

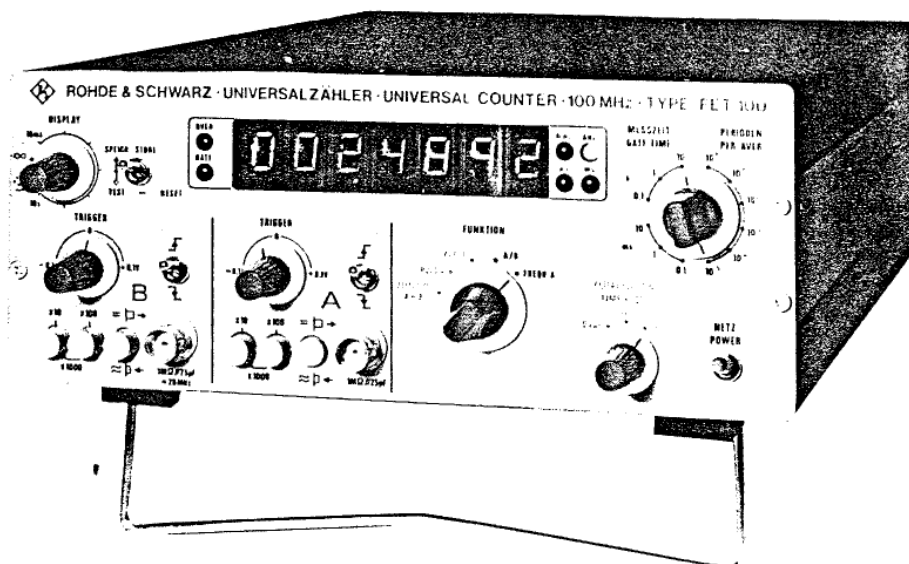
BESCHREIBUNG

UNIVERSALZÄHLER FET 100

117.7427.09
117.7427.90

Ausgabe R 27600

Printed in West Germany



Universalzähler FET 100 117.7427...

Inhaltsübersicht

1.	<u>Eigenschaften</u>	5
1.1.	Anwendung	5
1.2.	Arbeitsweise und Aufbau	7
1.3.	Technische Daten	11
1.4.	Mitgeliefertes Zubehör	14
1.5.	Empfohlene Ergänzungen	14
2.	<u>Betriebsvorbereitung und Bedienung</u>	15
2.1.	Legende zu den Bedienungsbildern	15
2.2.	Betriebsvorbereitung	17
2.2.1.	Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung	17
2.2.2.	Anschließen an das Netz, Einschalten	18
2.3.	Bedienung	18
2.3.1.	Betriebsart „Zählen“	19
2.3.2.	Betriebsart „Frequenz“	19
2.3.3.	Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “	20
2.3.4.	Betriebsart „Periodendauer“	20
2.3.5.	Betriebsart „Puls“	21
2.3.6.	Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“	21
2.3.7.	Test	21
2.3.8.	Hinweis zur Frequenzmessung mit erhöhter Genauigkeit	22
3.	<u>Funktionsbeschreibung</u>	23
3.1.	Wirkungsweise verschiedener Unterbaugruppen der Zählerlogik	24
3.1.1.	Reset-Generator	24
3.1.2.	Überlaufanzeige	25
3.1.3.	Toröffnungsanzeige	26
3.1.4.	Transferimpuls-Generator	26
3.1.5.	Erste Dekade des Hauptzählers	27
3.1.6.	Vorwahlzähler	28
3.2.	Betriebsarten des Zählers	28
3.2.1.	Betriebsart „Zählen“	30
3.2.2.	Betriebsart „Frequenz“	33
3.2.3.	Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “	33
3.2.4.	Betriebsart „Periodendauer“	34
3.2.5.	Betriebsart „Puls“	36
3.2.6.	Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“	38
3.3.	Erläuterungen zu den Stromläufen I bis VIII	38
3.3.1.	Amplitudenabschwächer und Impedanztreiber der Eingangsstufen	38
3.3.2.	Eingangsstufe des A-Kanals	40
3.3.3.	Eingangsstufe des B-Kanals	42

3.3.4.	Netzteil	43
3.3.5.	Oszillator und Zeitauflösung	44
3.3.6.	Hauptzähler mit Zwischenspeicher und Anzeige	45
3.3.7.	Dekadenpunkt- und Dimensionsanzeigelogik	46
3.3.7.1.	Dimensionsanzeige	46
3.3.7.2.	Dekadenpunktanzeige	47
3.3.8.	Datenausgangsoption	48
4.	Serviceanleitung	49
4.1.	Einstellen der Spannungsversorgung	49
4.2.	Abgleich der Eingangsstufen	49
4.2.1.	Abgleich der Eingangsstufe des A-Kanals	49
4.2.2.	Abgleich der Eingangsstufe des B-Kanals	53
4.3.	Kontrolle und Abgleich der Zeitbasis und des Vorteilers	54
4.4.	Funktionsprüfung der Anzeige	55
4.4.1.	Lampentest	55
4.4.2.	Komma- und Dimensionsanzeigetest	55
4.5.	Funktionsprüfung der einzelnen Betriebsarten	57
4.5.1.	Betriebsart „Zählen“	57
4.5.2.	Betriebsart „Frequenz“	57
4.5.3.	Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “	58
4.5.4.	Betriebsart „Periodendauer“	59
4.5.5.	Betriebsart „Puls“	60
4.5.6.	Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“	60
5.	Schalteilliste	63 bis 76
<u>Bild 1</u>	Blockschaltbild	77
<u>Bilder 2 und 3</u>	Bedienungsbilder	78
<u>Bilder 4 bis 11</u>	Stromläufe I bis VIII	79 bis 84
<u>Bild 12</u>	Innerer Aufbau	85
<u>Bilder 13 bis 17</u>	Bestückungspläne	86 bis 90

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Der FET 100 ist ein schneller elektronischer Zähler mit eingebautem Quarz-frequenznormal. Das Meßergebnis wird als siebenstelliger Ziffernwert mit Dezimalpunkt und physikalischer Größeneinheit direkt angezeigt. Besondere Eigenschaften:

- ▷ hohe Eingangsempfindlichkeit (unter 10 mV bis 100 MHz),
- ▷ Gleichspannungskopplung beider Signaleingänge A und B,
- ▷ echte Triggerschaltung bei beiden Eingängen mit stufenlos einstellbarer Schwelle und unabhängiger Flankenwahl,
- ▷ schaltbarer Amplitudenabschwächer mit den Stufen 1:10, 1:100 und 1:1000 bei beiden Eingängen,
- ▷ übersteuerungsfeste Eingangsstufen mit einem Dynamikbereich von 1:250,
- ▷ überspannungsgeschützte Meßeingänge,
- ▷ service-freundliche Konstruktion ohne Kabelverbindungen,
- ▷ hohe Zuverlässigkeit durch vollständige Bestückung mit ICs,
- ▷ leichte Handhabung durch übersichtliche Anordnung der Bedienelemente.

Neben den üblichen Betriebsarten Zählen und Messen von Frequenz und Periodendauer sind Impulsdauer-, Frequenzverhältnis- und Zeitmessungen möglich.

In der Betriebsart „Zählen“ können durch manuelle (Auslösung an der Frontplatte) oder externe Torzeitsteuerung 1 bis 10^8 Ereignisse mit einem Auflösungsvermögen für Doppelimpulse von 10 ns angezeigt werden. Sie gestattet es, innerhalb beliebiger Zeit regelmäßige oder statistisch verteilte Impulse zu summieren, wie sie beispielsweise bei der Stückzahlmessung oder in der Strahlungsmeßtechnik auftreten. Die externe Torsteuerung ist durch TTL-Pegel über eine rückseitige BNC-Buchse möglich; der Überspannungsschutz beträgt ± 10 V.

Der Eingang A gestattet „Frequenzmessungen“ bis 100 MHz, wobei die Meßzeit zwischen 100 ns und 10 s einstellbar ist. Anwendungsfälle für zählende Frequenzmesser sind überall dort gegeben, wo Frequenzen mit hoher Genauigkeit schnell bestimmt und die Meßergebnisse in Ziffernform registriert oder weiterverarbeitet werden sollen, so bei der Quarzherstellung oder im Prüffeld bei der Eichung von Meßsendern und der Kontrolle ihren Betriebsverhaltens. In Entwicklungslaboratorien kommen einfache Meßsender mit ungenügender Auflösung der Frequenzskala auch für die Erzeugung hochgenauer Frequenzen zum Einsatz, wenn deren Frequenzlage ein parallel messender Zähler anzeigt.

Bei „Periodendauermessungen“ ist die Frequenz am Eingang A auf 25 MHz begrenzt. Die Anzahl der Perioden, über die bei der Messung gemittelt wird, läßt sich von 1 bis 10^5 einstellen. Dadurch ergibt sich ein meßbarer Bereich von 40 ns bis 100 s und eine maximale fiktive Auflösung von 1 ps. Die Torsteuerung erfolgt mit Hilfe des getriggerten Eingangssignals. In dieser Betriebsart lassen sich Momentanwertmessungen tiefer Frequenzen mit hoher Genauigkeit ausführen. Stimmgabeln, Tieftongeneratoren und Prüfreleis sind Beispiele von Meßobjekten. Außerdem ist es möglich, die Drehzahl langsam laufender Maschinen und Antriebe sehr genau zu ermitteln.

Für die Messung einmaliger Schaltvorgänge eignet sich besonders die Betriebsart „Puls“. Es lassen sich beliebige Impulse zwischen 100 ns und 100 s Dauer messen, jeweils beginnend mit der positiven Flanke bis zur negativen und umgekehrt. Die Wahl der Startflanke geschieht mit einem Kippschalter an der Frontplatte bei kontinuierlich einstellbarer Triggerschwelle. Die Torsteuerung erfolgt auch hier mit dem getriggerten Eingangssignal. Pulslängenmessungen sind bevorzugt in der Computertechnik anzutreffen, wo es gilt, Impulspausen oder -breiten exakt zu bestimmen.

Der zweite Signaleingang am FET 100 (Kanal B) erlaubt in Verbindung mit Eingang A die Messung von „Frequenzverhältnissen“. Dabei wird das Verhältnis einer Frequenz am Eingang A zu der am Eingang B angezeigt. Die obere Frequenzgrenze des Eingangs B beträgt 20 MHz. In diesem Fall geschieht die Torsteuerung mit dem getriggerten Signal des Eingangs B. Wird in den Eingang eine Normalfrequenz (z. B. 1 MHz) eingespeist, erhöht sich die Genauigkeit der Frequenzmessung auf die Genauigkeit des externen Frequenznormals.

Ebenfalls mit Hilfe des zweiten Eingangs sind „Zeitmessungen“ von 100 ns bis 100 s möglich. Dabei mißt das Gerät Zeitspannen zwischen einem in einem weiten Bereich der Schwelle und Flankensteigung einstellbaren Punkt eines Startsignals und einem unabhängig davon festzulegenden Punkt eines Stoppsignals. Start- und Stoppsignal können auf getrennten Leitungen oder auf einer gemeinsamen Leitung ankommen (auf Wunsch GATE-Ausgang). Das erste nach Vorbereitung der Messung ankommende Startsignal löst die Zeitmessung aus; das erste um die minimale Meßzeit verschobene Stoppsignal beendet den Meßvorgang. Die Meßeinrichtung kann durch andere vor- oder nachlaufende Signale, wie abklingende Schwingungen statt Impulse, auf keine Weise gestört werden.

Durch Einschalten des Speichers wird die Anzeige so lange festgehalten, bis der neue Meßvorgang beendet ist. Damit bleibt, besonders bei hohen Frequenzen, die Anzeige stabil. Gleichzeitig steht die maximale Eingangsempfindlichkeit von $U_{\text{eff}} = 5 \text{ mV}$ zur Verfügung. Ohne Speicherung ist sie immer noch besser als 10 mV. Die Darstellzeit läßt sich kontinuierlich zwischen 10 ms und 10 s verändern, kann aber auch durch eine Raststellung auf ∞ geschaltet werden.

1.2. Arbeitsweise und Aufbau

Über Drucktasten lassen sich die Eingangsstufen getrennt galvanisch oder kapazitiv ankoppeln und die Eingangssignale in ihrer Amplitude stufenweise bis auf 1:1000 abschwächen. Außerdem sind Schaltschwelle und Schaltflanke individuell für beide Kanäle einstellbar. Die Impedanztransformation zwischen den Triggerstufen übernimmt jeweils ein Dual-FET, wobei der Differenzeingang der Triggerstufe die thermische Drift der Offset-Spannung beider FETs weitgehend kompensiert.

Die Funktion des Zählers FET 100 veranschaulicht die vereinfachte Blockschaltung (Bild 1).

In der Betriebsart „Zählen“ sollen die in die Eingangsstufe des A-Kanals eingespeisten Signale summiert werden, solange der Kellog-Schalter in Stellung START steht, während in Stellung STOP der Eingang blockiert ist und das

Zählergebnis in den Anzeigespeicher übernommen wird. In Stellung START kann das Zähltor auch über eine rückseitige BNC-Buchse ferngesteuert werden. Der Zeitbasisteiler ist in dieser Betriebsart nicht mit der Steuerlogik des Zählers verbunden, liefert jedoch an eine weitere rückseitige BNC-Buchse wie bei allen anderen Betriebsarten ein TTL-kompatibles Rechtecksignal mit einer Folgefrequenz von 10 kHz und einem Impuls/Pausen-Verhältnis von 1:4.

Die Schaltung des Quarzoszillators ist so dimensioniert, daß der Einfluß einer Betriebsspannungsänderung auf die Frequenz nur $2 \cdot 10^{-6}/V$ beträgt und der wirksame Temperaturkoeffizient (TK) im Nenntemperaturbereich nur etwa $2 \cdot 10^{-8}/K$. Der TK der Schaltung ist gegenüber dem TK des Quarzes vernachlässigbar, so daß die Frequenzkonstanz praktisch ausschließlich durch den Quarz bestimmt wird. Bei Verwendung eines Quarzes im TO-5-Gehäuse, der in einem Thermostat eingebaut ist (Option), läßt sich ein TK der gesamten Quarzzeitbasis von $3 \cdot 10^{-8}/K$ erreichen. Der nachgeschaltete dreistufige Dekadenzähler teilt die Zeitbasisfrequenz jeweils im Verhältnis 1:10, also auf 1 MHz, 100 kHz und 10 kHz.

Bei der Betriebsart „Frequenz“ passiert die zu messende Frequenz f_x am Eingang A während einer genauen Zeitdauer - der über die interne Zeitbasis vorbestimmten Meßzeit - das Haupttor des Zählers. Unmittelbar nach Ablauf der vorgewählten Meßzeit wird das Zählergebnis in den Anzeigespeicher transferiert und entsprechend der eingestellten Darstellzeit (Display) angezeigt. Im Anschluß daran stellt der Reset-Impuls den Zähler wieder auf Null zurück, woraufhin ein neuer Meßzyklus beginnen kann.

Die Betriebsart „Frequenzverhältnis“ bestimmt den Quotienten zweier Frequenzen f_1 und f_2 . Dabei entspricht der Meßeingang für f_1 dem Eingang A und der Meßeingang für f_2 dem Eingang B. Gemessen wird prinzipiell so wie bei Frequenzmessungen. Der einzige Unterschied besteht darin, daß nicht die interne Zeitbasis, sondern das Signal am Eingang B die Meßzeit vorgibt.

Bei der „Periodendauermessung“ ermittelt der Zähler die Zeit, die einer Periode der am Eingang A eingespeisten Schwingung äquivalent ist. Durch Messung über viele Perioden (bis 10^5) läßt sich die mittlere Dauer einer einzelnen Periode sehr exakt bestimmen. Die Zeitmessung selbst erfolgt durch

Auszählen quartzgenauer Impulse der Zeitbasis mit 0,1, 1 oder 10 ns Auflösung. Im Prinzip findet also in dieser Betriebsart lediglich eine Vertauschung zwischen dem Eingang A und der Zeitbasis im Vergleich zur Frequenzmessung statt.

In der Betriebsart „Puls“ wird die Zeitdauer zwischen der positiven und der negativen (wahlweise zwischen der negativen und der positiven) Flanke eines im A-Kanal eingespeisten Impulses gemessen, wobei die positive (negative) Flanke des Impulses das Zähltor öffnet und die negative (positive) Flanke das Zähltor wieder schließt. Während der Toröffnungszeit wird eine aus der Zeitbasis kommende Normalfrequenz ausgezählt, was nach Ablauf der Messung somit der Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flanken entgegengesetzter Polarität gleichkommt.

Ebenso wie bei Puls-Messungen kommt es bei der Betriebsart „Zeit“ auf geringe Verzerrungen an, da der Meßvorgang beispielsweise mit der positiven Flanke eines Signals am Eingang A gestartet und mit der negativen Flanke desselben oder eines anderen Signals am Eingang B beendet wird. Eine Verzerrung der Kurvenform würde das Meßergebnis direkt verfälschen. Während der Toröffnungszeit erfolgt auch hier die Zeitmessung selbst durch Auszählen quartzgenauer Impulse der Zeitbasis.

Jeder Zähldekade ist ein 4-bit-Anzeigespeicher nachgeschaltet, der mit dem Transferimpuls die augenblicklich vorliegende Bit-Information ausgibt und speichert, solange anschließend die Transferleitung Low-Signal führt. Die Ausgänge der Anzeigespeicher sind einerseits mit der Datenausgangsoption verbunden, andererseits ist jedem der Speicher ein 7-Segment-Decoder nachgeschaltet. Die Ausgänge der Decoder wiederum sind mit je einer 7-Segment-Glühfadenanzeige (Minitron) verbunden.

Die zum Meßwert gehörige physikalische Einheit zeigen LEDs (Light Emitting Diodes) an, und zwar

- ▷ kHz oder MHz bei Frequenzmessungen,
- ▷ ns oder ms bei Periodendauermessungen und
- ▷ ms bei Puls- und Zeitmessungen.

Beim Zählen und bei Frequenzverhältnismessungen ist das Ergebnis eine dimensionslose Größe. Der Stellenwert des Meßergebnisses wird durch Dekadenpunktanzeige markiert. Dies hängt wiederum von der Wahl der Betriebsart, der Meßzeit und der Zeitauflösung ab. Das Dekadenpunktsignal steht außerdem für die Datenausgangsoption zur Verfügung. Zwei weitere LEDs zeigen an, wann das Zähltor geöffnet ist und wann der Zähler „überläuft“.

Der Universälhzähler FET 100 ist in einem kompakten 1/2 19-Zollgehäuse servicegerecht untergebracht. Seine hohe Zuverlässigkeit wird nicht zuletzt durch die vollständige Bestückung mit ICs erreicht. Er hat siebenstellige Meßwertanzeige durch langlebige 7-Segment-Minitrons mit abschaltbarem Anzeigespeicher. Die Meßbereiche sowie Überlauf und Torfunktionen zeigen LEDs an. Alle Bedienelemente sind übersichtlich angeordnet und eindeutig beschriftet. Jedes Meßergebnis kann von Hand mit Hilfe der nichtrastenden Schalterstellung (Reset) gelöscht werden. Dabei wird gleichzeitig ein Lampentest ausgeführt, der bei allen sieben Minitrons die Ziffer 8, also alle Segmente aufleuchten läßt.

Als Option kann ein Datenausgang im BCD-Code (8-4-2-1) ohne Lötarbeit vom Benutzer selbst eingebaut werden. Die Logik (TTL) ist auf Wunsch positiv oder negativ. Bild 12 zeigt die auf die obere Leiterplatte montierte Baugruppe. Außerdem gibt es den Zähler in der Ausführung mit eingebautem Thermostat, der eine höhere Genauigkeit der Zeitbasis bietet.

1.3. Technische Daten

Betriebsart „Zählen A“ (Eingang A)

Doppelimpulsauflösung	10 ns
Anzeigebereich	1...10 ⁸ Ereignisse
Torzeit	von Hand am Gerät oder ferngesteuert
Externe Torsteuerung (BNC-Buchse an der Geräte- rückseite)	TTL-Pegel; Überspannungsschutz ±10 V
Anzeige	7stellig

Betriebsart „Frequenz A“ (Eingang A)

Bereich	0...100 MHz
Torzeit	100 µs...10 s, wählbar durch Dreh- schalter
Fehlergrenzen	Quarzfehler ±1 Ziffernschritt der letzten Stelle
Anzeige	7stellig in kHz oder MHz mit Dezi- malpunkt und Überlaufanzeige

Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B)

Eingang f_1	Kanal A
Eingang f_2	Kanal B
Bereich Kanal A	0...100 MHz
Bereich Kanal B	0...20 MHz
Gemittelte Zahl der Perioden von f_2	1...10 ⁵
Fehlergrenzen	±1 Ziffernschritt der letzten Stelle
Anzeige	7stellig ohne Einheit, mit Dezimal- punkt und Überlauf

Betriebsart „Periode A“ (Eingang A)

Bereich	40 ns...100 s
Obere Frequenzgrenze	25 MHz
Gemittelte Zahl der Perioden	1...10 ⁵

Takt-Frequenz	umschaltbar 10 MHz, 1 MHz, 100 kHz
Fehlergrenzen	Quarzfehler ± 1 Ziffernschritt der letzten Stelle
Anzeige	7stellig in μ s oder ms mit Dezimalpunkt und Überlauf

Betriebsart „Puls A“ (Eingang A)

Bereich	100 ns...100 s
Zeitauflösung	umschaltbar 100 ns, 1 μ s, 10 μ s
Wahl der Startflanke	durch Kippschalter an der Frontplatte
Fehlergrenzen	Quarzgenauigkeit ± 1 Ziffernschritt der letzten Stelle
Anzeige	7stellig in ms mit Dezimalpunkt und Überlauf

Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“

Eingänge	Startsignal: Kanal A Stopsignal: Kanal B (können aus gemeinsamer oder getrennter Quelle kommen)
Bereich	100 ns...100 s
Zeitauflösung	umschaltbar 100 ns, 1 μ s, 10 μ s
Wahl der Startflanke	durch Kippschalter an der Frontplatte (Trigger A)
Wahl der Stopflanke	durch Kippschalter an der Frontplatte (Trigger B)
Fehlergrenzen	Quarzgenauigkeit ± 1 Ziffernschritt der letzten Stelle
Anzeige	7stellig in ms mit Dezimalpunkt und Überlauf

Eingangsstufen

Kanal A:

Bereiche	DC: 0...100 MHz AC: 20 Hz...100 MHz
Impedanz	1 M Ω 25 pF
Empfindlichkeit U_{eff}	10 mV bei Sinus 0...100 MHz

Kanal B:

Bereiche	DC: 0...20 MHz AC: 20 Hz...20 MHz
Impedanz	1 M Ω 25 pF
Empfindlichkeit U_{eff}	10 mV bei Sinus 0...10 MHz 20 mV bei Sinus 10...20 MHz

Beide Kanäle:

Eingangsteilerstellung	1:1, 10:1, 100:1, 1000:1 durch Drucktasten
Triggerschwelle	$\pm 0,13$; $\pm 1,3$; ± 13 ; ± 130 V Bereiche abhängig von der Eingangs- teilerstellung, in jedem Bereich kon- tinuierlich einstellbar
Flankenwahl	positiv oder negativ durch Kipp- schalter
Überspannungsschutz U_{eff}	250 V bei den Eingangsteilerstellungen 10:1, 100:1, 1000:1 100 V bei der Eingangsteilerstellung 1:1 bei 1 kHz, darüber abfallend auf 10 V

Anzeigen

Digital	7stellig, Minitrans (7-Segment-Anzei- ge mit Dezimalpunkt)
Einheiten	durch rotleuchtende LEDs
Toröffnungsanzeige	durch rotleuchtende LED
Überlauf	durch rotleuchtende LED
Speicher	abschaltbar
Darstellzeit	10 ms...10 s kontinuierlich oder schaltbar auf ∞
Löschung	von Hand durch Schalter (nichtrastend), dient gleichzeitig zur Lampenkontrolle

Zeitbasis

Quarzfrequenz	10 MHz
Alterung	$5 \cdot 10^{-6}$ /Jahr
Stabilität	$2,5 \cdot 10^{-7}$ /K
Ausgang	10 kHz Pulsfrequenz über BNC-Buchse an Geräterückseite, Tastverhältnis 4

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

Hierzu Bild 2 und Bild 3

2.1. Legende zu den Bedienungsbildern

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>1</u>	DISPLAY	Regelknopf für die Darstellzeit des Meßwertes an <u>7</u>
<u>2</u>	TRIGGER B	Regelknopf zur Einstellung der Schaltschwelle für Eingangssignal B
<u>3</u>	SPEICH. TEST STOP START RESET	Funktionsschalter zur ▷ internen und externen Zähltorsteuerung, ▷ Anzeigespeicherung und ▷ Überprüfung aller sieben Segmente der sieben Dezimalstellen mit Löschung des Anzeigespeichers
<u>4</u>	OVER	Rotleuchtende LED signalisiert den Überlauf des Zählers
<u>5</u>	GATE	Rotleuchtende LED zeigt die Freigabe des Zähltors an
<u>6</u>	TRIGGER A	Regelknopf zur Einstellung der Schaltschwelle für Eingangssignal A
<u>7</u>		7stellige Meßwertdarstellung (7-Segment-Anzeige mit Dezimalpunkt)
<u>8</u>	µs	Bei rotleuchtender LED hat das an <u>7</u> angezeigte Meßergebnis die Dimension „µs“
<u>9</u>	MHz	Wie <u>8</u> , jedoch „MHz“

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>10</u>	kHz	Wie <u>8</u> , jedoch „kHz“
<u>11</u>	ms	Wie <u>8</u> , jedoch „ms“
<u>12</u>	MESSZEIT/PERIODEN	Meßbereichschalter zur Einstellung der Toröffnungszeit
<u>13</u>	NETZ	Netzschalter
<u>14</u>	ZEITAUFLÖSUNG	Zusätzliche Meßbereichverschiebung um drei Stellen zur Einstellung <u>12</u>
<u>15</u>	FUNKTION	Wahlschalter für die einzelnen Betriebsarten des Gerätes
<u>16</u>		Kippschalter zur positiven oder negativen Flankenwahl für Eingangssignal A
<u>17</u>	1 M Ω 25 pF	Meßeingang (BNC-Buchse) Kanal A
<u>18</u>	=/ $\approx$	Drucktaste zur Anschaltung des Signals A an den DC- oder AC-Eingang
<u>19</u>	x100	Drucktasten zur Abschwächung des Eingangssignals A von 1/1 auf 1/10, 1/100 oder 1/1000
<u>20</u>	————— x1000 x10	
<u>21</u>		Kippschalter zur positiven oder negativen Flankenwahl für Eingangssignal B
<u>22</u>	1 M Ω 25 pF; < 20 MHz	Meßeingang (BNC-Buchse) Kanal B
<u>23</u>	=/ $\approx$	Drucktaste zur Anschaltung des Signals B an den DC- oder AC-Eingang
<u>24</u>	x100	Drucktasten zur Abschwächung des Eingangssignals B von 1/1 auf 1/10, 1/100 oder 1/1000
<u>25</u>	————— x1000 x10	

Pos. - Nr.	Beschriftung	Funktion
<u>26</u>	SI 220 V: M 0,4 A/250 C 110 V: M 0,8 A/250 C	Netzsicherung 0,4 A mittelträge für 220 V 0,8 A mittelträge für 110 V
<u>27</u>	DATENAUSGABE	Anschaltmöglichkeit für die Datenaus- gangsoption
<u>28</u>	EINGANG GATE	BNC-Buchse zur externen Zähl- steuerung (Funktionsschalter <u>3</u> auf START)
<u>29</u>	AUSGANG 10 kHz	Digital geteilte 10-kHz-Frequenz des Zeitbasisausgangs mit dem Impuls- verhältnis 1:4
<u>30</u>	NETZ	Netzanschluß

2.2. Betriebsvorbereitung

2.2.1. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung

Ab Werk ist der Universalzähler für 220 V Netzspannung eingestellt. Soll er an einem 110-V-Netz betrieben werden, ist am Netztransformator primärseitig der Anschlußdraht von der 220-V-Anzapfung auf die für 110 V umzulöten (siehe Bild 17). Hierzu entfernt man, nach Lösen der vier Kreuzschlitzschrauben an der Unterseite des Gerätes, die untere Abdeckung.

Beim Umstellen der Netzspannung muß auch auf den Nennwert der Sicherung 26 geachtet werden. Dieser beträgt

0,4 A bei der Netzspannung 220 V $\pm 15\%$

0,8 A bei der Netzspannung 110 V $\pm 15\%$

2.2.2. Anschließen an das Netz, Einschalten

Das Gerät wird über den Netzanschluß 30 und über das mitgelieferte Netzkabel mit einer Schutzkontaktsteckdose verbunden und durch Betätigen des Netzschalters 13 eingeschaltet. Der Einschaltzustand ist am Aufleuchten der Ziffernanzeige 7 sofort erkennbar.

2.3. Bedienung

2.3.1. Betriebsart „Zählen“ (Eingang A)

Betriebsartenschalter 15 in die Raststellung ZÄHLEN A drehen. Das Meßsignal wird über die BNC-Buchse 17 in den Kanal A eingespeist. Der Druckschalter 18 erlaubt hierbei wahlweise galvanische oder kapazitive (DC/AC-) Ankopplung. Über die Drucktasten 20 oder/und 19 kann das Eingangssignal bis auf 1/1000 abgeschwächt werden. Der Regelknopf 6 dient zur Einstellung der gewünschten Triggerschwelle.

Zur Freigabe des Zähltors muß der Funktionsschalter 3 in Mittelstellung (START) stehen. In seiner oberen Stellung blockiert er den Zählereingang, in seiner unteren, nichtrastenden Stellung wird das Zählergebnis an der Anzeige 7 gelöscht und sofort die „Testzahl“ eingeschrieben (siehe Abschnitt 2.3.7.).

In der Mittelstellung des Schalters 3 kann der Zähler auch über die rückseitige BNC-Buchse 28 gesteuert werden, wobei das Anlegen von L-Potential (-10 bis +0,4 V) die Sperrung des Eingangs bewirkt. Bei geöffnetem Eingangstor leuchtet LED 5. Ein Überlauf des Zählers wird durch Aufleuchten der LED 4 angezeigt.

2.3.2. Betriebsart „Frequenz“ (Eingang A)

Betriebsartenschalter 15 in die Raststellung FREQU. A drehen. Das Meßsignal wird wiederum über die BNC-Buchse 17 in den Kanal A eingespeist (vgl. Abschnitt 2.3.1.).

Über den Meßzeitschalter 12 wird der günstigste Meßbereich gewählt, wobei LED 9 und LED 10 anzeigen, ob das an 7 dargestellte Meßergebnis in MHz oder kHz abzulesen ist. Ein eventueller Überlauf des Zählers wird durch Aufleuchten der LED 4 signalisiert.

Bei Meßzeiten unter 0,1 s wählt man mit 1 eine entsprechend kurze Darstellzeit, um (durch das dann bei noch nicht korrekt eingestellter Triggerschwelle deutlich sichtbare Flackern des angezeigten Ergebnisses) die Triggereinstellung zu erleichtern. Bei Einstellung auf die Darstellzeit ∞ muß der Funktionsschalter 3 nach unten getastet werden (RESET), um das im Anzeigefeld 7 stehende Meßergebnis zu löschen und eine nochmalige Messung auszulösen.

Bei hohen Frequenzen empfiehlt es sich, zur Ausnutzung der letzten Eingangsempfindlichkeitsreserven ($U_{\text{eff}} \approx 5 \text{ mV}$ bei 100 MHz), den Funktionsschalter 3 in seine obere Stellung zu bringen. In dieser oberen Stellung wird das Meßergebnis jeweils erst nach Beendigung eines Meßtaktes auf die einzelnen Anzeigeelemente übertragen und bis zum Ende der nächsten Messung angezeigt (Anzeigespeicherung), während in der mittleren Stellung das Meßergebnis in das Anzeigefeld „einläuft“. Durch die bei diesem Einlaufen relativ großen, dauernd geschalteten Ströme an den Anzeigeelementen verringert sich die Eingangsempfindlichkeit geringfügig, der Effekt bleibt jedoch weit unter der Spezifikationsgrenze von $U_{\text{eff}} = 10 \text{ mV}$.

2.3.3. Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B)

Betriebsartenschalter 15 in die Stellung A/B drehen. Gemessen wird das Verhältnis einer über 17 in den Kanal A eingespeisten Frequenz f_1 zu einer über 22 in den Kanal B eingespeisten Frequenz f_2 . Die Handhabung der Bedienelemente 2 und 23 bis 25 für Kanal B ist analog der für Kanal A (siehe Abschnitt 2.3.1.), nur ist hier die Eingangsfrequenz auf 20 MHz begrenzt.

Die Steuerung des Zähltors wird bei Verhältnismessungen nicht durch den internen Reset-Generator vorgenommen, sondern durch das Signal am Kanal B. Die Toranzeige 5 leuchtet also nur auf, wenn das Signal am Kanal B die Triggerschwelle überschreitet. Einzelheiten zur Meßbereichwahl, Darstellzeit, Überlaufanzeige und Funktion des Kippschalters 3 sind im vorhergehenden Abschnitt beschrieben.

2.3.4. Betriebsart „Periodendauer“ (Eingang A)

Betriebsartenschalter 15 in die Raststellung PER. A drehen. Das Meßsignal wird über die BNC-Buchse 17 in den Kanal A eingespeist (vgl. Abschnitt 2.3.1.). Die Frequenz des Eingangssignals ist hierbei jedoch auf 25 MHz begrenzt.

Die Steuerung des Zähltors übernimmt das am Kanal A anliegende Signal. LED 5 leuchtet also nur auf, solange dieses Signal die Triggerschwelle überschreitet.

Zur Meßbereicheinstellung dient der Meßzeitschalter 12, an dem abgelesen werden kann, über welche Anzahl von Perioden bei der Messung gemittelt wird. Außerdem kann der Meßbereich zusätzlich durch den Drehschalter 14 um drei Stellen verschoben werden. Die LEDs 8 und 11 zeigen an, ob das an 7 dargestellte Meßergebnis in μs oder ms abgelesen werden soll. Einzelheiten zur Darstellzeit, Überlaufanzeige und Funktion des Kippschalters 3 sind im Abschnitt 2.3.2. beschrieben.

2.3.5. Betriebsart „Puls“ (Eingang A)

Betriebsartenschalter 15 in die Raststellung PULS A drehen. Das Meßsignal wird über die BNC-Buchse 17 in den Kanal A eingespeist (vgl. Abschnitt 2.3.1.). Gemessen wird die Zeit zwischen der ansteigenden (positiven) oder abfallenden (negativen) Signalfanke und der anschließenden, entgegengesetzt verlaufenden Signalfanke. Steht der Kippschalter 16 auf $\int$ (+), wird die Zeit, beginnend mit der positiven und endend mit der negativen Flanke, gemessen; in Stellung $\backslash$ (-) gilt konträr das gleiche.

Die Torsteuerung übernimmt wiederum das am Kanal A anliegende Signal. LED 5 leuchtet auf, wenn das Eingangssignal die Triggerschwelle in positiver oder negativer Richtung überschreitet und erlischt, sobald die Triggerschwelle in positiver oder negativer Richtung wieder unterschritten wird. Bei Pulslängen unter 20 ms leuchtet die LED 5 wegen der besseren Wahrnehmbarkeit jedoch mindestens 20 ms lang.

Der Meßbereichschalter 12 ist bei Pulslängenmessungen außer Betrieb. Der Drehschalter 14 gestattet die Wahl der Zeitauflösung zu 0,1 μ s, 1 μ s und 10 μ s, die gleich der Wertigkeit des letzten Digits ist. Einzelheiten zur Darstellzeit, Überlaufanzeige und Funktion des Kippschalters 3 sind im Abschnitt 2.3.2. beschrieben.

2.3.6. Betriebsart „Zeit A→B“

Betriebsartenschalter 15 in die Raststellung ZEIT A→B drehen. Gemessen wird die Zeit zwischen der an 16 gewählten Flanke eines über 17 in den Kanal A eingespeisten Signals und der an 21 gewählten Flanke eines über 22 in den Kanal B eingespeisten Signals.

Die Torsteuerung übernehmen jetzt beide Signale. LED 5 leuchtet mindestens 20 ms lang auf, wenn das Signal A die Triggerschwelle überschreitet und erlischt, sobald das Signal B den dort eingestellten Pegel ebenfalls überschreitet.

Der Meßbereichschalter 12 ist bei Zeitmessungen außer Betrieb. Das Einstellen der Zeitauflösung geschieht in der unter 2.3.5. beschriebenen Weise. Einzelheiten zur Darstellzeit, Überlaufanzeige und Funktion des Kippschalters 3 sind im Abschnitt 2.3.2. beschrieben.

2.3.7. Test

Durch Tasten des Kippschalters 3 in die Stellung TEST (RESET) wird ein Lampentest für das Anzeigefeld 7 durchgeführt, bei dem bei allen sieben Minitrans die Ziffer 8, d.h. alle sieben Segmente jeder Dezimalstelle, aufleuchten müssen.

2.3.8. Hinweis zur Frequenzmessung mit erhöhter Genauigkeit

Falls für bestimmte Anwendungsfälle die Genauigkeit der internen quarzgenauen Zeitbasis zur Frequenzmessung nicht ausreichen sollte, bietet der FET 100 bei Vorhandensein eines entsprechend genauen Frequenznormals auch die Möglichkeit zur Frequenzmessung mit der Genauigkeit dieses externen Frequenznormals. Gemessen wird wie bei der Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (siehe Abschnitt 2.3.3.), wobei f_1 die zu messende Frequenz ist und f_2 die Normalfrequenz. Das angezeigte Frequenzverhältnis an 7 ist unabhängig von der internen Zeitbasis.

3. Funktionsbeschreibung

Allgemeine Hinweise

Die Funktionsbeschreibung bezieht sich weitestgehend auf den Logikplan des Zählers, den der Stromlauf I (Bild 4) zeigt.

Funktionsgruppen, deren Wirkungsweise unabhängig von der übrigen Schaltung dargestellt werden kann, sind hierin nur als Blöcke symbolisiert mit dem Hinweis, welcher Einzelstromlauf dazu gehört. Es sind dies

- ▷ die Eingangsstufe des A-Kanals (Stromlauf II),
 - ▷ die Eingangsstufe des B-Kanals (Stromlauf III),
 - ▷ das Netzteil (Stromlauf IV),
 - ▷ die Zeitbasis mit Quarzoszillator und 3-Dekaden-Vorteiler (Stromlauf V),
 - ▷ der Zählerblock mit Anzeige (Stromlauf VI),
 - ▷ die Dekadenpunkt- und Dimensionsanzeige (Stromlauf VII) und
- die als Option lieferbare Datenausgabe (Stromlauf VIII).

Zur Kennzeichnung der integrierten Schaltkreise (ICs) gelten folgende Vereinbarungen:

Ein bestimmter Anschlußstift eines integrierten Schaltkreises wird gekennzeichnet durch Angabe der Stift-Nummer hinter einem auf die IC-Identifizierung folgenden Schrägstrich. So bedeutet z. B. IC21/3 Stift-Nr. 3 an IC21.

Gatter mit mehreren Eingängen, von denen ja meist mehrere in einem Gehäuse untergebracht sind, werden durch Angabe der IC-Identifizierung und Angabe der Stift-Nummer ihres Ausgangs gekennzeichnet. Wenn beispielsweise vom Gatter IC21/3 die Rede ist, so meint man dasjenige Gatter, dessen Ausgang an Stift-Nr. 3 von IC21 liegt.

Die Kennzeichnung logischer Signalzustände durch H (High) und L (Low) entspricht den geltenden DIN-Normen. Das gilt ebenso für die Polaritätsangaben bei Impulsen. Die Angabe „H-Impuls“ bedeutet, daß der logische Zustand während der Impulsdauer H und in den Impulspausen L ist.

Bevor auf die einzelnen Betriebsarten des Zählers und die dabei vorliegenden logischen Verknüpfungen näher eingegangen wird, soll die Beschreibung einiger im Logikplan dargestellter Unterbaugruppen vorangestellt werden, da deren Funktion bei allen Betriebsarten gleich bleibt.

3.1. Wirkungsweise verschiedener Unterbaugruppen der Zählerlogik

Hierzu Stromlauf I (Bild 4)

3.1.1. Reset-Generator

Solange über R101 an der Basis von T10 H anliegt, wird das Potential an C101 auf 0 V gehalten. Der Ausgang des Operationsverstärkers IC76/5 liegt damit auf L.

Wird während dieser Zeit der Funktionsschalter S4 in die nichtrastende RESET/TEST-Stellung getastet, dann gelangt an die Eingänge IC46/3, /4 und /5 L. Der Ausgang IC46/6 zieht über D21 den Eingang des Operationsverstärkers IC76/2 nach H und bewirkt damit auch ein Durchschalten des Ausgangs IC76/5 nach H. Der H-Zustand an IC76/5 bewirkt den „Reset“ des Vorwählzählers IC31 bis IC35, des Überlauf-Flipflops IC56/6-IC56/8, des Hauptzählerblocks (siehe auch Stromlauf VI), der ersten Zähldekade IC19 bis IC21 und der beiden Steuer-Flipflops IC51/15 und IC51/11; er bereitet damit das ganze Zählgerät auf eine neue Messung vor.

Nach Verschwinden des H-Zustands an IC46/6 entlädt sich C102 über R104 und T10. Sobald die Spannung an IC76/2 unter die Spannung an IC76/3 abgefallen ist, kippt der Ausgang IC76/5 in den L-Zustand zurück.

Außer der Möglichkeit der manuellen Steuerung durch den Schalter S4 wird der Reset-Generator noch automatisch über T10 gesteuert. Am Ende jedes Meßvorgangs springt der Ausgang IC51/11 des zweiten Steuer-Flipflops nach L und sperrt damit T10. Daraufhin beginnt sich C101 über das Darstellzeit-Potentiometer P12 aufzuladen. Sobald die Spannung an C101 um den Wert der Schleusenspannung von D20 höher ist als die Spannung an IC76/3, kippt der

Ausgang IC76/5 von L nach H, wobei die Flanke infolge der Mitkopplung über C102 sehr steil ist. Außer bei der Betriebsart „Zählen“ (siehe Abschnitt 3.2.1.) bewirkt der H-Zustand an IC76/5 über die Gatter IC58/3 und IC52/8 laufend eine Rückkehr von IC51/11 in den H-Zustand und damit ein erneutes Durchschalten von T10. Daraufhin entlädt sich C102 über R104 und T10, und IC76/5 kippt nach Ablauf der dadurch bedingten Verzögerungszeit von ca. 0,1 s wieder in den L-Zustand zurück. Die Verzögerungszeit, die zwischen dem Sperren von T10 und der Abgabe des Reset-Impulses an IC76/5 verstreicht, wird durch den eingestellten Wert von P12 bestimmt bzw. durch Öffnen des mit P12 mechanisch gekoppelten Drehschalters S7 unendlich lang.

3.1.2. Überlaufanzeige

Die Gatter IC56/6, IC56/8, IC55/6, IC55/3, IC55/8 und IC55/11 stellen ein spezielles Master-Slave-RS-Flipflop dar. Der im RS-Flipflop IC56/6-IC56/8 jeweils vorliegende Schaltzustand wird auf das Flipflop IC55/8-IC55/11 übertragen, wenn an den Eingängen IC55/4 und IC55/1 H anliegt. Die Eingänge werden aus dem Transferimpuls-Generator gespeist und erhalten durch diesen (siehe Abschnitt 3.1.4.) entweder einen 500 ns langen Transferimpuls oder einen statischen H-Zustand, welcher eine dauernde Verkopplung zwischen den Flipflops IC56/6-IC56/8 und IC55/8-IC55/11 bewirkt.

Sobald der Ausgang des langsamsten Flipflops des Hauptzählers (siehe Stromlauf VI) von H nach L springt, der Zähler also überläuft, wird über das Differenzierglied C104/R111/R110 der Ausgang IC56/6 des Master-Flipflops nach L gesetzt.

Sobald der Transferimpuls-Generator einen Übertrag dieses Zustands auf den Ausgang IC55/8 des Slave-Flipflops bewirkt, leuchtet die LED-Anzeige OVER. Vor dem Start der nachfolgenden Messung wird das Master-Flipflop durch den Reset-Generator wieder auf H an IC56/6 zurückgesetzt. Der Resetimpuls ist jedoch über das Integrierglied R112/C103 gegenüber dem Resetimpuls für den Hauptzähler verzögert. Dies wird erforderlich, da andernfalls beim Vorliegen eines H-Zustands am langsamsten Flipflop des Hauptzählers das Flipflop IC56/6-IC56/8 gleichzeitig als Folge des Resets des Hauptzählers einen Setz-

impuls am Eingang IC56/10 und einen Resetimpuls am Eingang IC56/4 erhalten würde. Der dadurch entstehende undefinierte Zustand wird durch die erwähnte Verzögerung des an den Eingang IC56/4 gelangenden Resetimpulses vermieden.

3.1.3. Toröffnungsanzeige

Solange das Eingangstor des Hauptzählers (Steuereingänge IC19/3 und IC19/2) geöffnet ist, liegt L an IC52/4 und damit auch an IC52/6, wodurch die LED-Anzeige GATE eingeschaltet ist.

In Fällen, bei denen das Zähltor für sehr kurze, von langen Pausen gefolgte Zeiten geöffnet ist, bei denen folglich das kurze Aufleuchten der LED-Anzeige mit dem Auge nicht mehr wahrnehmbar wäre, sorgt der Univibrator IC53 für eine Dehnung der Anzeigezeit auf mindestens 20 ms und sichert damit die Wahrnehmbarkeit des Aufleuchtens der LED.

3.1.4. Transferimpuls-Generator

Im Wartezustand liegt L an den Eingängen IC57/1 und /2 und IC57/12; C105 ist also auf H aufgeladen. Beim Umspringen des Eingangssignals von L nach H liegt somit zunächst H an beiden Eingängen (IC57/12 und IC57/13) des Gatters IC57/11. Der Ausgang springt daher nach L, bis sich C105 als Folge des geänderten Eingangssignals auf L umgeladen hat, woraufhin der Ausgang wieder nach H zurückspringt.

Die Schaltung aus den beiden Gattern IC57/3 und IC57/11 hat also die Eigenschaft, bei jedem Übergang von L nach H am Eingang, am Ausgang einen Impuls abzugeben, dessen Breite durch die Zeitkonstante $R113/C105$ bestimmt ist. Im vorliegenden Fall beträgt die Pulsbreite 500 ns.

Steht der Funktionsschalter S4 in seiner oberen, rastenden Stellung STOP/SPEICH., liegt somit also H an IC57/8 und damit auch an IC58/10, dann gelangen die oben erwähnten Transferimpulse über das Gatter IC58/8 an den Zählerblock und an das Überlauf-Master-Slave-Flipflop und bewirken dort

eine Übernahme der im Hauptzähler vorliegenden Werte in die Speichereinheit bzw. vom Master in das Slave-Flipflop.

Steht der Funktionsschalter S4 jedoch in seiner rastenden Mittelstellung START, dann liegt an IC58/8 ständig H. Dadurch wird ein fortlaufender Übertrag der Werte aus dem Hauptzähler in den Speicher im Zählerblock bewirkt. Man sieht das Zählergebnis „einlaufen“.

3.1.5. Erste Dekade des Hauptzählers

Die erste Dekade des Hauptzählers ist getrennt vom Rest des Zählers auf der unteren Leiterplatte untergebracht, um die Leitung von der Eingangsstufe des A-Kanals zur ersten Dekade, die das hochfrequente Eingangssignal mit einer Frequenz bis zu 100 MHz führt, möglichst kurz zu halten. Sie wird gebildet aus den Flipflops IC19 (SN 74 S 112 N), IC20 und IC21 (SN 74 H 102 N). Die Vorbereitungseingänge IC19/3 und IC19/2 des Flipflops IC19/5 werden als Eingangsgatter des Hauptzählers benutzt. Der Widerstand R71 in der Taktleitung ist notwendig, um die volle Geschwindigkeit des ersten Flipflops ausnutzen zu können. Ansonsten entspricht die erste Dekade dem üblichen Aufbau von 1248-codierten Zähldekaden.

Um interne Störungen zu vermeiden, welche infolge der steilen Impulsflanken an den Ausgängen der vier Flipflops der ersten Zähldekade entstehen könnten (zumal die Ausgänge der ersten Dekade über lange Leitungen und die Steckerleiste L1 mit den Eingängen der zweiten Dekade auf der oberen Platine verbunden sind), werden die Flankensteilheiten durch unmittelbar neben den ICs IC19 bis IC21 angebrachte Integrierglieder (C42/R82, C43/R81, C44/R83 und C45/R84) auf unbedenkliche Werte herabgesetzt.

3.1.6. Vorwahlzähler

Es handelt sich um einen BCD-codierten Zähler mit fünf Dekaden, der aus den ICs IC31 bis IC35 besteht.

Die Ebene „a“ des Meßzeitschalters S3 erlaubt mit ihren sechs Schaltstellungen die zu IC43/13 führende Ausgangsleitung sowohl mit dem Eingang des gesamten Zählers wie mit dem Ausgang der ersten Dekade (IC35), dem Ausgang der zweiten Dekade (IC34) usw. zu verbinden.

Der Resetimpuls wird jeweils an die Anschlüsse 6 und 7 der ICs IC31 bis IC35 geführt und bringt damit den gesamten Vorwahlzähler in die Stellung 99999. Dadurch wird bewirkt, daß - unabhängig von der Stellung des Schalters S3 - bereits beim ersten Eingangsimpuls in den Vorwahlzähler auf der Ausgangsleitung ein Sprung von H nach L erscheint, welcher die bei den einzelnen Betriebsarten näher beschriebenen Funktionen auslöst.

Ein weiterer Übergang von H nach L auf der Ausgangsleitung erscheint dann (je nach Stellung des Schalters S3) nach Ablauf von 1, 10, 10^2 , 10^3 , 10^4 oder 10^5 Perioden des Eingangssignals des Vorwahlzählers.

3.2. Betriebsarten des Zählers

Hierzu Stromlauf I (Bild 4)

3.2.1. Betriebsart „Zählen“ (Eingang A)

In der Betriebsart „Zählen“ sollen die in die Eingangsstufe des A-Kanals eingespeisten Signale gezählt werden, solange der Funktionsschalter S4 in Stellung START steht, während in Stellung STOP des Schalters S4 der Eingang blockiert ist und das Zählergebnis gespeichert wird. In Stellung START des Schalters S4 kann das Zählgatter auch elektrisch über die rückseitige BNC-Buchse EXT. GATE (Bu4) ferngesteuert werden. Wenn an Bu4 L angelegt (bzw. Bu4 mit Masse verbunden) wird, dann bleibt das Zähltor geschlossen, während sich bei unbeschalteter Buchse automatisch der dem Öffnen des Zählgatters entsprechende H-Zustand an Bu4 einstellt.

Die Betriebsart „Zählen“ wird durch die entsprechende Schaltstellung des 3-Ebenen-Schalters S1 gewählt. Der Ausgang der Eingangsstufe des A-Kanals ist über die Schalterebene S1b direkt mit dem Takteingang der ersten Zähldekade (IC19/1) verbunden. Der Quarzoszillator (im Stromlauf V dargestellt) ist in der Betriebsart „Zählen“ nicht mit der Logik des Zählers verbunden, liefert jedoch an die rückseitige BNC-Buchse Bu3 wie bei allen anderen Betriebsarten ein TTL-kompatibles Rechtecksignal mit einer Folgefrequenz von 10 kHz und einem Impuls/Pausen-Verhältnis von 1:4.

Die Eingangsstufe des B-Kanals ist bei der Betriebsart „Zählen“ außer Betrieb, da infolge der Schaltstellung der Schalterebene S1d über das als Inverter dienende Gatter IC44/6 L an IC41/1 gelangt, das Gatter IC41/3 somit gesperrt ist.

Am Ausgang des Gatters IC43/8 liegt dauernd L, was sich aus den statisch an den Eingängen der diversen Gatter anliegenden Zuständen auf dem Weg zu IC43/8 ergibt. Der Vorwahlzähler ist damit bei der Betriebsart „Zählen“ funktionslos.

An IC45/9 und /10 liegt über die Schalterebene S1d L an, folglich gelangt ein statischer H-Zustand an die Eingänge IC45/5, IC46/9 und IC44/13. Sofern der Schalter S4 nicht gerade in seine nichtrastende Stellung RESET getastet ist, liegt L am Ausgang IC45/6 und damit auch am Eingang IC58/1; der Reset-Generator ist damit außer Betrieb. Er kann bei der Betriebsart „Zählen“ nur über den Schalter S4 aktiviert werden, da beim Drücken des Schalters S4 einerseits das Gatter IC58/3 freigegeben, andererseits über das als Inverter dienende Gatter IC46/6 ein Resetimpuls ausgelöst wird.

In Stellung START des Schalters S4 liegt, sofern die BNC-Buchse Bu4 H-Signal bekommt (oder wenn Bu4 unbeschaltet ist), an den Eingängen IC46/9, IC46/10 und IC46/11 H an; der Ausgang IC46/8 und damit der Setzeingang IC51/2 liegen somit auf L. Gleichzeitig liegen dann beide Eingänge des Gatters IC44/3 auf H, der Ausgang IC44/3 auf L und der Ausgang IC44/11 damit wieder auf H. Infolgedessen liegt der Ausgang IC52/11, da auch an IC58/3 anliegt, ebenfalls auf H. Das erste Steuer-Flipflop wird auf H an IC51/15 gezwungen und bewirkt über den sich dadurch ergebenden H-Zustand an den Vorbereitungseingängen IC19/2 und /3 der ersten Flipflops der ersten Dekade des Hauptzählers ein Öffnen des Zählgatters.

Wie einleitend kurz erwähnt, können „Start“ und „Stop“ des Zählers bei der Betriebsart „Zählen“ und die START-Stellung des Schalters S4 auch elektrisch über die BNC-Buchse Bu4 gesteuert werden. Bei unbeschalteter Buchse Bu4 ergibt sich über R89 automatisch H an Bu4.

Die Dioden D12 und D13 bewirken in Verbindung mit R95 einen Schutz des Eingangs bis zu Spannungen von -10 V und +15 V. Wird an Bu4 in Stellung START des Schalters S4 L angelegt, dann stellt sich am Ausgang IC46/8 ein H-Zustand ein, während IC44/3 H annimmt, wodurch sich im weiteren L an IC44/11 und IC52/11 einstellt, wodurch das erste Steuer-Flipflop auf L an IC51/15 gezwungen, das Zählgatter also geschlossen wird. Die gleichen Verhältnisse ergeben sich übrigens auch (unabhängig vom Schaltzustand an Bu4), sobald der Schalter S4 in Stellung STOP gebracht wird, da dann an IC46/11 und IC44/1 L anliegt. Dieser L-Zustand sorgt auch über den Transferimpuls-Generator (hier auf dem Wege über IC57/8) für H an IC58/8 und damit für den Übertrag des Ergebnisses aus dem Hauptzähler in den Anzeigespeicher bzw. vom Master-Flipflop in das Slave-Flipflop der Überlaufanzeige.

3.2.2. Betriebsart „Frequenz“ (Eingang A)

Bei der Betriebsart „Frequenz“ werden im A-Kanal eingespeiste Signale während einer durch die interne, quarzgenaue Zeitbasis vorbestimmten Zeit gezählt und so die Frequenz des Eingangssignals gemessen. Die Betriebsart „Frequenz“ wird durch die entsprechende Schaltstellung des 3-Ebenen-Schalters S1 gewählt.

Der Ausgang der Eingangsstufe des A-Kanals ist über die Schalterebene S1b direkt mit dem Takteingang der ersten Zähldekade (IC19/1) verbunden.

Der Quarzoszillator mit nachgeschaltetem 3-Dekaden-Vorteiler (im Stromlauf V dargestellt) ist in der Betriebsart „Frequenz“ über die Schalterebene S1a mit IC47/2 verbunden und speist, wie weiter unten näher erläutert wird, den Vorwahlzähler.

Die Eingangsstufe des B-Kanals ist in der Betriebsart „Frequenz“ wirkungslos, da infolge der Schaltstellung der Schalterebene S1d über das als Inverter dienende Gatter IC44/6 L an IC41/1 gelangt, das Gatter IC41/3 somit gesperrt ist.

Es sei zunächst angenommen, daß die beiden Steuer-Flipflops so gesetzt sind, daß an IC51/15 L und an IC51/11 H anliegt. Das Zählgatter ist damit geschlossen, der Zähler jedoch in Bereitschaft zum Beginn der nächsten Messung.

Infolge der Stellung des Schalters S1 liegt an IC47/12 L, an IC47/11 und IC47/1 damit H. Die aus der Zeitbasis kommenden Impulse passieren also die Gatter IC47/3 und IC47/6, da über R72 der Eingang IC47/5 nach H gezogen wird, und passieren im weiteren das als Inverter geschaltete Gatter IC41/8.

Da die Eingänge IC44/9 und /10 über R78 nach H gezogen werden, liegt am Eingang IC41/4 L; der Weg über das Gatter IC41/6 ist damit gesperrt. Die Eingänge IC42/9 und /10 sind über den Spannungsteiler R118/R119 auf H vorgespannt und der Ausgang IC42/8 liegt im Ruhezustand auf L. Die von IC41/8 kommenden Impulse aus der Zeitbasis werden über C112 differenziert. Ihre negativen Flanken bewirken die Abgabe 50 ns breiter H-Impulse an IC42/8.

An IC42/4 liegt ebenfalls H, da beide Eingänge der Und-Gatters IC52/3 auf H liegen; der Eingang IC52/2 aufgrund der Stellung des Flipflops IC51/11, der Eingang IC52/1 aufgrund der Tatsache, daß R79 die Eingänge IC44/4 und /5 nach H zieht.

Die von IC42/8 kommenden Impulse passieren also das Gatter IC42/6. Der Eingang IC42/1 wird durch R121 statisch auf L festgelegt. Der Ausgang IC42/3 und damit der Eingang IC43/10 liegen folglich auf H, wodurch die Impulse auch das Gatter IC43/8 passieren können und zum Eingang IC35/14 des Vorwahlzählers gelangen.

Der Vorwahlzähler steht unmittelbar nach einem vorausgegangenen Resetimpuls auf 99999. Mit dem ersten von IC43/8 kommenden Impuls ergibt sich daher an den Ausgängen aller fünf Dekaden des Vorwahlzählers ein Übergang von H nach L, der unabhängig von der Stellung des Meßzeitschalters S3 über die Ausgangsleitung an den Eingang IC43/13 gelangt.

Über die Schalterebene S1d wird der Eingang IC46/1 nach Masse kurzgeschlossen, an IC46/12 und damit auch an IC43/12 liegt infolgedessen H. Die über die Ausgangsleitung des Vorwahlzählers kommenden Impulse passieren damit das

Gatter IC43/11. Außerdem sind die Eingänge IC45/1 und /2 mit IC46/12 verbunden. An IC45/3 liegt somit L, an IC43/6 und IC43/1 folglich H. Die Signale aus dem Vorwahlzähler können somit auch das Gatter IC43/3 durchlaufen und gelangen von da zum Takteingang des ersten Steuer-Flipflops IC51/1. Der erste Übergang von H nach L auf der Ausgangsleitung des Vorwahlzählers schaltet das erste Steuer-Flipflop auf H an IC51/15 um und öffnet damit das Eingangsgatter des Hauptzählers.

Nach Ablauf der vorgewählten Meßzeit erscheint erneut ein Übergang von H nach L auf der Ausgangsleitung des Vorwahlzählers und schaltet den Ausgang IC51/15 wieder von H nach L um und sperrt damit das Eingangsgatter des Hauptzählers. Gleichzeitig wird durch den Übergang von H nach L an IC51/15 der Ausgang IC51/11 nach L umgeschaltet.

Dieser L-Zustand bewirkt zweierlei: Einerseits wird über das Gatter IC52/3 das Gatter IC42/6 gesperrt, so daß weitere Impulse vom Vorwahlzähler ferngehalten und die beiden Steuer-Flipflops von dieser Seite her in der jetzt vorliegenden Stellung blockiert werden. Außerdem beginnt durch das Sperren von T10 (L-Zustand an IC51/11) die Verzögerungszeit abzulaufen, an deren Ende der Reset-Generator einen Resetimpuls abgibt, welcher den Vorwahlzähler erneut auf 99999, den Hauptzähler auf 0 und die beiden Steuer-Flipflops wieder in die Ausgangsstellung (L an IC51/15, H an IC51/11) bringt, woraufhin ein neuer Meßzyklus beginnen kann. Der Übergang von H nach L an IC51/11 löst außerdem die Abgabe eines Transferimpulses durch den Transferimpuls-Generator aus, der seinerseits für den Übertrag der Zählergebnisse aus dem Hauptzähler in den Anzeigespeicher unmittelbar bei Beendigung des Meßvorgangs sorgt, sofern der Schalter S4 nicht in Stellung START steht und an IC58/8 dadurch ständig ein die Kopplung zwischen dem Hauptzähler und dem Anzeigespeicher bewirkender H-Zustand vorliegt.

3.2.3. Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B)

Bei der Betriebsart „A/B“ wird das Verhältnis zwischen der Frequenz f_1 eines am A-Kanal eingespeisten Signals zur Frequenz f_2 eines am B-Kanal eingespeisten Signals gemessen. Die Messung erfolgt prinzipiell so wie bei der Betriebsart „Frequenz“.

Die Betriebsart „A/B“ wird durch die entsprechende Stellung des 3-Ebenen-Schalters S1 gewählt. Der einzige Unterschied zwischen den Betriebsarten „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ und „Frequenz“ besteht darin, daß über die Schalterebene S1a statt der Zeitbasis die Eingangsstufe des B-Kanals mit dem Eingang IC47/2 und damit im weiteren mit dem Vorwahlzähler verbunden wird.

3.2.4. Betriebsart „Periodendauer“ (Eingang A)

Die Betriebsart „Periodendauer“, bei der die zeitliche Länge der Periodendauer eines im A-Kanal eingespeisten Signals gemessen werden soll, wird ebenfalls über den 3-Ebenen-Schalter S1 gewählt. Die Messung läuft in der Weise ab, daß die Steuerung des Eingangsgatters des Hauptzählers über das im A-Kanal eingespeiste Signal erfolgt, wobei mit dem Schalter S3 und dem Vorwahlzähler die Möglichkeit besteht zu bestimmen, ob das Eingangstor des Hauptzählers während einer, zehn usw. bis 10^5 Perioden lang geöffnet sein soll. Während der Öffnungszeit des Eingangsgatters des Hauptzählers wird in den Hauptzähler eine aus der Zeitbasis kommende Normalfrequenz eingespeist. Der Umschalter S2 gestattet hierbei, zusammen mit dem 3-Dekaden-Vorteiler (siehe Stromlauf V), zwischen den Normalfrequenzen 10 MHz, 1 MHz und 100 kHz zu wählen und damit die Zeitauflösung auf 0,1 μ s, 1 μ s oder 10 μ s einzustellen.

Im Prinzip findet also in der Betriebsart „Periodendauer“ lediglich eine Vertauschung zwischen dem Eingangskanal A und der Zeitbasis im Vergleich zur Betriebsart „Frequenz“ statt. Über die Schalterebene S1a ist der Ausgang der Eingangsstufe des A-Kanals mit IC47/5 verbunden. An IC47/11 liegt L infolge der Stellung der Schalterebene S1d und damit H an IC47/3 und IC47/4. Das Gatter IC47/6 läßt folglich die aus der Eingangsstufe des A-Kanals

kommenden Impulse passieren. Diese Impulse steuern in gleiche Weise, wie dies unter der Betriebsart „Frequenz“ (dort für die Impulse aus der Zeitbasis) beschrieben wurde, über den Vorwahlzähler die Steuer-Flipflops IC51/15 und IC51/11 und damit den Ablauf der Messung.

Der Eingang des Hauptzählers IC19/1 ist über S1b und S2d mit der Zeitbasis verbunden.

3.2.5. Betriebsart „Puls“ (Eingang A)

In der Betriebsart „Puls“ wird die Zeitdauer zwischen der positiven und der negativen (wahlweise zwischen der negativen und der positiven umschaltbar durch S5) Flanke eines im A-Kanal eingespeisten Impulses gemessen. Die Messung erfolgt in der Weise, daß durch die positive (negative) Flanke des Impulses das Eingangstor des Hauptzählers geöffnet und durch die negative (positive) Flanke des Eingangsimpulses das Eingangstor des Hauptzählers wieder geschlossen wird.

Während der Öffnungszeit des Zähltors wird im Hauptzähler eine aus der Zeitbasis kommende Normalfrequenz ausgezählt.

Die Betriebsart „Puls“ wird durch die entsprechende Stellung des Schalters S1 gewählt.

Der Vorwahlzähler ist bei dieser Betriebsart funktionslos, da über die Widerstände R75, R76 und R77 an den Eingängen IC46/1, /2 und /13 H anliegt. Folglich erscheint L an IC46/12 und damit auch an IC43/12, wodurch das Gatter IC43/11 gesperrt wird. Vom Vorwahlzähler kommende Signale werden dadurch blockiert.

Infolge des statisch anliegenden H-Zustands an IC47/12 und /13 ist auf dem Weg über das Gatter IC47/3 das Gatter IC47/6 geöffnet. Von der Eingangsstufe des A-Kanals kommende Impulse gelangen also über die Schalterebene S1a und das Gatter IC47/6 nach IC41/8.

Die negative Flanke dieses Impulses bewirkt über das Differenzierglied C112/R118/R119 die Abgabe eines 50 ns breiten Impulses an IC42/8. Da an IC44/9 und /10 durch die Stellung von S1d L anliegt, hat IC41/4 den Zustand H. Die Impulse aus IC41/8 passieren also auch das Gatter IC41/6.

Da IC44/4 und /5 über R79 nach H gezogen werden, ergibt sich über das Gatter IC41/3 ein statischer H-Zustand an IC42/13, so daß die Impulse aus IC41/6 auch das Gatter IC42/11 durchlaufen können.

Über das Differenzierglied C113/R121 wird bewirkt, daß mit der positiven Flanke des Impulses aus IC41/8 ein 50 ns breiter L-Impuls an IC42/3 abgegeben wird, falls das Gatter IC42/3 über H an IC42/2 geöffnet ist.

Es sei wiederum angenommen, daß zum Beginn der folgenden Betrachtung die beiden Steuer-Flipflops in die Stellung gebracht sind, bei der an IC51/15 L und an IC51/11 H anliegt. Der L-Zustand an IC51/15 sperrt das Eingangsgatter des Hauptzählers, gleichzeitig sorgt er auch für das Sperren des Gatters IC42/3. Eine etwa zu diesem Zeitpunkt erscheinende positive Flanke eines Impulses am Ausgang IC41/8 kann keinen Impuls an IC42/3 bewirken.

Da jedoch R79 IC44/4 und /5 nach H zieht, gelangt auch H an IC45/13. Da der Eingang IC45/12, der mit IC51/15 verbunden ist, jedoch auf L liegt, gelangt H an IC45/11 und damit auch an IC52/1. Der an IC51/11 voraussetzungs-gemäß vorliegende H-Zustand bewirkt dadurch über das Gatter IC52/3 das Öffnen des Gatters IC42/6, so daß ein gleichzeitig mit der negativen Flanke eines Impulses an IC41/8 abgegebener Impuls durchläuft und das Gatter IC43/8 passieren kann, da am Eingang IC43/10 H anliegt.

Da, wie bereits oben erwähnt, infolge der Stellung von S1d an IC46/12 L anliegt und an IC43/4 somit H, passieren diese Impulse das Gatter IC43/6 und im weiteren das Gatter IC43/3, da, wie aus den statisch vorliegenden Zuständen leicht zu ersehen ist, auch am Eingang IC43/2 H anliegt. Auf diesem Weg an IC51/1 gelangend, bewirkt der mit der negativen Flanke des Impulses an IC41/8 synchrone 50-ns-Impuls ein Umschalten von IC51/15 auf H und damit die Öffnung des Eingangsgatters des Hauptzählers. Weiterhin schaltet dadurch IC45/11 nach L um, wodurch über das Gatter IC52/3 das Gatter IC42/6 für weitere Impulse gesperrt wird. Das Gatter IC42/3 hingegen wird geöffnet, so daß der nächste, mit der positiven Flanke des Impulses an IC41/8 synchrone 50-ns-Impuls an IC42/3 abgegeben wird und über das Gatter IC43/8 (IC43/9 liegt auf H) laufend im weiteren über die Gatter IC43/6 und IC43/3 an IC51/1 gelangt. An IC51/15 stellt sich dadurch wieder L ein. Dadurch wird das Eingangsgatter des Hauptzählers wieder gesperrt, ebenso das Gatter IC42/3. Da

der Übergang von H nach L an IC51/15 jedoch auch ein Umschalten von H nach L an IC51/11 bewirkt, bleibt auch das Gatter IC42/6 gesperrt. Die nun folgende Auslösung des Reset-Generators nach der eingestellten Verzögerungszeit und Wiederherstellung des Ausgangszustandes (L an IC51/15, H an IC51/11) ist im Abschnitt 3.2.2. näher erläutert.

Da während der Öffnungszeit des Eingangsgatters des Hauptzählers über S2 und S1d eine aus der Zeitbasis kommende Normalfrequenz in den Hauptzähler eingespeist wurde, entspricht der Zählerstand des Hauptzählers nach Ablauf der Messung somit der Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flanken entgegengesetzter Polarität des am A-Kanal eingespeisten Signals. Dabei erlaubt die in der Eingangsstufe des A-Kanals eingebaute Polaritätsumschaltung (Schalter S5) die Wahl, ob die Zeit, beginnend mit der positiven Flanke des Eingangssignals und endend mit der negativen oder umgekehrt, gemessen werden soll.

3.2.6. Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“

In der Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“ soll die Länge des Zeitintervalls zwischen einer mit dem Schalter S5 wählbaren Flanke (positiv oder negativ) eines Eingangssignals im A-Kanal und einer davon unabhängigen, mittels S6 wählbaren Flanke (positiv oder negativ) eines anderen oder desselben Eingangssignals im B-Kanal gemessen werden. Dies geschieht, indem die gewählte Flanke des Signals im A-Kanal das Eingangsgatter des Hauptzählers öffnet und die gewählte Flanke des Impulses im B-Kanal das Eingangsgatter des Hauptzählers wieder schließt.

Während der Öffnungszeit des Zählgatters wird im Hauptzähler eine von der Zeitbasis kommende Normalfrequenz gezählt. Das Zählergebnis im Hauptzähler entspricht somit der zwischen den beiden steuernden Eingangssignalen verflossenen Zeit. Die Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“ wird mittels des 3-Ebenen-Schalters S1 gewählt.

Die Zeitbasis mit nachgeschaltetem 3stufigen Dekadenteiler (siehe Stromlauf V) ist über den Schalter S2, welcher die Einstellung der Normalfrequenz auf 10 MHz, 1 MHz und 100 kHz (Zeitauflösung somit 0,1 μ s, 1 μ s und 10 μ s) erlaubt, und über die Schalterebene S1b direkt mit dem Eingang des Hauptzählers IC19/1 verbunden.

Der Vorwahlzähler ist in der Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“ funktionslos, da über R75, R76 und R77 die Eingänge IC46/1, /2 und /13 nach H gezogen werden, wodurch an IC46/12 und IC43/12 L liegt, was zur Folge hat, daß die Ausgangsimpulse des Vorwahlzählers am Gatter IC43/11 blockiert werden. IC43/11 liegt im übrigen konstant auf H.

Die Ausgangsimpulse der Eingangsstufe des A-Kanals gelangen über die Schalterebene S1a an IC47/5. Da über R75 und R76 H an IC47/12 und /13 anliegt, ergibt sich an IC47/11 L und damit im weiteren an IC47/3 wie an IC47/4 H, so daß die Pulse aus der Eingangsstufe des A-Kanals das Gatter IC47/6 passieren und an IC41/8 gelangen.

Über R78 werden IC44/9 und /10 nach H gezogen, an IC44/8 und damit auch an IC41/4 liegt daher L, so daß das Gatter IC41/6 gesperrt ist. An seinem Ausgang liegt konstant H.

Die von IC41/8 kommenden Impulse werden über C112/R118/R119 differenziert, und an IC42/8 wird ein mit der negativen Flanke des Impulses an IC41/8 synchroner, 50 ns dauernder H-Impuls abgegeben.

Da S1d IC44/4 und /5 nach Masse kurzschließt, liegt H an IC44/6 und damit auch an IC41/1. Infolgedessen können die Ausgangsimpulse der Eingangsstufe des B-Kanals über IC41/11 laufend das Gatter IC41/3, und wegen des H-Zustandes an IC42/12 (siehe oben), auch das Gatter IC42/11 passieren. Sie werden durch das Differenzierglied C113/R121 differenziert, und am Ausgang des Gatters IC42/3 erscheint ein mit der negativen Flanke des Ausgangsimpulses der Eingangsstufe des B-Kanals synchroner 50-ns-L-Impuls, falls an IC42/2 H anliegt.

Für die weitere Betrachtung sei angenommen, daß die Steuer-Flipflops so gesetzt sind, daß an IC51/15 L und an IC51/11 H liegt. Das Eingangsgatter des Hauptzählers ist damit geschlossen. Infolge des L-Zustands an IC51/15 erscheint an IC45/11 H. Da weiterhin an IC51/11 H anliegt, erscheint an IC52/3 und damit auch an IC42/4 H; das Gatter IC42/6 läßt daher die 50-ns-Impulse aus IC42/8 passieren.

Der L-Zustand an IC51/15 ruft außerdem H an IC42/3 und IC43/10 hervor, so daß die Impulse über das Gatter IC43/8 laufend nach IC43/5 gelangen.

Durch den L-Zustand an IC46/12 liegt auch an IC43/4 und IC43/2 statisch H an, so daß der Impuls auf seinem weiteren Weg über die geöffneten Gatter IC43/6 und IC43/3 an den Eingang IC51/1 des ersten Steuer-Flipflops gelangt. Dadurch wird IC51/15 nach H umgeschaltet und damit das Eingangsgatter des Hauptzählers geöffnet.

Der H-Zustand an IC51/15 bewirkt, da auch an IC45/13 H liegt, L an IC45/11, IC52/3 und IC42/4 und sperrt somit den Pfad für die Signale aus der Eingangsstufe des A-Kanals. Der Pfad für die Ausgangsimpulse des B-Kanals hingegen wird geöffnet, da an IC42/2 nun H anliegt.

Die mit der negativen Flanke der Ausgangsimpulse der Eingangsstufe des B-Kanals synchronen 50-ns-Impulse können nun über die Gatter IC43/8 (H-Zustand an IC43/9), IC43/6 und IC43/3 an den Takteingang des ersten Steuer-Flipflops gelangen. Sie bewirken dort ein Umschalten des Ausgangs IC51/15 nach L und damit wieder ein Sperren des Eingangsgatters des Hauptzählers. Daneben bewirkt der Übergang von H nach L an IC51/15 ein Umschalten von IC51/11 nach L, so daß nunmehr die Pfade für die Signale aus beiden Eingangsstufen sowohl des A-Kanals wie des B-Kanals gesperrt sind.

Nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit wird, wie bereits im Abschnitt 3.2.2. beschrieben, vom Reset-Generator ein Resetimpuls abgegeben, der den Ausgangszustand (L an IC51/15 und H an IC51/11) wieder herstellt. Die Abgabe der Transferimpulses durch den Transferimpuls-Generator erfolgt ebenfalls in der unter 3.2.2. beschriebenen Weise.

3.3. Erläuterungen zu den Stromläufen II bis VIII

3.3.1. Amplitudenabschwächer und Impedanztreiber der Eingangsstufen

Dieser Teil der Schaltung findet sich identisch in der Eingangsstufe des A-Kanals (Stromlauf II, Bild 5) und der des B-Kanals (Stromlauf III, Bild 6). Seine Beschreibung kann daher separat vorangestellt werden. Die Bauelementezeichnungen beziehen sich auf die Eingangsstufe des B-Kanals, die Angaben im Klammern auf die Eingangsstufe des A-Kanals.

Über den Schalter S8a (S9a) kann zwischen galvanischer und kapazitiver Kopplung des Eingangs über C1 (C18) gewählt werden.

In Stellung 1:1 des Abschwächers (gezeichnete Stellung) gelangt das Eingangssignal über S8b1 (S9b1) und S8c2 (S9c2) an den Widerstand R6 (R37). R6 (R37) bestimmt den minimalen Widerstand für sehr hohe Eingangsfrequenzen, für die die Parallelschaltung von R7 und P7 (R38 und P4) durch C7 (C24) kurzgeschlossen wird.

Das Signal am Gate von T1 (T2) wird durch die über D3 (D9) vorgespannte Diode D4 (D8) auf minimal -1,2 V und durch die über D1 (D7) vorgespannte Diode D2 (D6) auf maximal +1,2 V begrenzt.

Bei niedrigen Frequenzen bietet sich der Begrenzer-Dioden-Kombination als Signalimpedanz die Summe der Quellimpedanz und der Parallelschaltung von R7/P7 (R38/P4). Der durch die Parallelschaltung R7/P7 (R38/P4) mit R8 (R39) gebildete Spannungsteiler wird durch C7 (C24) frequenzkompensiert. Der genaue Abgleich dieser Kompensation erfolgt über P7 (P4).

Als Eingangsimpedanz wirkt die Parallelschaltung von R1 + R2 (R32 + R33) mit der Summe von R6 + $[R7 \parallel P7]$ + R8 (R37 + $[R38 \parallel P4]$ + R39). Der Wert beträgt 1 M Ω . Eine Abschwächung des Eingangssignals um 20 dB erfolgt durch Drücken der Taste S8c (S9c). Das Signal läuft über die Reihenschaltung von R3 und R4 (R34 und R35) und wird am Abgriff zwischen R4 und R5 (R35 und R36) abgenommen. Der Spannungsteiler wird unter Zuhilfenahme des Trimmer C6 (C23) frequenzkompensiert. C3 (C20) dient als Ersatzkapazität für die bei Zwischenschaltung des 1:10-Abschwächers weiter nach vorne nicht mehr wirksam werdende Eingangskapazität des FET-Folgers. Dies ist vor allem für die weiter unten erläuterte Kompensation des 1:100-Abschwächers bei Hintereinanderschaltung der beiden Abschwächer in Stellung 1:1000 notwendig.

Bei Betätigung des Schalters S8b (S9b), bei S8c (S9c) in Ruhestellung, erfolgt eine Abschwächung des Eingangssignals um 40 dB. Der Signalweg führt vom Eingang über R1 (R32) und weiter vom Abgriff zwischen R1 und R2 (R32 und R33) über S8b1, S8c1 und S8c2 (S9b1, S9c1 und S9c2). Zur Frequenzkompensation des 1:100-Spannungsteilers dient die Parallelschaltung von C2 und C4 (C19 und C21); der Abgleich erfolgt über C4 (C21).

Werden S8b (S9b) und S8c (S9c) gemeinsam betätigt, dann sind der 1:10- und der 1:100-Abschwächer hintereinander geschaltet und ergeben eine Gesamtabschwächung von 1:1000. Da die Eingangskapazität des FET-Folgers in die Frequenzkompensation des 1:100-Abschwächers eingeht, die Kapazität jedoch bei Zwischenschaltung des 1:10-Abschwächers nicht mehr parallel zu C2 und C4 (C19 und C21) liegt, muß zur Wiederherstellung der korrekten Frequenzkompensation des 1:100-Abschwächers parallel zum 1:10-Abschwächer die Ersatzkapazität C3 (C20) eingeführt werden.

In Form von Streukapazitäten ergibt sich ein direkter kapazitiver Durchgriff vom Eingang des Abschwächers auf dessen Ausgang in der 1:1000-Stellung. Die Frequenzkompensation ist in dieser Stellung daher nicht gegeben, obwohl der 1:10-Abschwächer wie auch der 1:100-Abschwächer für sich alleine richtig kompensiert sind. Es wird daher erforderlich, zur korrekten Frequenzkompensation des 1:1000-Abschwächers, parallel zu C6 (C23) den Trimmer C5 (C22) zu schalten, mit dem der Abgleich der Frequenzkompensation in der Stellung 1:1000 erfolgt.

3.3.2. Eingangsstufe des A-Kanals

Hierzu Stromlauf II (Bild 5)

Zur Impedanztransformation zwischen dem hochohmigen Eingang und der nachfolgenden Triggerstufe wird ein Dual-FET benutzt. Da die nachfolgende Triggerstufe über eine Differenzeingangsstufe verfügt, ergibt sich somit eine weitestgehende Kompensation der thermischen Drift der Offset-Spannung des FETs.

Das Gate des Systems 1 von T2 ist direkt mit der oben beschriebenen Eingangsabschwächerschaltung verbunden, während das Gate des Systems 2 von T2 mit einer Referenz-Gleichspannung verbunden ist. Die Einstellung der Triggerschwelle erfolgt über P11. Die Spannung vom Abgriff an P11 gelangt über den Spannungsteiler R43/R42 an das Gate des Systems 2 von T2. C25 dient hierbei der Siebung. Überlagert wird die von P6 kommende Gleichspannung (R44 und R43 $\gg$ R42). P6 dient zur Einstellung der Triggerschwelle auf

0 V in der mechanischen Mittelstellung von P11 und erlaubt die Kompensation der statischen Offset-Spannung zwischen den beiden Systemen von T2 und den Eingängen der Triggerstufe IC93.

Von den Gegentaktausgängen IC93/8 und IC93/7 der Triggerstufe führt eine Mitkopplung über zwei hintereinander geschaltete Spannungsteiler zu den Eingängen IC93/3 und IC93/2 der Triggerstufe. Die Mitkopplung erzeugt eine Hysterese von 3,5 mV, bezogen auf den Eingang der Stufe (Bul) bei der Stellung 1:1 des Abschwächers.

Die erwähnten hintereinander geschalteten Spannungsteiler bestehen aus R48/R49 einerseits und R45 mit dem Ausgangswiderstand des Systems 2 von T2 andererseits (bzw. R47/P5 einerseits und R46 mit dem Ausgangswiderstand vom System 1 von T2 andererseits).

Da der Ausgangswiderstand des FET-Folgers von der Steilheit des verwendeten FETs abhängt, wird ein individueller Abgleich der Hysterese erforderlich, der über P5 erfolgt.

Die beiden Gegentaktausgänge IC93/8 und IC93/7 sind über die Widerstände R51 und R50, die zur Unterdrückung von parasitären Schwingungen dienen, mit den Eingängen IC94/4 bzw. IC94/6 je eines ECL-Nand-Gatters verbunden.

Je nach Stellung des Schalters S5 ist das Gatter IC94/2 oder das Gatter IC94/3 geöffnet, d.h. das zum nachfolgenden, als Oder-Glied dienenden Nand-Gatter gelangende Signal aus der Triggerstufe kann damit - je nach Stellung des Schalters S5 - in Phase oder in Gegenphase mit dem Eingangssignal stehen. Im Zusammenwirken mit den nachgeschalteten Stufen bewirkt dies im weiteren, daß die Funktion des Zählers entweder durch die ansteigende oder durch die abfallende Flanke des Eingangssignals ausgelöst wird.

Von den Gegentaktausgängen IC94/15 und IC94/9 des Oder-Gliedes gelangt das Signal an die Eingänge des aus den Transistoren T3, T4 und T5 aufgebauten Pegelkonverters von ECL auf TTL. T3 wirkt als Stromquelle zur Speisung des aus T4 und T5 gebildeten Differenzverstärkers, wobei der gemeinsame Emitter-Anschluß des Differenzpaares durch Dr3 von der Kollektorkapazität von T3 getrennt wird. Vom Kollektor von T4 führt das Signal weiter

zu den nachfolgenden Stufen. Über P7 kann das Signal am Kollektor von T4 gleichspannungsmäßig verschoben und der Eingangsscharakteristik der nachfolgenden TTL-Bausteine (IC19/1!) angepaßt werden.

Der Arbeitswiderstand R61 im Kollektorkreis von T5 ist durch C33 überbrückt, um einen vermeidbaren Kurzschluß eines Teils des Eingangssignals zur Pegelkonverterstufe bei hohen Frequenzen über die Miller-Kapazität von T5 zu verhindern. Es wird dadurch eine größere Flankensteilheit am Kollektor von T4 erzielt.

Um hochfrequente Schwingungen der Eingangsstufe zu unterbinden, werden beide Versorgungsspannungen über LC-Tiefpässe (Dr 2/C30 und Dr 1/C29) besiebt.

3.3.3. Eingangsstufe des B-Kanals

Hierzu Stromlauf III (Bild 6)

Die Impedanztransformation des Eingangssignals über den Dual-FET T1 und die Einstellung der Triggerschwelle über P10 sowie der Kompensation der Offset-Spannungen über P2 entspricht genau den unter 3.3.2. beschriebenen Verhältnissen.

Dem FET-Folger ist die Differenzverstärkerstufe IC90 nachgeschaltet. Die Speisung des gemeinsamen Emitters IC90/3 des Differenztransistorpaares erfolgt über eine Konstantstromstufe. Die Größe des Konstantstroms und damit der Arbeitspunkt der Differenzverstärkerstufe kann mittels P3 eingestellt werden. Die beiden Hälften des Differenzverstärkers sind über R21 und R19 bzw. R16 und R18 gegengekoppelt. C9 und C10 dienen der Linearisierung des Frequenzgangs bei höheren Frequenzen.

Der über P3 eingestellte Arbeitsstrom der Differenzverstärkerstufe ergibt zusammen mit dem Wert der Kollektorwiderstände R20 und R17 eine Begrenzung der maximalen Signalamplitude an den beiden Kollektoren auf $U_{ss} \approx 0,6 \text{ V}$.

Der Differenzverstärkerstufe sind zwei Emitterfolger zur Impedanztransformation mit den Ausgängen IC90/7 bzw. IC90/10 nachgeschaltet. Von den Ausgängen der Emitterfolger wird das analoge Eingangssignal über R27 und R25 an die Differenzeingänge der Triggerstufe IC91/4 und IC91/5 angekoppelt. Die Mitkopplung von den Gegentaktausgängen IC91/10 und IC91/11 der Triggerstufe über R29 bzw. R30 zu den Eingängen bewirkt die notwendige Schalthysterese. Der Wert der Hysterese von 3,5 mV wird bestimmt durch das Spannungsteilerverhältnis von R29 zu R27 und von R30 zu R25. Der Gegentaktausgang IC91/10 ist mit dem Eingang IC92/4, der Ausgang IC91/11 mit dem Eingang IC92/1 verbunden.

Je nach Stellung des Schalters S6 ist entweder das Nand-Gatter IC92/6 oder IC92/3 geöffnet, so daß in Abhängigkeit von der Stellung des Schalters S6 am Ausgang des als Oder-Glied dienenden Gatters IC92/8 ein Signal erscheint, das entweder in Phase oder in Gegenphase zum analogen Eingangssignal ist.

Im Zusammenhang mit der nachgeschalteten Logik ergibt sich daraus, daß für den Zähler entweder die ansteigende oder die abfallende Flanke des Eingangssignals wirksam wird, je nach Stellung von S6.

3.3.4. Netzteil

Hierzu Stromlauf IV (Bild 7)

Der Netzanschluß erfolgt über die 3polige Europa-Kaltgerätedose Bu5, die Sicherung Si1 und den 2poligen Netzschalter S10 an die Primärseite des Transformators Tr1. Der Transformatoranschluß ist umlötbar von 110 auf 220 V.

Die Sekundärwicklung 11,5 V/0,3 A speist über den Graetz-Gleichrichter Gl 4 mit Siebelko C49 den Spannungsregler für die Versorgung -5,2 V. Der Spannungsregler ist mit einem integrierten Schaltkreis des Typs LM 723 CN (IC100), unter Verwendung eines externen Längstransistors T9 zur Erhöhung der maximalen Stromabgabe, aufgebaut und auf Begrenzung des Ausgangsstroms über den Längswiderstand R87 und die Eingänge IC100/2 und IC100/3 des Spannungsreglers auf maximal 250 mA konzipiert.

Der Aufbau des Reglers für die Versorgung +5 V ist wegen der geforderten höheren Stromabgabe geringfügig komplizierter.

Zur Einsparung von Verlustleistung am Längstransistor T8 wurde die Spannung am Siebelko C52 auf das durch die Resetspannung des Transistors und den Spannungsabfall an R94 gegebene mögliche Minimum reduziert. Bei dieser Spannung würde jedoch weder der integrierte Spannungsregler vom Typ LM 723 CN (IC101) noch der Treibertransistor T7 befriedigend arbeiten. Da beide Elemente jedoch einen sehr bescheidenen Stromverbrauch haben, wird für sie eine erhöhte Hilfsspannung über die aus den Gleichrichtern G1 2 und G1 3 und den Kondensatoren C54 und C53 bestehende Spannungsverdopplerschaltung erzeugt. Diese Schaltung liefert auch den Versorgungsstrom für den Thermostat bei der Geräteausführung 117.7427.09. Die Widerstände R90, R91 und R94 bedingen eine rückläufige Strombegrenzungscharakteristik mit einem Knie-Strom von $3,0 \text{ A} \pm 10 \%$ und einem Kurzschlußstrom von $1,25 \text{ A} \pm 20 \%$.

Die erhöhte Versorgungsspannung an T7 und IC101 könnte bei absinkender Netzspannung die Übernahme des Laststroms durch T7 über die Emitter-Basis-Diode von T8 bewirken, sobald die Emitter-Kollektorspannung von T8 auf die Sättigungsspannung abgefallen ist. T7 würde dadurch zerstört. Um das zu verhindern, ist eine eigene Strombegrenzung für den Ausgangsstrom von T7 eingebaut, welche aus R88 und T6 besteht.

3.3.5. Oszillator und Zeitauflösung

Hierzu Stromlauf V (Bild 8)

Die quärzgenaue Zeitbasis ist unter Verwendung des integrierten Schaltkreises SN 75450 N (IC80) aufgebaut. Der erste Transistor (Kollektor IC80/10) arbeitet als Colpits-Oszillator. Der Feinabgleich der Frequenz erfolgt über den Trimmer C40.

Dem Oszillator ist eine Verstärkerstufe (Kollektor IC80/5) nachgeschaltet, auf die ein als Impulsformerstufe geschaltetes TTL-Gatter IC80/3 folgt. Die Schaltung ist so dimensioniert, daß der Einfluß der Betriebsspannungsände-

nung auf die Frequenz $2 \cdot 10^{-6}/V$ beträgt und der wirksame Temperaturkoeffizient (TK) etwa $2 \cdot 10^{-8}/K$ ist. Der TK der Schaltung ist damit gegenüber dem TK des Quarzes vernachlässigbar, so daß die Frequenzkonstanz praktisch ausschließlich durch den Quarz bestimmt wird. Bei Verwendung eines Quarzes im T0-5-Gehäuse, der in einen selbstregulierenden Thermostat eingebaut ist, läßt sich ein TK der gesamten Quarzzeitbasis von $3 \cdot 10^{-8}/K$ erreichen. Am Ausgang von IC80/3 steht das 10-MHz-Signal der Zeitbasis zur Verfügung. Am Ausgang der nachgeschalteten Dekadenzähler (IC81, IC82 und IC83) ist die Frequenz jeweils um den Faktor 10 erniedrigt, so daß Frequenzen von 1 MHz (IC81/11), 100 kHz (IC82/11) und 10 kHz (IC83/11) zur Verfügung stehen.

3.3.6. Hauptzähler mit Zwischenspeicher und Anzeige

Hierzu Stromlauf VI (Bild 9)

Die erste Dekade des Hauptzählers ist aus Gründen der kurzen Leitungsverbindung zwischen der Eingangsstufe des A-Kanals und dieser schnellsten Zähldekade, auf der unteren Leiterplatte (siehe Stromlauf I) untergebracht, während die 2. bis 7. Zähldekade (IC22 bis IC27) auf der oberen Leiterplatte untergebracht sind. Alle sieben Zähldekaden sind parallel an den Reset-Generator angeschlossen und der Ausgang jeder Dekade mit dem Eingang der nachfolgenden verbunden.

Jeder Zähldekade ist ein 4-Bit-Anzeigespeicher (IC11 bis IC17) nachgeschaltet, der immer dann, wenn auf der jeweils an Pin 4 und Pin 13 der IC11 bis IC17 angeschalteten Transferleitung H erscheint, die an den Eingängen der IC11 bis IC17 augenblicklich vorliegende Bit-Information an die Ausgänge durchschaltet und sie speichert, solange die Transferleitung anschließend auf L liegt.

Die Ausgänge der Anzeigespeicher IC11 bis IC17 sind einerseits über die Steckerleiste L3 mit der Datenausgangsoption verbunden, andererseits ist jedem der Speicher ein 7-Segment-Decoder IC1 bis IC7 nachgeschaltet. Die Ausgänge der Decoder stehen über die Steckerleiste L2 mit je einer 7-Segment-Glühfadenanzeige (B1 bis B7) in Verbindung. B1 bis B7 sind auf der kleinen, hinter der Frontplatte montierten Anzeigeleiterplatte untergebracht.

- Unabhängig vom Eingangszustand der Decoder IC1 bis IC7 werden stets dann alle sieben Segmente aller sieben Anzeigeröhren zum Aufleuchten gebracht, wenn durch Drücken des Schalters S4 in die nichtrastende RESET-Stellung L an IC1/3 bis IC7/3 anliegt. Dies dient dem Test der 7-Segment-Anzeigeelemente auf etwaige defekte Segmente.

3.3.7. Dekadenpunkt- und Dimensionsanzeigelogik

Hierzu Stromlauf VII (Bild 10)

3.3.7.1. Dimensionsanzeige

Die Dimensionsanzeige erfolgt über die auf der kleinen Display-Leiterplatte untergebrachten LEDs.

Bei der Betriebsart „Frequenz“ gelangt L infolge der Stellung der Schalterebene S1d über den Steckkontakt L1/17 an IC73/3 und damit H an IC71/1 und IC71/5. Je nach Stellung des Meßzeitschalters S3 gelangt entweder über das Gatter IC72/8 H an IC71/2, wodurch ein Aufleuchten der LED „kHz“, oder über das Gatter IC72/6 H an IC71/4, wodurch ein Aufleuchten der LED „MHz“ bewirkt wird.

Bei der Betriebsart „Periodendauer“ gelangt L infolge der Stellung der Schalterebene S1d über die Steckverbindung L1/19 an IC73/1 und damit H an IC74/2 und IC74/12.

Je nach Stellung des Meßzeitschalters S3 wird über das Gatter IC72/6 auch H an IC74/1 gelegt, so daß die LED „ms“ aufleuchtet, oder es gelangt über das Gatter IC72/8 H an IC74/13, wodurch die LED „µs“ aufleuchtet.

Bei der Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B) ist, ebenso wie bei der Betriebsart „Zählen“, das Ergebnis eine dimensionslose Größe. Es leuchtet daher keine der Dimensionsanzeige-LEDs.

Bei der Betriebsart „Puls“ oder „Zeit A → B“ ergibt sich H an IC71/8, da (infolge der Stellung der Schalterebene S1d) L-Signal entweder über die Steckverbindung L1/29 an IC71/9 oder über die Steckverbindung L1/30 an IC71/10 gelegt wird. Der Zustand an IC71/8 wiederum bewirkt über IC74/6 das Aufleuchten der LED „ms“.

3.3.7.2. Dekadenpunktanzeige

Die Dekadenpunktanzeige erfolgt bei der Betriebsart „Frequenz“ über die Gatter-Gruppe IC62/1, IC62/4, IC62/10, IC62/13, IC63/10 und IC63/13. Infolge des H-Zustands an IC73/4 hängt es lediglich von der Stellung des Meßzeitschalters S3 ab, welches der sechs genannten Gatter geöffnet ist. Daß bei der Betriebsart „Frequenz“ nur drei verschiedene Stellungen des Dezimalpunktes möglich sind, resultiert daraus, daß (je nach Stellung von S3) die Dimension des angezeigten Meßergebnisses „kHz“ oder „MHz“ ist.

In der Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B) erfolgt die Schaltung der Anzeige des Dezimalpunktes über eines der Gatter IC68/1, IC68/4, IC68/10, IC68/13, IC69/10 und IC69/13, da bei dieser Betriebsart an IC73/8 H anliegt, weil über S1d und L1/18 IC73/9 an L liegt. Es hängt nur noch von der Stellung des Meßzeitschalters S3 ab, welches der sechs genannten Gatter durchschaltet und somit den zugehörigen Dezimalpunkt aufleuchten läßt.

Bei der Betriebsart „Periodendauer“ hängt die Stellung des Dezimalpunktes von der Stellung des Meßzeitschalters S3 und des Schalters S2 ab.

Der Schalter S2 bestimmt über die Einstellung der entsprechenden Normalfrequenz aus der Zeitbasis die Zeitauflösung. Für die drei möglichen Werte der Zeitauflösung 0,1 μ s, 1 μ s und 10 μ s (Stellung von S2) wird die Stellung des Dezimalpunktes durch je eine Gruppe von sechs Gattern bestimmt.

Bei der Zeitauflösung 0,1 μ s ist dies die Gruppe IC66/1, IC66/4, IC67/1, IC67/4, IC67/10 und IC67/13, da bei der Betriebsart „Periodendauer“ und Einschaltung einer Zeitauflösung von 0,1 μ s an IC70/4 H anliegt. Daß der Dezimalpunkt, ebenso wie bei den anderen Werten der Zeitauflösung, bei der Betriebsart „Periodendauer“ nur drei mögliche Stellungen hat, hängt mit der gleichzeitig (in Abhängigkeit von der Stellung des Schalters S3) erfolgenden Umschaltung der Dimensionsanzeige zwischen „ms“ und „ μ s“ zusammen.

Bei der Zeitauflösung 1 μ s liegt H an IC70/1. Die Schaltung der Dezimalpunktanzeige erfolgt daher über die Gatter-Gruppe IC65/1, IC65/4, IC65/10, IC65/13, IC66/10 und IC66/13.

Bei der Zeitauflösung $10\ \mu\text{s}$ schließlich liegt H an IC70/10. Die für die Dezimalpunktanzeige verantwortliche Gatter-Gruppe besteht hier aus IC63/1, IC63/4, IC64/1, IC64/4, IC64/10 und IC64/13.

Bei den Betriebsarten „Puls“ und „Zeit A $\rightarrow$ B“ ist der Umschalter S3 funktionslos. Die Stellung des Dezimalpunktes hängt folglich nur von der Stellung des Schalters S2 ab. Bei beiden Betriebsarten liegt H an IC71/8.

Je nach Stellung von S2, ist eines der Gatter IC69/1, IC69/4 oder IC74/8 geöffnet und bringt die zugehörige Dezimalpunktanzeige zum Leuchten. Über die Steckerleiste L3 (Kontaktstifte 4, 9, 14, 19, 24, 29 und 34) steht das Dekadenpunktsignal auch für die Datenausgangsoption zur Verfügung.

3.3.8. Datenausgangsoption

Hierzu Stromlauf VIII (Bild 11)

Mit eingebautem Datenausgang können die Meßwerte zusätzlich auf einen im BCD-Code (8-4-2-1) arbeitenden Drucker ausgegeben werden. Der Stromlauf zeigt die Belegung des Ausgangssteckers (Leiste 4), der an der Geräterückseite zugänglich ist. Die gezeichnete Ausführung 117.7440.02 ist für negative Logik ausgelegt. Die Ausführung 117.7433.02 für positive Logik unterscheidet sich von der gezeichneten Ausführung nur dadurch, daß die Ausgangsleitungen nicht über Inverter (IC106 bis IC110) führen, sondern nur über $100\text{-}\Omega$ -Schutzwiderstände.

Der an Stift 14 der Leiste L4 herausgeführte Takt ist abgeleitet vom Steuer-Flipflop IC51/11. Unmittelbar nach Beendigung einer Messung erscheint L an L4/14 (bzw. H bei der Ausführung für positive Logik). Mit diesem Signal kann der Druckbefehl für den angeschlossenen Drucker ausgelöst werden. Der logische Zustand bleibt bestehen, bis die am Darstellzeitpotentiometer P12 eingestellte Verzögerungszeit abgelaufen ist.

Um fehlerfreies Ausdrucken der Meßergebnisse zu gewährleisten, muß die an P12 eingestellte Darstellzeit länger sein als die Zeit, die der Drucker für einen Druckvorgang benötigt.

4. Serviceanleitung

Hierzu Bild 12 bis Bild 17

4.1. Einstellen der Spannungsversorgung

Zunächst werden die beiden Spannungseinstellregler P8 und P9 von unten gesehen entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum Anschlag gedreht. Dann schließt man das Gerät an einen Stelltransformator an und dreht bei eingeschaltetem Netz langsam von 0 V auf 250 V hoch. Die Versorgungsspannungen an den Ausgängen des Netzteils dürfen hierbei +5 V bzw. -5,2 V nicht übersteigen.

Anschließend regelt man die Eingangsspannung auf 220 V zurück und stellt mit P9 die positive Versorgungsspannung auf +5 V ± 100 mV und die negative auf -5,2 V ± 100 mV ein.

4.2. Abgleich der Eingangsstufen

4.2.1. Abgleich der Eingangsstufe des A-Kanals

- a) Prüfen, ob der Drehknopf für Trigger A an der Frontplatte so justiert ist, daß die Null-Stellung mit der mechanischen Mittelstellung des Potentiometers übereinstimmt. Erforderlichenfalls ist dies zu korrigieren.
- b) Oberen und unteren Gehäusedeckel abnehmen und die obere Leiterplatte herausnehmen.
- c) Messen der Spannung an TP5 mit einem geeigneten Instrument ($R_i \geq 20 \text{ k}\Omega/\text{V}$). Die gemessene Spannung liegt, je nach eingebautem FET T2, zwischen +0,3 und +3,0 V.
- d) Polaritätsumschalter auf positive Flanke stellen und Triggerpotentiometer im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen. Mittels Oszilloskop die Spannung an TP7 messen; sie muß größer als +2 V sein.

- e) Polaritätsumschalter auf negative Flanke umschalten. Die Spannung an TP7 muß kleiner als +0,4 V und größer als -0,6 V sein.
- f) Triggerpotentiometer im Gegenuhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen. Die Spannung an TP7 muß auf mehr als +2 V sprunghaft ansteigen.
- g) Umschalten des Polaritätsumschalters auf positive Flanke. Die Spannung an TP7 muß auf den niedrigen Wert, wie unter e) beschrieben, springen.
- h) 2-Strahl-Oszillograf mit Tastkopf 1:10; DC 2 V/Tl und 0,5 ms/Tl an TP7 anschließen. Über einen Pulsgenerator Rechtecksignale mit einer Puls-länge von etwa 1 ms und der Amplitude 15 mV am Eingang A (bei Stellung DC und Abschwächerstellung 1:1) einspeisen. Dieses Eingangssignal an den zweiten Kanal des Oszillografen bei einer Empfindlichkeit von 5 mV/Tl anlegen. Triggerpotentiometer auf Mittelstellung bringen. Dem Eingangssignal einen positiven DC-Offset mit 300 mV unterlegen. DC-Offset des Eingangssignals langsam verringern, bis an TP7 Ausgangssignale zu erkennen sind (Einsatzpunkt der Ausgangssignale in Abhängigkeit vom DC-Offset nach Möglichkeit genau ermitteln). Spannung der negativsten Stelle des Eingangssignals am Oszillografenschirm markieren. Dem Eingangssignal -300 mV Offset unterlegen und Offset-Spannung langsam reduzieren, bis an TP7 der Triggereinsatz beobachtbar ist.

Die Spannungsdifferenz zwischen der negativsten Stelle des Eingangssignals beim Anfahren des Triggers von positiven Offset-Spannungen her und der positivsten Stelle des Eingangssignals beim Anfahren des Triggers von negativen Offset-Spannungen her entspricht der Hysterese. Den Wert der Hysterese mit dem Einstellpotentiometer P5 auf 3,5 mV abgleichen.
- i) Am Eingang bei gleicher Abschwächerstellung wie oben (jedoch AC-Kopplung), Sinus-Signal mit einer Frequenz $f < 10$ kHz und einer Amplitude von 10 mV (Spitze-Spitze) einspeisen. Den Ausgang TP7 mit Hilfe des Oszillografen beobachten und das Triggerpotentiometer exakt auf 0 (Mittelstellung) stellen. Mit P6 Null-Abgleich so vornehmen, daß am

Ausgang TP7 ein genau symmetrisches (Impuls/Pause = 1:1) Rechtecksignal erscheint. Null-Abgleich statisch ohne Eingangssignal durch Drehen des Triggerpotentiometers A nachprüfen. Der Sprung an TP7 muß bei 0-Stellung erfolgen.

- j) Am Eingang ein Sinus-Signal mit einer Frequenz von 100 MHz und einer Amplitude von $10 \text{ mV}_{\text{eff}}$ einspeisen. Oszillograf mit 2 V/Tl und 20 ns/Tl über Tastkopf 1:10 an IC21/8 anschließen. Betriebsart „Zählen“ einschalten und Schalter S4 auf Stellung START bringen. Durch Drehen des Triggerpotentiometers die Triggerung der Eingangsstufe des A-Kanals bewirken.

Am Ausgang der ersten Zähldekade IC21/8 muß ein Rechtecksignal (leichte Einsattelung des Impulsdaches) mit einer Frequenz von 10 MHz und einem Impuls-/Pausenverhältnis von 1:4 erscheinen. Daran darf sich, bei ansonsten unveränderter Einstellung nichts ändern, wenn der Polaritätsumschalter S5 von positiver auf negative Flanke oder umgekehrt geschaltet wird. Verschwindet das Ausgangssignal bei Polaritätsumschaltung, dann muß durch Verschiebung des DC-Arbeitspunktes an TP7 durch Verstellen des Potentiometers P7 dafür gesorgt werden, daß der Arbeitspunkt an TP7 eingestellt wird, für den es eine Stellung des Triggerpotentiometers gibt, bei welcher (bei $10 \text{ mV}_{\text{eff}}$ Eingangssignal und 100 MHz) ein Umschalten zwischen positiver und negativer Flanke möglich ist.

- k) Überprüfung des Überspannungsschutzes.

Oszillografentastkopf 1:10 bei der Einstellung 1 V/Tl an gemeinsamen Anschlußpunkt von D7 und D9 anschließen. Bei der Abschwächerstellung 1:1 Rechtecksignale mit einer Frequenz von 1 kHz am Eingang einspeisen und dessen Amplitude langsam von 0 beginnend erhöhen. Die Spannung am Oszillografeneingang muß auf $+1,2 \text{ V}$ und $-1,2 \text{ V}$ begrenzt werden, auch bei Erhöhung der Eingangsspannung auf 100 V.

- l) Abgleich des Eingangsabschwächers.

Um die Einflüsse von Streukapazitäten zu vermeiden, muß der Abgleich des Eingangsabschwächers bei aufgesetztem Abschirmkästchen erfolgen. Außerdem muß der Eingangsabschwächer von unten her durch eine mit

dem Gehäuse in Verbindung stehende metallische Abdeckung abgedeckt sein, die mindestens die Breite überdeckt, über die sich die fest angelöteten Abschirmwände erstrecken, falls das Bodenblech beim Abgleich entfernt wird.

Oszilloskop mit Tastkopf 1:1 an TP5 anschließen. Rechtecksignal mit der Folgefrequenz 1 kHz und einer Flankensteilheit von weniger als 5 ns gemäß nachfolgender Tabelle am Eingang anschließen:

<u>Abschwächerstellung</u>	<u>Eingangsspannung (Spitze-Spitze)</u>
1:1	0,1 V
1:10	1 V
1:100	10 V
1:1000	100 V

Die nun folgenden Einstellungen sind in der nachstehend angegebenen Reihenfolge auszuführen:

Abschwächerstellung 1:1

Abgleichen auf sauberes Rechteck ohne Über- bzw. Unterschwingen an TP5 mittels P4.

Abschwächerstellung 1:10

Abgleich auf sauberes Rechteck mittels C23.

Abschwächerstellung 1:100

Abgleich auf sauberes Rechteck mittels C21.

Abschwächerstellung 1:1000

Abgleich auf sauberes Rechteck mittels C22.

Anschließend Kontrolle durch Beobachten des Triggerausgangs TP7 (Oszilloskop von TP5 entfernen) und Betätigen des Triggerpotentiometers.

Bei vorsichtigem „Anfahren“ des Triggereinsatzpunktes soll am Ausgang das Rechtecksignal möglichst schlagartig in voller Länge erscheinen.

Ein in Abhängigkeit von der Stellung des Triggerpotentiometers erfolgendes „Laufen“ der Vor- oder Rückflanke (Oszillograf zweckmäßigerweise extern mit dem Eingangssignal triggern) deutet auf Über- bzw. Unterkompensation hin und kann durch entsprechenden Nachabgleich beseitigt werden.

Wichtig ist jedoch die Beachtung der Tatsache, daß das verwendete Rechteck-Eingangssignal absolut sauber und frei von Über- bzw. Unterschwingern und Dachschräge sein muß, um auf die letztgenannte Weise einen exakten Abgleich des Spannungsteilers zu ermöglichen.

- m) Triggerpotentiometer A auf „Minus“-Anschlag stellen und die Spannung am Gate des Systems 2 von T2 („heißes“ Ende von R42) messen; sodann Potentiometer auf „Plus“-Anschlag drehen. Die Spannung muß dann um 200 bis 250 mV positiver werden.

4.2.2. Abgleich der Eingangsstufe des B-Kanals

- a) Mit Meßinstrument ($R_i \geq 20 \text{ k}\Omega/\text{V}$) die Spannung an TP1 messen, die zwischen +0,3 und +1,2 V liegen sollte.
- b) Die Spannung zwischen TP2 und TP3 durch Drehen des Triggerpotentiometers B auf 0 V einstellen.
- c) Anschließend die Spannung an TP2 mit dem Potentiometer P3 (AP1) auf +2,8 V $\pm 50 \text{ mV}$ einstellen.
- d) Justage des Drehknopfes am Triggerpotentiometer B mechanisch so vollziehen, daß die 0-Stellung mit der mechanischen Mittelstellung des Potentiometers zusammenfällt.

Bei Stellung AC und 1:1 des Eingangsabschwächers am Eingang B Sinus-Signal mit einer Frequenz $f < 10 \text{ kHz}$ und einer Amplitude von 10 mV Spitze-Spitze einspeisen. Triggerpotentiometer B auf 0 stellen.

Oszillograf über Tastkopf 1:10 an TP4 anschließen und mittels P2 den Nullpunkt der Triggerschwelle so einstellen, daß das TTL-Signal an TP4 ein Impuls-/Pausenverhältnis von genau 1:1 erhält.

- e) Polaritätsschalter S6 auf positive Flanke stellen. Triggerpotentiometer B im Gegenuhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen; TP4 muß an L liegen. Schalter S6 auf negative Flanke umschalten; an TP4 muß H anliegen. Drehen des Triggerpotentiometers B im Uhrzeigersinn. Beim Passieren der 0-Stellung muß der Signalpegel an TP4 von H nach L springen.
- f) Überprüfung des Überspannungsschutzes.
Der Anschluß des Oszillografen erfolgt zwischen D2 und D4. Im übrigen entspricht die Überprüfung der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen.
- g) Der Abgleich des Eingangsabschwächers erfolgt analog dem des A-Kanals, er wird jedoch an TP1 bzw. TP4 gemessen und erfolgt

<u>bei den Abschwächerstellungen</u>	<u>über die Abgleichorgane</u>
1:1	P7
1:10	C6
1:100	C4
1:1000	C5

- h) Triggerpotentiometer B auf „Minus“-Anschlag drehen und die Spannung am Gate des Systems 2 von T1 („heißes“ Ende von R11) messen. Daraufhin das Triggerpotentiometer auf „Plus“-Anschlag drehen, wobei sich die Spannung um 200 bis 250 mV in positiver Richtung ändern muß.

4.3. Kontrolle und Abgleich der Zeitbasis und des Vorteilers

Oszillograf über Tastkopf 1:10; 2 V/Tl und 0,1 μ s/Tl an IC81/14 anschließen, es muß ein symmetrisches Rechtecksignal mit einer Folgefrequenz von 10 MHz anstehen. An IC81/11 ist die Frequenz auf 1 MHz heruntergeteilt, das Impuls-/Pausenverhältnis auf 1:4 geändert.

An IC82/11 steht ein 100-kHz-Signal mit einem Impuls-/Pausenverhältnis von 1:4 an, und an IC83/11 ist die Frequenz (bei Beibehaltung des Impuls-/Pausenverhältnisses von 1:4) auf 10 kHz heruntergeteilt.

Der Frequenzabgleich der quarzgenauen Zeitbasis erfolgt unter Verwendung eines Normalfrequenzgenerators in der Betriebsart „Frequenz“. Die Normalfrequenz wird am Eingang A eingespeist (der Zähler muß dazu voll betriebsfähig sein). Der Feinabgleich des Quarzoszillators geschieht mittels C40, nachdem der Zähler bei geschlossenem Gehäusedeckel mindestens 60 Minuten in Betrieb war und damit das thermische Gleichgewicht erreicht hat. Es wird auf Übereinstimmung zwischen der angezeigten Frequenz und dem Frequenznormal abgeglichen. Der Abgleich ist bei geschlossenem Gehäuse vorzunehmen. Die untere Gehäuseabdeckung besitzt eine Bohrung, durch welche C40 erreicht werden kann.

4.4. Funktionsprüfung der Anzeige

4.4.1. Lampentest

Funktionsschalter S4 an der Frontplatte in die TEST-Stellung tasten. Dabei muß an allen 7-Segment-Anzeigen die „8“ gleich hell erscheinen.

4.4.2. Komma- und Dimensionsanzeigetest

Bei jeder Prüfung sollten die nicht aufgeführten Schalter auch betätigt werden, weil diese die Anzeige nicht beeinflussen dürfen.

Funktion	Zeitauflösung	Meßzeit/Periode	Kommaposition in Dekade	Dimension
Zählen	-	-	-	-
Frequenz	-	10 s	5	kHz
"	-	1 s	4	kHz
"	-	0,1 s	3	kHz
"	-	10 ms	5	MHz
"	-	1 ms	4	MHz
"	-	0,1 ms	3	MHz

Funktion	Zeitauflösung	Meßzeit/Periode	Kommaposition in Dekade	Dimension
Verhältnis A/B	-	10 s	6	-
"	-	1 s	5	-
"	-	0,1 s	4	-
"	-	10 ms	3	-
"	-	1 ms	2	-
"	-	0,1 ms	1	-
Periode A	0,1 μ s	10^5	7	μ s
"	1 μ s	10^5	6	μ s
"	10 μ s	10^5	5	μ s
"	0,1 μ s	10^4	6	μ s
"	1 μ s	10^4	5	μ s
"	10 μ s	10^4	4	μ s
"	0,1 μ s	10^3	5	μ s
"	1 μ s	10^3	4	μ s
"	10 μ s	10^3	3	μ s
"	0,1 μ s	10^2	7	ms
"	1 μ s	10^2	6	ms
"	10 μ s	10^2	5	ms
"	0,1 μ s	10^1	6	ms
"	1 μ s	10^1	5	ms
"	10 μ s	10^1	4	ms
"	0,1 μ s	10^0	5	ms
"	1 μ s	10^0	4	ms
"	10 μ s	10^0	3	ms
Puls A	0,1 μ s	-	5	ms
"	1 μ s	-	4	ms
"	10 μ s	-	3	ms
Zeit A $\rightarrow$ B	0,1 μ s	-	5	ms
"	1 μ s	-	4	ms
"	10 μ s	-	3	ms

4.5. Funktionsprüfung der einzelnen Betriebsarten

4.5.1. Betriebsart „Zählen“

Prüfen der Zähldekaden, Speicher, Decodertreiber und des Überlaufs. Dazu werden Einzelpulse aus einem Pulsgenerator eingegeben. Anschließend von 5 Hz beginnend die Frequenz erhöhen (bis 3 MHz), dabei jede Ziffer auf richtige Zählung beobachten und den letzten Übertrag (Überlauf-LED) kontrollieren.

Bei angeschlossenem Pulsgenerator muß die Start/Stop-Funktion erfüllt werden. Beim Löschen müssen alle Nullen erscheinen. Bei S4 in START-Stellung die rückseitige BNC-Buchse Bu4 mit Masse verbinden, woraufhin der Stop erfolgen muß.

4.5.2. Betriebsart „Frequenz“

- a) Zum Überprüfen der Torsteuerung Display-(Darstellzeit-) und Meßzeitschalter betätigen.

Display (Tor zu)	Meßzeit (Tor auf)	LED/Tor
10 ms	0,1 ms	kurzes Aufleuchten
10 s	10 ms	kurzes Aufleuchten, nur Pause wird verlängert
10 ms	0,1 s	etwas längeres Leuchten der LED
10 s	10 s	Tor muß etwa 10 s auf und zu sein

- b) Eine bekannte Frequenz (z. B. 50 MHz) auf den A-Kanal geben. Beim Umschalten des Schalters S4 von Speicher- auf Startbetrieb muß die Anzeige erhalten bleiben.

Beim Umschalten des Meßzeitschalters S3 muß die Anzeige, bei sonst unveränderter Zahl, jeweils um eine Stelle verschoben werden.

c) Test des Speicherschalters S4.

In der oberen Stellung SPEICH. bleibt die angezeigte Zahl auch während der nachfolgenden Messung stehen und wird erst an deren Ende gegen das Ergebnis der neuen Messung ausgetauscht.

In der mittleren Stellung von S4 (START) hingegen sieht man das Meßergebnis in den Anzeigespeicher „einlaufen“. Die Prüfung erfolgt am besten bei einer Meßzeit von 1 s.

d) Bei Display-Schalterstellung ∞ den Funktionsschalter S4 auf RESET tasten und die Meßzeit 1 s wählen. Die Torlampe darf dann nur einmal aufleuchten.

Es darf nur eine Messung ausgeführt werden. Das Meßergebnis muß anschließend stehenbleiben.

4.5.3. Betriebsart „Frequenzverhältnis f_1/f_2 “ (A/B)

Bei dieser Prüfung übernimmt der B-Kanal die Torsteuerung, der A-Kanal führt in den Zähler.

a) Trigger A und Trigger B auf Linksanschlag stellen. Beide Eingänge ohne Eingangssignal belassen.

b) Beide Flankenschalter auf positive Flanke einstellen.

c) Periodenschalter auf 10^0 einstellen.

d) Triggerpotentiometer B im Uhrzeigersinn (nach Positiv) drehen. Bei „Null“ muß das Tor geöffnet werden.

e) Triggerpotentiometer A im Uhrzeigersinn mehrere Male hin und her drehen. Dabei muß jede Drehung eingezählt werden.

f) Triggerpotentiometer B nach links zurückdrehen.

- g) Triggerpotentiometer B wieder nach rechts drehen. Das Tor muß sich dabei schließen. Bei Periodenstellung 10^1 wird das Triggerpotentiometer B zehnmal unterteilt, bevor das Tor geschlossen wird.
- h) In beide Kanäle bekannte Frequenzen einspeisen. Zur Anzeige muß das Verhältnis der beiden Frequenzen gelangen.

Günstig ist hierbei, wenn am B-Kanal die um einen Faktor 10 (Dekadenteiler) heruntergeteilte Frequenz des A-Kanals benutzt wird, da dann das Frequenzverhältnis konstant bleibt, selbst wenn die Frequenz schwanken sollte.

4.5.4. Betriebsart „Periodendauer“

- a) Periodenschalter auf 10^0 und beide Flankenschalter auf positive Flanke einstellen.
- b) Drehen des Potentiometers im Uhrzeigersinn zeigt keine Wirkung. Bei Drehen des Potentiometers entgegen dem Uhrzeigersinn wird das Tor geöffnet. Man sieht die Zeitbasisfrequenz einlaufen. Anschließend das Potentiometer wieder nach rechts drehen, was jedoch keine Wirkung zeigen darf. Erst wenn dann das Potentiometer nach links gedreht wird sperrt das Tor den Zählengang, woraufhin die Anzeige erfolgt.
- d) Am A-Kanal eine bekannte Frequenz einspeisen und überprüfen, ob die Periodendauer richtig gemessen wird. In Stellung 1:10 des Abschwächers kann das von der internen Zeitbasis abgeleitete 10-kHz-Signal verwendet werden, das an der rückseitigen BNC-Buchse Bu3 zur Verfügung steht.

4.5.5. Betriebsart „Puls“

Prüfung wie unter 4.5.4., nur Display-Schalter auf ∞ . Der Periodenschalter ist hierbei außer Betrieb.

- a) Flankenschalter des A-Kanals auf positive Flanke stellen. Triggerpotentiometer A bei Drehung von „-“ nach „+“ ohne Wirkung.
- b) Von „+“ nach „-“ drehen; bei Nulldurchgang öffnet das Tor.
- c) Bei nochmaliger Drehung von „-“ nach „+“ schließt das Tor wieder.
- d) Signal mit bekannter Pulslänge und bekannter Länge der Pausen zwischen den Impulsen im A-Kanal einspeisen und die Länge des Impulses (beginnend mit der positiven Flanke) bei Stellung des Flankenwahlschalters auf positive Flanke und Pause (beginnend mit negativer Flanke) bei Stellung des Flankenwahlschalters auf negative Flanke messen. Gute Dienste leistet für diesen Test das von der Zeitbasis abgeleitete 10-kHz-Signal an der rückseitigen BNC-Buchse Bu3. Es hat ein Impuls-/Pausenverhältnis von exakt 1:4, so daß sich die Impulslänge zu 20 μ s und die Pausenlänge zu 80 μ s ergeben muß.

4.5.6. Betriebsart „Zeit A $\rightarrow$ B“

- a) Triggerpotentiometer A und B auf Linksanschlag drehen und beide Flankenschalter auf positive Flanke stellen.
- b) B-Potentiometer hin- und herbewegen, was keine Wirkung haben darf (auf „+“ stehen lassen). A-Potentiometer nach rechts (+) drehen, was ebenfalls wirkungslos ist. A-Potentiometer wieder nach links (-) drehen, woraufhin das Tor geöffnet wird. Anschließendes Hin- und Herdrehen darf keine Wirkung zeigen. Erst wenn das B-Potentiometer nach „-“ gedreht wird, muß das Tor wieder schließen.
- c) Überprüfung mit elektrischem Eingangssignal am A-Kanal und am B-Kanal.

Am einfachsten ist die Messung bei Anliegen ein und desselben, möglichst niederfrequenten Rechtecksignals an beiden Kanälen. Es kann beispielsweise auch das aus der Zeitbasis abgeleitete 10-kHz-Signal von Bu3 verwendet werden. (AC-Kopplung und Abschwächer 1:10 benutzen!) Je nach Stellung der beiden Flankenwahlschalter gibt es vier mögliche Messungen, nämlich die

- ▷ von der positiven zur positiven Flanke,
- ▷ von der positiven zur negativen Flanke,
- ▷ von der negativen zur positiven Flanke und
- ▷ von der negativen zur negativen Flanke.

Bei Verwendung des internen 10-kHz-Signals ist bei der ersten und letzten möglichen Messung das Ergebnis $100\ \mu\text{s}$, bei der zweiten $80\ \mu\text{s}$ und bei der dritten $20\ \mu\text{s}$.

5. Schalteilliste

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
B1	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B2	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B3	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B4	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B5	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B6	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
B7	Minitron	10 mA	3015-F-BM-4
Bu1	BNC-Buchse		UG 1094 B
Bu2	BNC-Buchse		UG 1094 B
Bu3	BNC-Buchse		UG 1094 B
Bu4	BNC-Buchse		UG 1094 B
Bu5	Kaltgeräteeuchse		EF 5125
Bu6	BNC-Buchse		UG 1094 B
C1	Keramik-Kondensator	10 nF/1 kV -20% $+50\%$	QAX 619
C2	Keramik-Kondensator	33 pF/63 V	2222-631-10339
C3	Keramik-Kondensator	12 pF/63 V	2222-631-10129
C4	Trimmer	10...60 pF	10 S Triko 06 N 1500
C5	Trimmer	10...60 pF	10 S Triko 06 N 1500
C6	Trimmer	4,5...15 pF	7 S Triko 02 N 750
C7	Keramik-Kondensator	220 pF/500 V	B 37205-A 5221-S 001
C8	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C9	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C10	Keramik-Kondensator	15 pF/63 V	2222-631-10159
C11	Keramik-Kondensator	22 pF/63 V	2222-631-10229
C12	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C13	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C14	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
C15	Keramik-Kondensator	10 nF/16 V	B 37305-A 1103-Z 001
C16	Tantal-Elko	10 μ F/16 V	ETP 2 10/16
C17	Tantal-Elko	10 μ F/16 V	ETP 2 10/16
C18	Keramik-Kondensator	10 nF/1 kV $\begin{smallmatrix} -20 \\ +50 \end{smallmatrix} \%$	QAX 619
C19	Keramik-Kondensator	33 pF/63 V	2222-631-10339
C20	Keramik-Kondensator	12 pF/63 V	2222-631-10129
C21	Trimmer	10...60 pF	10 S Triko 06 N 1500
C22	Trimmer	10...60 pF	10 S Triko 06 N 1500
C23	Trimmer	4,5...15 pF	7 S Triko 02 N 750
C24	Keramik-Kondensator	220 pF/500 V	B 37205-A 5221-S 001
C25	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C26	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C27	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C28	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C29	Tantal-Elko	10 μ F/16 V	ETP 2 10/16
C30	Tantal-Elko	10 μ F/16 V	ETP 2 10/16
C31	Keramik-Kondensator	10 nF/16 V	B 37305-A 1103-Z 001
C32	Keramik-Kondensator	10 nF/16 V	B 37305-A 1103-Z 001
C33	Keramik-Kondensator	150 pF/63 V	2222-631-58151
C34	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C35	Styroflex-Kondensator	330 pF/160 V	B 31310-A 1331-H 000
C36	Keramik-Kondensator	10 nF/16 V	B 37305-A 1103-Z 001
C37	Styroflex-Kondensator	47 pF/160 V	B 31110-A 1470-H 000
C38	Styroflex-Kondensator	47 pF/160 V	B 31110-A 1470-H 000
C39	Styroflex-Kondensator	330 pF/160 V	B 31110-A 1331-H 000
C40	Trimmer	10...60 pF	10 S Triko 06 N 1500
C41	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C42	Keramik-Kondensator	220 pF/63 V	2222-630-1221
C43	Keramik-Kondensator	220 pF/63 V	2222-630-1221
C44	Keramik-Kondensator	220 pF/63 V	2222-630-1221

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
C45	Keramik-Kondensator	33 pF/63 V	2222-631-10339
C46	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C47	Tantal-Elko	22 μ F/16 V	ETP 3 22/16
C48	Keramik-Kondensator	1 nF/500 V	B 37235-J 5102-S 001
C49	Elektrolyt-Kondensator	470 μ F/16 V	B 41283-A 4477-T 000
C50	Elektrolyt-Kondensator	22 μ F/40 V	B 41316-B 7226-Z 000
C51	Keramik-Kondensator	4,7 nF/500 V	B 37232-J 5472-S 001
C52	Elektrolyt-Kondensator	4700 μ F/16 V	B 41010-C 5477-T 000
C53	Elektrolyt-Kondensator	220 μ F/16 V *)	B 41316-A 4227-Z 000
C54	Elektrolyt-Kondensator	220 μ F/25 V *)	B 41316-A 5227-Z 000
C55	Elektrolyt-Kondensator	220 μ F/16 V	B 41316-A 4227-Z 000
C101	Tantal-Elko	22 μ F/16 V	ETP 3 22/16
C102	Keramik-Kondensator	1 nF/16 V	B 37235-J 5102-S 001
C103	Keramik-Kondensator	1 nF/16 V	B 37235-J 5102-S 001
C104	Keramik-Kondensator	1 nF/16 V	B 37235-J 5102-S 001
C105	Keramik-Kondensator	1 nF/16 V	B 37235-J 5102-S 001
C106	Tantal-Elko	22 μ F/16 V	ETP 3 22/16
C107	Tantal-Elko	1,5 μ F/25 V	ETP 1 1,5/25
C108	Tantal-Elko	22 μ F/16 V	ETP 3 22/16
C109	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C110	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C111	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
C112	Keramik-Kondensator	68 pF/63 V	B 37215-B 5680-S 001
C113	Keramik-Kondensator	68 pF/63 V	B 37215-B 5680-S 001
C114	Tantal-Elko	22 μ F/16 V	ETP 3 22/16
C115	Keramik-Kondensator	47 nF/16 V	B 37308-A 1473-Z 001
D1	Si-Diode		1 N 4148
D2	Si-Diode		1 N 4151
D3	Si-Diode		1 N 4148

*) Für die Ausführung mit Thermostat sind für C53 und C54 jeweils zwei Elektrolyt-Kondensatoren mit je 220 μ F erforderlich.

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
D4	Si-Diode		1 N 4151
D5	Si-Diode		1 N 4148
D6	Si-Diode		1 N 4148
D7	Si-Diode		1 N 4151
D8	Si-Diode		1 N 4148
D9	Si-Diode		1 N 4151
D10	Si-Diode		1 N 4148
D11	Si-Diode		1 N 4148
D12	Si-Diode		1 N 4148
D13	Si-Diode		1 N 4148
D20	Si-Diode		1 N 4148
D21	Si-Diode		1 N 4148
D22	Si-Diode		1 N 4148
Dr1	Drossel, L = 7,5 mm	100 μ H 7...8 Wdg/0,2 CuL	4312-020-31330
Dr2	Drossel, L = 7,5 mm	100 μ H 7...8 Wdg/0,2 CuL	4312-020-31330
Dr3	Drossel, L = 7,5 mm	100 μ H 7...8 Wdg/0,2 CuL	4312-020-31330
Dr4	Drossel, L = 7,5 mm	250 μ H 12...14 Wdg/0,2 CuL	4312-020-31330
Dr5	Drossel, L = 7,5 mm	100 μ H 7...8 Wdg/0,2 CuL	4312-020-31330
G1 1	Brückengleichrichter		C 66047-A 1713-A, 2
G1 2	Si-Gleichrichter		1 N 4001
G1 3	Si-Gleichrichter		1 N 4001
G1 4	Brückengleichrichter		B 40 C 800 Si
IC1	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC2	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC3	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC4	Decoder Treiber		SN 7447 N

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
IC5	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC6	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC7	Decoder Treiber		SN 7447 N
IC11	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC12	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC13	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC14	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC15	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC16	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC17	Zwischenspeicher		SN 7475 N
IC19	Flipflop		SN 74 S 112 N
IC20	Flipflop		SN 74 H 102 N
IC21	Flipflop		SN 74 H 102 N (TI)
IC22	Zähler		SN 7490 N
IC23	Zähler		SN 7490 N
IC24	Zähler		SN 7490 N
IC25	Zähler		SN 7490 N
IC26	Zähler		SN 7490 N
IC27	Zähler		SN 7490 N
IC31	Zähler		SN 7490 N
IC32	Zähler		SN 7490 N
IC33	Zähler		SN 7490 N
IC34	Zähler		SN 7490 N
IC35	Zähler		SN 7490 N
IC41	Gatter		SN 74 H 00 N
IC42	Gatter		SN 74 H 00 N
IC43	Gatter		SN 74 H 00 N
IC44	Gatter		SN 7400 N
IC45	Gatter		SN 7400 N
IC46	Gatter		SN 7410 N

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
IC47	Gatter		SN 74 H 00 N
IC51	Flipflop		SN 7476 N
IC52	Gatter		SN 7408 N
IC53	Monostabiler Multivibrator		SN 74121 N
IC55	Gatter		SN 7400 N
IC56	Gatter		SN 7400 N
IC57	Gatter		SN 7400 N
IC58	Gatter		SN 7437 N
IC61	Inverter		SN 7404 N
IC62	Gatter		SN 7401 N
IC63	Gatter		SN 7401 N
IC64	Gatter		SN 7401 N
IC65	Gatter		SN 7401 N
IC66	Gatter		SN 7401 N
IC67	Gatter		SN 7401 N
IC68	Gatter		SN 7401 N
IC69	Gatter		SN 7401 N
IC70	Gatter		SN 7402 N
IC71	Gatter		SN 7400 N
IC72	Gatter		SN 7410 N
IC73	Inverter		SN 7404 N
IC74	Gatter		SN 7403 N
IC76	Operationsverstärker		Q 67000-A 561
IC80	Interface		SN 75450 N (TI)
IC81	Dezimalzähler		SN 7490 N
IC82	Dezimalzähler		SN 7490 N
IC83	Dezimalzähler		SN 7490 N
IC90	Transistorarray NPN		CA 3086 DIL
IC91	Komparator		U6 A7 760393 DIL
IC92	Gatter		SN 7400 N

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
IC93	Komparator		AM 685 34 U TO 100
IC94	Gatter MECL		MC 10102 L
IC100	Spannungsregler		LM 723 CN
IC101	Spannungsregler		LM 723 CN
IC106	Inverter *)		SN 7404 N
IC107	Inverter *)		SN 7404 N
IC108	Inverter *)		SN 7404 N
IC109	Inverter *)		SN 7404 N
IC110	Inverter *)		SN 7404 N
IC111	Gatter **)		SN 7400 N
L1	37polige Steckerleiste		DC-37 P- F 179 A
L2	86polige Steckerleiste		G05 D86 A2 BBAL
L3a	41polige Steckerleiste		8623-41-05
L3b	41polige Buchsenleiste **)		8623-41-02
L4	50polige Buchsenleiste **)		JD-50 S-C (A)
LD1	LED		FLV 117
LD2	LED		FLV 117
LD3	LED		FLV 117
LD4	LED		FLV 117
LD5	LED		FLV 117
LD6	LED		FLV 117
P1	Potentiometer S	500 k Ω /0,05 W	60050002
P2	Potentiometer	10 k Ω /0,75 W	HC 10
P3	Potentiometer	100 Ω /0,75 W	HC 10
P4	Potentiometer S	500 k Ω /0,05 W	60050002

*) Bei ergänztem Datenausgang für negative Logik.

**) Bei ergänztem Datenausgang für positive oder negative Logik.

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
P5	Potentiometer	22 Ω /0,5 W	VA 05
P6	Potentiometer	10 k Ω /0,75 W	HC 10
P7	Potentiometer	100 Ω /0,75 W	HC 10
P8	Potentiometer	250 Ω /0,75 W	HC 10
P9	Potentiometer	250 Ω /0,75 W	HC 10
P10	Potentiometer	10 k Ω lin. /1 W	61 H
P11	Potentiometer	10 k Ω lin. /1 W	61 H
P12	Potentiometer	470 k Ω lin.	16-1 S
Q1	Quarz	10 MHz/30 pF Bürde	XS 1903
	Quarz mit Thermostat *)	10 MHz/30 pF TO-5-Gehäuse/80 °C	
R1	Schichtwiderstand	2,2 M Ω /0,3 W/5 %	LCA 0309 (CRL)
R2	Kohle-Masse-Widerstand	20 k Ω /0,25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R3	Kohle-Masse-Widerstand	1 M Ω /0,25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R4	Kohle-Masse-Widerstand	1 M Ω /0,25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R5	Kohle-Masse-Widerstand	220 k Ω /0,25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R6	Kohle-Masse-Widerstand	68 Ω /0,25 W/10 %	RC 025 (ITT)
R7	Kohle-Masse-Widerstand	270 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025 (ITT)
R8	Schichtwiderstand	2,2 M Ω /0,3 W/5 %	LCA 0309 (CRL)
R9	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R10	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R11	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R12	Schichtwiderstand	47 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R13	Schichtwiderstand	47 k Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R14	Schichtwiderstand	1 k Ω **) /0,25 W/5 %	RC 025
R15	Schichtwiderstand	1 k Ω **) /0,25 W/5 %	RC 025

*) Bei der Ausführung 117.7427.09.

**) Wert je nach FET.

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
R16	Schichtwiderstand	10 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R17	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R18	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R19	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R20	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R21	Schichtwiderstand	10 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R22	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R23	Schichtwiderstand	3, 3 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R24	Schichtwiderstand	3, 3 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R25	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R26	Schichtwiderstand	3, 3 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R27	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R28	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R29	Schichtwiderstand	100 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R30	Schichtwiderstand	100 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R31	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R32	Schichtwiderstand	2, 2 M Ω /0, 3 W/5 %	LCA 0309 (CRL)
R33	Kohle-Masse-Widerstand	20 k Ω /0, 25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R34	Kohle-Masse-Widerstand	1 M Ω /0, 25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R35	Kohle-Masse-Widerstand	1 M Ω /0, 25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R36	Kohle-Masse-Widerstand	220 k Ω /0, 25 W/5 %	RC 025 (ITT)
R37	Kohle-Masse-Widerstand	68 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025 (ITT)
R38	Kohle-Masse-Widerstand	270 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025 (ITT)
R39	Schichtwiderstand	2, 2 M Ω /0, 3 W/5 %	LCA 0309 (CRL)
R40	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R41	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R42	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R43	Schichtwiderstand	47 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R44	Schichtwiderstand	47 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R45	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/5 %	RC 025

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
R46	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/5 %	RC 025
R47	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R48	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R49	Schichtwiderstand	6, 8 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R50	Schichtwiderstand	33 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R51	Schichtwiderstand	33 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R52	Schichtwiderstand	470 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R53	Schichtwiderstand	560 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R54	Schichtwiderstand	47 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R55	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R56	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R57	Schichtwiderstand	33 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R58	Schichtwiderstand	33 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R59	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R60	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R61	Schichtwiderstand	82 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R62	Schichtwiderstand	150 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R63	Schichtwiderstand	1, 5 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R64	Schichtwiderstand	22 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R65	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R66	Schichtwiderstand	100 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R67	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R68	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R69	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R70	Schichtwiderstand	51 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R71	Schichtwiderstand	56 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R72	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R73	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R74	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R75	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R76	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
R77	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R78	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R79	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R80	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R81	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R82	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R83	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R84	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R85	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R86	Schichtwiderstand	1, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R87	Schichtwiderstand	2, 7 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R88	Schichtwiderstand	3, 3 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R89	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R90	Schichtwiderstand	82 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R91	Schichtwiderstand	1, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R92	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R93	Schichtwiderstand	1, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R94	Drahtwiderstand	0, 15 Ω /5 W	PW 5
R95	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R96	Schichtwiderstand	51 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R100	Schichtwiderstand	1, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R101	Schichtwiderstand	470 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R102	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R103	Schichtwiderstand	3, 3 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R104	Schichtwiderstand	1 M Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R105	Schichtwiderstand	680 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R106	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R107	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R108	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R109	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025

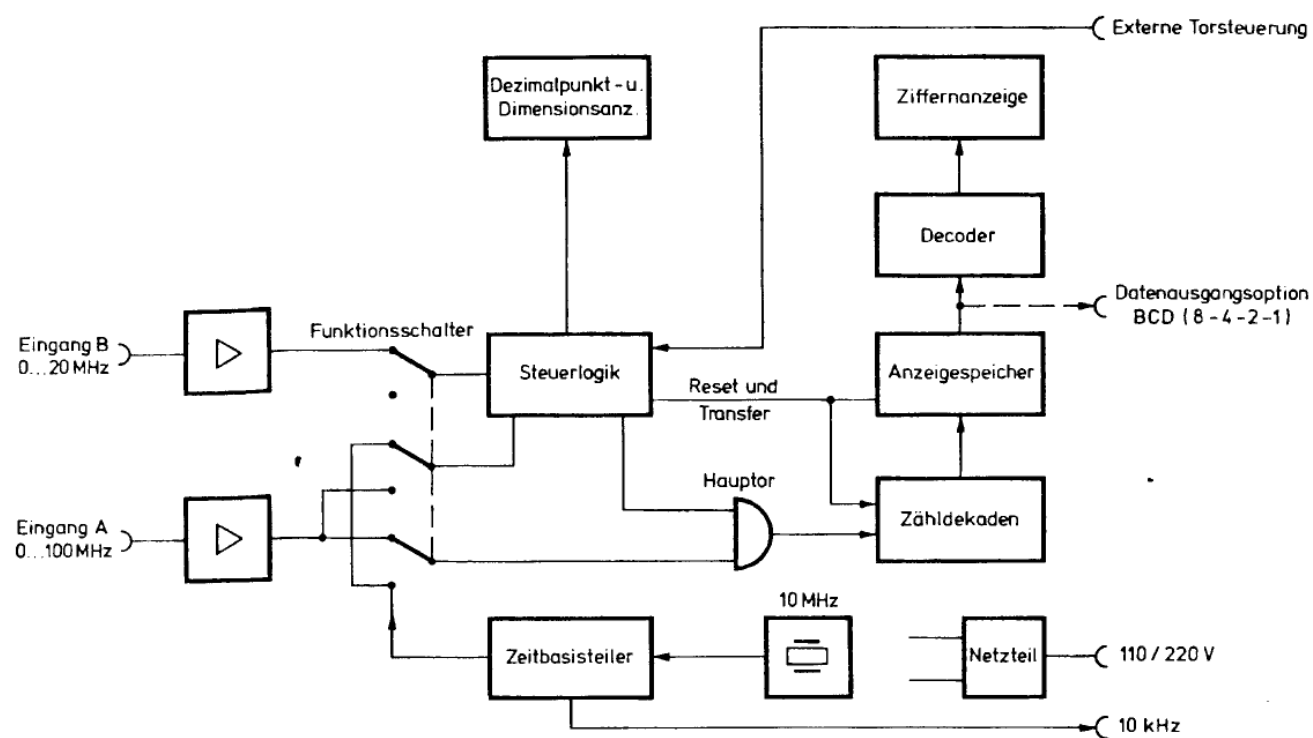
Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
R110	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R111	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R112	Schichtwiderstand	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R113	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R114	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R115	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R116	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R117	Schichtwiderstand	220 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R118	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R119	Schichtwiderstand	2, 2 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R120	Schichtwiderstand	4, 7 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R121	Schichtwiderstand	390 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R122	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R123	Schichtwiderstand	22 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R124	Schichtwiderstand	1 k Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R201	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R202	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R203	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R204	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R205	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R206	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R207	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R208	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R209	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R210	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R211	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R212	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R213	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025
R214	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0, 25 W/10 %	RC 025

*) Bei ergänztem Datenausgang für positive Logik.

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
R215	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R216	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R217	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R218	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R219	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R220	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R221	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R222	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R223	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R224	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R225	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R226	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R227	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R228	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R229	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
R230	Schichtwiderstand *)	100 Ω /0,25 W/10 %	RC 025
S1	Flachschalter 2x2x6		SB 11-226
S2	Flachschalter 4x3		SB 11-143
S3	Flachschalter 2x6		SB 11-126
S4	Kippschalter/Taster		MST 106 H
S5	Kippschalter		MST 106 D
S6	Kippschalter		MST 106 D
S7	Schalter, gekoppelt		siehe P 12
S8	Drucktastenschalter		TJMY (SEL)
S9	Drucktastenschalter		TJMY (SEL)
S10	Netzschalter		3510-21 PM
Si1	Feinsicherung	0,4 A mittelträge	172000 DIN 41571
T1	Dual-FET N-Kanal		E 421
T2	Dual-FET N-Kanal		E 421

*) Bei ergänztem Datenausgang für positive Logik.

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	Sachnummer
T3	Transistor NPN	50 mA/30 V	2 N 3563
T4	Transistor NPN	50 mA/30 V	2 N 3563
T5	Transistor NPN	50 mA/30 V	2 N 3563
T6	Transistor NPN	800 mA/50 V	2 N 3705
T7	Transistor NPN	3 A/45 V	BD 226
T8	Transistor NPN	10 A/60 V	MJE 3055
T9	Transistor NPN	3 A/45 V	BD 226
T10	Transistor NPN	500 mA/45 V	2 N 2222
Tr1	Netztransformator		SM 65



Vereinfachtes Blockschaltbild des Universalzählers FET 100

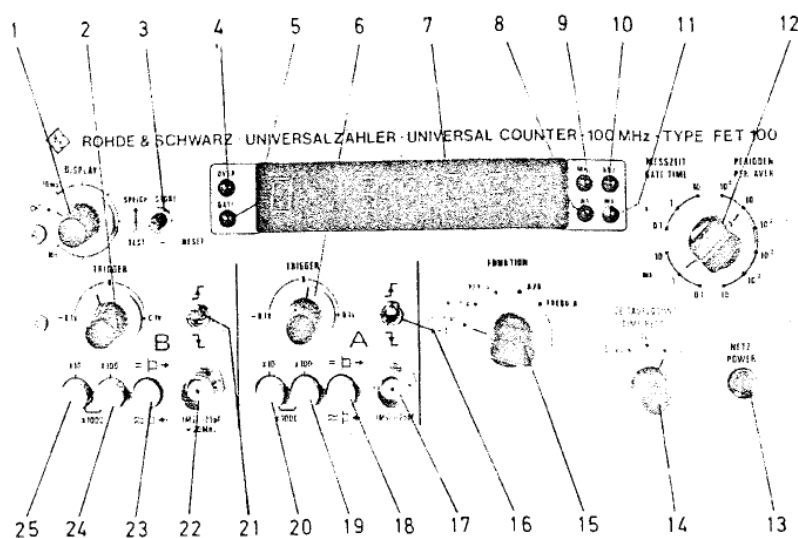


Bild 2 : Bedienungsbild I (Frontseite) zum FET 100

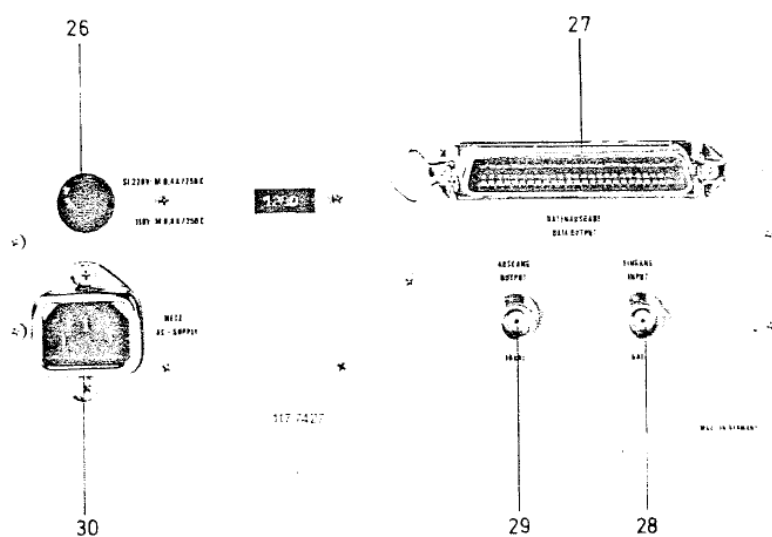
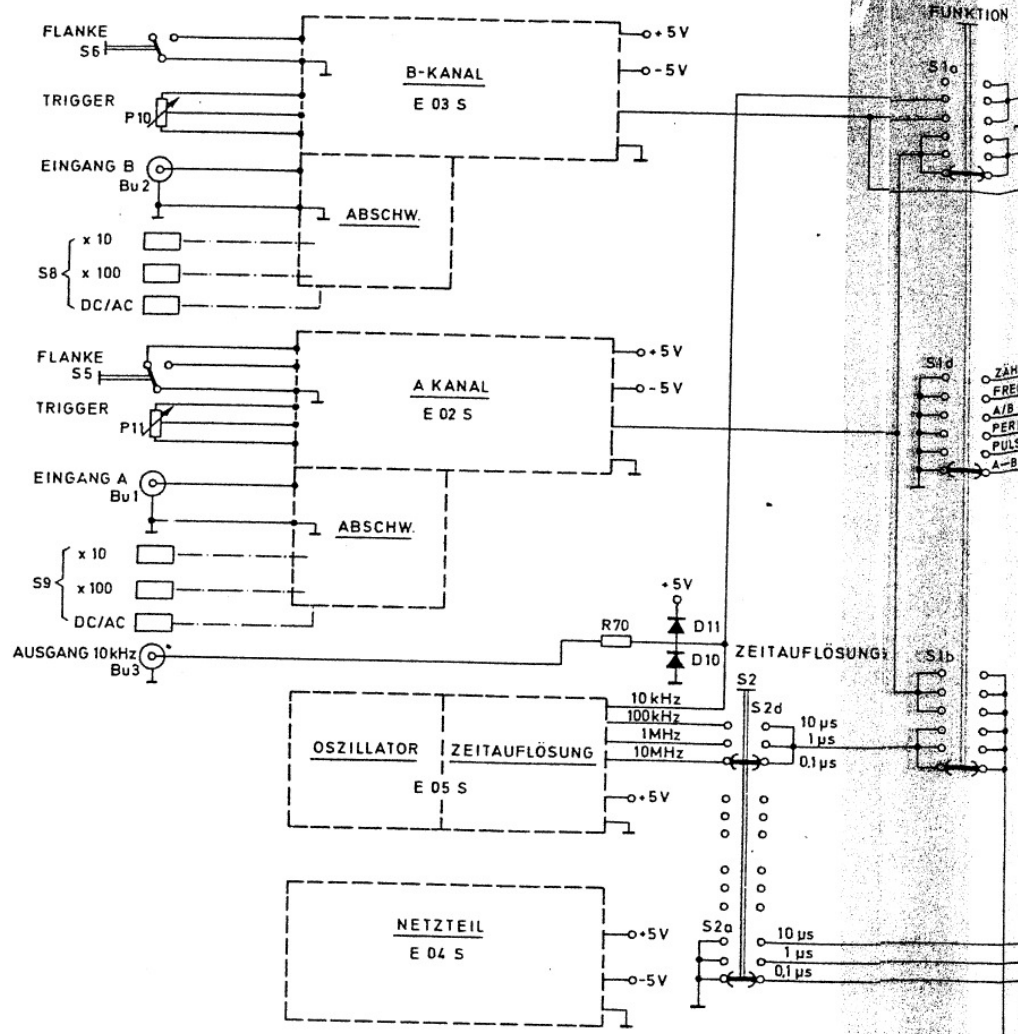
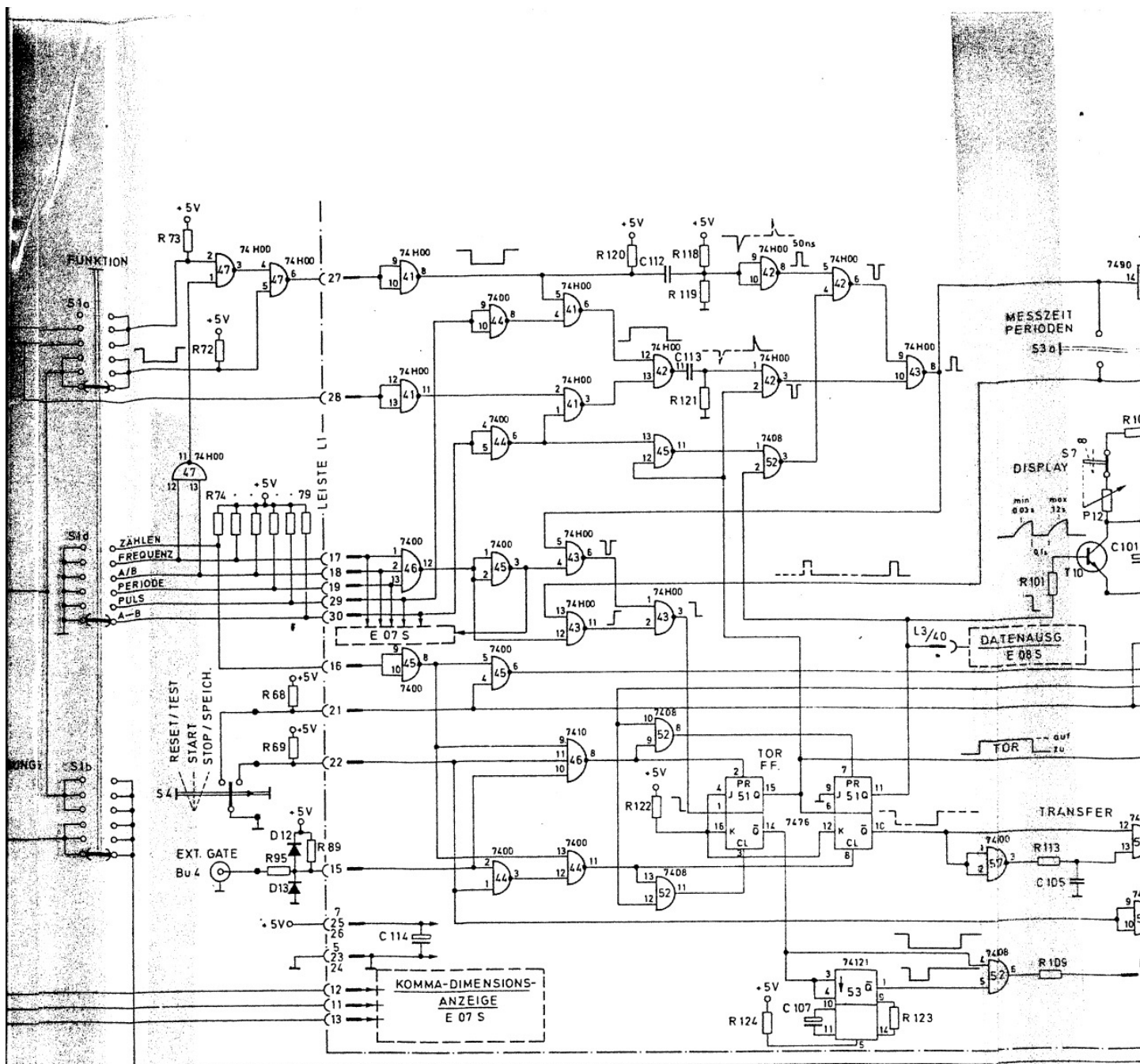


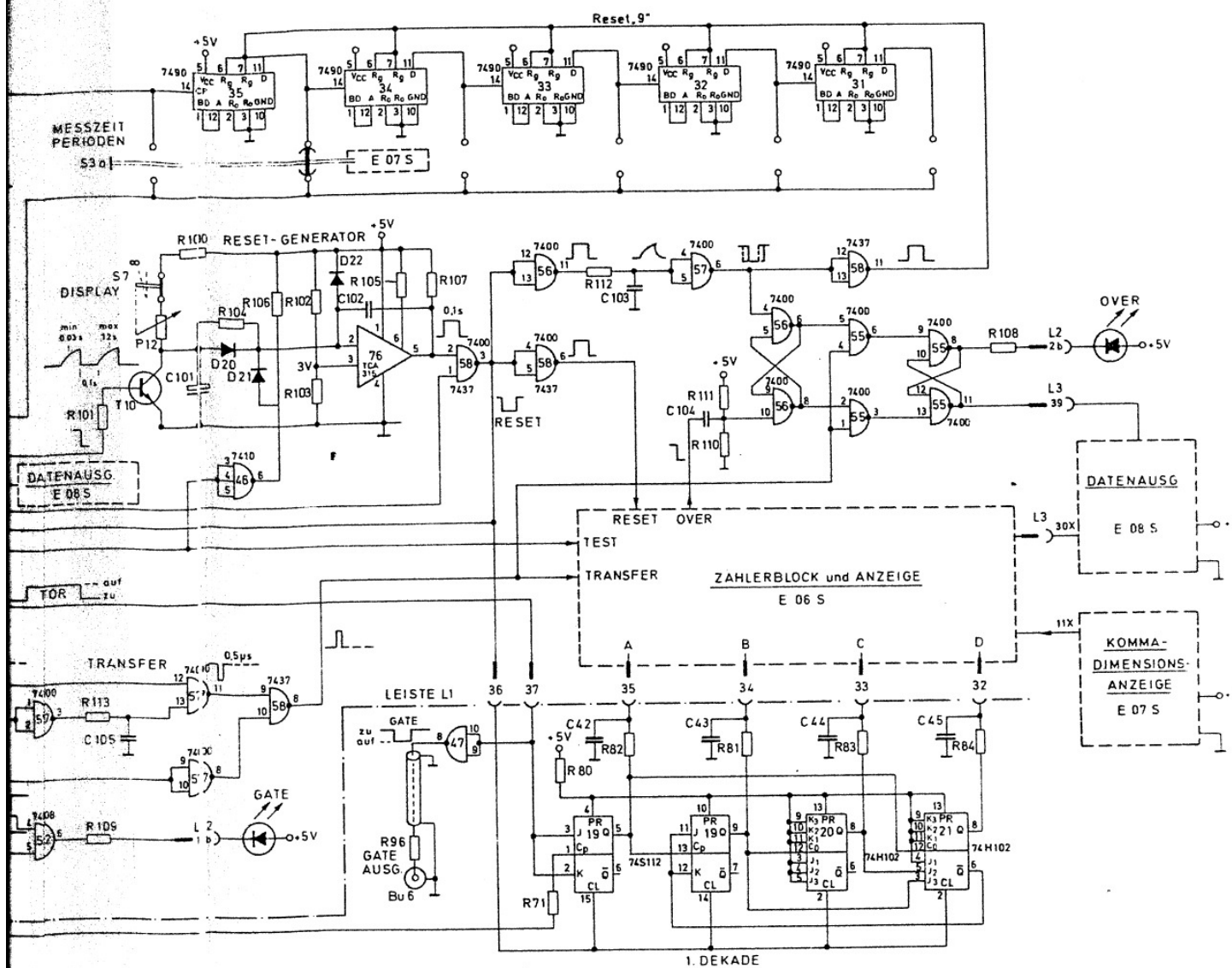
Bild 3 : Bedienungsbild II (Rückseite) zum FET 100

Bild 2
Bild 3





Stromlauf I (E01S) Logikplan des Universalzählers FET 100



zähler FET 100

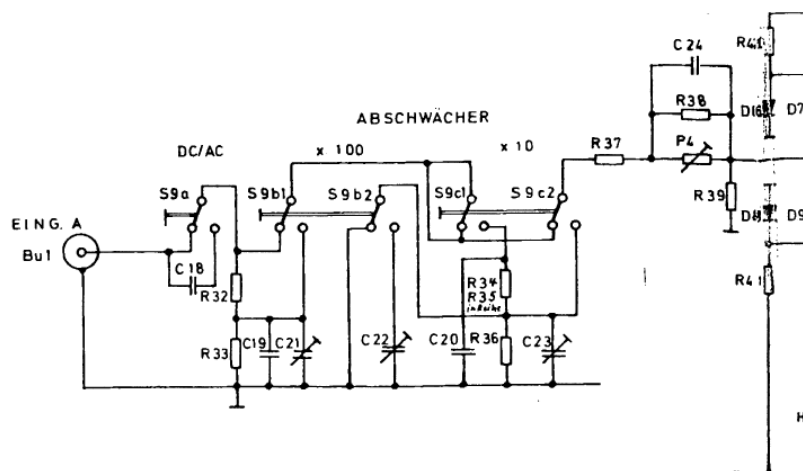


Bild 5: Stromlauf II (E 02 \$) A

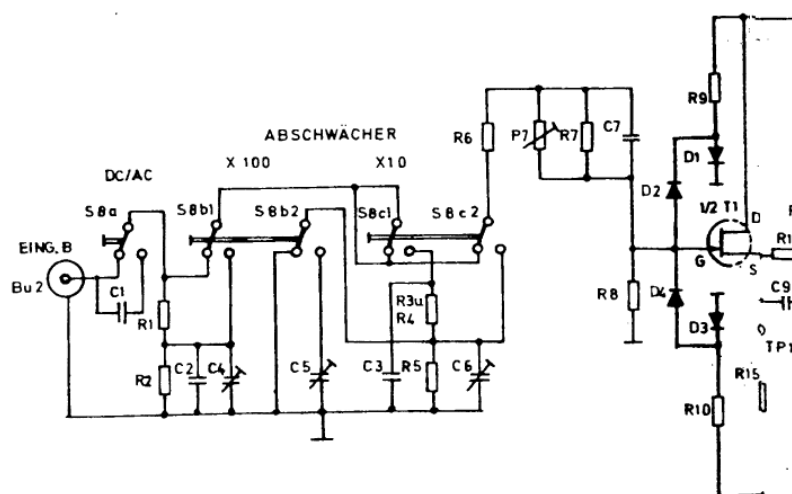
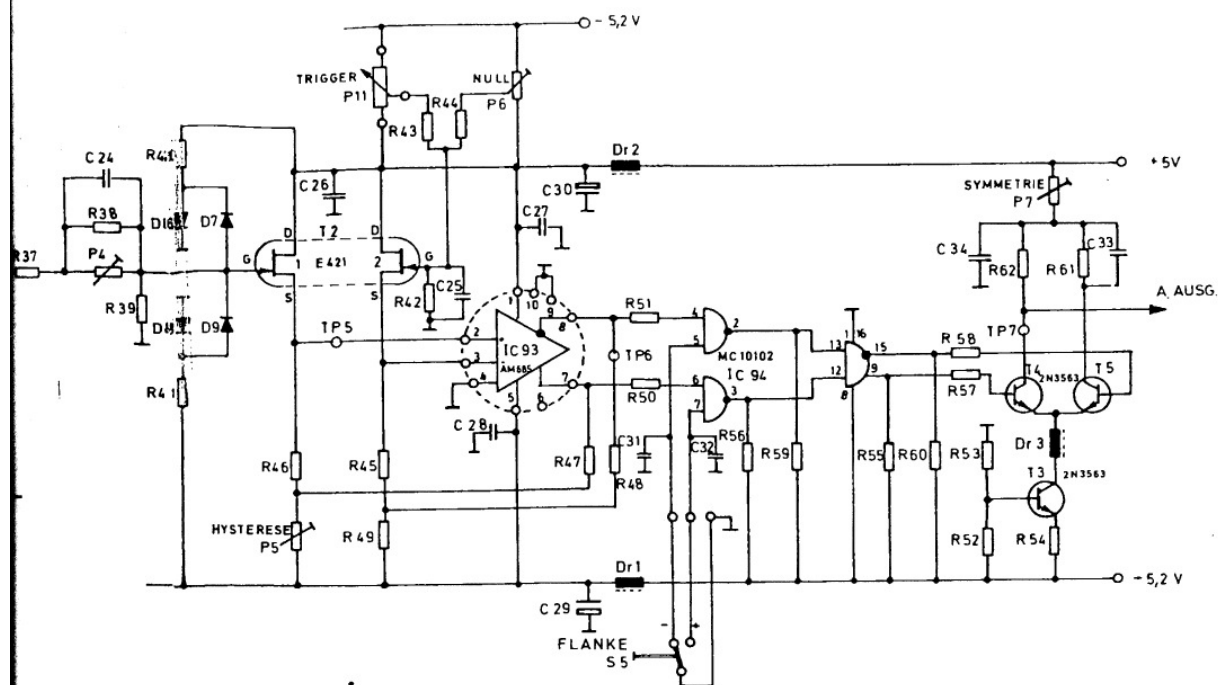
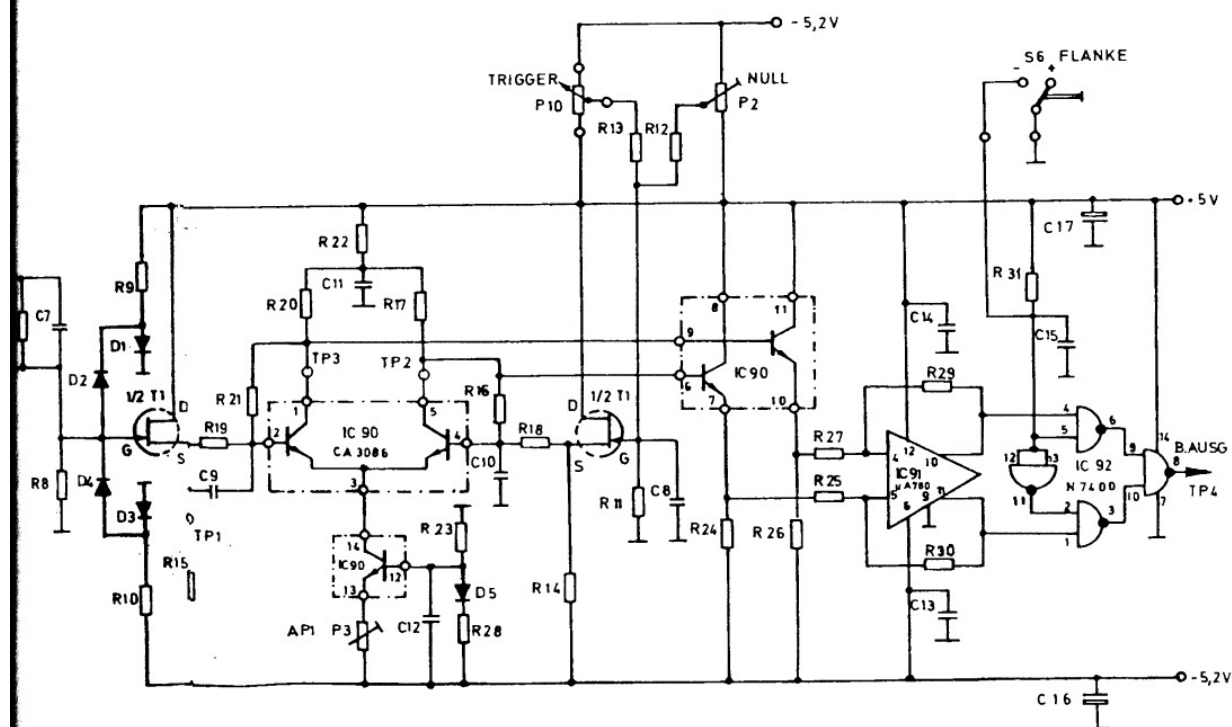


Bild 6: Stromlauf III (E 03 \$) I



lauf II (E 02 S) A-Kanal des Universalzählers FET 100



lauf III (E 03 S) B-Kanal des Universalzählers FET 100

Bild 5
Bild 6

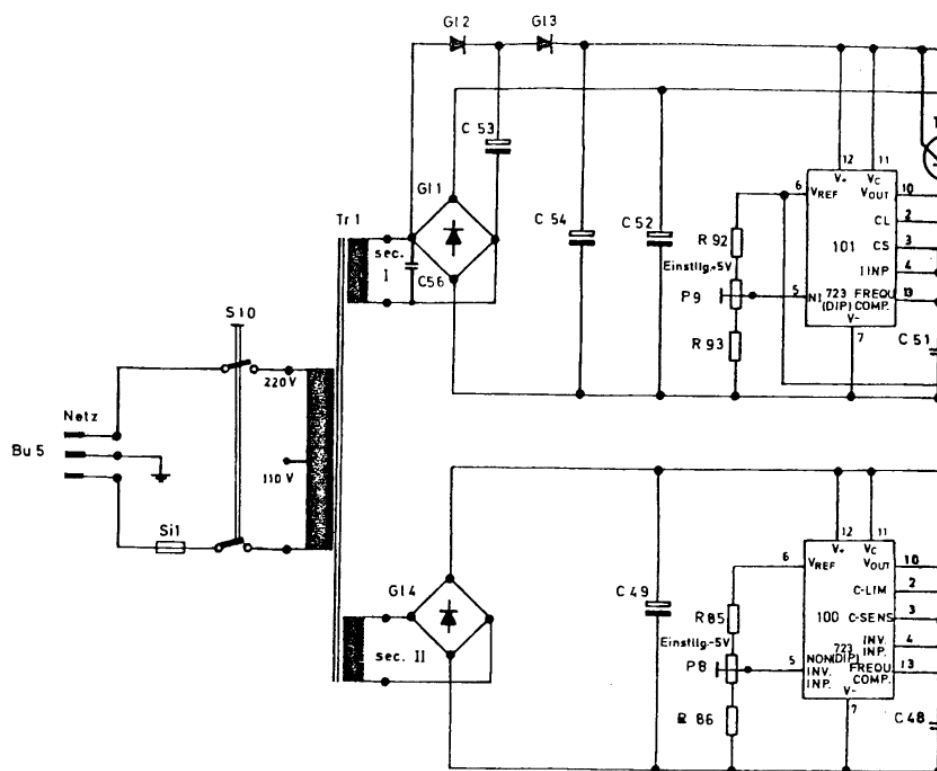


Bild 7: Stromlauf IV (E 04 S) Netzteil des Universa

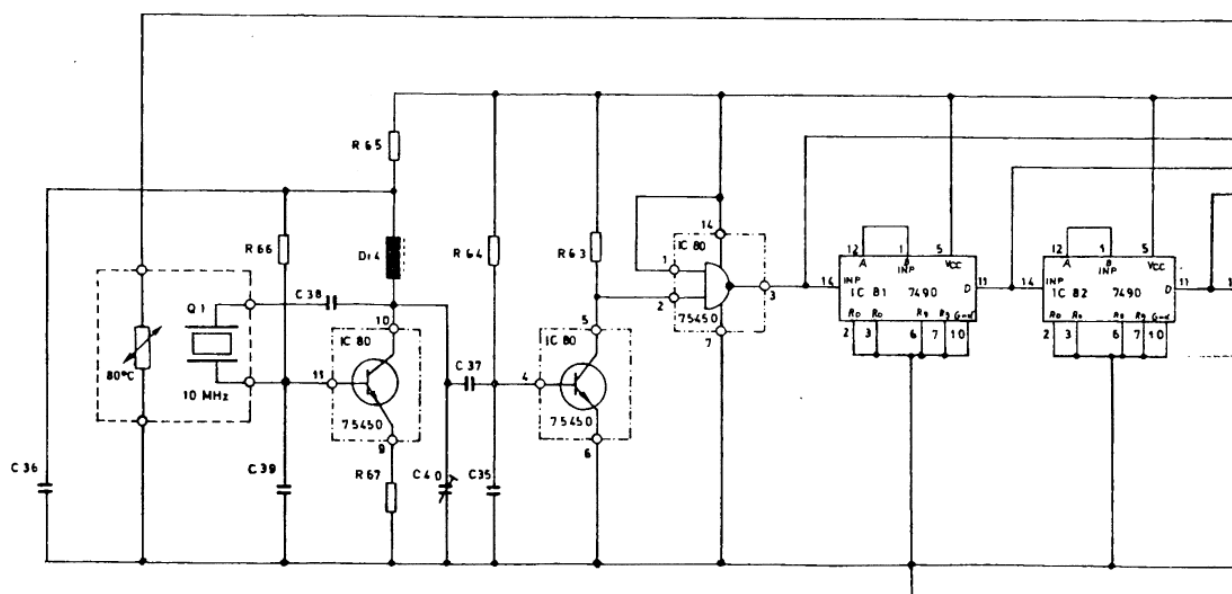
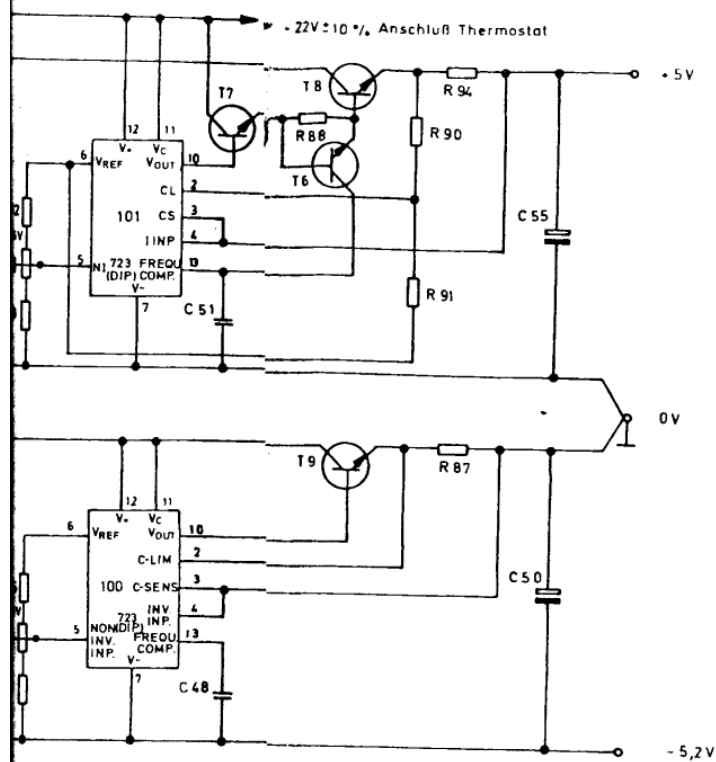
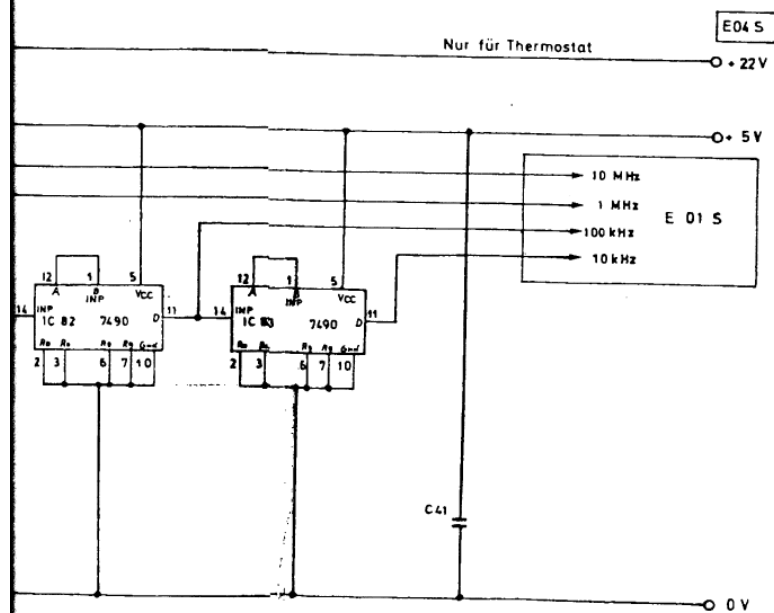


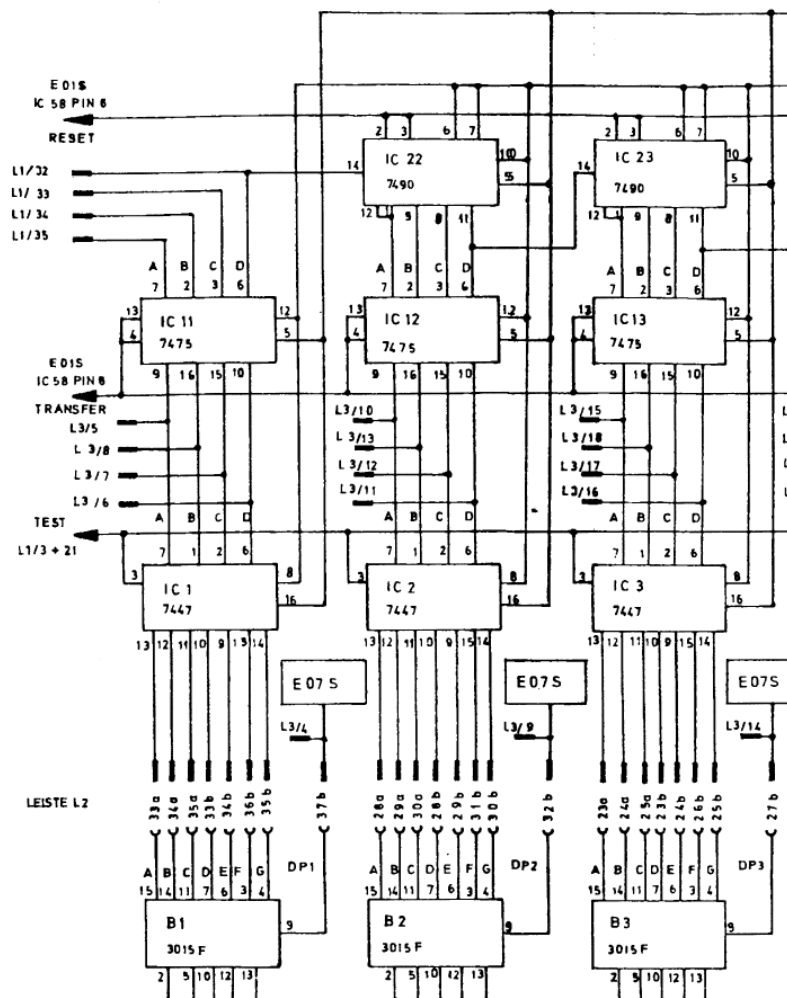
Bild 8: Stromlauf V (E 05 S) Oszillator und Zeitauflösung des U1



Teil des Universalzählers FET 100

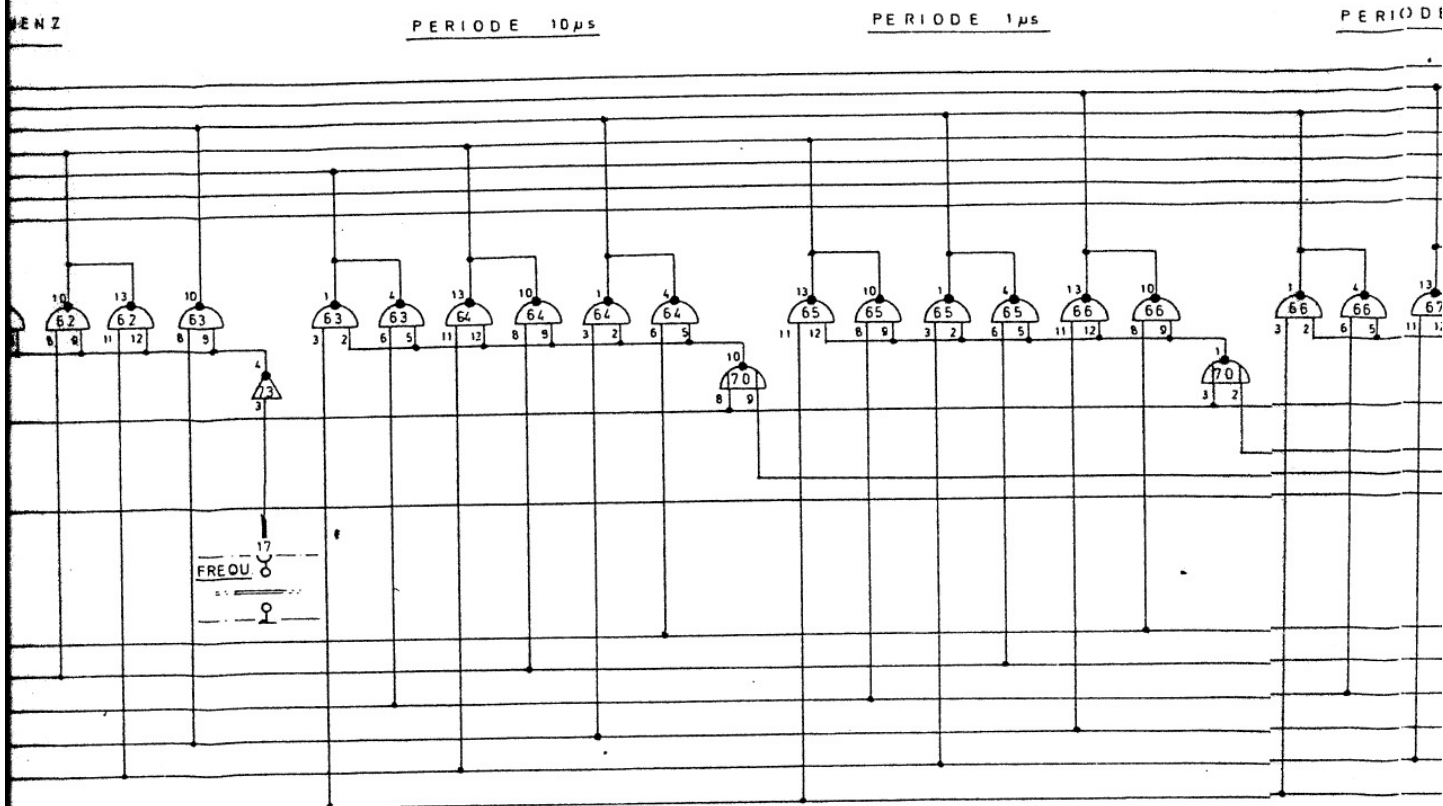


Auflösung des Universalzählers FET 100

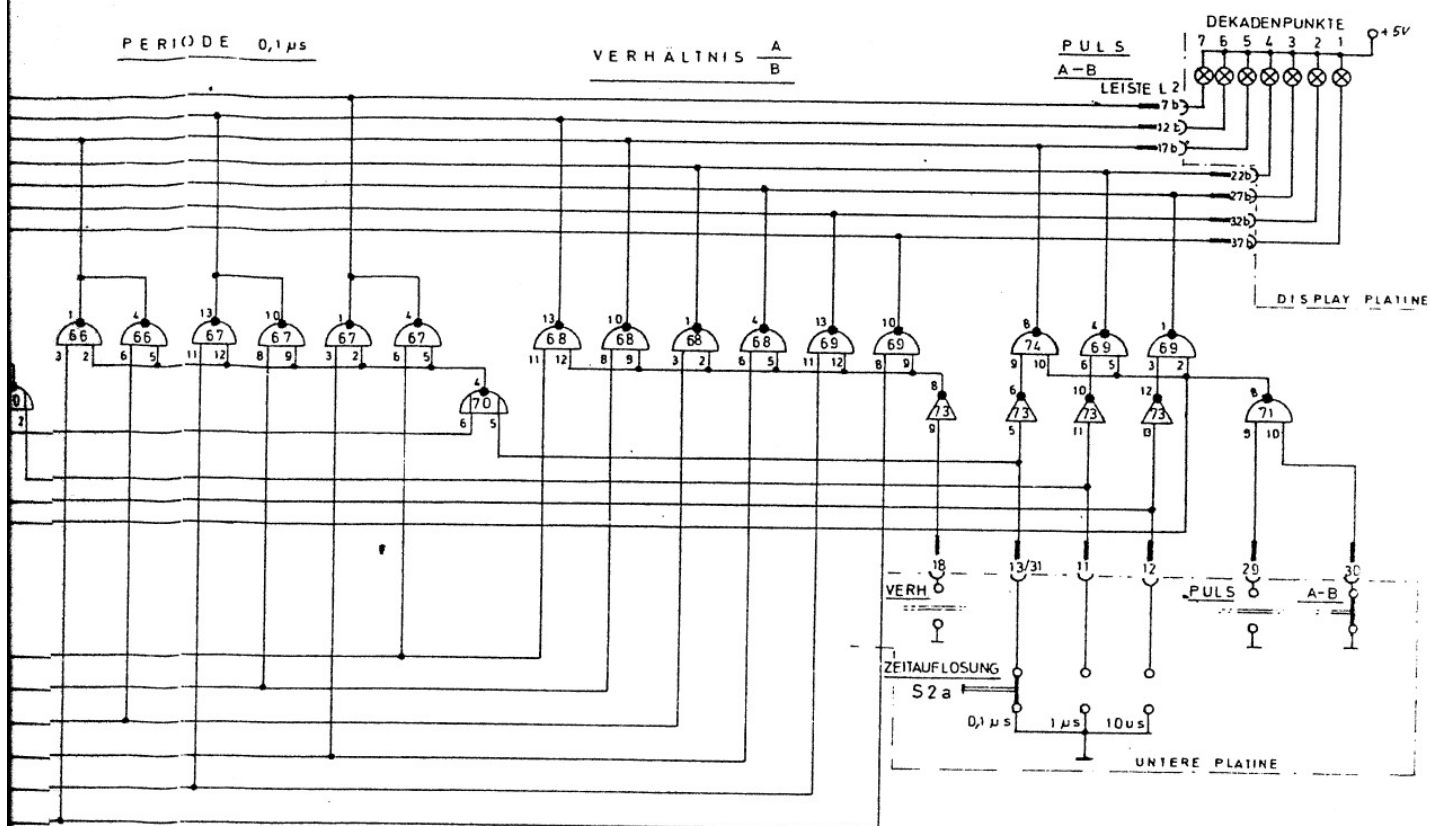


Stromlauf VI (E 06 S) Zähler

Bild 9

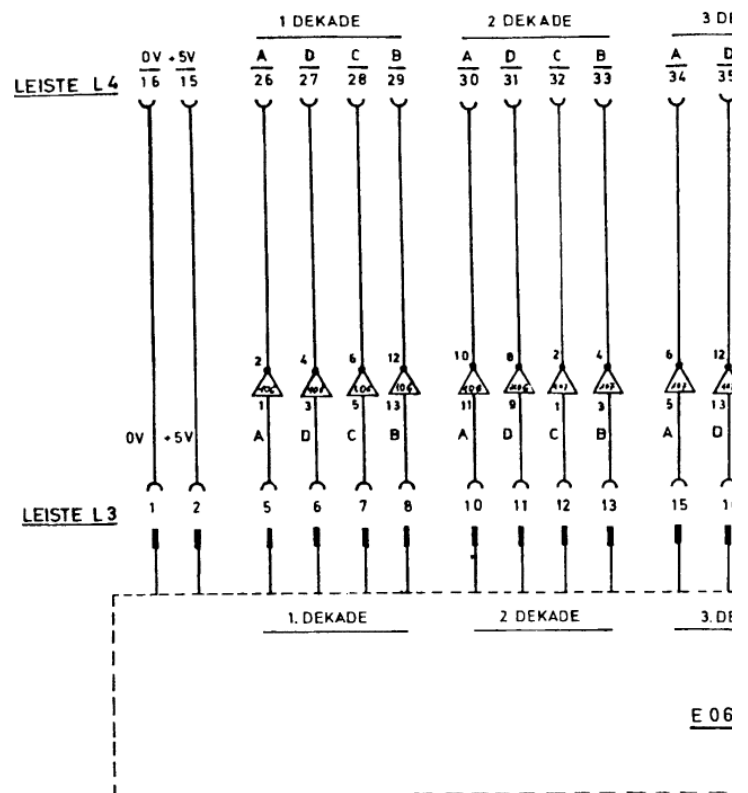


Stromlauf VII (E07 S) Dedadenpunkt- und Dimensionsanzeigelogik des Universalzähl



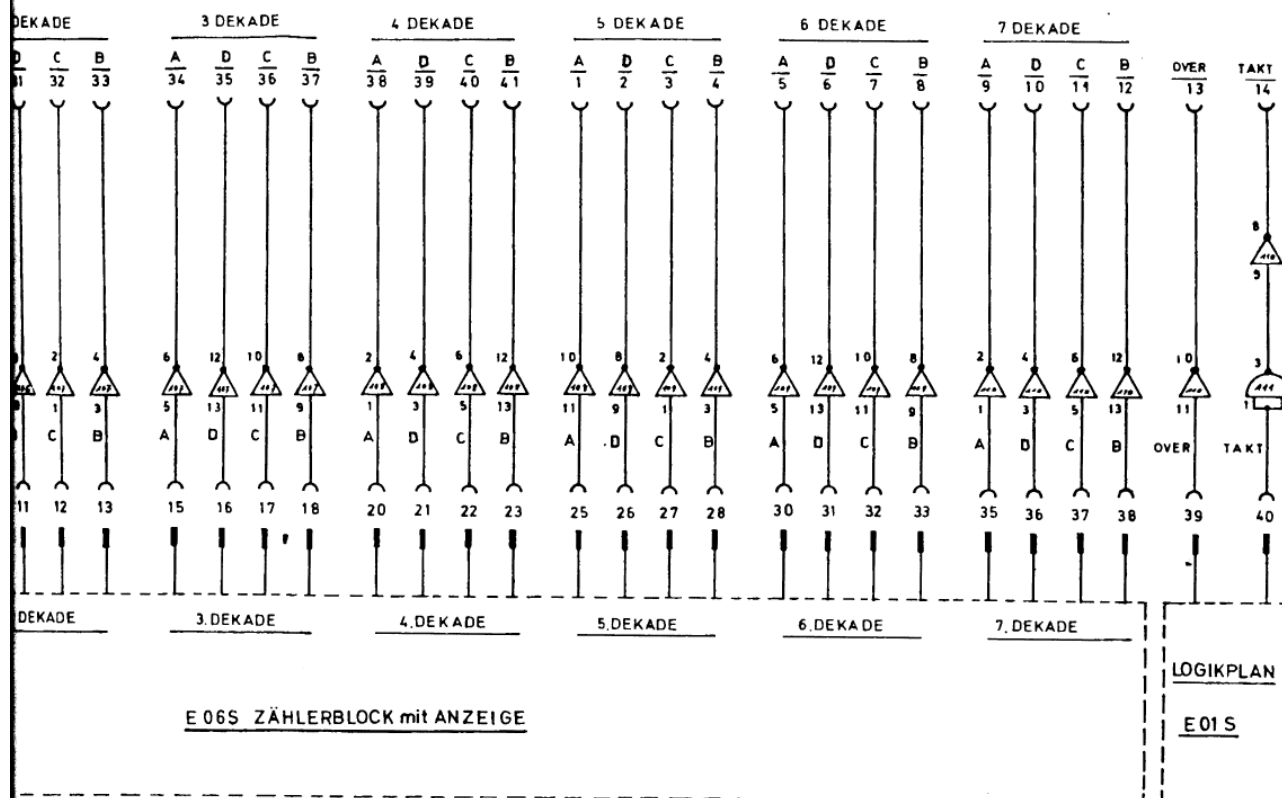
es Universalzählers FET 100

Bild 10



Gezeichnet in der Ausführung für negative Logik (Sach-Nr. 117.7433.0)
 Bei Ausführung in positiver Logik (Sach-Nr. 117.7433.1)

Stromlauf VIII (E 08S) Da

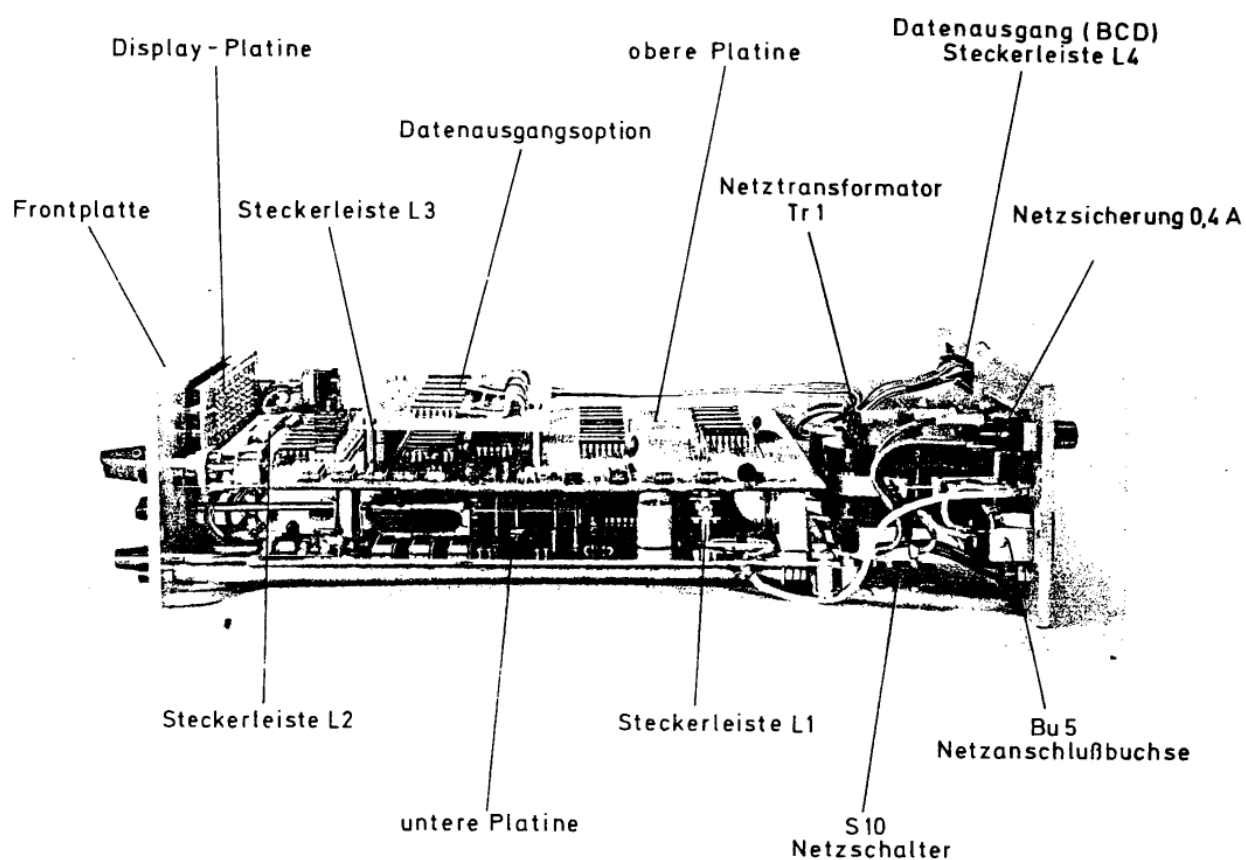


egative Logik (Sach - Nr. 117.7440.02)

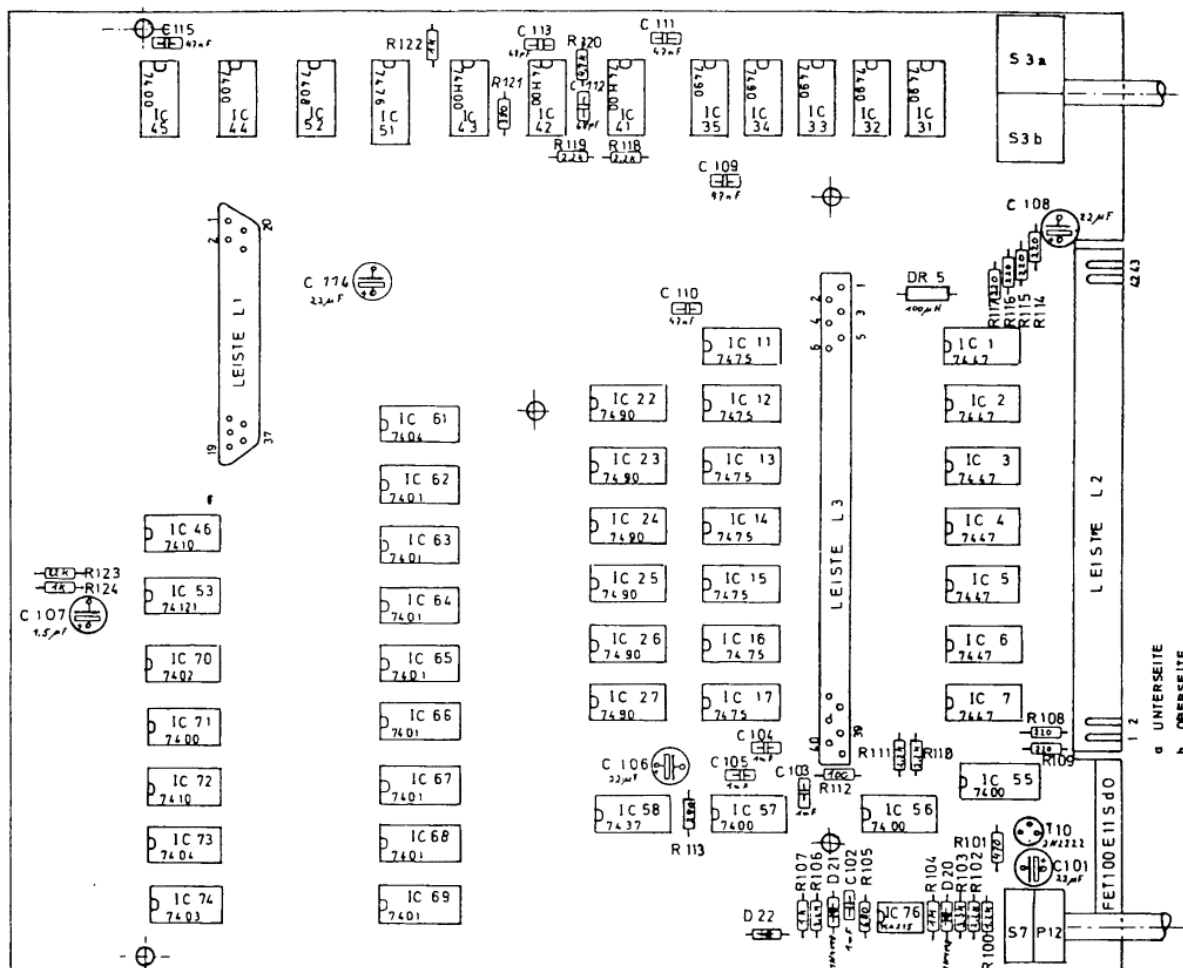
(Sach - Nr. 117.7433.02) werden die Inverter durch 100-Ω-Widerstände ersetzt.

VIII (E 08S) Datenausgangsoption zum Universalzähler FET 100

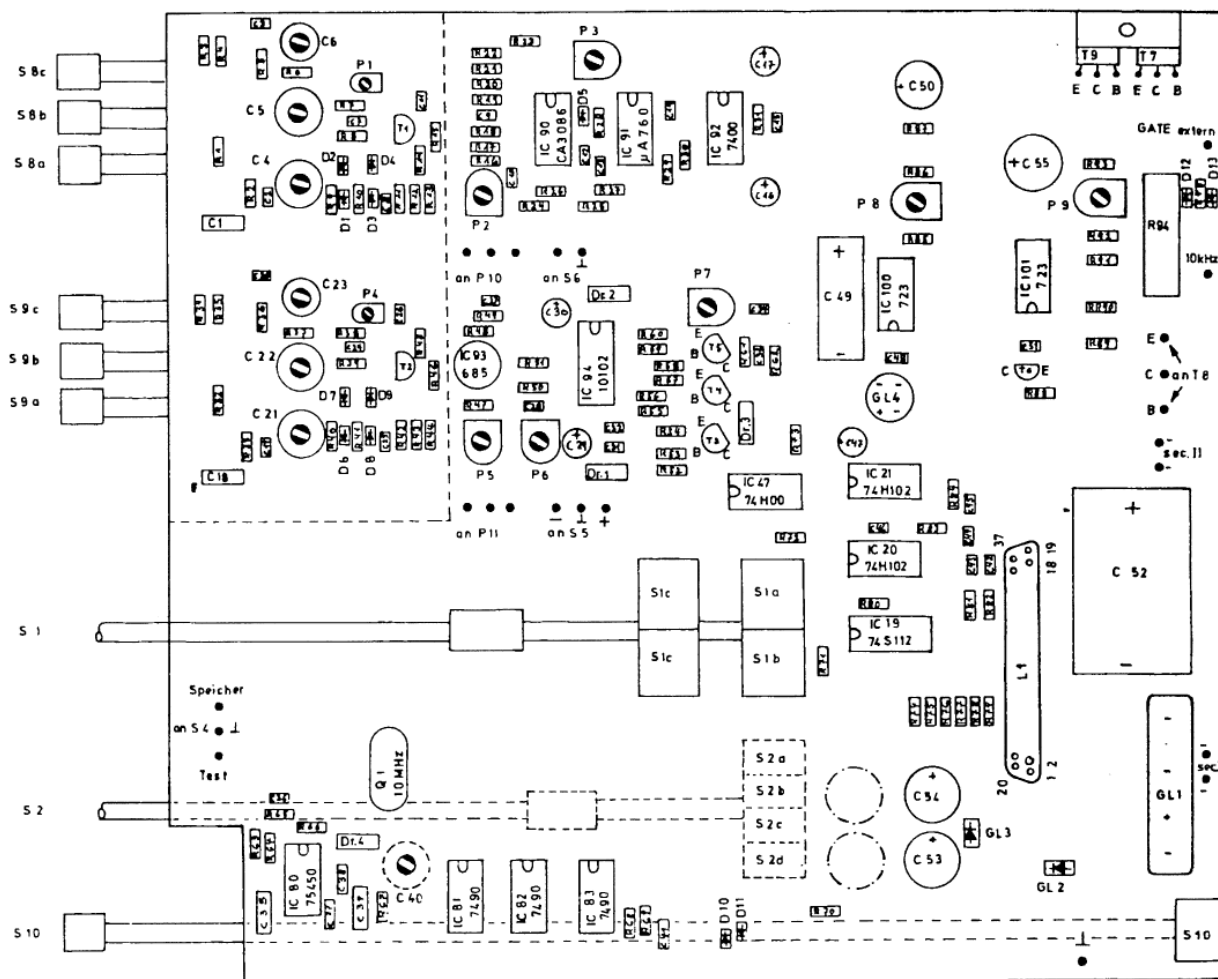
Bild 11



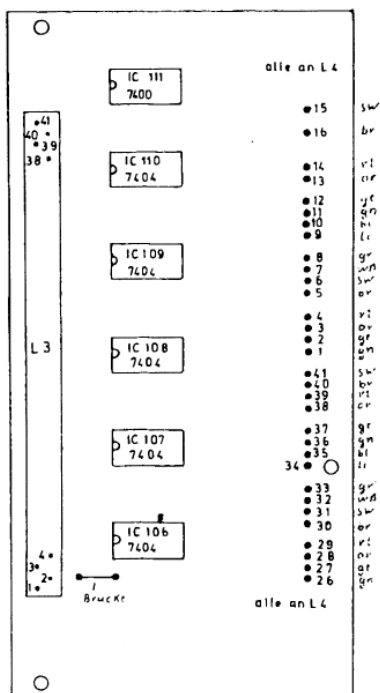
Innerer Aufbau des Universalzählers FET 100



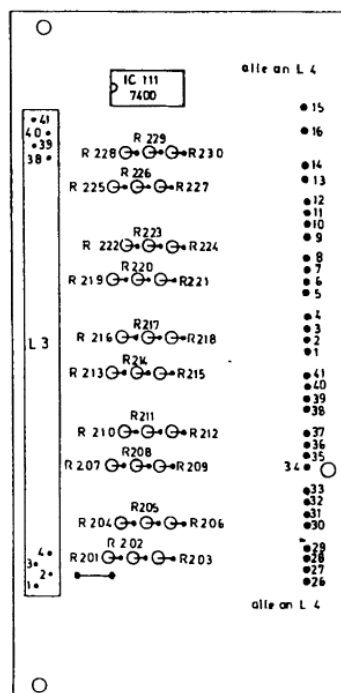
Bestückungsplan für die obere Platine des Universalzählers FET 100



Bestückungsplan für die untere Platine des Universalzählers FET 100

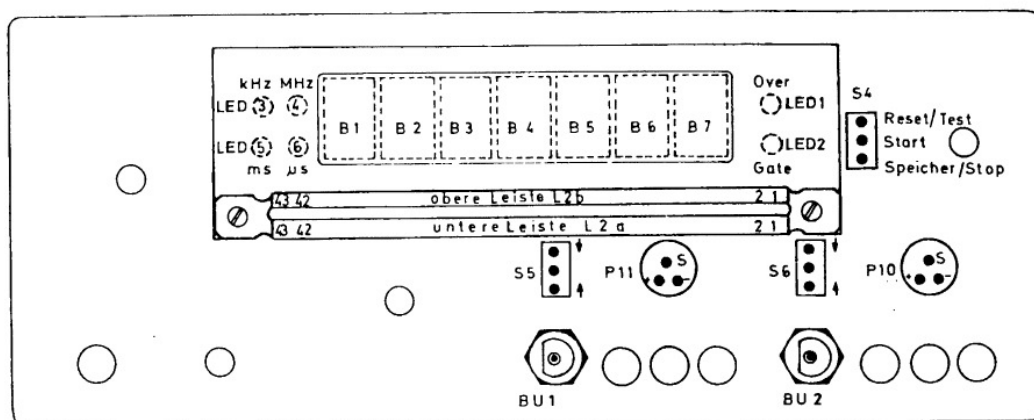


Ausführung in negativer Logik
Sach - Nr. 117.7440.02

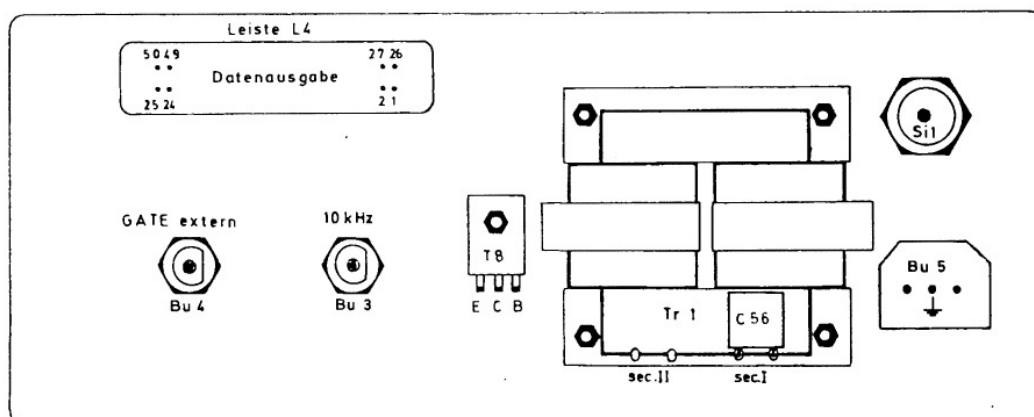


Ausführung in positiver Logik
Sach - Nr. 117.7433.02

Bestückungsplan der Datenausgangsoption zum Universalzähler FET 100

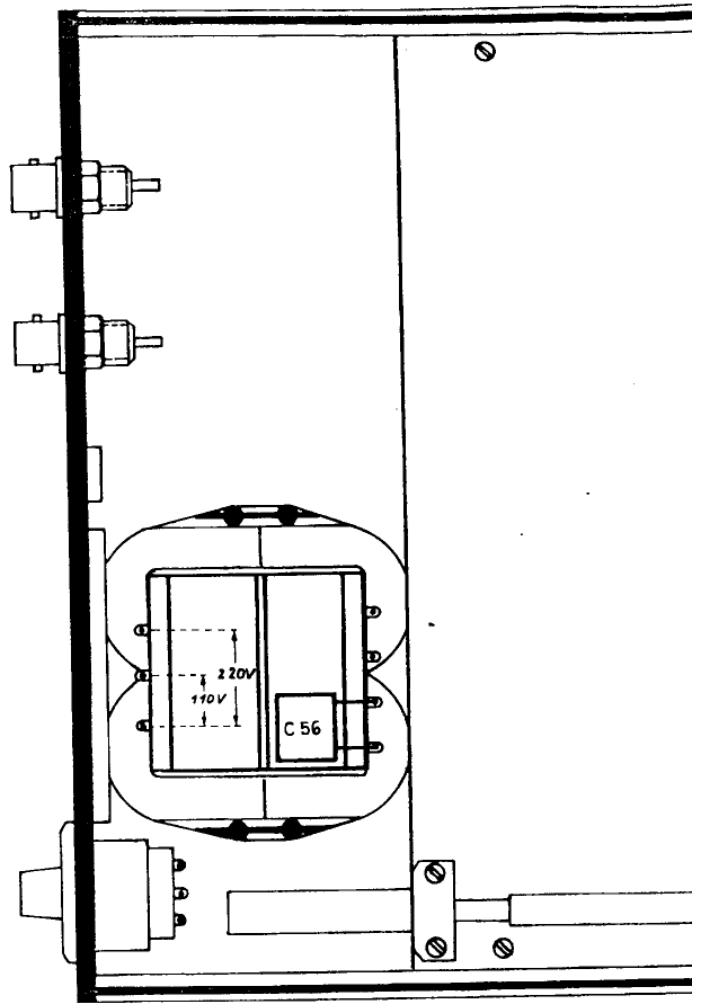


Frontplatte

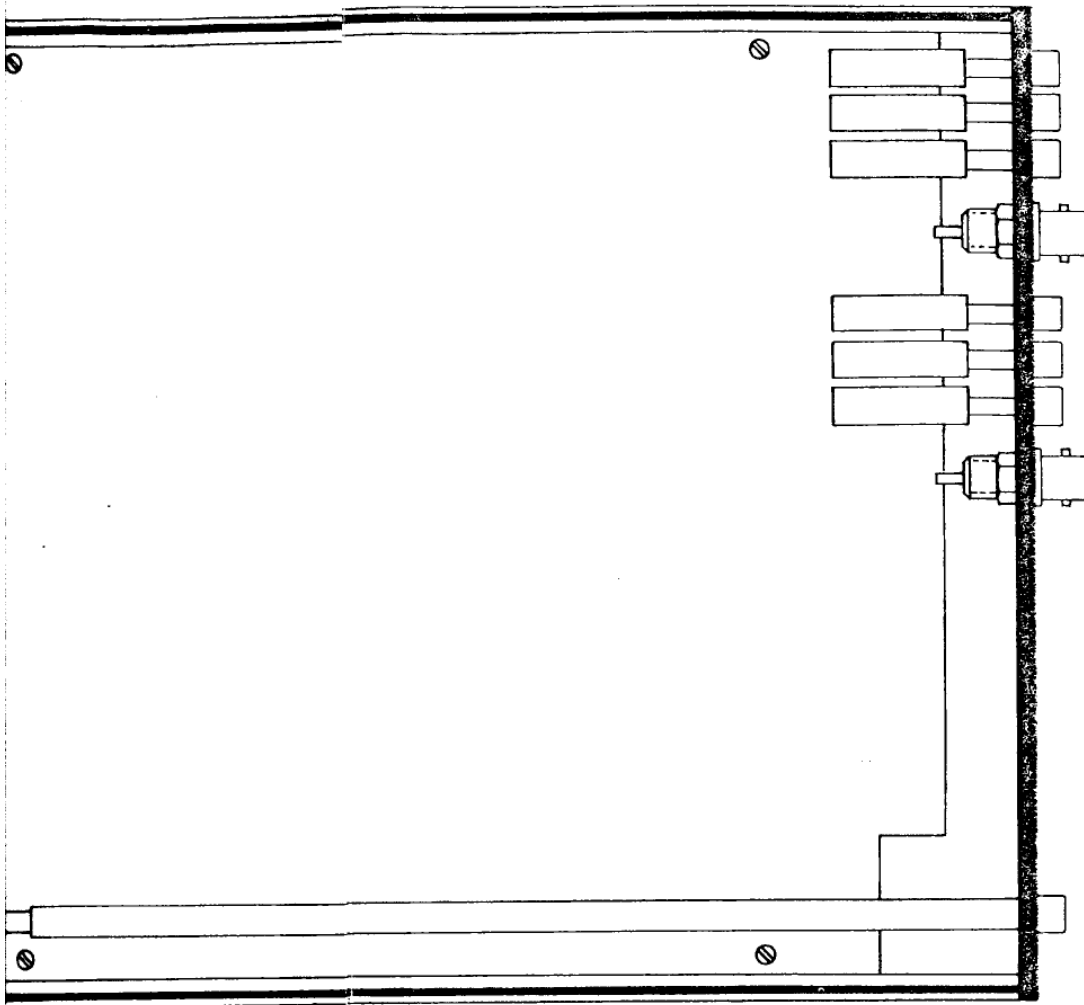


Rückwand

Bestückungsplan für die Front - und Rückplatte des Universalzählers FET 100



Ansicht des Universalzählers



Universalzählers FET 100 von unten bei abgenommenem Boden