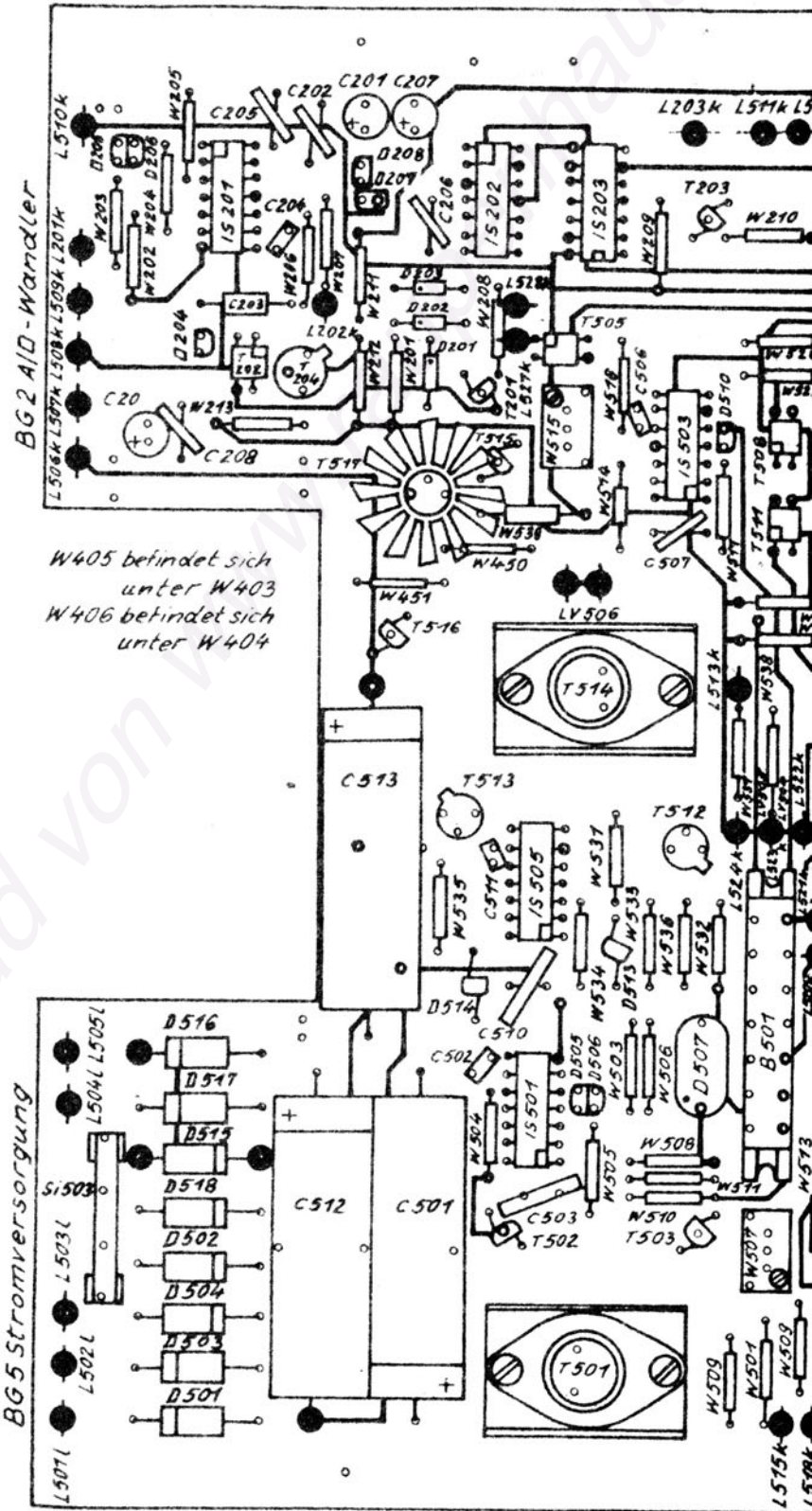
alle Einstellregler 0,5W TK250 Lin.
 alle nicht gekennzeichneten Kondensatoren $\geq 25V$
 alle nicht gekennzeichneten Widerstände 5% 0,125W TK200

* Abgleichwert
 0,25W



BG 4 Digitalteil

M1:1
 Deckleiterplatte, bestückt
 20:669.08-00(3)

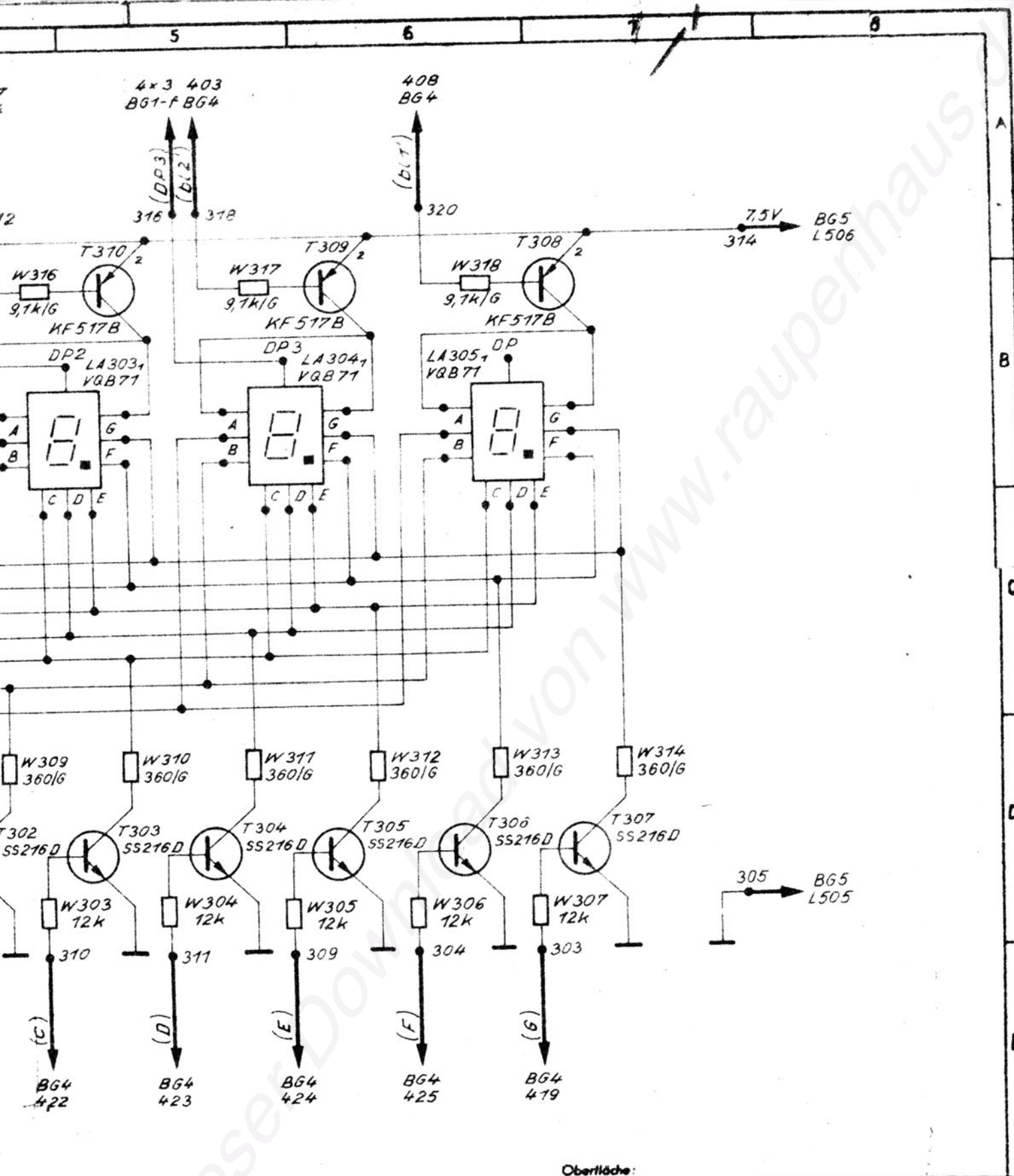


BG 2 A/D-Wandler

W405 befindet sich unter W403
W406 befindet sich unter W404

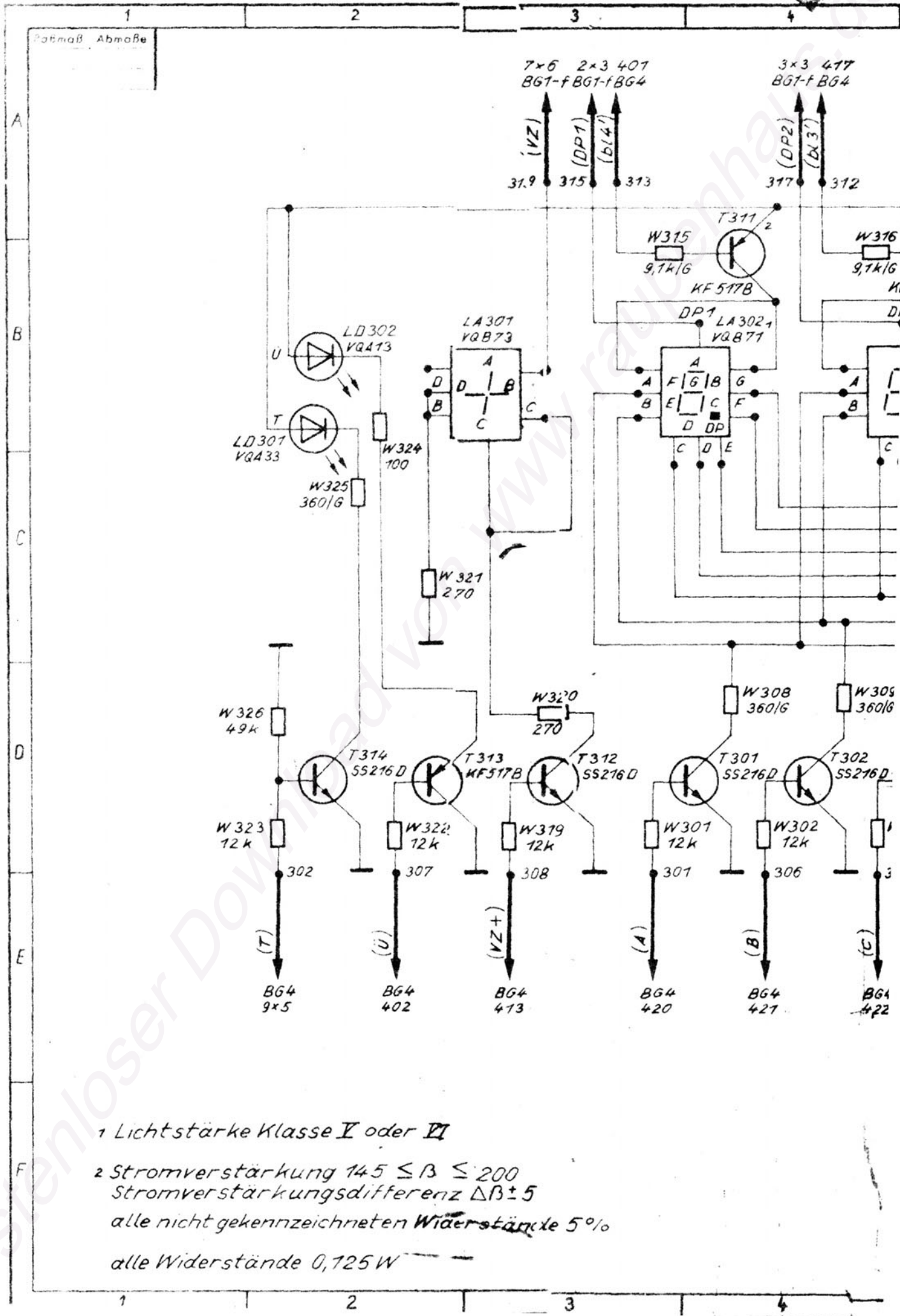
BG 5 Stromversorgung

Kostenloser Download von www.pdfdrive.com

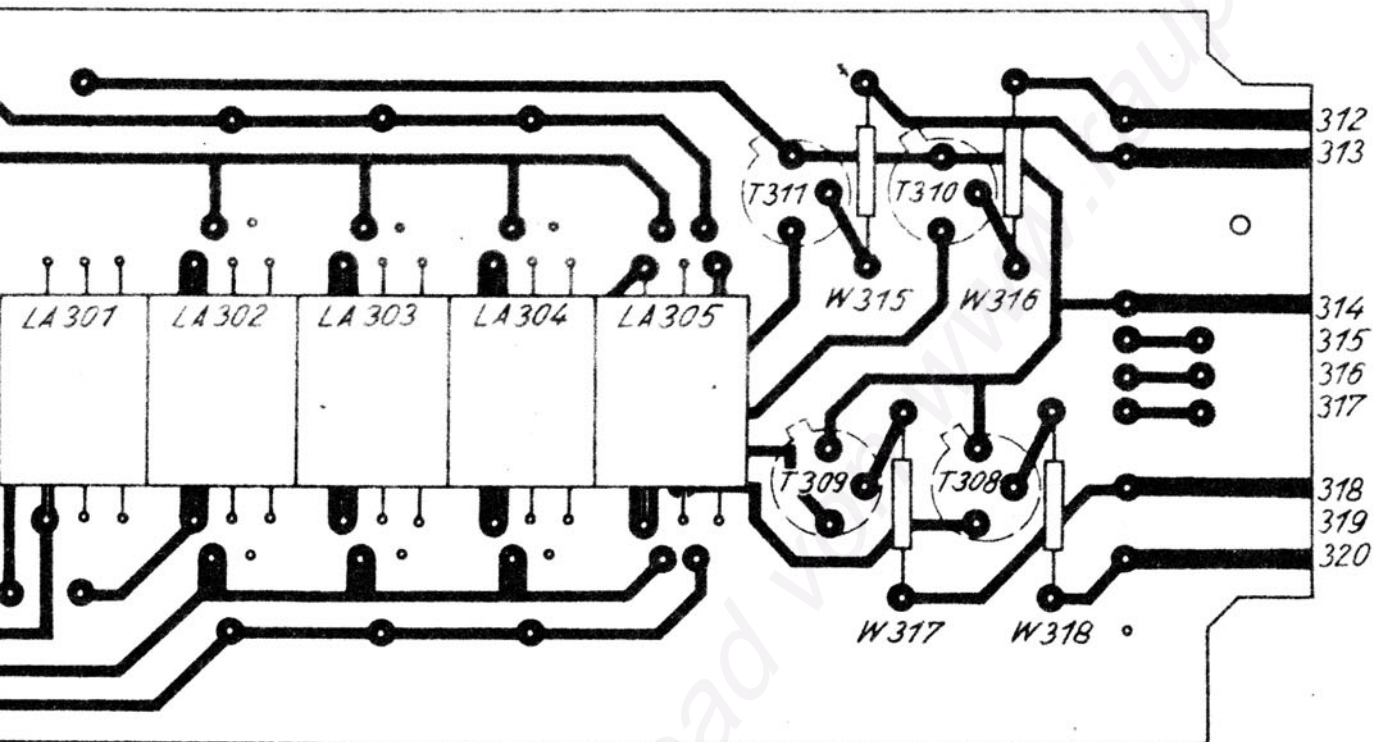


Oberfläche:

		Abweichg. f. Maße ohne Teil.-Angabe	Rohmasse ≈ kg	Halbzeug, Werkstatt	VP Nr.
		1980 Tag	Name	Benennung Anzeige (BG3)	P Nr.
		Bearb. 21.7.	Me		Maßstab
		Gepr.		Zeichnungs-Nr. 20:669.10-00 Sp (3)	Blatt
		Stat.			insges. Bl.
Ausgabe	Red. Anw. Nr.	Tag	Name	Ers. l.	Ers. d.
 VEB Werk für Fernseh-Elektronik					



• Urneilage ist unser Eigentum.
• Nachdruck, Vervielfältigung oder
• Verbreitung an Dritte wird verfolgt.



A
B
C
D
E
F

M2:1
 Anzeigeleiterplatte, bestückt
 20:669.10-00 (3)

