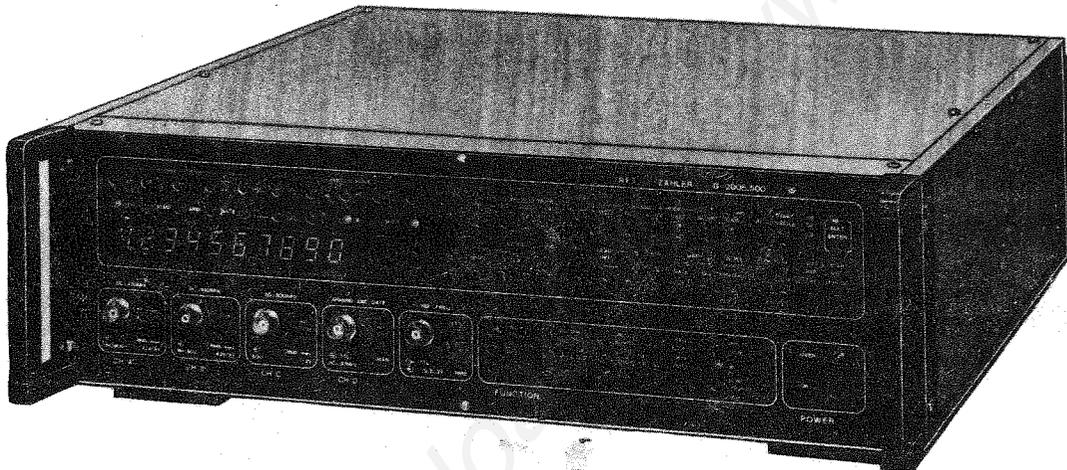


Zähler G-2005.500/510



2. Ausgabe Januar 1988

Gültig ab Fabrikations-Nr. 1111

v eb mikroelektronik › karl marx ‹ erfurt
stammbetrieb



DDR – 5010 Erfurt, Rudolfstraße 47 Telefon 580 Telex 061 306

Aenderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Anwendung	5
2. Technische Kennwerte	6
3. Funktionsprinzip	21
3.1. Messverfahren	21
3.1.1. Zaehlskanal x	21
3.1.2. Zaehlskanal y	23
3.1.3. Betriebsarten	24
3.2. Beschreibung des Uebersichtsschaltbildes	26
4. Zubehoerempfehlung	31
4.1. Zubehoer fuer Messzwecke	31
4.2. Zubehoer fuer Verkettung	31
4.3. Zubehoer fuer Reparaturzwecke	32
5. Betriebsanleitung	33
5.1. Vorbereitung zum Betrieb	33
5.1.1. Bilder und Erlaeuterungen	33
5.1.2. Aufstellung	38
5.1.3. Sicherheitsbestimmungen/Stromversorgung	39
5.1.4. Erlaeuterung der Funktionen des G-2005.500/510	39
5.1.4.1. Betriebsarten	39
5.1.4.2. Eingabetastatur	43
5.1.4.3. Anzeige des Messergebnisses	47
5.1.4.4. Gueltige Stellen	47
5.1.4.5. Angezeigte Stellen	48
5.1.4.6. Messfreigabe	49
5.1.4.7. Torzeit	53
5.1.4.8. Stoppverzoeigerung	58
5.1.4.9. Register t und u	60
5.1.4.10. Mathematische Funktionen	64
5.1.4.11. Mittelwertrechnung	65
5.1.4.12. Messablauf	66
5.1.4.13. Interne Referenzfrequenz	69
5.1.4.14. Triggerpegeleinstellung	73
5.1.4.15. Eingaberegister	77
5.1.4.16. Kanaleinstellungen	80
5.1.4.17. Betriebsartenspeicher	83
5.1.4.18. Fehleranzeige	84
5.1.5. Verkettung	86
5.1.5.1. Adressierung	86
5.1.5.2. Interfacenachrichten und -funktionen	88
5.1.5.3. Messdaten	88
5.1.5.4. Fernsteuerbarkeit	90
5.1.5.5. Programmdaten	90
5.1.5.6. Zustandsdaten	95

1. ANWENDUNG

Der Zaehler G-2005.500/510 gehoert zu der Klasse hochwertiger universell einsetzbarer Frequenz-/Zeitmessgeraete.

Er zeichnet sich besonders durch die hohe Zeitaufloesung von 1 ns bei einmaligem Messvorgang, durch den breiten Frequenzbereich und durch zahlreiche Sonderfunktionen, wie z. B. Hold off, Burstmessung, digitale Triggerpegeleinstellung, Mittelwertbildung und Berechnung mathematischer Funktionen aus.

Der maximale Frequenzbereich betraegt 500 MHz beim G-2005.500 und 100 MHz beim G-2005.510.

Der Zaehler G-2005.500/510 ist vorgesehen zur genauen Messung von

- Frequenzen,
- Zeitintervallen,
- Periodendauern,
- Frequenzverhaeltnissen und zum
- Zaehlen von Impulsen bzw.
- Zaehlen von Impulsen pro Zeitintervall.

Zusaetzlich verfuegt der Zaehler G-2005.500/510 noch ueber die Betriebsarten

- Phasenwinkel,
- Tastverhaeltnis,
- Drehzahl (Ereignisse/Minute) und
- Impulsbreite.

Fuer den Zaehler G-2005.500/510 als Einzelgeraet und in Verbindung mit anderen Erzeugnissen, die auf der Basis des byteseriellen-bitparallelen Interface IMS-2 arbeiten, ergeben sich folgende Einsatzschwerpunkte:

- Einsatz in der elektrischen Messtechnik zur Rationalisierung von Erkundungs- und Testmessungen bei der Ueberwachung von Rundfunk-, Fernseh-, Telemetrie- und Oszillatorfrequenzen, Messung der Frequenzdrift von Quarzen ueber groessere Zeitraeume, Kurzzeitmessungen an Schaltern und Kontakten, Reaktionszeitmessungen, z.B. in der Sportmedizin und in der chemischen Industrie;
- Einsatz fuer Aufgaben in der Feldstaerke- und Funkstoermesstechnik;
- Einsatz in der Bauelementeindustrie;
- Einsatz in der allgemeinen Messtechnik.

Der im Zaehler G-2005.500/510 enthaltene Mikrorechner steuert den Messablauf, fuehrt die zur Bestimmung des Messergebnisses erforderlichen Rechenoperationen aus und ermoeglicht die Fernsteuerbarkeit aller Funktionen (einschliesslich Triggerpegel).

Durch Anschluss geeigneter Wandler ergeben sich branchenunabhaengige Anwendungsmoeglichkeiten in allen Zweigen der Volkswirtschaft, z.B. der Messung von mechanischen Spannungen an Modellen von Gebaueden und Maschinen, bei der Messung von Temperatur, Kraft, Weg, Beschleunigung, Dichte, Dicke, Dehnung, Durchfluss und Strahlung. Der besondere Vorteil des Zaehlers G-2005.500/510 besteht darin, dass der Anwender die Moeglichkeit hat, fuer die Loesung seines speziellen Messproblems technisch und oekonomisch optimal zu projektieren und einzusetzen.

2. TECHNISCHE KENNWERTE

2.1. SPEZIFISCHE KENNWERTE

2.1.1. Betriebsarten

FREQUENZ: FREQ A(B) 100 MHz

- Bereich 0,05 Hz... 100 MHz
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit 10 MHz 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 μ s... 254 s, automatisch, extern ueber Eingang D, manuell
- Messfreigabe automatisch
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- (2 ns + 1/Ergebnis)/Toroeffnungszeit

FREQUENZ, reziprok: FREQ A(B) 40 MHz

- Bereich 0,001 Hz... 40 MHz
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit Signal A(B) 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 μ s... 254 s, automatisch, 1 Periode von Signal A(B), extern ueber Eingang D, manuell
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A(B) oder durch interne Zeitimpulse
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- [3 ns + 2 x Triggerfehler A(B)]/Toroeffnungszeit

FREQUENZ, reziprok: FREQ C (entfaellt bei G-2005.510)

- Bereich 50... 500 MHz
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit 1/40 der Frequenz des Mess-Signales 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 μ s... 254 s, automatisch, extern ueber Eingang D oder manuell
- Messfreigabe automatisch
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- 3 ns/Toroeffnungszeit

PERIODENDAUER: PER A(B)

- Bereich 25 ns... 1000 s
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit Signal A(B) 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 μ s... 254 s, automatisch, 1 Periode von Signal A(B), extern ueber Eingang D, manuell
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A(B) oder durch interne Zeitimpulse
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- [3 ns + 2 x Triggerfehler A(B)]/ Toroeffnungszeit

FREQUENZVERHAELTNIS: RATIO A/B(B/A)

- Bereich Frequenz A(B) 0,05 Hz... 100 MHz
- Bereich Frequenz B(A) 0,001 Hz... 10 MHz
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit Signal B(A) automatisch, 1 Periode des Signales B(A), extern ueber Eingang D, manuell
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales B(A) oder durch interne Zeitimpulse
- relativer Fehler +/- [1/Frequenz A(B) + 2 x Triggerfehler B(A) + 4 ns]/ Toroeffnungszeit

ZEITINTERVALL: TI A->B(B->A)

- Bereich 10 ns... 1000 s
- maximale Frequenz 10 MHz
- maximale Aufloesung 1 digit/ns
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke der Signale A oder B, extern ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse
- Stoppverzoegerung 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 2 μ s... 254 s, aus (nur bei Messfreigabe ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse)
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- (Triggerfehler A + Triggerfehler B + 5 ns)/Ergebnis

+/-ZEITINTERVALL: +/-TI A->B(B->A)

- Bereich -1000... +1000 s
- maximale Frequenz 10 MHz
- maximale Aufloesung 1 digit/ns
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke der Signale A oder B, extern ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse
- relativer Fehler (Ergebnis \neq 0) +/- Quarzfehler +/- (Triggerfehler A + Triggerfehler B + 5 ns)/Ergebnis

IMPULSBREITE: PW A(B)

- Bereich 10 ns... 1000 s
- maximale Frequenz 10 MHz
- minimale Impulsbreite, -luecke 10 ns
- maximale Aufloesung 1 digit/ns
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A(B), extern ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse
- Stoppverzoegerung 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 2 μ s... 254 s, aus (nur bei Messfreigabe ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse)
- relativer Fehler +/- Quarzfehler +/- [3 ns + Triggerfehler Startflanke A(B) + Triggerfehler Stoppflanke A(B)]/Ergebnis

ZAEHLEN: CT A by B(B by A)

- Zaehlkapazitaet $1,2 \times 10^{11}$ Impulse
- Torceffnungszeit High- bzw. Low-Breite des Signales B(A)
- High- bzw. Low-Breite des Signales B(A) 10 ns... 1000 s
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales B(A), extern ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse

- Stoppverzögerung 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 2 μ s...
254 s, aus (nur bei Messfreigabe ueber Eingang D oder durch interne Zeitimpulse)
- relativer Fehler +/- 1 digit/Ergebnis +/- [4 ns + Triggerfehler Startflanke B(A) + Triggerfehler Stoppflanke B(A)]/Toroeffnungszeit

ZAEHLEN: CT A(B) by D

- Zaehlkapazitaet 1,2 x 10¹¹ Impulse
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit 10 MHz High- bzw. Low-Breite des Signales D oder manuell
- High- bzw. Low- Breite des Signales D 15 ns... 1000 s
- Messfreigabe automatisch
- Stoppverzögerung 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 2 μ s... 254 s, aus
- relativer Fehler +/- 1 digit/Ergebnis
+/- 120 ns/Toroeffnungszeit

ZEIT: TIME D

- Bereich 100 ns... ca. 3 1/2 h
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit 10 MHz High- bzw. Low-Breite des Signales D oder manuell
- maximale Aufloesung 10 digit/ μ s
- Messfreigabe automatisch
- Stoppverzögerung 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 2 μ s... 254 s, aus
- relativer Fehler +/- Quarzfehler
+/- 120 ns/Toroeffnungszeit

UMDREHUNGEN PRO MINUTE: RPM A(B)

- Bereich 0,06... 2400 x 10⁶ 1/min
- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit Signal A(B) 100 ms, 1 s, 10 s, 2 μ s...
254 s, automatisch, 1 Periode von Signal A(B), extern ueber Eingang D, manuell
- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A(B) oder durch interne Zeitimpulse

- relativer Fehler \pm Quarzfehler \pm [3 ns + 2 x Triggerfehler A(B)] / Toroeffnungszeit

PHASENWINKEL: PH A→B (B→A)

- Bereich [10 ns x Frequenz A(B)... 1] x 360 Grad

- maximale Frequenz 10 MHz

- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A oder B

- relativer Fehler \pm (5 ns + Triggerfehler A + Triggerfehler B) / Zeit A→B (B→A) \pm [3 ns + 2 x Triggerfehler A(B)] x Frequenz A(B)

\pm -PHASENWINKEL: \pm -PH A→B(B→A)

- Bereich (bei Sinusspannung, Messfreigabe automatisch und Triggerpegel 0 V) [-1 + 40 ns x Frequenz A(B) ... +1] x 180 Grad

- maximale Frequenz 10 MHz

- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke der Signale A oder B

- relativer Fehler (Ergebnis \neq 0) \pm (5 ns + Triggerfehler A + Triggerfehler B) / Zeit A→B (B→A) \pm [2 x Triggerfehler A(B) + 3 ns] x Frequenz A(B)

TASTVERHAELTNIS: DUTY A(B)

- untere Bereichsgrenze 10 ns x Frequenz A(B) x 100 %

- obere Bereichsgrenze [1 - 10 ns x Frequenz A(B)] x 100 %

- maximale Frequenz 10 MHz

- minimale Impulsbreite, -luecke 10 ns

- Messfreigabe automatisch, positive oder negative Flanke des Signales A(B)

- relativer Fehler \pm [3 ns + Triggerfehler Startflanke A(B) + Triggerfehler Stopplanke A(B)] / Impulsbreite A(B) \pm [3 ns + 2 x Triggerfehler Startflanke A(B)] x Frequenz A(B)

FUNKTIONSTEST: CHECK

- Toroeffnungszeit, synchronisiert mit 10 MHz

100 ms, 1 s, 10 s,
2 μ s... 254 s, automatisch,
extern ueber Eingang D oder
manuell

- Messfreigabe

automatisch

- relativer Fehler

+/-2 ns/Toroeffnungszeit

2.1.2. Sonderfunktionen

MATH xc-d

- Ergebnis

Messwert x Konstante c -
Konstante d

- Wertebereich fuer
Konstante c

-9,9999999 x 10⁹... -10⁻¹⁰,
0, + 10⁻¹⁰... +9,9999999 x 10⁹

- Wertebereich fuer
Konstante d

wie Konstante c mit der
Masseinheit des Messwertes

MATH ÷d

- Ergebnis

Messwert bzw. Ergebnis von
MATH xc-d dividiert durch
Konstante d

- Wertebereich fuer
Konstante d

wie bei MATH xc-d

AVG

- Ergebnis

arithmetischer Mittelwert aus n
aufeinanderfolgenden Messwerten

- Wertebereich fuer n

1... 254

LOAD/READ STORAGE

- Anzahl der Schreib-
/Lesespeicher

8

- speicherbare Funktionen

alle Funktionseinstellungen

2.1.3. Eingangswerte

KANAELE A,B

- Frequenzbereich
 - DC-gekoppelt 0... 100 MHz
 - AC-gekoppelt 20 Hz... 100 MHz
- Filter
 - Grenzfrequenz, 10 kHz +/- 5 kHz
 - 6 dB Abfall
 - Daempfung, 500 kHz... 10 MHz >= 32 dB
- Abschwaecher x 1 oder x 10
- Eingangsimpedanz hochohmig
 - Widerstand 1 MOhm +/- 100 kOhm
 - Kapazitaet
 - Abschwaecher x 1 25 pF +/- 5 pF
 - Abschwaecher x 10 20 pF +/- 5 pF
- Eingangsimpedanz niederohmig
 - nominal 50 Ohm
 - Stehwellenverhaeltnis <= 2
 - VSWR
- minimale Eingangsspannung 1)
 - Abschwaecher x 1
 - Sinusspannung U_{eff} 20 mV, 35 mV ab 70 MHz
 - Impulse U_{ss} 60 mV, 100 mV bei Impulsbreite, -luecke <= 10 ns
 - Abschwaecher x 10
 - Sinusspannung U_{eff} 220 mV, 400 mV ab 70 MHz
 - Impulse U_{ss} 660 mV, 1,1 V bei Impulsbreite, -luecke <= 10 ns
- maximale Eingangsspannung 1)
 - Abschwaecher x 1
 - Sinusspannung U_{eff} 1,8 V
 - Impulse U_s +/-2,5 V, Flankensteilheit <= 4,5 V/ns
 - Abschwaecher x 10, hochohmig
 - Sinusspannung U_{eff} 18 V, ab 30 MHz mit 20 dB/Dekade abfallend
 - Impulse U_s +/-25 V, Flankensteilheit <= 4,5 V/ns
 - Abschwaecher x 10, niederohmig bis zur Ueberlastgrenze
- Ueberlastgrenze 1)
 - Abschwaecher x 1, hochohmig
 - Sinusspannung U_{eff} 42 V, ab 2,5 MHz mit 20 dB/Dekade abfallend bis auf 2,5 V
 - Impulse U_s +/-60 V, fuer $|U_s| >= 2,5 V$ Flankensteilheit <= 1 V/ns

1) Die Spannungsangaben gelten bei AC-Kopplung fuer den Wechselspannungsanteil des Signales

- Abschwaecher x 1,
niederohmig
- Sinusspannung U_{eff} 5 V, ab 20 MHz mit 20 dB/Dekade
abfallend bis auf 2,5 V
- Impulse U_s +/-10 V, jedoch $U_{eff} \leq 5$ V,
fuer $|U_s| \geq 3,5$ V Flanken-
steilheit ≤ 1 V/ns
- Abschwaecher x 10,
hochohmig
- Sinusspannung U_{eff} 42 V, ab 12 MHz mit 20 dB/
Dekade abfallend
- Impulse U_s +/-60 V, Flankensteilheit
 $\leq 4,5$ V/ns
- Abschwaecher x 10,
niederohmig
- Sinusspannung U_{eff} 5 V
- Impulse U_s +/-10 V, jedoch $U_{eff} \leq 5$ V,
Flankensteilheit $\leq 4,5$ V/ns
- maximal zulaessige Gleich-
spannung bei AC-Kopplung
hochohmig U_s +/-60 V, jedoch $|U_s|$ der Ge-
samtspannung (Gleich- und Wech-
selspannung) ebenfalls ≤ 60 V
niederohmig U_s +/-5 V, einschliesslich ueber-
lagerter Wechselspannung
 $U_{eff} \leq 5$ V
- minimale Impulsbreite,
-luecke 5 ns (im Triggerpunkt)
- Eigenanstiegszeit zwischen
20 % und 80 % der Signal-
amplitude ≤ 3 ns (Abschwaecher x 1,
50 Ohm, $U_{ss} = 1$ V)
- Laufzeitfehler in einem
Kanal zwischen positiver
und negativer Flanke +/-2 ns (Abschwaecher x 1,
50 Ohm, Triggerpegel auf 0 V,
 $U_s = +/-1$ V)
- Laufzeitfehler zwischen
zwei Kanaelen bei belie-
bigen Flanken +/-4 ns (Abschwaecher x 1,
50 Ohm, Triggerpegel auf 0 V,
 $U_s = +/-1$ V)
- Setzzeit zwischen Messfrei-
gabeflanke und Messflanke
bei den Kanaelen A, B (t_{SFHY}) ≤ 20 ns
- Triggerflanke positiv oder negativ
- Triggerpegelbereich
Abschwaecher x 1 -2,54... +2,54 V in 10 mV
Schritten, hysteresekompensiert
Abschwaecher x 10 -25,4... +25,4 V in 100 mV
Schritten, hysteresekompensiert

- Triggerpegelfestwerte
 - TTL +1,4 V, Abschwaecher x 10, hysteresekompensiert
 - ECL -1,3 V, Abschwaecher x 1, hysteresekompensiert
 - Null Hysteresefenster liegt symmetrisch zu 0 V
 - Sin Triggerpegel wird automatisch auf empfindlichste Stellung geregelt, nur fuer Sinusspannung und fuer Frequenzen ≥ 50 Hz

- Fehler der Triggerpegel-einstellung
 - Abschwaecher x 1 ± 20 mV ± 3 % vom eingestellten Wert $\pm 1,5$ % von U_{SS} des Mess-Signales
 - Abschwaecher x 10 ± 200 mV ± 5 % vom eingestellten Wert $\pm 1,5$ % von U_{SS} des Mess-Signales

- Triggerfehler bei vernachlaessigbar kleinem Rauschen des Mess-Signales allgemein
 - fuer Sinusspannung, Abschwaecher x 1, $U_{eff} = 100$ mV
 - 1,35 mV/Flankensteilheit im Triggerpunkt
 - 0,3 %/Anzahl der gemessenen Perioden

KANAL C (entfaellt bei G-2005.510)

- Frequenzbereich 50... 500 MHz
- Signalform sinusfoermig
- Eingangsspannungsbereich U_{eff} 50 mV... 1 V
- Ueberlastgrenze U_{eff} 2,5 V
- Eingangsimpedanz
 - nominal 50 Ohm
 - Stehwellenverhaeltnis ≤ 2
 - VSWR

KANAL D (externe Torzeit, Messfreigabe)

- Frequenzbereich DC... 10 MHz
- Eingangsspannung TTL-Pegel
- Ueberlastgrenze U_S ± 60 V, Flankensteilheit $\leq 4,5$ V/ns, $U_{eff} \leq 42$ V
- Eingangsimpedanz
 - Widerstand 1 MOhm ± 100 kOhm
 - Kapazitaet ≤ 25 pF

2.1.4. Referenzfrequenz

INTERNE REFERENZ

- Nennwert 10 MHz
- maximale Alterung $\pm 5 \times 10^{-8}$ /Monat, nach einer Einlaufzeit von 48 h
- maximale Frequenzabweichung zwischen +5 Grad C und +45 Grad C $\pm 5 \times 10^{-8}$
- maximale Frequenzabweichung bei Aenderung der Netzspannung um $\pm 10\%$ $\pm 3 \times 10^{-8}$
- Abgleichgenauigkeit bei Auslieferung $\pm 5 \times 10^{-8}$
- Einstellgenauigkeit der Frequenz $\pm 1 \times 10^{-8}$

AUSGABE INTERNE REFERENZ

- Frequenz (nominal) 1, 10, 100 Hz, 1, 10, 100 kHz
1, 10 MHz
- relativer Fehler wie bei INTERNE REFERENZ
- Ausgangsspannung TTL-Pegel, Lastfaktor 1, bei 10 MHz High-Pegel ≥ 2 V
- Signalform impulsfoermig, Tastverhaeltnis 1 : 2, bei 1 MHz 2 : 3
- Schutz gegenueber auf den Ausgang geschalteten Spannungen bis $U_s = \pm 30$ V

EXTERNE REFERENZ

- Frequenz (nominal) 1, 2, 3, ... , 10 MHz
- maximal zulaessige Abweichung gegenueber der internen Referenzfrequenz (Fangbereich) $\pm 5 \times 10^{-7}$
- Eingangsspannungsbereich U_{eff} 0,5... 2 V, AC-gekoppelt
- Signalform sinusfoermig
- Eingangskapazitaet ≤ 25 pF
- Ueberlastgrenze U_{eff} 42 V

2.1.5. Anzeige/Messablauf

- Anzeigeformat ingenieurtechnische Darstellung (Mantisse + Exponent) mit Unterdrueckung fuehrender Nullen
- Mantisse 10 LED 12,6 mm hoch
- Exponent 2 LED 12,6 mm hoch
- angezeigte Stellen waelhbar zwischen 3 und 10
- Wertebereich (Betrag) 10^{-18} bis $9,9 \times 10^{18}$
- Ausloesung einer Messung automatisch wiederholend, manuell, durch Befehl GET ueber Interface
- Pause (bei automatisch wiederholender Ausloesung) aus, 16 ms... 254 s in Schritten zu 16 ms

2.2. INTERFACE-KENNWERTE

2.2.1. Ausfuehrung

- Standard IMS-2 nach TGL 42039
- realisierte Interface-funktionen SH1, AH1, L4, T5, RL1, SR1, DC1, DT1
- empfangene Interface-nachrichten ATN, IFC, REN, NRFD, NDAC, DAV, EOI, SDC, DCL, GET, UNL, MLA, MTA, SPE, SPD, LLO, GTL, OTA
- gesendete Interface-nachrichten NRFD, NDAC, DAV, EOI, SRQ
- Adressierung Adressen 0... 30 oder ton-Betrieb, durch Schalter an Geraeterueckseite einstellbar
- fernsteuerbare Funktionen alle
- Pegel, Last- und Zeitbedingungen nach TGL 42039, Low-Ausgangsspannung fuer DIO 1 - DIO 7, EOI $\leq 0,6$ V bei 48 mA
- Erdung Schirmanschluss, Interface- und Messkreismasse sind mit dem Gehaeuse (= Schutzerde) fest verbunden

2.2.2. Messdaten

- Kodierung ISO-7-Bit-Kode
 - T-Feld variable Laenge, maximal 4 Zeichen, beinhaltet nur die Masseinheit des Messwertes
 - U-Feld 1 Zeichen
 - V-Feld entspricht Format NR3, variable Laenge, maximal 11 Zeichen, Unterdrueckung vorlaufender Nullen
 - W-Feld 4 Zeichen, Darstellung des Exponenten als Vielfaches von 3 im Bereich -18... +18
- Begrenzer CR, LF und EOI

2.2.3. Programmdaten

- Kodierung ISO-7-Bit-Kode
- Format 1 (zur Eingabe von Funktionseinstellungen)
 - T-Feld 2 Zeichen (Grossbuchstaben)
 - V-Feld eine der Ziffern 0... 8
 - Begrenzer beliebig nach TGL 42039, nicht zwingend erforderlich
- Format 2 (zur Eingabe von Zahlenwerten)
 - T-Feld 2 Zeichen (Grossbuchstaben)
 - U-Feld " + " oder " - "
 - V, W-Feld beliebig im Rahmen der Zahlenwertdarstellungen NR1... NR3 nach TGL 42039, nur als Registerbegrenzer erforderlich
 - Begrenzer

2.2.4. Zustandsdaten

- Kodierung binar nach TGL 42039, DIO 8 immer logisch 0
- dezimale Kodeziffern
 - ohne Bedienanforderung
 - 0: keine Messung
 - 16: Messung laeuft
 - mit Bedienanforderung
 - 72: Messung beendet, neue Messdaten stehen zur Ausgabe bereit
 - 97... 103: fehlerhafte Geratefunktion

2.3. BETRIEBSBEDINGUNGEN

- Netzspannung 220 V +/- 22 V
- Netzfrequenz 50 Hz +/- 1 Hz bzw.
60 Hz +/- 1,2 Hz
- Klirrfaktor <= 10 %
- Leistungsaufnahme bei 220 V <= 160 VA, im Stand by Betrieb
<= 25 VA

2.4. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

2.4.1. Nennarbeitsbedingungen

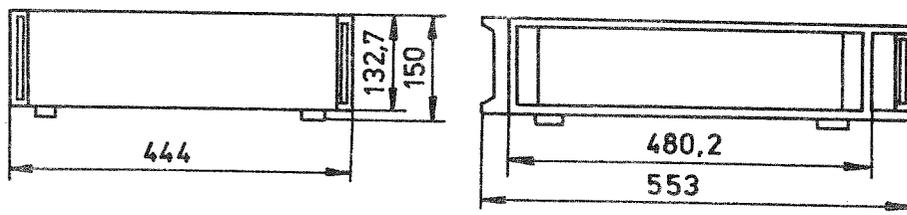
- Einsatzklasse +5/+45/30/80//1101 nach
TGL 9200/03
- relative Luftfeuchte 10... 80 % bis 30 Grad C, ab
30 Grad C linear abfallend von
80 % auf 35 % bei 45 Grad C;
Jahresmittelwert <= 65 %
- Luftdruck 60... 106,6 kPa
- Globalstrahlung direkte Globalstrahlung ist
nicht zugelassen
- Festigkeit nach TGL 14283/09 (entsprechend
G 21 nach TGL 200-0057/04)
- Schutzklasse I nach TGL 14283
- Schutzgrad IP 20 nach TGL 15165
- Funkstoerfeldstaerke F3/12 nach TGL 20885
- Funkstoerspannung F1/12 nach TGL 20885

2.4.2. Lager- und Transportbedingungen (in Erstverpackung)

- Temperaturbereich -25... +70 Grad C
- relative Luftfeuchte <= 95 % bei 30 Grad C
- Festigkeit nach TGL 14283/10
- Transport- und Lagerdauer <= 6 Monate

2.5. ABMESSUNGEN UND MASSE

- Abmessungen (Grossstmasze)



- Masse ≤ 25 kg

2.6. SCHUTZGUEETE

- Schutzgrad IP 20

- Schutzklasse I

Das Erzeugnis wurde auf der Grundlage der TGL 14283/07 und der TGL 30101 auf Einhaltung der Vorschriften des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes ueberprueft. Der GAB Nachweis sowie die Stellungnahme der betrieblichen Schutzguetekommission liegen vor. Dementsprechend besitzt das Erzeugnis Schutzguete gemass der 3. Durchfuehrungsbestimmung zur Arbeitsschutzverordnung.

- Verbleibende Gefaehrdungen bzw. Erschwernisse:
bei Einhaltung der in den TECHNISCHEN KENNWERTEN angegebenen Maximalspannungen - keine.

2.7. ZUM LIEFERUMFANG GEHOERENDE POSITIONEN

- 1 Bedienungsanleitung Zaehler G-2005.500/510
- 1 Garantieurkunde Zaehler G-2005.500 1)
- 1 Garantieurkunde Zaehler G-2005.510 2)
- 1 Beilage Byteseriell-es-bitparalleles Interface IMS-2
- 1 Qualitaetspass Zaehler G-2005.500 1)
- 1 Qualitaetspass Zaehler G-2005.510 2)
- 1 Geraeteanschlussleitung, Kenn-Nr. 22644.031/053061
- 1 Auszieher 4099.006-02464
- 2 Systemkabel Z-5205.020

1) entfaellt bei Variante G-2005.510

2) entfaellt bei Variante G-2005.500

3. FUNKTIONSPRINZIP

3.1. MESSVERFAHREN

Der Zaehler G-2005.500/510 arbeitet nach dem Zaehlverfahren. Er benutzt dazu zwei Zaehlkanaele x und y, die je nach Betriebsart von den Mess-Signalen oder den internen Zeitimpulsen angesteuert werden (siehe Bild 1). Aus den Zaehlresultissen, die nach Ende des Messintervallles in den Zaehlkanaelen x und y stehen, errechnet der Mikroprozessor des G-2005.500/510 das Messergebnis.

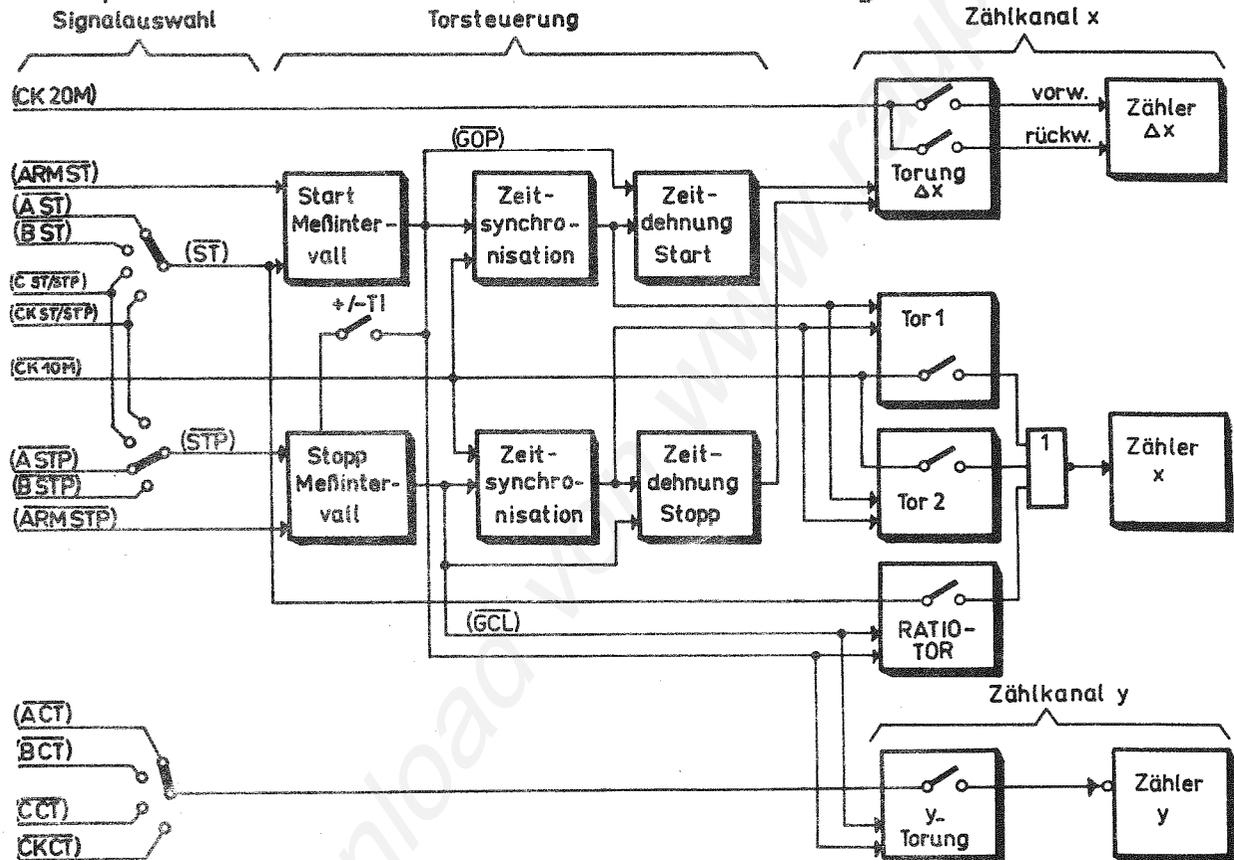
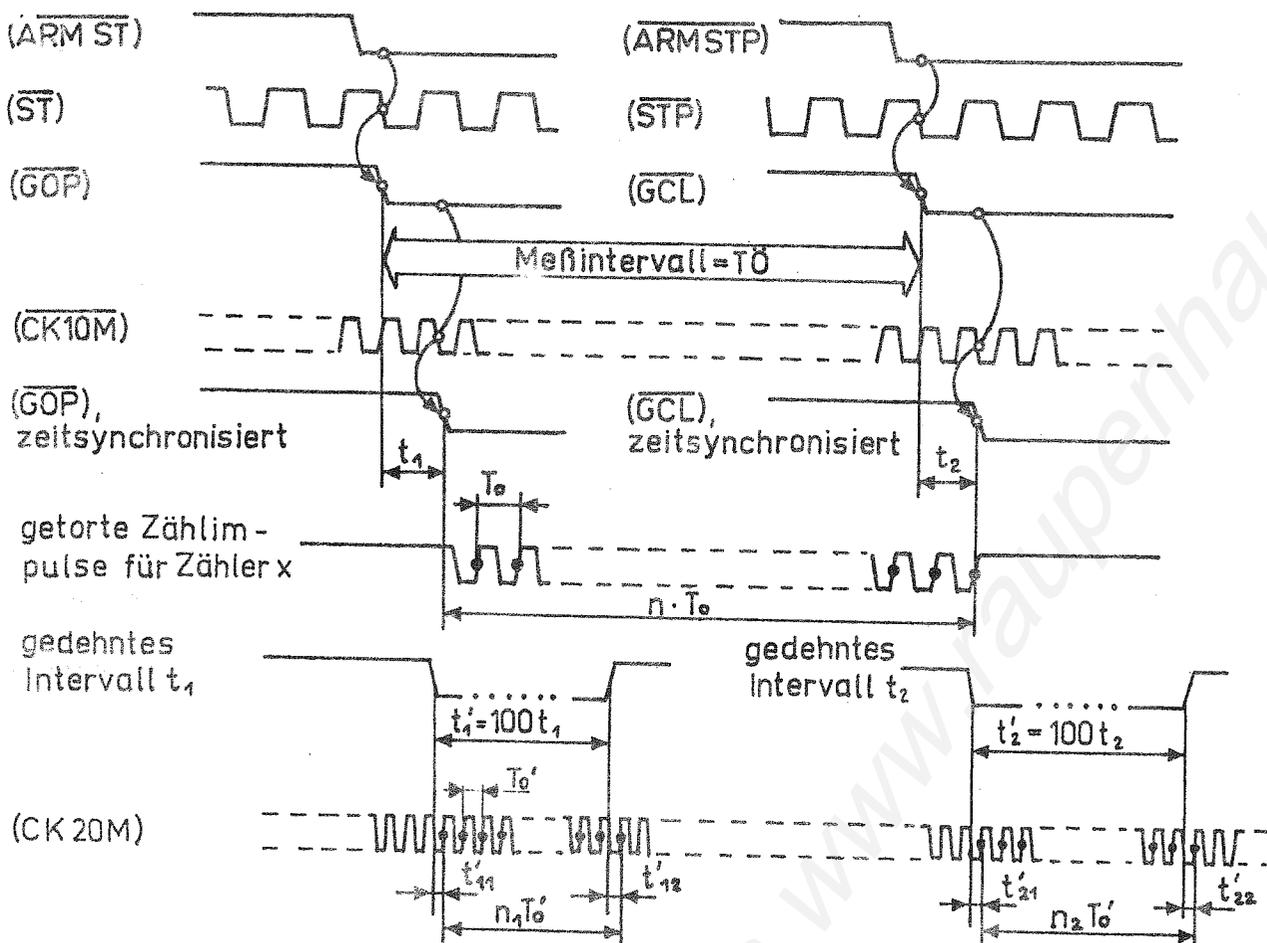


Bild 1: Uebersichtsschaltbild zum Messprinzip des G-2005.500/510

3.1.1. Zaehlkanal x

Der Zaehlkanal x dient hauptsaechlich der Zeitmessung. Die zu messende Zeit ist das Messintervall, dass durch das Torexfoenungssignal (GOP) und das Torendesignal (GCL) begrenzt ist. Beide Signale werden in der Torsteuerung erzeugt. Nach Eintreffen der Startfreigabe (ARM ST) = Low bewirkt die naechste High-Low-Flanke des Startsignals (ST) den Beginn des Messintervallles durch (GOP) = Low (Bild 2). Das Ende des Messintervallles (GCL) = Low wird durch den High-Low-uebergang des Stoppsignales (STP) nach erfolgter Stoppfreigabe (ARM STP) = Low festgelegt (zum Prinzip der Messfreigabe siehe Abschnitt "VORBEREITUNG ZUM BETRIEB" Punkt 5.1.4.6.).

Start- und Stoppsignale haengen von der Betriebsart ab. Sie werden von den Messkanaelen A, B, C oder von der internen Referenzfrequenz abgeleitet.



gezählte Impulsflanken

Bild 2: Signale zur asynchronen Zeitmessung

Das Toröffnungssignal (\overline{GOP}) wird in der Zeitsynchronisation mit den internen Zeitimpulsen ($CK\ 10M$) synchronisiert. Das synchronisierte Toröffnungssignal öffnet Tor 1 und die internen Zeitimpulse laufen in den Zähler x ein. Dies geschieht solange, bis das vom Stoppsignal gelieferte zeitsynchronisierte Torendesignal Tor 1 wieder zumacht. In dieser Zeit sind in den Zähler x n Impulse mit einem Zeitabstand T_0 eingelaufen. Bei der Zeitsynchronisation entstehen die Zeitfehler t_1 und t_2 . Diese Zeiten werden in der Zeitdehnung Start bzw. Stopp auf das 100fache verlängert. Die gedehnten Intervalle steuern das Tor Δx . Während t_1' gelangen die Zählimpulse ($CK\ 20M$) auf den Vorwärtszähleingang von Zähler Δx , während t_2' auf den Rückwärtszähleingang. Dadurch erfolgt im Zähler Δx die Differenzbildung $t_1' - t_2'$. Das Zählergebnis im Zähler Δx ist fuer die Vorwärtszählphase n_1 , fuer die Rückwärtszählphase n_2 . Üblicherweise ist fuer das Torendesignal (\overline{GCL}) = Low auch Voraussetzung, dass das Toröffnungssignal (\overline{GOP}) = Low vorhanden ist. Nur in den Betriebsarten +/-TI bzw. +/-PH ist diese Bedingung nicht erforderlich. Es kann dann der Fall eintreten, dass das Torendesignal vor dem Toröffnungssignal eintrifft, dann erfolgt der Zählvorgang im Zählkanal x ueber das Tor 2. Das Ergebnis ist dann negativ. Vorwärts- und Rückwärtszählphase sind zeitlich vertauscht. Auch kann es sein, dass Vorwärts- und Rückwärtszählphase teilweise zusammenfallen. Die aus Bild 2 abgeleiteten Aussagen gelten auch fuer diese Faelle.

Aus Bild 2 liest man fuer das Messintervall TOE ab:

$$TOE = n \times T\phi + (n_1 - n_2) \frac{T\phi'}{100} + \frac{t_{12}' - t_{22}'}{100}$$

Dabei ist $t_{11}' = t_{21}'$, weil der Beginn der gedehnten Intervalle synchron zu (CK 20M) ist. $T\phi$ ist 100 ns, $T\phi'$ ist 50 ns, $t_{12}' - t_{22}'$ ist ausserdem betragsmaessig kleiner oder gleich $T\phi'$. Setzt man $n_1 - n_2 = \Delta n$, ergibt sich:

$$TOE/ns = 100 \times n + \frac{\Delta n}{2} \pm 0,5.$$

In dieser Betriebsweise des Zaehlkanales x fuehrt der G-2005.500/510 vor jeder Messung einen Eichzyklus durch, um Laufzeitfehler der Torsteuerung weitgehend zu eliminieren. Fuer den Eichzyklus ist $n = 0$; Δn wird unterschieden in Δn_E und Δn_N . Der Fehler von $\pm 0,5$ ns entsteht im Eichzyklus und im Messzyklus. Folglich gilt Fall (a):

$$TOE = (100 \times n + \frac{\Delta n_N - \Delta n_E}{2} \pm 1) \text{ ns.}$$

Insgesamt ergibt die Zeitmessung im Zaehlkanal x einen Quantisierungsfehler von ± 1 ns. Dies ist zutreffend bei asynchroner Betriebsweise, d.h. die das Messintervall begrenzenden Signale (GDP), (GCL) sind in keiner festen Phasenbeziehung zu (CK 10M), also wenn die Start- und Stoppsignale von den Messkanalen A, B oder C herruehren. Wenn (ST) und (STP) von den internen Zeitimpulsen (CK) kommen, ergibt sich die synchrone Betriebsweise, fuer die $t_1 - t_2 = 0$ ist. Es wird dann kein Eichzyklus durchgefuehrt und das Register Δx wird fuer das Messergebnis nicht benutzt. Es gilt dann Fall (b):

$$TOE = n \times T_x$$

mit $T_x = 100$ ns.

Eine 3. Betriebsweise fuer den Zaehlkanal x wird bei RATIO benutzt. In diesem Fall sind Zeitsynchronisation und Zeitdehnung ausser Betrieb. Der Zaehler x wird ueber das RATIO-TOR angesteuert. Die Zaehlimpulse sind synchron zu (GDP) bzw. (GCL), da sie vom Startsignal herruehren. Diese Betriebsweise entspricht Fall b, wobei T_x die Periodendauer des Mess-Signales von Kanal A oder B ist.

3.1.2. Zaehlkanal y

Der Zaehlkanal y wird von den Zaehlsignalen (A CT), (B CT), (C CT) oder (CK CT) angesteuert. Welches Signal wirksam ist, haengt von der Betriebsart ab. Das y-Tor wird durch die Signale (GDP) und (GCL) geoeffnet und geschlossen. Das Prinzip der Torung zeigt Bild 3.

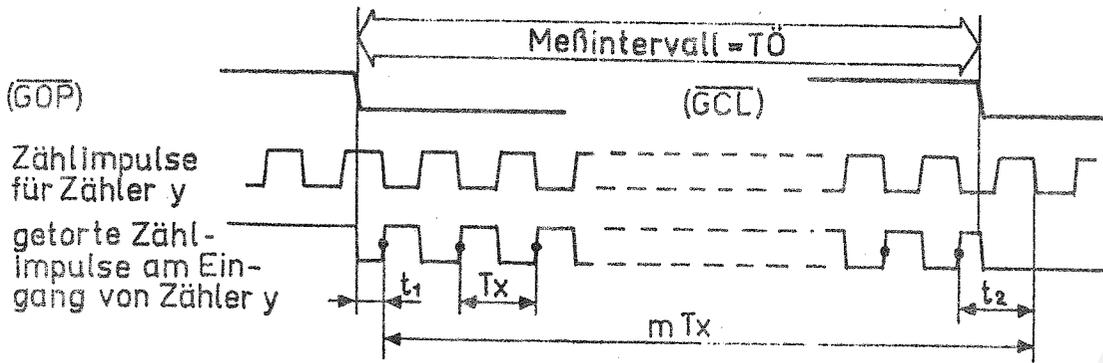


Bild 3: Prinzip der Torung beim Zaehlkanal y

Der Zaehlkanal y kann asynchron oder synchron arbeiten. Bei asynchroner Betriebsweise ist:

$$TOE = m \times Tx + t_1 - t_2 \text{ mit } |t_1 - t_2| \leq Tx.$$

Damit gilt der Fall (a):

$$TOE = (m \pm 1) \times Tx.$$

Bei synchroner Betriebsweise ist $t_1 - t_2 = 0$ und es gilt der Fall (b):

$$TOE = m \times Tx.$$

Tx ist die Periodendauer des Zaehlsignales.

3.1.3. Betriebsarten

Start- und Stoppsignale (\overline{ST}), (\overline{STP}) und die Betriebsweisen der Zaehlkanale x und y sind fuer die Betriebsarten nach Tabelle 1 festgelegt.

Betriebsart 1)	Start-signal (\overline{ST})	Stopp-signal (\overline{STP})	Betriebsweise	
			Zaehl-kanal x	Zaehl-kanal y
CHECK	interne Zeitimpulse (CK ST/STP)		(a)	(b) $Tx = T0$
FREQ A 100 MHz			(b) $Tx = T0$	(a) $Tx = TA$
FREQ A 40 MHz, PER A, RPM A	Mess-Signal A (A ST)	A (A ST)	(a)	(b) $Tx = TA$
FREQ C 2)	frequenzgeteiltes Mess-Signal C (C ST/STP)		(a)	(b) $Tx =$ $k \times TC$
RATIO A/B			Mess-Signal B (B ST)	B (B STP)

||
∨

Betriebsart 1)	Start-Signal (ST)	Stopp-Signal (STP)	Betriebsweise	
			Zaehlkanal x	Zaehlkanal y
TI A->B, +/-TI A->B, 1. Messzyklus von FH A->B, +/-PH A->B	Mess-Signal A (A ST)	Mess-Signal B (B STP)	(a)	-
FW A, 1. Messzyklus von DUTY A	Mess-Signal A (A ST)	negiertes Mess-Signal A (A STP)	(a)	-
CT A by B	Mess-Signal B (B ST)	negiertes Mess-Signal B (B STP)	(a)	(a) $T_x = T_A$
CT A by D	interne Zeitimpulse (CK ST/STP)		(b) $T_x = T_0$	(a) $T_x = T_A$
TIME D	interne Zeitimpulse (CK ST/STP)		(b) $T_x = T_0$	(b) $T_x = T_0$
2. Messzyklus bei PH A->B, +/-PH A->B, DUTY A	Mess-Signal A (A ST)	Mess-Signal A (A STP)	(a)	(b) $T_x = T_A$ $m = 1$

Betriebsweise Zaehlkanal x:

(a) $TOE = [100 \times n + (\Delta n_A - \Delta n_E) / 2 \pm 1] \text{ ns}$;

(b) $TOE = n \times T_x$

Betriebsweise Zaehlkanal y:

(a) $TOE = (m \pm 1) \times T_x$; (b) $TOE = m \times T_x$

T_A, T_B, T_C : Periodendauer der Mess-Signale A, B, C

$T_0 = 100 \text{ ns}$

k: Verteilungsfaktor im Kanal C

1) Bei Kanalvertauschung ist auch in den uebrigen Spalten A mit B zu vertauschen

2) nur bei G-2005.500

Tabelle 1: Betriebsweise der Zaehlkanale bei den Betriebsarten

Dabei wird der Zaehlkanal x in den CT-Betriebsarten und bei TIME D zur Bestimmung des Messergebnisses nicht benutzt.

Bei CT A by D oder TIME D wird die Torzeit durch die High- oder Low-Breite des Mess-Signales D festgelegt. Der Beginn der Torzeit ist die Startfreigabe (ARM ST), das Ende die Stoppfreigabe (ARM STP). Das tatsaechliche Messintervall ist mit der Torzeit nicht identisch, sondern entspricht der mit den internen Zeitimpulsen synchronisierten Torzeit. Der bei der Synchronisation entstehende Quantisierungsfehler ist +/-100 ns (siehe auch Abschnitt "VORBREITUNG ZUM BETRIEB" Punkt 5.1.4.7.). Dieser Fehler ist in Tabelle 1 nicht angegeben.

Das Messergebnis wird aus den Zaehlergebnissen der Zaehler x, Δx und y durch den Mikroprozessor berechnet. Wie dies geschieht, ist im Abschnitt "VORBEREITUNG ZUM BETRIEB" Punkt 5.1.4.5. angegeben. Dabei wird folgende Schreibweise benutzt:

$n = z(x)$: Zaehlergebnis im Zaehler x,
 $(\Delta n_A - \Delta n_B)/2 = z(\Delta x)$: Zaehlergebnis im Zaehler Δx ,
 $m = z(y)$: Zaehlergebnis im Zaehler y.

3.2. BESCHREIBUNG DES UEBERSICHTSSCHALTBIODES

Den funktionellen Kern des G-2005.500/510 bilden die in Abschnitt 3.1. beschriebenen Zaehlkanaele in Verbindung mit der Torsteuerung.

Diese Schaltungsteile sind im wesentlichen auf den Funktionsgruppen FG 7 und FG 8 untergebracht. Die Zaehler x und y sind aufgeteilt. Die schnellen Zaehlstufen sind als HF-ZAEHLER x und y auf FG 8 untergebracht, die langsameren Stufen sind durch die CTC x und CTC y auf FG 10 realisiert.

Die Signalauswahl fuer die Start-, Stopp- und Zaehlsignale nach Bild 1 ist im wesentlichen auf den Funktionsgruppen realisiert, in denen die betreffenden Signale erzeugt werden.

Signal (C/CK ST/STP) im Uebersichtsschaltbild fuehrt entweder (C ST/STP) oder (CK ST/STP) nach Bild 1. Wird z.B. als Zaehlsignal (A CT) benoetigt, dann ist der entsprechende Schalter in der Flankenwahl von FG 2 (Verstaerker A) geschlossen. Der zu (B CT) gehoerende Schalter auf FG 3 (Verstaerker B) und der zu (C/CK CT) gehoerende Schalter auf FG 6 (Referenz) sind geoeffnet.

Verstaerker A (FG 2) = Hier wird das Mess-Signal A in ein digitales Signal umgewandelt. Die Eingangsstufe beinhaltet einen Verstaerker mit $v = 1$ und hochohmigem Eingang, die Signalbegrenzung, Signalabschwaechung (ATT x 10), AC/DC-Umschaltung, die Umschaltung der Eingangsimpedanz und ein abschaltbares Tiefpassfilter.

Die Steuerung dieser Funktionen erfolgt ueber den Mikroprozessor auf FG 10, der die Eingabeports A/B-MODE und SLOPE A ueber die Datenleitungen (D 17)...(D 10) entsprechend den gewuenschten Funktionseinstellungen laedt.

Der Eingangsstufe wird ebenfalls der von FG 9 gelieferte Triggerpegel zugesetzt.

Anschliessend erfolgt eine Verstaerkung und Triggerung des Mess-Signales. Das getriggerte Mess-Signal wird dann ueber die Flankenwahl als Freigabesignal (A ARM), Start- oder Stoppsignal (A ST), (A STP) oder als Zaehlsignal (A CT) an die anderen Funktionsgruppen verteilt. Die Steuerung der Flankenwahl erfolgt ueber das Eingabeport SLOPE A.

Eine Triggeranzeige signalisiert optisch das Arbeiten des Triggers.

Verstaerker B (FG 3) = Er ist genauso wie Verstaerker A aufgebaut und hat dieselbe Funktion - nur fuer das Mess-Signal B.

Vorteiler (FG 4) = Diese Funktionsgruppe ist nur in Variante G-2005.500 enthalten. Sie wird ausschliesslich fuer die Betriebsart FREQ C benutzt. Der Vorteiler verarbeitet Frequenzen zwischen 50 MHz und 500 MHz. Das Mess-Signal gelangt auf einen Eingangsverstaerker mit 50 Ohm Eingangswiderstand. Eine Anzeigeschaltung signalisiert ueber eine Anzeige an der Frontplatte, dass dem Eingangsverstaerker ausreichende Spannung zugefuehrt wird.

Das verstaerkte Eingangssignal wird dann in einem Frequenzteiler um den Faktor $k = 40$ frequenzgeteilt. Wenn FREQ C eingestellt ist, liefert der Frequenzteiler sein Ausgangssignal (FQC) an die Referenzauswahl FG 6, von wo es dann als Freigabe-, Start-, Stopp- oder Zaehlsignal an FG 5, FG 7, FG 8 weitergeleitet wird. Der Schalter auf FG 4 wird ueber das ARMINGPORT auf FG 5 gesteuert.

Messfreigabe (FG 5) = Diese Funktionsgruppe liefert die Start- und Stoppfreigabesignale (ARM ST), (ARM STP) fuer FG 7.

Start- und Stoppfreigabe werden je nach Betriebsart bzw. der eingestellten Messfreigabe von den Freigabesignalen der Messkanale A, B, C oder den internen Zeitimpulsen abgeleitet (A ARM), (B ARM), (C/CK ARM).

Nachdem eine Messung ausgeloeset wurde, schreibt der Mikroprozessor in das ARMINGPORT das Signal (BER) ein. Damit wird das Startfreigabeter geoeffnet. Die erste High-Low-Flanke des Freigabesignales, die das Startfreigabeter passiert, erzeugt die Startfreigabe (ARM ST). Die Stoppfreigabe (ARM STP) erfolgt entweder

- gleichzeitig mit der Startfreigabe bei den Betriebsarten TI, +/-TI, PW, PH, +/-PH, DUTY, CT A(B) by B(A),
- um die eingestellte Stoppverzoeigerung spaeter bei den Betriebsarten TI und PW oder
- um die eingestellte bzw. notwendige 1) Torzeit spaeter und mit dem Freigabesignal synchronisiert bei CHECK, FREQ, PER, RATIO, RFM.

Die verzoeigerte Stoppfreigabe wird durch Signal (DEL) gesteuert. Bei externer Torzeit und bei CT A(B) by D, TIME D erfolgt die Startfreigabe mit der Messflanke von Kanal D, die Stoppfreigabe mit der entgegengesetzten Flanke.

Bei externer Messfreigabe erfolgen Start- und Stoppfreigabe gleichzeitig mit der Messflanke von Kanal D.

Wird mit externer Messfreigabe oder Torzeit gearbeitet, wird das entsprechende Signal an Eingang D gelegt. Eingang D ist nur fuer TTL-Pegel ausgelegt. Die Eingangsstufe beinhaltet einen hochohmigen DC-Verstaerker, der gegen Ueberspannungen bis 42 V geschuetzt ist und der zusammen mit dem nachfolgendem TRIGGER einen fest eingestellten Triggerpunkt von etwa 1,4 V realisiert. Der Schalter MAN gestattet bei fehlendem Eingangssignal die Ausloesung des Triggers von Hand.

Die Flankenwahl legt die wirksame Flanke fest. Wird Eingang D nicht benoetigt, sind beide Schalter geoeffnet.

Die Steuerung der Flankenwahl erfolgt ueber das ARMINGPORT.

1) bei automatischer Torzeit

Ueber das ARMINGPORT wird vom Mikroprozessor vor und nach jedem Messzyklus das Ruecksetzsignal (RES) eingeschrieben. Es wird fuer FG 5, FG 7 und FG 8 genutzt.

Referenz (FG 6) : Diese Funktionsgruppe erzeugt aus der vom Thermostat (FG 16) gelieferten Referenzfrequenz die internen Zeitimpulse (CK 10⁴) fuer FG 7, ueber einen Frequenzverdoppler die Zeitimpulse (CK 20M) fuer FG 8 als Zaehlsignal fuer Zaehler Δx und ueber die Referenzauswahl die von den internen Zeitimpulsen abgeleiteten Freigabe-, Start-, Stopp- und Zaehlsignale.

Bei Betrieb mit interner Referenzfrequenz werden die Zeitimpulse im Zeitbasisteiler bis auf 1 Hz geteilt. Die geteilte Frequenz kann - dekadisch abgestuft - an Buchse \odot TTL entnommen werden. Bei Betrieb mit externer Referenzfrequenz ist der Zeitbasisteilerausgang von der Buchse getrennt, die nun als Eingang fuer die externe Referenzfrequenz benutzt wird. Nach Verstaerkung und Begrenzung in der Eingangsstufe externe Referenz wird eine Phasenvergleichsstufe angesteuert. Der Zeitbasisteiler liefert das Signal (1 μs), das als Bezugssignal fuer den Phasenvergleich dient. Die Phasenvergleichsstufe liefert eine von der Phasendifferenz zwischen (FREF) und externer Referenzfrequenz abhaengige Spannung (AFC HI), die zur Nachstimmung des Quarzoszillators auf FG 16 benutzt wird. Damit wird die interne Referenz mit der externen Referenzfrequenz synchronisiert.

Die Steuerung der Referenzauswahl, des Zeitbasisteilers und der Umschaltung externe/interne Referenzfrequenz erfolgt vom Mikroprozessor aus ueber das REFERENZPORT.

Torsteuerung (FG 7) :

HF-Zaehler (FG 8) : Diese Funktionsgruppen sind bereits am Anfang dieses Abschnittes und unter Punkt 3.1. beschrieben.

Triggerpegel (FG 9) : Diese Funktionsgruppe erzeugt die Triggerpegelspannung fuer die Messkanale A und B. Benutzt wird dazu je ein 8-bit-DA-Wandler, der je 255 Werte fuer positiven und negativen Triggerpegel liefert. Damit ergibt sich ein Einstellbereich von -2,54 V bis +2,54 V in 10 mV Schritten, sofern der Abschwaecher auf x 1 steht.

Die Steuerung der DA-Wandler erfolgt durch den Mikroprozessor ueber die Eingabeports TLA-PORT, TLB-PORT, TLS-PORT. TLA- und TLB-PORT enthalten dabei den Wert des einzustellenden Triggerpegels. Das TLS-PORT enthaelt das Vorzeichen.

μP -Steuerung (FG 10) : Diese Funktionsgruppe enthaelt den Mikroprozessor. Sie bildet damit den funktionellen Kern fuer saemtliche Steuerungsablaeufer und Rechenoperationen, wie

- die Steuerung des Messablaufes und die Berechnung des Messergebnisses,
- die Bedienung der Multiplexanzeige,
- die laufende Abfrage der Eingabetastatur und Ausfuehrung der notwendigen Funktionseinstellungen und
- die Korrespondenz mit dem Interface IMS-2.

Auf dem Adress-Daten-Bus des Mikroprozessors werden der Low-Teil der Adressen und die Daten gemultiplext uebertragen. Der Adressteil wird ueber den Adress-Speicher abgetrennt und mit dem High-Adressteil zum Adressbus zusammengefuegt. Der Adress-Daten-Bus teilt sich bezueglich der Daten auf:

- Ueber den HF-TREIBER wird der Adress-Daten-Bus als Datenbus 1 (D 10)...(D 17) weitergefuehrt. Ueber Datenbus 1 werden die Ein- und Ausgabeports von FG 2, 3, 5, 6 und 8 bedient.
- Ueber den IF/TL-TREIBER wird der Adress-Daten-Bus als Datenbus 2 (D 20)...(D 27) weitergefuehrt. Ueber diesen Bus werden die Eingabe- und Ausgabeports auf FG 9 und FG 12 bedient.
- Programm- und Datenspeicher sind ueber eigene Bustreiber (im Uebersichtsschaltbild nicht gezeichnet) an den Adress-Daten-Bus angeschlossen.
- CTC x, CTC y und DELAYSTEUERUNG liegen direkt am Adress-Daten-Bus.

Die DELAYSTEUERUNG liefert das Signal ($\overline{\text{DEL}}$) fuer die Stoppfreigabe auf FG 5.

Interface IMS-2 (FG 12): Hauptbestandteil dieser Funktionsgruppe ist der TALKER/LISTENER. Er ist durch den Schaltkreis KR 580 WA 91 realisiert und enthaelt alle Interfacefunktionen. Dieser Schaltkreis arbeitet einerseits ueber den IF-TREIBER und Datenbus 2 mit dem Mikroprozessor zusammen, andererseits uebernimmt er auch ueber entsprechende Treiber/Empfaenger-Stufen die Korrespondenz mit dem IMS-2 Interfacebus. Mittels Adress-Schalter eingestellte Adressen werden ueber das Adressport vom Mikroprozessor gelesen und dem TALKER/LISTENER mitgeteilt. FG 12 beinhaltet noch einige Sonderfunktionen, z.B. die Erzeugung des Ruecksetzsignals fuer den Mikroprozessor und einen Signalgeber, ueber den das Betaetigen einer Taste der Eingabetastatur quittiert wird.

**Netzeingang (FG 13),
Regelteil analog (FG 14),
Schaltregelteil (FG 15)**: Diese 3 Funktionsgruppen beinhalten die Stromversorgung des G-2005.500/510. FG 13 liefert die Versorgungsspannung fuer den Thermostaten. Diese Spannung ist unabhaengig vom Netzschalter sofort bei Anschluss an das Netz vorhanden, was den "Stand by"-Betrieb des Thermostaten ermoeeglicht. Die Relaissteuerung schaltet bei geschlossenem Netzschalter (POWER ON) die Netzspannung an FG 14 und FG 15 weiter. FG 14 stellt die Betriebsspannung fuer die analogen Baugruppen und fuer ECL-Schaltkreise zur Verfuegung. Die Netzkontrolle signalisiert einen Ausfall der Regelteile durch zu kleine Netzspannung. Den Zustand der Netzkontrolle liest der Mikroprozessor ueber das Hilfsport auf FG 12 ein. FG 15 stellt die Betriebsspannung +5 V ueber ein Schaltnetzteil bereit.

Thermostat (FG 16) : Der Thermostat liefert die interne Referenzfrequenz von 10 MHz. Der Oszillator ist dabei zusammen mit einer Temperaturbrücke im Innern eines Thermostaten untergebracht, dessen Temperatur durch einen aus Temperaturbrücke und Temperaturregelverstärker gebildeten Regelkreis auf 70 Grad C konstant gehalten wird. Der Oszillator ist über Kapazitätsdioden in seiner Frequenz veränderbar. Dadurch wird einerseits der Frequenznachgleich zum Ausgleich der Alterung ermöglicht und andererseits die Synchronisation des Oszillators auf die externe Referenzfrequenz in Verbindung mit dem Phasenregelkreis auf FG 6. Die Oszillatorspannung wird über einen Trennverstärker als (FREF) FG 6 zugeführt. Eine Spannungsstabilisation erzeugt aus den +/-16 V von FG 13 stabilisierte Betriebsspannungen für Oszillator, Temperaturbrücke und Trennverstärker.

Anzeige (FG 1) : Diese Funktionsgruppe beinhaltet eine 16stellige Multiplexanzeige, die unmittelbar durch Ausgabeports des Mikroprozessors angesteuert wird. Die Stelleninformation wird vom Mikroprozessor binär kodiert geliefert und durch den STELENDEKODER in einen 1 aus 16 Kode umgewandelt (N 0) - (N 15). Die Eingabetastatur ist als Matrix mit 15 Spalten und 2 Zeilen aufgebaut. Nach jeder Änderung der Stelleninformation werden (TAS 0) und (TAS 1) durch den Mikroprozessor abgefragt. Da in jedem Abfragezeitpunkt jeweils nur eine Spalte durch (N 0) - (N 14) aktiviert ist, kann der Mikroprozessor aus (TAS 0) und (TAS 1) und dem Abfragezeitpunkt die jeweils betätigte Taste erkennen.

4. ZUBEHOEREMPFEHLUNG

Die zum Lieferumfang gehoerenden Zubehoerpositionen sind im Abschnitt 2. "TECHNISCHEN KENNWERTE" angegeben. Sie bilden ein fuer Messzwecke unbedingt erforderliches minimales Sortiment. Fuer weitergehende Anwendungen empfehlen wir das nachfolgend aufgefuehrte Zubehoer.

Es gehoert nicht zum Lieferumfang des G-2005.500/510 und ist gesondert zu bestellen. Die Kennwerte fuer diese Zubehoerpositionen sind dem

ZUBEHOERKATALOG

des veb mikroelektronik >karl marx< erfurt zu entnehmen.

4.1. ZUBEHOER FUER MESSZWECKE

Wir empfehlen:

- 1 Systemkabel, Form 3 Z-5205.020 1)
 fuer Eingang C;
- 2 Systemkabel, Form 3 Z-5205.020
 fuer Eingang D und Eingang externe Referenzfrequenz bzw. Ausgang
 interne Referenzfrequenz.

Die fuer die Eingaenge A und B benoetigten Systemkabel gehoeren zum Lieferumfang.

4.2. ZUBEHOER FUER VERKETTUNG

Zur Verkettung des G-2005.500/510 ueber den Interface IMS-2 empfehlen wir:

- 1 Systemkabel, Form 2, 1 m lang Z-5310.040
 oder
- 1 Systemkabel, Form 2, 2 m lang Z-5311.040.

Welche Kabellaege gewaehlt wird, haengt von den jeweiligen konkreten Einsatzbedingungen ab. Es gilt folgender Grundsatz:

Die maximal zulaessige Gesamtkabellaege fuer die Verbindung einer Gruppe von Funktionseinheiten innerhalb eines Systems betraegt 20 m oder 2 m multipliziert mit der Anzahl der Funktionseinheiten. Ausgewaehlt wird der kleinere Wert. Die Kabellaege zwischen 2 beliebigen Funktionseinheiten soll 4 m nicht ueberschreiten.

1) entfaellt bei Variante G-2005.510

4.3. ZUBEHOER FUER REPARATURZWECKE

Dieses Zubehoer wird nur den Anwendern empfohlen, die ueber die im Abschnitt 6.2. "REPARATURHINWEISE" genannten Voraussetzungen verfuegen.

- Reparaturkabel 1 Z-4001.040
 als Verlaengerung der Verbindung zwischen A 201 und A 210;
- Reparaturkabel 2 Z-4002.040
 zur Verbindung von A 207 und A 208;
- Reparaturkabel 3 Z-4003.040
 zum Anschluss des Thermostaten;
- Reparaturkabel 4 Z-4004.040
 zum Anschluss von A 209, A 210, A 212;
- Reparaturkabel 5 Z-4005.040
 zum Anschluss von A 202 bis A 206, A 208;
- Reparaturkabel 6 Z-4006.040
 zum Anschluss von A 207.

5. BETRIEBSANLEITUNG

5.1. VORBEREITUNG ZUM BETRIEB

5.1.1. Bilder und Erlaeuterungen

Die Darstellung von Front- bzw. Rueckansicht der Zaehler G-2005.500 und G-2005.510 zeigen die Bilder 1 und 2. Alle Bedien- und Anzeigeelemente sind im folgenden Text durch Positionszahlen in runden Klammern gekennzeichnet. Die Bedeutung der einzelnen Bedien- oder Anzeigeelemente geht aus Tabelle 2 bzw. 3 hervor.

Der Zaehler G-2005 wird in 2 Varianten gefertigt:

Variante 1: Zaehler G-2005.500

Variante 2: Zaehler G-2005.510

Beim Zaehler G-2005.510 entfaellt der UHF-Kanal [Mess-Signaleingang C (76) und zugehoerige Anzeige (75)], so dass der Frequenzmessbereich beim G-2005.510 auf 100 MHz beschraenkt ist.

Fos.-Nr.	Symbol	Bedeutung	Erlaeuterung
1		Messwertanzeige - Exponent	
2		Messwertanzeige - Mantisse	5.1.4.3.
7... 10		Messwertanzeige - Masseinheit	
3	REM	Anzeige des Fernsteuerzustandes	
4	START	zeigt an, dass eine Messung ausgeloeset wurde	5.1.4.12.
5	ARM	zeigt Messfreigabe an	5.1.4.6.
6	GATE	zeigt die Toroeffnungszeit an	5.1.4.7.
11	SHIFT	zeigt an, dass fuer die Eingabetastatur (22)... (51) die 2. Bedienebene eingeschaltet ist (untere Beschriftungsreihe)	5.1.4.2.
12... 16		Anzeige der Betriebsweise fuer Kanal A	5.1.4.16.
17... 21		Anzeige der Betriebsweise fuer Kanal B	5.1.4.16.
22... 51		Eingabetastatur	5.1.4.2.
52	OVEN	Anzeige fuer Regelzustand des Thermostaten Anzeige blinkt: Anheizen, Anzeige leuchtet kontinuierlich: Thermostat regelt	5.1.4.13.
53	POWER ON	Netzschalter	
54	NON STORED	Anzeige fuer ungespeicherten Betrieb	5.1.4.1.
55	$\div d$	zeigt an, dass der Messwert durch die Konstante d dividiert wird	5.1.4.10.
56	xc-d	zeigt an, dass der Messwert mit Konstante c multipliziert und Konstante d subtrahiert wird	5.1.4.10.

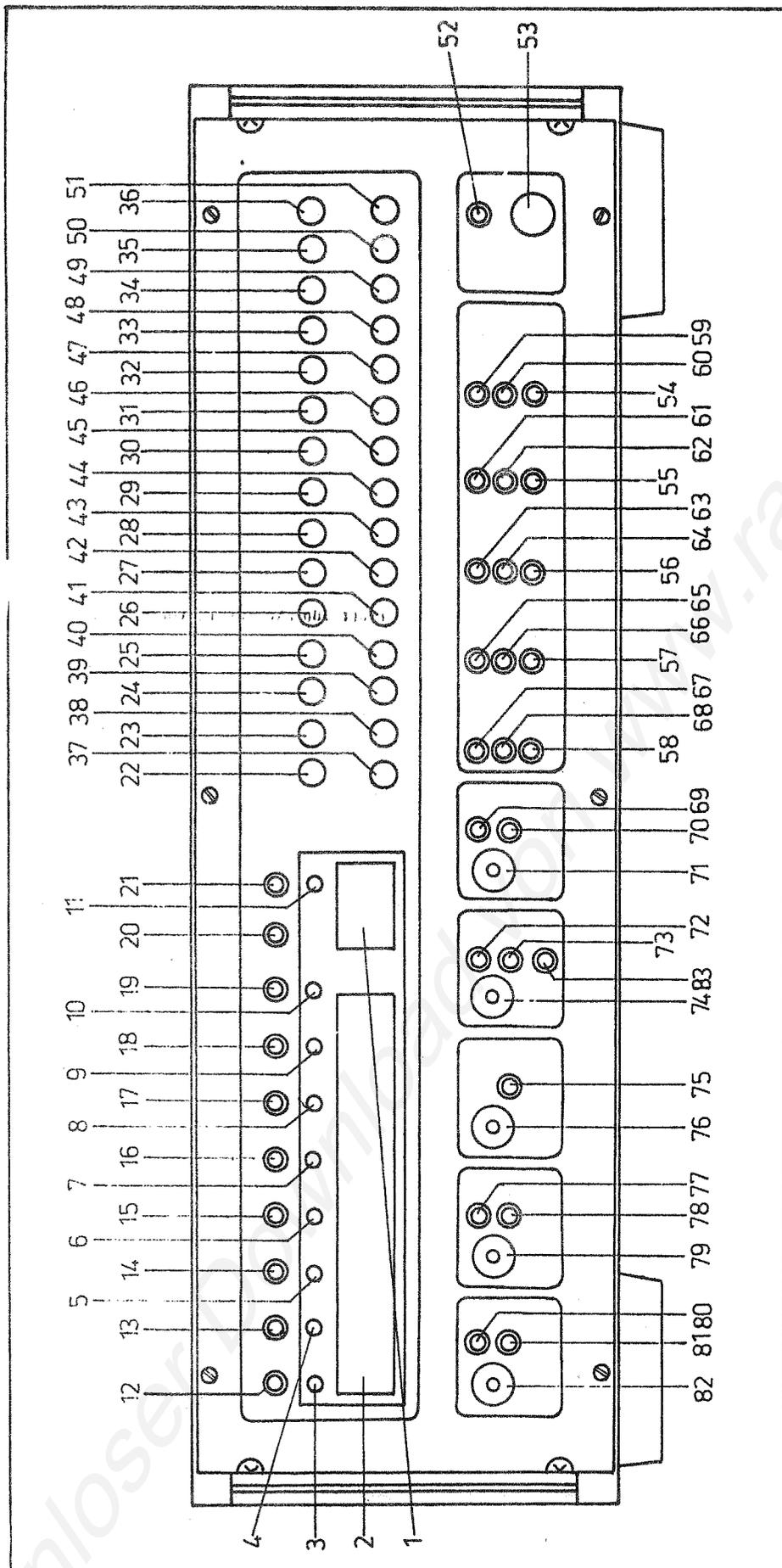


Bild 4: Bedien- und Anzeigeelemente an der Frontplatte des
 G-2005.500/510 [bei G-2005.510 entfallen Pos. (75) u. (76)]

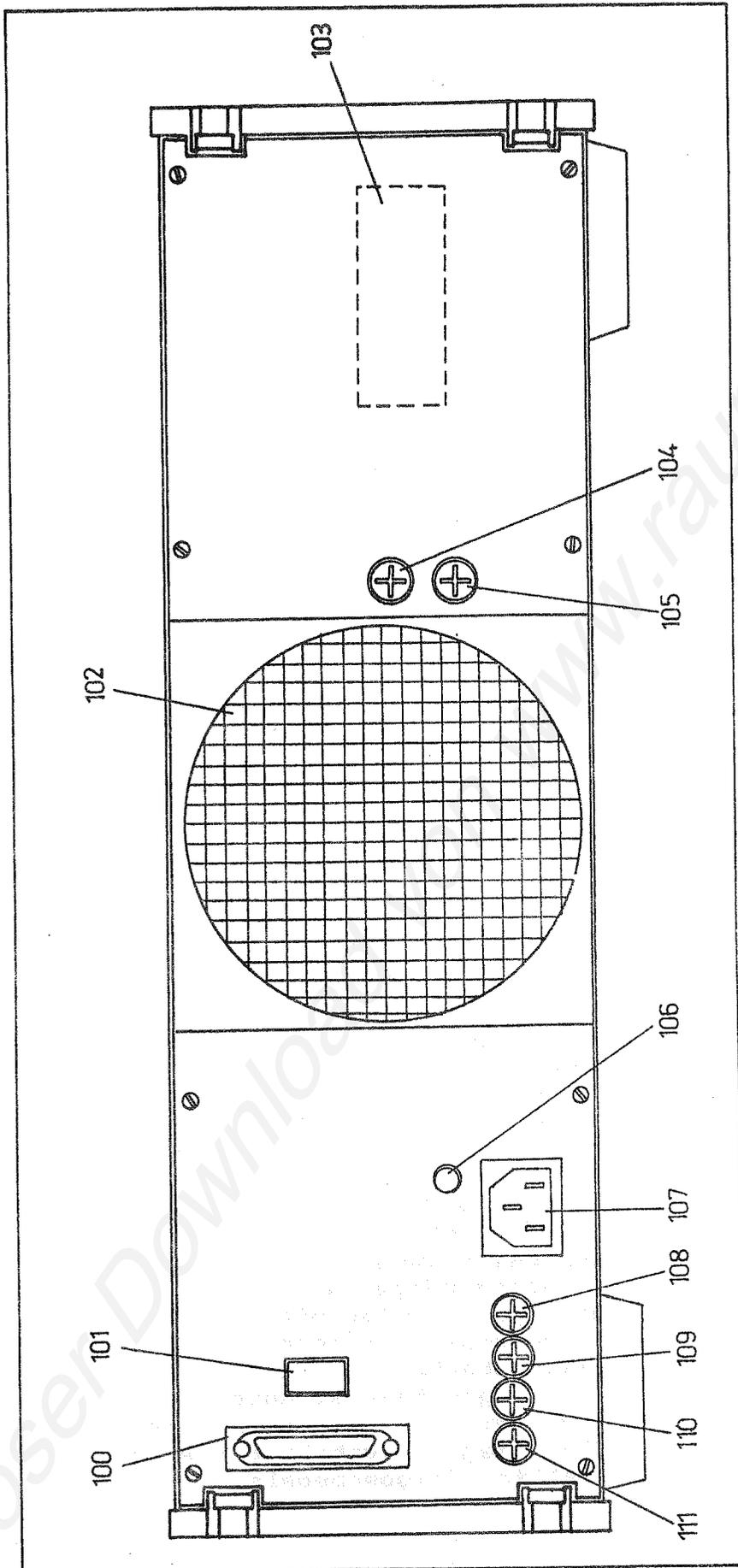


Bild 5: Bedien- und Anschlusselemente an der Rueckseite des G-2005.500/510

Pos.-Nr.	Symbol	Bedeutung	Erlaeu- terung
57	AVG	zeigt an, dass der Mittelwert berechnet wird	5.1.4.11.
58	A↔B	zeigt an, dass die Kanäle A und B gegeneinander dem Normalfall vertauscht sind Beispiel: anstatt PER A wird PER B, anstatt TI A→B wird TI B→A gemessen	5.1.4.1.
59... 68		Anzeige der eingestellten Betriebsart	5.1.4.1.
69	EXT ⊖	zeigt an, dass Betrieb mit externer Referenzfrequenz eingestellt ist. Buchse (71) ist dann Eingang(!)	5.1.4.13.
70	INT ⊕	zeigt an, dass Betrieb mit interner Referenzfrequenz eingestellt ist. Buchse (71) ist dann Ausgang(!)	5.1.4.13.
71	⊕TTL 0,5... 2 V	Ausgang fuer interne Referenz, wenn Anzeige (70) leuchtet Eingang fuer externe Referenzfrequenz wenn Anzeige (69) leuchtet	5.1.4.13.
72,73	INP STATE HI LO	Anzeige fuer Triggerzustand Kanal D, bezogen auf das Eingangssignal Anzeige (72) leuchtet: Pegel des Eingangssignales an Eingang D liegt oberhalb der Triggerschwelle, Anzeige (73) leuchtet: Pegel des Eingangssignales liegt unterhalb der Triggerschwelle	
74	⊖ TTL	Eingang D fuer externes Messfreigabesignal (extern ARMING) bzw. externes Torsignal (extern Gate)	5.1.4.6./ 5.1.4.7.
75	INP STATE O.K.	zeigt an, dass am Eingang (76) ein Signal ausreichender Spannung anliegt nur bei G-2005.500	
76	⊖ 50 Ohm	Eingang fuer Mess-Signal C nur bei G-2005.500	
77,78	INP STATE HI LO	Triggeranzeige Kanal B Anzeige (77) leuchtet: Spannung am Mess-Signaleingang B (79) liegt oberhalb des eingestellten Triggerpegels, Anzeige (78) leuchtet: Spannung an Eingang (79) liegt unterhalb des eingestellten Triggerpegels	5.1.4.14.

II
V

Pos.-Nr.	Symbol	Bedeutung	Erlaeu- terung
79	⊖ 1 MΩhm /50 Ωhm	Mess-Signaleingang B	
80,81	INP STATE HI LO	Triggeranzeige Kanal A Anzeige (80) leuchtet: Spannung am Mess-Signaleingang A (82) liegt oberhalb des eingestell- ten Triggerpegels, Anzeige (81) leuchtet: Spannung am Mess-Sig- naleingang A (82) liegt unter- halb des eingestellten Trigger- pegels	5.1.4.14.
82	⊖ 1 MΩhm /50 Ωhm	Mess-Signaleingang A	
83	CH D MAN	manuelle Ausloesung fuer exter- ne Torzeit, bzw. externe Mess- freigabe	

Tabelle 2: Bedien- und Anzeigeelemente an der Frontseite
des G-2005.500/510

Pos.-Nr.	Symbol	Bedeutung	Erlaeu- terung
100	INTERFACE	Steckverbinder zur Verkettung im IMS-2 Interface	
101	ADDRESS	Adress-Schalter	
102		Luefter	
103		Typschild	
104	T 160	Netzsicherung fuer Luefter	
105	T 800	Netzsicherung fuer Analog- regelteil	
106	ADJUST INT	Einstellmoeglichkeit fuer	5.1.4.13.
	REF FREQ	interne Referenzfrequenz	
107	POWER ~ 220 V	Netzsteckerwanne	
108	T 500	Netzsicherung fuer Schaltre- gelteil	
109	T 160	Netzsicherung fuer Thermostat	
110,111	T 1,25	Netzsicherungen fuer Gesamt- geraet	

Tabelle 3: Bedien- und Anschlusselemente an der Rueckseite des
G-2005.500/510

5.1.2. Aufstellung

Der G-2005.500/510 ist fuer den Einsatz als Tischgeraet vorgesehen. Bei der Wahl des Aufstellungsortes ist zu beachten, dass die Luftein- und -austrittsöffnungen nicht verstellt werden. In Bild 6 sind die erforderlichen Freiraume angegeben.

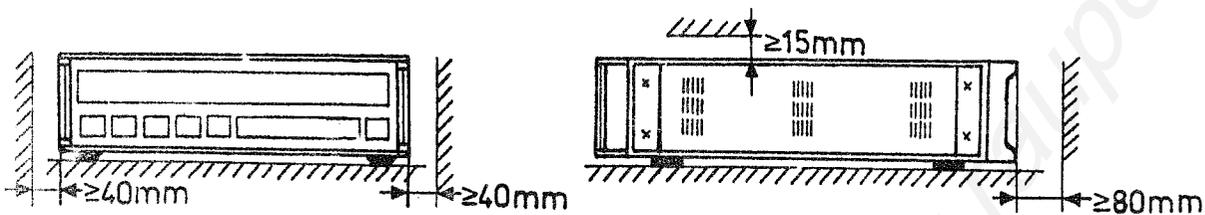


Bild 6: Einzuhaltende Freiraume bei der Aufstellung des G-2005.500/510

Zur besseren Bedienbarkeit kann der G-2005.500/510 auch schraeg gestellt werden (Bild 4a). Dazu sind die an den beiden vorderen Fuessen angebrachten Aufstellbuegel nach vorn zu klappen. Das Uebereinanderstellen mehrerer Gerate ist zulaessig (Bild 7b). Maximal duerfen 3 Gerate aufeinandergestellt werden.

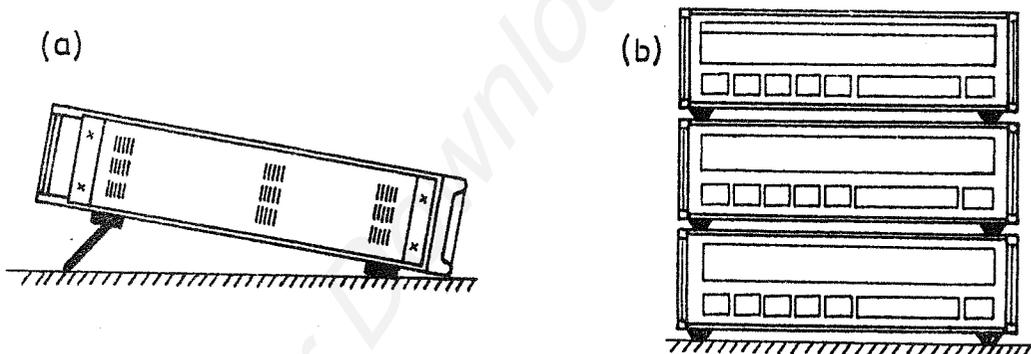


Bild 7: Schraegstellung des G-2005.500/510 mittels Aufstellbuegel (a) und Stapelung mehrerer Gerate (b)

Bei allen Aufstellmoeglichkeiten ist dafuer zu sorgen, dass die in die Lueftungsschlitze eintretende Luft nur eine maximale Temperatur von $+45$ Grad C besitzen darf.

5.1.3. Sicherheitsbestimmungen/Stromversorgung

Der Zaehler G-2005.500/510 ist fuer den Anschluss an ein Wechselstromnetz mit einer Spannung von 220 V +/- 22 V und einer Frequenz von 50 Hz +/- 1 Hz/60 Hz +/- 1,2 Hz bestimmt. Er ist in Schutzklasse I (Schutzerdung) ausgefuehrt.

Der G-2005.500/510 darf nur ueber eine vorschriftsmaessig installierte Schutzkontaktsteckdose (Schuko) an das Netz angeschlossen werden. Dabei ist die zum Lieferumfang gehoerende Geraeteanschlussleitung 22644.031/053061 zu verwenden.

Die an die Signaleingaenge (82), (79), (76), (74), (71) angelegten Spannungen duerfen die in Abschnitt 2. "TECHNISCHE KENNWUERTE" angegebenen Maximalwerte nicht ueberschreiten.

Die Lueftungsschlitze und die Luftaustrittsoeffnung am Luefter (102) duerfen nicht verstellt werden (vergl. Abschnitt 5.1.2.).

5.1.4. Erlaeuterung der Funktionen des G-2005.500/510

5.1.4.1. Betriebsarten

Der G-2005.500 verfuegt ueber 16, der G-2005.510 ueber 15 Betriebsarten.

CHECK: Diese Betriebsart stellt einen Funktionstest fuer den G-2005.500/510 dar, das angezeigte Ergebnis ist immer 1,000... . Es ist mit einem Fehler entsprechend Abschnitt 5.2.3. behaftet.

FREQ A 100 MHz: Gemessen wird die Frequenz auf Kanal A. Diese Betriebsart ist vorzugsweise zur Messung hoeherer Frequenzen geeignet.

FREQ A 40 MHz: Gemessen wird die Frequenz auf Kanal A. Diese Betriebsart liefert in kurzer Messzeit unabhengig von der Frequenz eine hohe Aufloesung. Sie ist deshalb vorrangig zur Messung tiefer Frequenzen geeignet.

FREQ C: Diese Betriebsart gibt es nur bei Variante G-2005.500. Gemessen wird die Frequenz auf Kanal C.

PER A: Gemessen wird die Periodendauer auf Kanal A.

RATIO A/B: Gemessen wird das Verhaeltnis Frequenz Kanal A zu Frequenz Kanal B. Nach Auswaehlen von RATIO A/B steht die Torzeit auf automatisch. Falls eine grosse Stellenzahl eingestellt ist, muss man mit langen Messzeiten rechnen. Ist Frequenz A z.B. 1 MHz und werden 10 Stellen verlangt, dauert die Messung ca. 1000 s(!). Kuerzere Messzeiten erhaelt man, wenn die Stellenzahl reduziert wird.

TI A->B: Gemessen wird die Zeit zwischen einem Ereignis auf Kanal A und einem Ereignis auf Kanal B. Das Ereignis auf Kanal A muss vor dem auf Kanal B liegen. Das kleinste messbare Zeitintervall ist 10 ns.

+/-TI A->B = Gemessen wird die Zeit zwischen einem Ereignis auf Kanal A und einem Ereignis auf Kanal B. Das Ereignis B kann vor A liegen. Das gemessene Zeitintervall ist dann negativ. Damit sind Zeitmessungen um Null möglich, so dass diese Betriebsart zur Messung von Laufzeitunterschieden gut geeignet ist.

PW A = In dieser Betriebsart wird die Impulsbreite gemessen. Wird im Kanal A die positive Flanke gewählt, misst man die High-Breite, bei negativer Flanke wird die Low-Breite gemessen.

CT A by B = In dieser Betriebsart werden Ereignisse auf Kanal A gezählt. Die Dauer des Zählvorganges wird durch die High-Breite des Signales auf Kanal B (bei positiver Flanke) oder durch die Low-Breite (bei negativer Flanke) bestimmt.

CT A by D = Es werden Ereignisse im Kanal A gezählt. Die Dauer des Zählvorganges wird durch die High- bzw. Low-Breite des Signales an Eingang D oder durch Betaetigen der Taste MAN (83) bestimmt (externe Torzeit). Man beachte, dass in dieser Betriebsart das Messintervall ein Vielfaches von 100 ns ist (vergl. Abschnitt 5.1.4.7.).

TIME D = In dieser Betriebsart wird die High- bzw. Low-Dauer des Signales auf Kanal D gemessen oder eine durch Betaetigen der Taste MAN festgelegte Zeit. Die Auflösung betraegt maximal 100 ns.

RPM A = Gemessen werden die auf Kanal A eintreffenden Ereignisse, bezogen auf eine Minute. Diese Betriebsart ist in Verbindung mit entsprechenden Umformern zur Drehzahlmessung geeignet, da das Ergebnis unmittelbar in Umdrehungen/min angezeigt wird.

PH A->B = Gemessen wird der Phasenwinkel zwischen den Signalen auf Kanal A und B im Bereich >0 bis 360 Grad. Die Phasenwinkelmessung wird zurueckgefuehrt auf eine Zeitintervallmessung und eine nachfolgende Periodendauermessung ueber eine Periode. Durch Berechnung des Verhaeltnisses aus 1. und 2. Messzyklus und Multiplikation mit 360 Grad ergibt sich der gewünschte Phasenwinkel. Der kleinste messbare Phasenwinkel wird bestimmt durch den minimalen Zeitabstand zwischen den Signalen A und B. Er ist 10 ns. Rechnet man diesen Wert auf Phasenwinkel um, erhaelt man $10 \text{ ns} \times \text{Frequenz} \times 360 \text{ Grad}$, wie in Abschnitt 2. "TECHNISCHE KENNWERTE" angegeben.

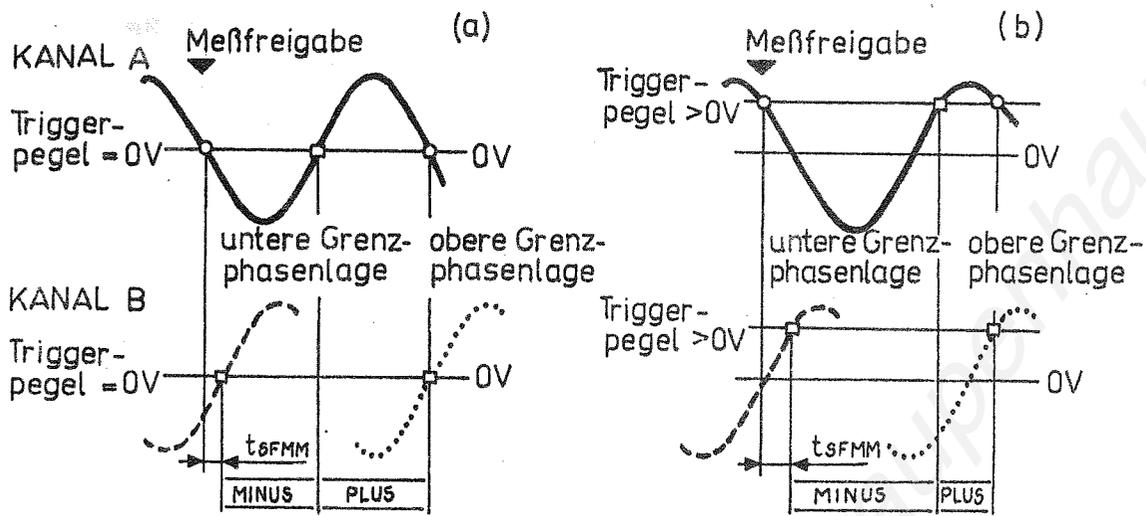
+/-PH A->B = Gemessen wird der Phasenwinkel zwischen den Signalen auf Kanal A und B im Bereich > -180 Grad... +180 Grad. Wie die Festlegung der Bereichsgrenzen zustande kommt, erlaeutert Bild 8a. Entsprechend den eingezeichneten Grenzphasenlagen fuer das Signal auf Kanal B, erhaelt man fuer die Bereichsgrenzen (untere... obere)

$-(180 \text{ Grad} - 20 \text{ ns} \times \text{Frequenz} \times 360 \text{ Grad}) \dots 180 \text{ Grad}$

$(-1 + 40 \text{ ns} \times \text{Frequenz} \dots 1) \times 180 \text{ Grad}$

wie in Abschnitt 2. "TECHNISCHE KENNWERTE" angegeben.

Die Bereichsgrenzen haengen vom Zeitpunkt der Messfreigabe und auch z.B. von der Triggerpegeleinstellung ab (Bild 8b). Die Messung erfolgt analog zu PH A->B ebenfalls als 2-Zyklus-Messung.



$t_{SFMM} \geq 20 \text{ ns}$, vergleiche Abschnitt 14.5

Bild 8: Bereichsgrenzen bei +/- Phasenwinkelmessung

DUTY A: Gemessen wird das Tastverhaeltnis im Kanal A. Die Anzeige erfolgt in %. Bei positiver Messflanke wird das Tastverhaeltnis aus High-Breite/Periode, bei negativer Flanke aus Low-Breite/Periode bestimmt. Bei falscher Bedienung (Impulsbreite $< 10 \text{ ns}$, falsche Triggerpegel-einstellung) kann es zur Anzeige von Tastverhaeltnissen $> 100 \%$ kommen: Das Tastverhaeltnis wird rechnerisch aus zwei aufeinanderfolgenden Messungen (1. Messzyklus = Impulsbreite, 2. Messzyklus = Periode) ermittelt. Ist dabei die Impulsbreite zu klein ($< 10 \text{ ns}$), kann im 1. Messzyklus eine Zeit entsprechend Impulsbreite + Periodendauer gemessen werden. Deshalb wird in diesen Faellen ein Wert von $100 \% + \text{tatsaechliches Tastverhaeltnis}$ angezeigt. Ein aehnlicher Effekt entsteht bei Messung von Tastverhaeltnissen sehr nahe 1, falls das Mess-Signal nicht stabil ist (Flankenjitter).

Welche Betriebsart eingestellt ist, erkennt man an den Anzeigen (59)... (68). Die Anzeige (60) signalisiert dabei, welche Beschriftungsreihe fuer die Anzeigen (59), (61)... (68) gilt.

Anzeige (60) dunkel: obere Beschriftungsreihe - z.B. CHECK

Anzeige (60) hell: untere Beschriftungsreihe - z.B. CT A by B

Das Einstellen bzw. Aendern der Betriebsart erfolgt durch die Tasten FUNCTION \triangleright (49) und FUNCTION \triangleleft (48).
 Bei Betaetigung von Taste FUNCTION \triangleright (49) schaltet die Betriebsart einen Schritt weiter, und zwar in aufsteigender Richtung der in Bild 9 fuer jede Betriebsart eingetragenen Ziffern.
 Taste FUNCTION \triangleleft (48) bewirkt ein Weiterschalten in die entgegengesetzte Richtung.

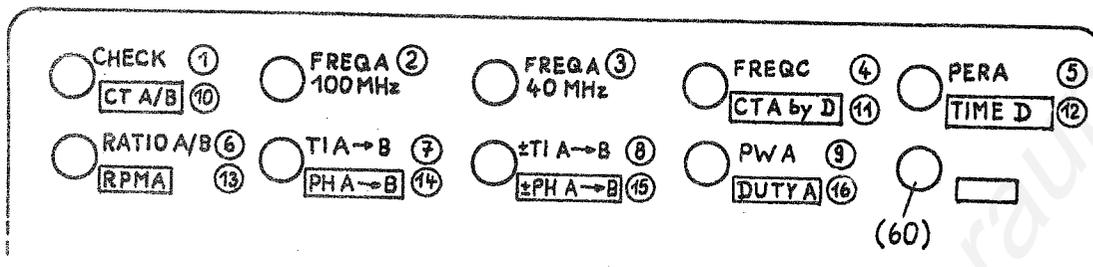


Bild 9: Anzeige der Betriebsart

Bei allen Betriebsarten, die die Messkanäle A oder B benutzen, kann man die Kanäle A und B vertauschen, d.h. anstelle PER A wird bei Vertauschung der Kanäle PER B gemessen. Eingestellt wird der Kanalwechsel mit Taste A \odot B (43). Welcher Zustand eingestellt ist, erkennt man an Anzeige A \odot B (58).

Anzeige (58) dunkel: Die Kanäle A und B sind nicht vertauscht, d.h. es gilt fuer die Betriebsarten die auf der Frontplatte aufgedruckte Beschriftung. Bei RATIO A/B wird also das Verhaeltnis Frequenz A zu Frequenz B gemessen.

Anzeige (58) hell: Die Kanäle A und B sind bezueglich der Betriebsarten vertauscht, d.h., wenn nach der Frontplattenbeschriftung RATIO A/B eingestellt ist, wird RATIO B/A gemessen, also das Verhaeltnis Frequenz B zu Frequenz A.

Bei den Zaehlbetriebsarten CT A by D, TIME D, CT A by B ist ungespeicherter Betrieb moeglich. In diesem Fall kann das Einlaufen der Zaehlimpulse waehrend des Messintervalles an der Anzeige beobachtet werden.

Am Anfang des Zaehlvorganges kann dabei der Eindruck eines "ruckweisen" Einzaehlens entstehen. Dies ist kein Fehler, sondern ist bedingt durch die sequentielle Abfrage des aktuellen Zaehlerstandes.

Ungespeicherte Betriebsweise wird durch Betaetigen von Taste NON STORED (47) ein- bzw. abgeschaltet. Der jeweilige Schaltzustand wird durch Anzeige NON STORED (54) signalisiert.

Anzeige (54) dunkel: gespeicherter Betrieb

Anzeige (54) hell: ungespeicherter Betrieb

Bei Aenderung der Betriebsart durch Taste FUNCTION \leftarrow bzw. \rightarrow (48), (49) werden Messfreigabe ARM, Torzeit GATE und Stoppverzoe-gerung DEL auf einen Vorzugswert gestellt. In Tabelle 4 sind diese Vorzugswerte zusammengestellt (Vergleiche dazu auch Pkt. 5.1.4.6.... 5.1.4.8.). Ausserdem sind die Betriebsarten aufgefuehrt, in denen ungespeicherter Betrieb moeglich ist. Nach Einschalten ist die Betriebsart CHECK eingestellt.

Betriebsart Vorzugswert	CHECK	FREQ A 100MHz	FREQ A 40MHz	FREQ C ¹⁾	PERA	RATIO A/B	TIA \rightarrow B	\pm TIA \rightarrow B	PWA	CT A/B	CTA by D	TIME by D	RPMA	PH A \rightarrow B	\pm PH A \rightarrow B	DUTY A
- Meissfreigabe	automatisch ²⁾															
- Torzeit	1s	0,1s	1s	auto	nicht definiert				D ⁺	1s	nicht def.					
- Stopp-Verzoeg.	nd.=nicht definiert				aus	n.d.	aus			nicht definiert						
NONSTORE	nein								ja			nein				

1) nur fuer Variante G-2005.500, 2) vergleiche Tabelle 7

Tabelle 4: Vorzugswerte und NON-STORED-Faehigkeit beim G-2005.500/510

5.1.4.2. Eingabetastatur

Der G-2005.500/510 verfuegt ueber eine 30 Tasten (22)... (51) umfassende Eingabetastatur, ueber die saemtliche Funktionseinstellungen vorgenommen werden.

Die Eingabetastatur verfuegt ueber 2 Bedienebenen. Fuer die erste Ebene gilt die obere Beschriftungsreihe, fuer die zweite Bedienebene gilt die untere farblich abgesetzte Beschriftungsreihe. Der Wechsel der Bedienebenen erfolgt durch Druecken der Taste SHIFT (37). Welche der beiden Bedienebenen gerade eingeschaltet ist, wird durch die Anzeige SHIFT (11) signalisiert.

Anzeige SHIFT (11) dunkel: 1. Bedienebene

Anzeige SHIFT (11) hell: 2. Bedienebene

Im weiteren wird auf die Bedienung der Umschalttaste SHIFT (37) nicht mehr besonders hingewiesen. Fuer Funktionen, die in der 2. Bedienebene liegen, wird vor die Funktion das Zeichen # gesetzt.

...Taste START AUTO (51)... = 1. Bedienebene Taste (51)

...Taste # PAUSE (51)... = 2. Bedienebene Taste (51)

Die Bedeutung der einzelnen Tastenfunktionen ist in Tabelle 5 angegeben.

Funktion	Pos.-Nr.	Bedeutung	Erlaeu- terung
CH A MODE	22... 26		
IMP	22	Umschaltung der Eingangsimpedanz Kanal A 50 Ohm/1 MOhm	
FILT	23	Ein- bzw. Ausschalten des Tiefpassfilters im Kanal A	
AC/DC	24	Umschaltung der Kopplungsart zwischen AC (Wechselstromkopplung) und DC (Gleichstromkopplung) im Kanal A	
ATT	25	Umschalten des Abschwaechers Kanal A zwischen x1 und x10	
SLOPE	26	Umschalten der Triggerflanke zwischen positiv und negativ im Kanal A	
CH B MODE	27... 31	wie bei CH A MODE, nur fuer Kanal B	
IMS-2 ADDR	32	Aufruf des Adressierungszustandes an der Messwertanzeige	5.1.5.1.
IMS-2 rtl	33	Zurueckschalten von Fernsteuerbetrieb auf Handbetrieb	5.1.5.4.
START SINGLE	34	einmaliges Ausloesen einer Messung	5.1.4.12.
RESET	35	Ruecksetzen	
RESULT/ENTER	36	Aufruf des zuletzt ermittelten Messergebnisses an der Messwertanzeige oder - bei aufgerufenem Eingaberegister - Gueltigmachen des im Eingaberegister stehenden Zahlenwertes als Einstellwert fuer die zuvor aufgerufene Funktion	5.1.4.15
SHIFT	37	Einschalten der 2. Bedienebene	5.1.4.2.
STORE READ	38	Aufruf "Lesen des Betriebsartenspeichers" an der Messwertanzeige	5.1.4.17.
STORE LOAD	39	Aufruf "Laden des Betriebsartenspeichers" an der Messwertanzeige	5.1.4.17.
Reg t	40	Aufruf des Registers t an der Messwertanzeige	5.1.4.9.
Reg u	41	Aufruf des Registers u an der Messwertanzeige	5.1.4.9.
LEADING	42	"Fuehrungstaste": Bei Betaetigung werden nacheinander die fuer die jeweils eingestellte Betriebsart gueltigen Nebenparameter - wie Torzeit, Messfreigabe, Triggerpegel usw. - an der Messwertanzeige aufgerufen	
A \odot B	43	Vertauschen der Kanale A und B bei den Betriebsarten	

II
V

Funktion	Pos.-Nr.	Bedeutung	Erlaeuterung
AVG	44	Ein- bzw. Ausschalten der Mittelwertberechnung	
MATH x-c-d	45	Ein- bzw. Ausschalten der mathematischen Funktion: c x Messwert - d	
MATH ÷d	46	Ein- bzw. Ausschalten der mathematischen Funktion: Division des Messwertes durch Konstante d	
NON STORED	47	Ein- bzw. Ausschalten des ungespeicherten Betriebes (nur bei Betriebsarten CT A by B, CT A by D, TIME D)	5.1.4.1.
FUNCTION ◀	48	Betriebsart einen Schritt rueckwaerts schalten	5.1.4.1.
FUNCTION ▶	49	Betriebsart einen Schritt vorwaerts schalten	5.1.4.1.
EXT REF	50	Umschaltung zwischen Betrieb mit interner oder externer Referenz	5.1.4.13.
START AUTO	51	Ein- bzw. Abschalten der automatisch wiederholenden Messung	5.1.4.12.
#0... #CE	22... 35	Eingaberegister	
#0... #9	22... 31	Eingabe der Ziffern 0... 9 fuer Mantisse oder - nach #EEX - fuer den Exponenten	
#.	32	Setzen des Dezimalpunktes	
#+/-	33	Vorzeichenwechsel der Mantisse oder - nach #EEX - des Exponenten	
#EEX	34	Aufruf zur Eingabe des Exponenten	
#CE	35	Loeschen des Eingaberegisters	
#.... #CE	32... 35	Aufruf des Eingaberegisters nach vorangegangenem Aufruf von GATE, DEL, c, d, n, TLA, TLB, PAUSE	
#0... #7	22... 29	nach vorangegangenem Aufruf von STORE READ: Rueckruf der Betriebsartenspeicher 0...7 nach vorangegangenem Aufruf von STORE LOAD: Einschreiben der aktuellen Einstellungen in einen der Betriebsartenspeicher 0...7 nach vorangegangenem Aufruf von ARM, GATE, DEL, PAUSE, REF, DIG, TLA, TLB: Aenderung des Einstellwertes fuer die jeweils aufgerufene Funktion	
#RESULT/ ENTER	36	wie in 1. Bedienebene	
#SHIFT	37	Einschalten der 1. Bedienebene	
#Δ TLA	38	Aenderung des Triggerpegels Kanal A aufwaerts in 10 mV- bzw. 100 mV-Schritten, je nach Stellung des Abschwaechers	

||
∨

Funktion	Pos.-Nr.	Bedeutung	Erlaeu- terung
#TLA▽	39	wie (38) nur abwaerts	
#ΔTLB	40	Aenderung des Triggerpegels Kanal B aufwaerts in 10 mV- bzw. 100 mV-Schritten, je nach Stellung des Abschwaechers	5.1.4.14.
#TLB▽	41	wie (40) nur abwaerts	5.1.4.14.
#LEADING	42	wie in 1. Bedienebene	
#TLA	43	Aufruf des eingestellten Triggerpegelwertes Kanal A an der Messwertanzeige	5.1.4.14.
#TLB	44	wie (43), nur fuer Kanal B	5.1.4.14.
#GATE 1)	45	Aufruf der eingestellten Torzeit an der Messwertanzeige	5.1.4.7.
#DIG 1)	46	Aufruf der eingestellten Stellenbegrenzung an der Messwertanzeige	5.1.4.5.
#ARM/DEL 1)	47	bei erstmaligem Betaetigen der Taste: Aufruf der eingestellten Messfreigabe an der Messwertanzeige bei wiederholter Betaetigung: Aufruf der eingestellten Stoppverzoegerung im Wechsel mit der Messfreigabe an der Anzeige	
#n	48	Aufruf der Konstante n (Anzahl der zu mittelnden Messwerte bei Mittelwertrechnung AVG) an der Messwertanzeige	5.1.4.11.
#c/d	49	bei erstmaliger Betaetigung: Aufruf von Konstante c an der Messwertanzeige bei wiederholter Betaetigung: Aufruf von Konstante d im Wechsel mit Konstante c	
#REF	50	Aufruf der ueber Ausgang (71) ausgegebenen Frequenz an der Messwertanzeige	
#PAUSE	51	Aufruf der eingestellten Pausenzeit an der Messwertanzeige	

1) Falls am Adress-Schalter (101) der Wert 31 eingestellt ist, werden ueber diese Tasten Sonderprogramme aufgerufen, die fuer die Reparatur und Pruefung des G-2005.500/510 verwendet werden, fuer den normalen Betriebsfall aber ohne Bedeutung sind. Der Adress-Schalter ist deshalb auf eine Adresse zwischen 0 und 30 einzustellen (vergleiche auch Fkt. 5.1.5.1.).

Tabelle 5 : Erlaeuterungen zur Eingabetastatur

5.1.4.3. Anzeige des Messergebnisses

Das Messergebnis wird an der Messwertanzeige mit Zahlenwert und Masseinheit angezeigt.

Zur Anzeige der Masseinheit dienen die Anzeigen (7)... (10), wobei Anzeige (10) die zugehoerige Beschriftungsreihe bestimmt.

Anzeige (10) dunkel: obere Beschriftungsreihe (Hz, s, %)

Anzeige (10) hell: untere Beschriftungsreihe (1/min, DEG, V)

DEG steht dabei fuer Grad (Winkelgrad). Die Masseinheit V kommt in Verbindung mit dem Messergebnis nicht vor. Sie wird bei der Anzeige des Triggerpegels benoetigt.

Der Zahlenwert des Messergebnisses wird in Exponentialdarstellung angezeigt. Der Exponent umfasst den Bereich von -18... +18, wobei nur ganzzahlige Vielfache von 3 angezeigt werden. Ist der Exponent Null, bleibt die Exponentenanzeige (1) dunkel.

Die Mantisse wird maximal 10stellig an der Anzeige (2) mit Dezimalpunkt angezeigt. Bei negativem Ergebnis sind maximal 9 Stellen moeglich.

5.1.4.4. Gueltige Stellen

Der Messwert wird beim G-2005.500/510 im allgemeinen aus einer Rechenoperation ermittelt. Rechenoperationen werden grundsaeztlich 11stellig ausgefuehrt. Dadurch bleibt der Rechenfehler auch bei 10stelliger Anzeige vernachlaessigbar klein.

Der ermittelte Messwert ist jedoch aufgrund der beim Zaehlvorgang notwendigen Quantisierung fehlerbehaftet. Am Beispiel der Frequenzmessung FREQ A 40 MHz soll der Einfluss des Quantisierungsfehlers auf das Messergebnis deutlich gemacht werden.

Ausgezahlt wird ein m Perioden langes Zeitintervall TOE (Messintervall) der zu messenden Frequenz f_A . Bei dieser Auszaehlung tritt ein Quantisierungsfehler von ± 1 ns auf. Die unbekanntere Frequenz f_A errechnet sich aus:

$$f_A = m / (\text{TOE} \pm 1 \text{ ns}).$$

Daraus ergibt sich der absolute Fehler F_A von f_A infolge des Quantisierungsfehlers:

$$F_A = \pm f_A \times 1 \text{ ns} / \text{TOE}.$$

Der G-2005.500/510 waehlt nun von den aus der Rechnung verfuegbaren 11 Stellen soviel gueltige Stellen aus, dass der Fehleranteil F_A maximal 2,2 digit in der letzten gueltigen Stelle betraegt.

Ein Beispiel soll diesen Vorgang erlaeuern:

Mit $m = 12$, $\text{TOE} = 72 \text{ ms}$ erhaelt man ein 11stelliges Rechenergebnis $f_A = 166,66666666 \text{ Hz}$. Der Anteil des Quantisierungsfehlers betraegt damit:

$$F_A = \pm 2,3 \times 10^{-6} \text{ Hz}.$$

Damit wird der Fehler in der 9. Stelle $\pm 2,3$ digit, so dass also die letzte gueltige Stelle die 8. Stelle ist. Der Fehler in dieser Stelle ist dann $\pm 0,23$ digit also $< 2,2$ digit. Es stehen 8 gueltige Stellen zur Verfuegung, so dass das Ergebnis maximal achtstellig angezeigt wird.

Bei $m = 13$ und $TOE = 78$ ms erhält man:

$$F_{\Delta} = \pm 2,1 \times 10^{-6} \text{ Hz.}$$

Fuer diesen Fall bekommt man 9 gueltige Stellen.

Da m von Messung zu Messung schwanken kann, bedeutet dies, dass ein und derselbe Messwert einmal mit 8, ein anderes Mal mit 9 Stellen angezeigt wird. Um dies zu vermeiden, verfuegt der G-2005.500/510 ueber eine spezielle *Messzeithysterese*.

Wird ein Messwert mit einem Fehler $F_{\Delta i} = 0,22 \dots 0,44$ digit (Hysteresebedingung) in der letzten gueltigen Stelle S_i angezeigt, so werden alle darauffolgenden Messwerte, die in der Stelle S_i einen Fehler $F_{\Delta i}$ besitzen, fuer den gilt:

$$F_{\Delta i} / 2 - 0,01 \text{ digit} \leq F_{\Delta i} \leq F_{\Delta i} \quad (i = 2, 3, \dots)$$

ebenfalls mit S_i gueltigen Stellen angezeigt.

Bei Betaetigen der Taste RESET (35) oder Aenderung von Funktionseinstellungen wird die Hysterese fuer den folgenden Messwert aufgehoben. Mit obigem Beispiel koennte sich somit die Messfolge nach Tabelle 6 ergeben.

Lfd. Nr. des Messwertes	Gemessene Perioden	Fehler der letzten angezeigten Stelle	Angezeigte Stellen
1	13	2,1 digit	9
2	12	0,23 digit	8
3	13	0,21 digit	8(!)
RESET			
4	13	2,1 digit	9
5	13	2,1 digit	9
6	12	0,23 digit	8
7	13	0,21 digit	8(!)

Die mit (!) versehenen Stellen kennzeichnen die Stellenreduzierung um 1 aufgrund der Hystereseverschiebung.

Tabelle 6: Wirkung der Messzeithysterese

Die Messzeithysterese gilt prinzipiell immer. Der Hysteresebereich gilt wie oben beschrieben jedoch nur fuer die Betriebsarten CHECK, FREQ, PER, RATIO. Fuer die uebrigen Betriebsarten gilt: Wird ein Messwert mit einem Fehler von 0,22 digit in der Stelle S_i angezeigt, so werden alle darauffolgenden Messwerte, die einen Fehler von 0,21 digit in der Stelle S_i besitzen, ebenfalls mit S_i gueltigen Stellen angezeigt.

5.1.4.5. Angezeigte Stellen

Der G-2005.500/510 verfuegt ueber eine einstellbare Stellenbegrenzung. Damit sind die maximal anzuzeigenden Stellen (geforderte Stellen) zwischen 3 und 10 wahlbar.

Die angezeigten Stellen sind gleich den geforderten, falls gilt: geforderte Stellen \leq gueltige Stellen.

Sind mehr Stellen gefordert als gueltig, werden nur die gueltigen Stellen angezeigt. Die letzte angezeigte Stelle wird gerundet. Am Beispiel aus dem vorherigen Abschnitt wird der Sachverhalt deutlich.

Rechenergebnis: 166,66666666 Hz
gueltige Stellen: 8

geforderte Stellen: 10
angezeigte Stellen: 8
angezeigtes Ergebnis: 166,66667 Hz
geforderte Stellen: 4
angezeigte Stellen: 4
angezeigtes Ergebnis: 166,7 Hz

Wenn die Stellenbegrenzung wirksam wird, kann es sein, dass ein Messwert von z.B. 100 Hz bei einer 3stelligen Anzeige einmal als 100 Hz, zum anderen als 99,9 Hz angezeigt wird. Um dieses Springen in der Anzeige zu vermeiden, verfuert der G-2005.500/510 ueber eine *Stellenhysterese*. Wird ein Messwert $M\%$, der in den ersten zwei Stellen mit 10 beginnt, mit der Stellenzahl $S\%$ angezeigt, so werden darauffolgende Messwerte $M\%$, deren 1. Stelle 9 ist, mit der Stellenzahl $S\% - 1$ angezeigt. Dabei gilt:

$$1 \leq M\% / M\% \leq 1,22.$$

Die Stellenhysterese wird im allgemeinen durch die Messzeithysterese ueberdeckt. Sie wird jedoch fuer den Fall wirksam, dass mehr gueltige Stellen vorhanden sind als gefordert. Um zu erfahren, welche Stellenzahl eingestellt ist, muss man Taste #DIG (46) betaeligen. An der Messwertanzeige (2) erscheint dann z.B.

| DIG 4 |,

was bedeutet, dass maximal 4 Stellen angezeigt werden. Die Aenderung der Stellenzahl erfolgt durch Betaetigen einer der Tasten #0... #7. Dabei gilt folgende Zuordnung:

#0 : 3 Stellen , #1 : 4 Stellen , #2 : 5 Stellen,
#3 : 6 Stellen , #4 : 7 Stellen , #5 : 8 Stellen,
#6 : 9 Stellen , #7 : 10 Stellen .

Nach Einschalten des G-2005.500/510 sind 10 Stellen eingestellt.

5.1.4.6. Messfreigabe

Nach vollzogener Ausloesung einer Messung (Startzeitpunkt t_7 in Bild 10) wartet der G-2005.500/510 zunaechst auf das Eintreffen eines Freigabeimpulses. Das dazu erforderliche Freigabesignal kann sein:

- ein gesondertes ueber Eingang D (74) zuzufuehrendes Signal,
- eines der beiden am Eingang A (82) oder B (79) anliegenden Mess-Signale oder
- die internen Taktimpulse des G-2005.500/510.

Das eigentliche Messintervall wird erst nach erfolgter Freigabe eingeleitet (Bild 10 a, b, c).

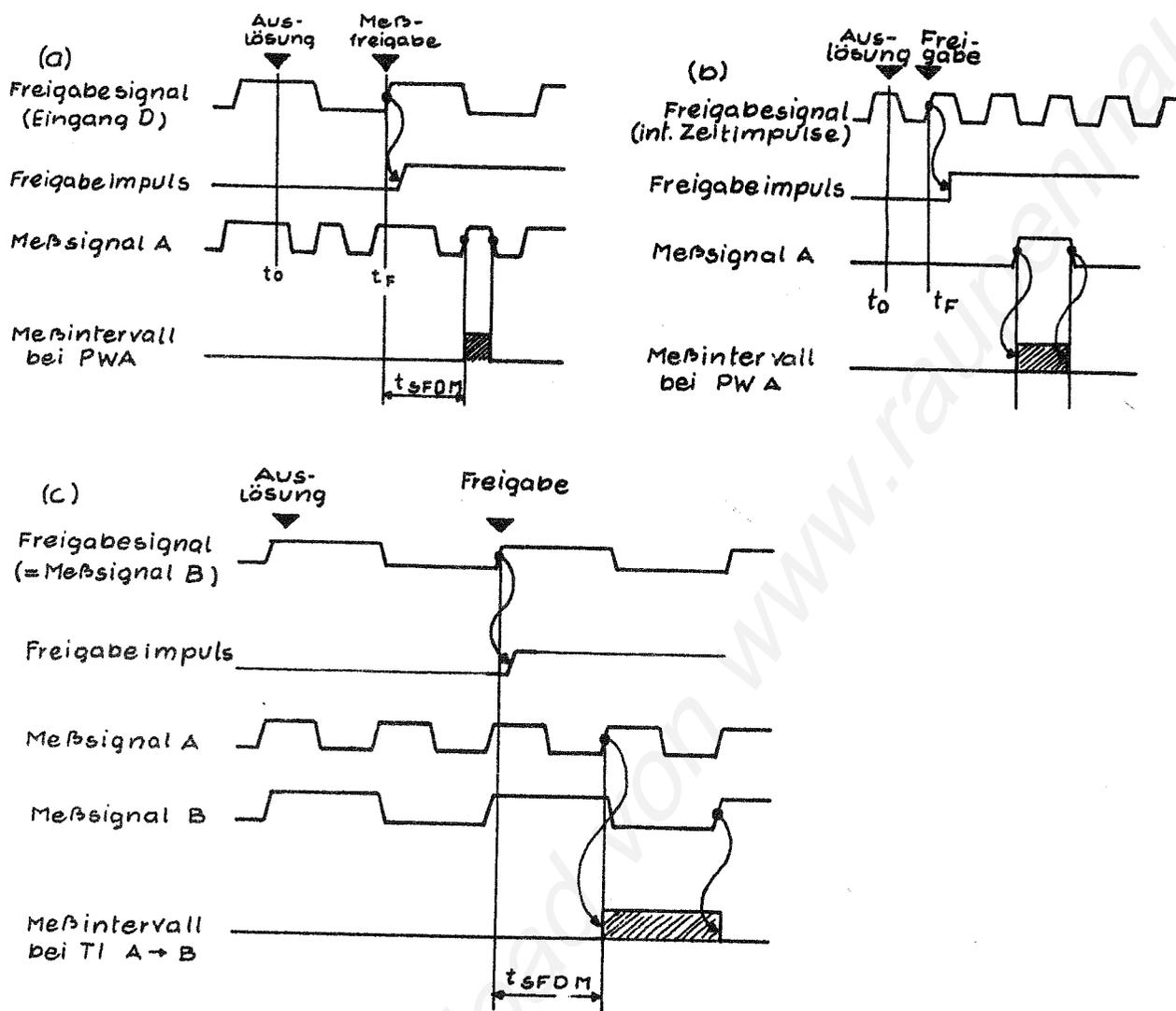


Bild 10: Prinzip der Messfreigabe beim G-2005.500/510 durch gesondertes Freigabesignal (a), durch das Mess-Signal (c) oder durch die internen Taktimpulse (b)

In Bild 10a, c sind die Zeiten t_{SFDM} und t_{SFMM} eingetragen. Es bedeuten:

t_{SFDM} : Setzzeit des Signales am Eingang D gegenüber dem die Toröffnung bewirkenden Mess-Signal A oder B;

t_{SFMM} : Setzzeit des Mess-Signales, welches die Freigabe bewirkt gegenüber dem Mess-Signal, welches das Meßintervall einleitet.

Die Zeiten t_{SFDM} und t_{SFMM} sind im Abschnitt 2. "TECHNISCHE Kennwerte" angegeben. Ihre Einhaltung ist fuer ordnungsgemaesse Messungen unbedingt zu beachten. Dies gilt insbesondere, wenn die Messfreigabe durch die zur Messflanke entgegengesetzte Flanke des Mess-Signales erfolgt. Waehlt man z.B. die Messfreigabe mit der negativen Flanke des Mess-Signales A und misst die High-Impulsbreite, dann muss eine Low-Impulsbreite des Mess-Signales A (Impuls-luecke) von mindestens t_{SFDM} eingehalten werden. Der in den Kennwerten fuer Eingang A angegebene Minimalwert fuer die Impuls-luecke von 5 ns kann in diesem Fall wegen der groesseren Zeit t_{SFMM} nicht genutzt werden. Am Beispiel der Betriebsart $+/-TI A \rightarrow B$ soll die Funktion der Messfreigabe und ihr Einfluss auf die Messung verdeutlicht werden (Bild 11).

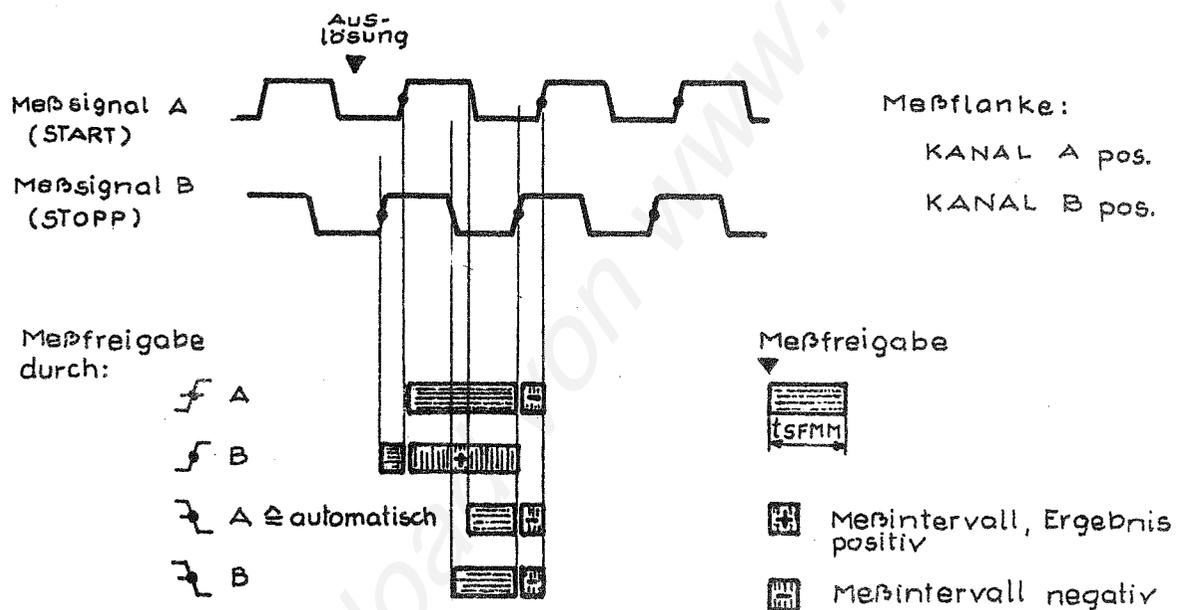


Bild 11: Einfluss der Messfreigabe bei $+/-$ -Zeitintervallmessung ($+/-TI A \rightarrow B$)

Die Messfreigabe wird durch die Anzeige ARM (6) angezeigt:

Anzeige ARM (6) hell: Messfreigabe ist erfolgt;

Anzeige ARM (6) dunkel: Messfreigabe fehlt.

Welcher Wert fuer die Messfreigabe eingestellt ist, wird nach Betaetigen der Taste #ARM/DEL (47) an der Messwertanzeige (2) angezeigt. Veraenderungen erfolgen durch Betaetigen der Tasten #0... #7 (22)... (29).

Tabelle 7 zeigt die Moeglichkeiten.

Darstellung an Messwertanzeige	Freigabe erfolgt	Einstellbar mit Taste
Ar. Auto	automatisch (siehe Tabelle 7)	#0 (22)
Ar. A HI	durch Kanal A, pos. Flanke	#1 (23)
Ar. A LO	durch Kanal A, neg. Flanke	#2 (24)
Ar. b HI	durch Kanal B, pos. Flanke	#3 (25)
Ar. b LO	durch Kanal B, neg. Flanke	#4 (26)
Ar. d HI	durch Kanal D, pos. Flanke	#5 (27)
Ar. d LO	durch Kanal D, neg. Flanke	#6 (28)
Ar. int.	durch interne Taktimpulse	#7 (29)

Tabelle 7: Prinzipielle Einstellmoeglichkeiten fuer Messfreigabe

Welche Werte von den in Tabelle 6 aufgefuehrten 8 Moeglichkeiten in den einzelnen Betriebsarten einstellbar sind und wie in den einzelnen Betriebsarten die automatische Messfreigabe definiert ist, zeigt Tabelle 8.

Die moeglichen Einstellungen fuer die Messfreigabe haengen nicht nur von den Betriebsarten ab, sondern auch noch davon, ob mit externer oder interner Torzeit gearbeitet wird. Bei externer Torzeit (by D) wird die Dauer des Messintervalles durch ein externes, Kanal D zuzufuehrendes Signal festgelegt. Naeheres dazu siehe Abschnitt 5.1.4.7.

Nach Einschalten oder nach Aendern der Betriebsart bzw. der Kanalvertauschung A↔B wird die Messfreigabe auf automatisch gestellt. Gleiches gilt auch, wenn die Torzeit auf extern gestellt wird.

Betriebsart 1)	Moegliche Einstellwerte fuer Messfreigabe bei Torzeit:		Definition der autom. Messfreigabe bei Torzeit:	
	int.	ext.	int.	ext.
CHECK	auto	auto	int.	int.
FREQ A 100 MHz	auto	auto	int.	int.
FREQ A 40 MHz	auto, A+, A-, int.	auto	A	A
FREQ C 2)	auto	auto	C	C
PERA	auto, A+, A-, int.	auto	A	A
RATIO A/B	auto, B+, B-, int.	auto	B	B
TI A->B	auto, A+, A-, B+, B-, D+, D-, int.	-	A	-
+/-TI A->B	auto, A+, A-, B+, B-, D+, D-, int.	-	A	-
FWA	auto, A+, A-, D+, D-, int.	-	A	-
CT A by B	auto, B+, B-, D+, D-, int.	-	B	-
CT A by D	-	auto	-	int.
TIME D	-	auto	-	int.
RPM A	auto, A+, A-, int.	auto	A	A
PH A->B	auto, A+, A-, B+, B-	-	A	-
+/-PH A->B	auto, A+, A-, B+, B-	-	A	-
DUTY A	auto, A+, A-	-	A	-

A, B : Messfreigabe durch Kanal A, B mit der Messflanke des betreffenden Kanales

\bar{A} , \bar{B} : Messfreigabe durch Kanal A, B mit der der Messflanke des betreffenden Kanales entgegengesetzten Flanke

A+, B+, D+ : Messfreigabe durch Kanal A, B, D mit der positiven Flanke

A-, B-, D- : Messfreigabe durch Kanal A, B, D mit der negativen Flanke

C : Messfreigabe durch Kanal C

int. : Messfreigabe durch interne Zeitimpulse 100 ns

1) Ist bei den Betriebsarten A mit B vertauscht, muss man auch bei den Angaben zu Messfreigabe A und B vertauschen.

2) nur bei Variante G-2005.500

Tabelle 8: Einstellmoeglichkeiten fuer Messfreigabe und Festlegung der automatischen Messfreigabe

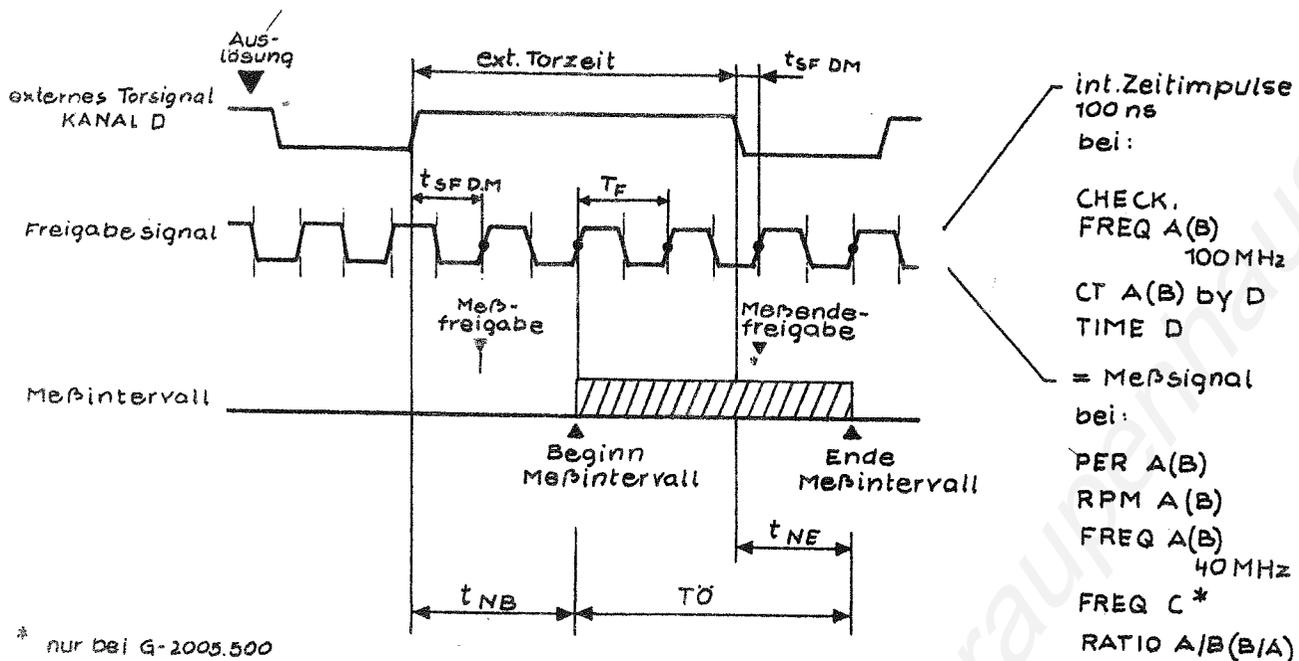
5.1.4.7. Torzeit

Die Torzeit bestimmt die Laenge des Messintervalles. Man kann z.B. eine Frequenzmessung in 10 ms aber auch in 10 s ausfuehren. Je laenger das Messintervall ist, desto hoeher ist die Messgenauigkeit. Es ist also sinnvoll, die Torzeit moeglichst gross zu waehlen.

Der G-2005.500/510 verfuegt ueber 3 prinzipielle Moeglichkeiten.

- Die Torzeit wird durch die High- oder Low-Breite eines Signals an Kanal D bestimmt (externe Torzeit).
- Die Torzeit wird durch den G-2005.500/510 selbst erzeugt, entsprechend einer einzustellenden Zeit zwischen 2 μ s und 254 s (interne Torzeit).
- Die Torzeit wird durch e/n Periode des Mess-Signales festgelegt (interne Torzeit).

Bild 12 erlaeutert zunaechst die externe Torzeit, wobei im Bild 12 die High-Breite von Kanal D als externe Torzeit gewaehlt ist.



* nur bei G-2005.500

- t_{SFDM} : Setzeit Eingang D gegenüber Mess-Signal (1.4.6.)
 $t_{NB(E)}$: Nacheilzeit fuer Beginn (Ende) des Messintervalles gegenüber dem Torzeitintervall
 TF : Periodendauer des Freigabesignales
 TOE : Dauer des Messintervalles

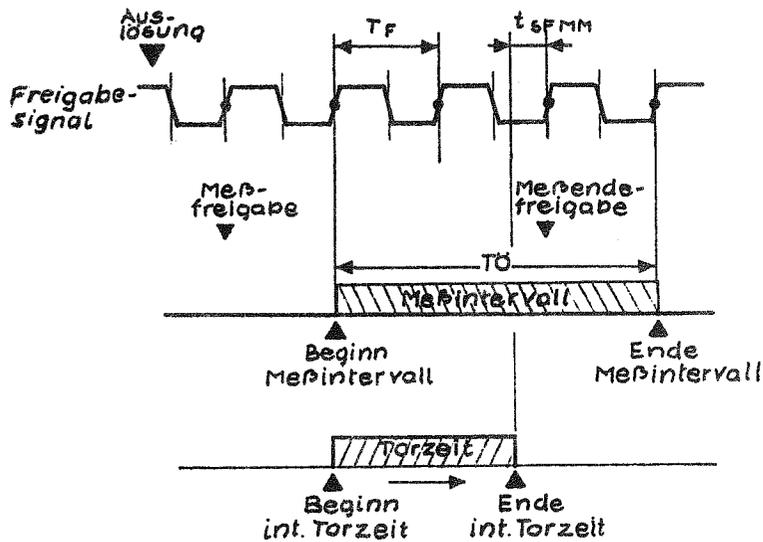
Bild 12: Externe Torzeit

Nach erfolgter Ausloesung wird zunaechst die Low-High-Flanke von Kanal D abgewartet. Danach erfolgt mit der naechsten - hier positiven - Flanke des Freigabesignales die Messfreigabe und anschliessend der Beginn des Messintervalles. Mit der negativen Flanke auf Kanal D wird die Beendigung des Messintervalles eingeleitet, es kommt die Messendefreigabe - analog zur Messfreigabe am Beginn des Messintervalles - und schliesslich das Ende des Messintervalles. Man sieht, dass das Messintervall gegenüber der externen Torzeit nacheilt. Fuer die Nacheilzeit am Beginn (t_{NB}) und am Ende (t_{NE}) des Messintervalles liest man aus Bild 12 ab:

$$TF \leq t_{NB}, t_{NE} \leq t_{SFDM} + 2TF,$$

wobei TF die Periodendauer des Freigabesignales ist. Besonders ist die Nacheilzeit bei den Betriebsarten zu beachten, in denen das Freigabesignal mit dem Mess-Signal identisch ist, also die im Bild 12 rechts unten aufgefuehrten (vergl. dazu auch Tabelle 9, externe Torzeit). Man braucht nach Ende der externen Torzeit auf Kanal D und Ablauf der Setzeit t_{SFDM} noch 2 Flanken des Mess-Signales. Bei beliebiger Phasenlage zwischen externem Torsignal und Mess-Signal werden fuer die Nacheilzeit maximal 3 Flanken des Mess-Signales benoetigt. Fuer die Zeit t_{NB} gilt diese Aussage entsprechend.

Den Fall, dass die Torzeit durch das interne Zeitsignal (100 ns) erzeugt wird, erlaeutert Bild 13. Dabei wird am G-2005.500/510 eine Zeit zwischen 2 μ s und 254 s vorgewaeHLT. Das Messintervall laeuft dann so lange bis diese Zeit abgelaufen ist. Die wirksame Torzeit ist dabei etwa 0,4 μ s groesser als der eingestellte Wert.



Freigabesignal =
Int. Zeitimpulse bei:

CHECK
FREQ A(B), 100 MHz

Freigabesignal =
Messsignal bei:

FREQ C *
RPM A(B)
FREQ A(B) 40 MHz
PER A(B)
RATIO A/B

* nur bei G-2005.500

T_F : Periodendauer des Mess- bzw. Freigabesignales
 TOE : Toroeffnungszeit
 t_{SFMM} : Setzzeit Freigabesignal zu Mess-Signal (5.1.4.6.)

Bild 13: Interne Torzeit

Der Ablauf nach Bild 13 ist prinzipiell der gleiche wie in Bild 12, anstelle der positiven Flanke D steht hier der Auslösezeitpunkt, anstelle der negativen Flanke D in Bild 12 steht hier das Ende der internen Torzeit. Man erkennt, dass fuer eine Messung mindestens 4 Flanken des Freigabesignales bzw. Mess-Signales erforderlich sind.

1. Flanke: Messfreigabe
2. Flanke: Beginn Messintervall
3. Flanke: Messendefreigabe
4. Flanke: Ende Messintervall

Die Laenge des Messintervalles ist damit maximal:

$$TOE_{max.} = \text{Torzeit} + t_{SFMM} + 2T_F.$$

Eine Flanke weniger (also 3) benoetigt man, wenn fuer die Torzeit 1 Periode des Mess-Signales gewaehlt wird.

Fuer diesen Fall gilt Bild 13 mit folgenden Bedingungen:

- Freigabesignal und Mess-Signal sind identisch,
- die interne Torzeit ist praktisch gleich Null,
- die Messendefreigabe entfaellt,
- das Ende des Messintervalles liegt genau eine Periode nach Beginn des Messintervalles.

Fuer diesen Fall benoetigt man die 1. Flanke fuer die Messfreigabe, die 2. Flanke fuer den Beginn des Messintervalles, die 3. Flanke fuer das Ende des Messintervalles.

Fuer die Toroeffnungszeit gilt in diesem Fall:

$$TOE = T_F (= 1 \text{ Periode des Mess-Signales}).$$

Wenn wirklich nur die das Messintervall begrenzenden Flanken vorhanden sind, kann man sich behelfen, in dem man die Messfreigabe auf intern stellt. Dann erfolgt die Messfreigabe sofort nach Auslösung der Messung, ohne dass dafür eine Flanke des Mess-Signales benötigt wird. Man muss dann allerdings dafür sorgen, dass die Messflanken erst nach erfolgter Messfreigabe [Anzeige ARM (5) ist hell] eintreffen.

Will man wissen, welche Torzeit am G-2005.500/510 eingestellt ist, betätigt man Taste #GATE (45). An der Messwertanzeige (1), (2), (7)... (10) erscheint dann der eingestellte Wert. Veränderungen sind durch die Tasten #0... #6 (22)... (28) möglich. Tabelle 9 gibt darüber Auskunft.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung	Einstellbar mit Taste
o o o o		
GATE _ _ _	Torzeit nicht definiert	-
o o o o		
GATE AUTO	Torzeit automatisch	#0 (22)
o o o o		
GATE dHI	Torzeit extern, während High-Dauer des Signales an Kanal D	#1 (23)
o o o o		
GATE dLO	Torzeit extern, während Low-Dauer des Signales an Kanal D	#2 (24)
o o o o		
GATE IPER	Torzeit eine Periode des Mess-Signales	#3 (25)
o * o o		
GATE 100 -3	Torzeit intern, 100 ms	#4 (26)
o * o o		
GATE 1.00	Torzeit intern, 1 s	#5 (27)
o * o o		
GATE 10.0	Torzeit intern, 10 s	#6 (28)
o * o o		
GATE 57.9 -3	Torzeit ueber Eingaberegister eingestellt Wertebereich 2 µs... 254 s (siehe 5.1.4.15.)	

Tabelle 9: Einstellwerte fuer Torzeit

Tabelle 9 zeigt zunaechst, welche Einstellwerte fuer die Torzeit in Abhaengigkeit von der Betriebsart moeglich sind. Bei Wechsel der Betriebsart wird fuer die Torzeit ein sogenannter Vorzugswert eingestellt. Dieser ist ebenfalls in Tabelle 10 enthalten.

Betriebsart	Moegliche Einstellwerte fuer Torzeit	Vorzugs- wert
CHECK	auto, D+, D-, 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 µs...254 s	1 s
FREQ A 100 MHz	auto, D+, D-, 0,1 s, 1 s, 10 s,	1 s
FREQ A 40 MHz	auto, D+, D-, 1 PER A, 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 µs...254 s	1 s
FREQ C 1)	auto, D+, D-, 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 µs...254 s	0,1 s
PER A	auto, D+, D-, 1 PER A, 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 µs...254 s	1 s
RATIO A/B	auto, D+, D-, 1 PER B	auto
TI A->B	nicht definiert 2)	n. definiert
+/-TI A->B	nicht definiert 2)	n. definiert
PW A	nicht definiert 2)	n. definiert
CT A by B	nicht definiert 2)	n. definiert
CT A by D	D+, D- 3)	D+
TIME D	D+, D-	D+
RPM A	auto, D+, D-, 1 PER A, 0,1 s, 1 s, 10 s, 2 µs...254 s	1 s
PH A->B	nicht definiert 2)	n. definiert
+/-PH A->B	nicht definiert 2)	n. definiert
DUTY A	nicht definiert 2)	n. definiert

D+: externe Torzeit durch High-Breite des Signales auf Kanal D
D-: externe Torzeit durch Low-Breite des Signales auf Kanal D
1 PER A(B): Torzeit = 1 Periode des Signales auf Kanal A (bzw. B)
1) nur bei Zaehler G-2005.500
2) Die Torzeit ist hier nicht einstellbar, da die Laenge des Messintervalles durch die Messgroesse (z. B. Zeitintervall) festgelegt ist.
3) Hierbei ist zu beachten, dass nach Bild 12 das Messintervall nicht mit der High- bzw. Low-Zeit auf Kanal D identisch ist, sondern mit den 100 ns-Zeitimpulsen synchronisiert ist. Bei Impulsabstaenden >100 ns stoert dies meistens nicht. Bei kleineren Impulsabstaenden verwendet man besser Betriebsart CT A by B. Hier entspricht die Laenge des Messintervalles exakt der High- bzw. Low-Breite des Signales auf Kanal B.

Tabelle 10: Moegliche Einstell- und Vorzugswerte fuer die Torzeit bei den einzelnen Betriebsarten

Wird automatische Torzeit gewaehlt, so misst der G-2005.500/510 so lange, bis die gewuenschte Stellenzahl erreicht ist. Dabei ist der durch den Quantisierungsfehler verursachte Fehleranteil in der letzten Stelle maximal +/-2 digit.

Um dies zu sichern, wird entweder eine bestimmte Mindestzeitdauer fuer das Messintervall in Abhaengigkeit von der Stellenzahl festgelegt (Tabelle 10, Spalte a), oder das Messintervall wird solange ausgedehnt, bis eine bestimmte Zahl von Impulsen des Mess-Signales eingelaufen ist (Tabelle 11, Spalte b).

Stellen- zahl	(a) Torzeit nach Bild 10	(b) Minimale Zaehlimpulse Kanal A
	fuer: CHECK, FREQ A 40 MHz, FREQ C 1), PER A, RPM A	fuer: FREQ A 100 MHz, RATIO A/B
3	5 ms	512
4	5 ms	5120
5	5 ms	51200
6	5 ms	512000
7	5 ms	5120000
8	50 ms	51200000
9	500 ms	512000000
10	5 s	5120000000

1) nur bei G-2005.500

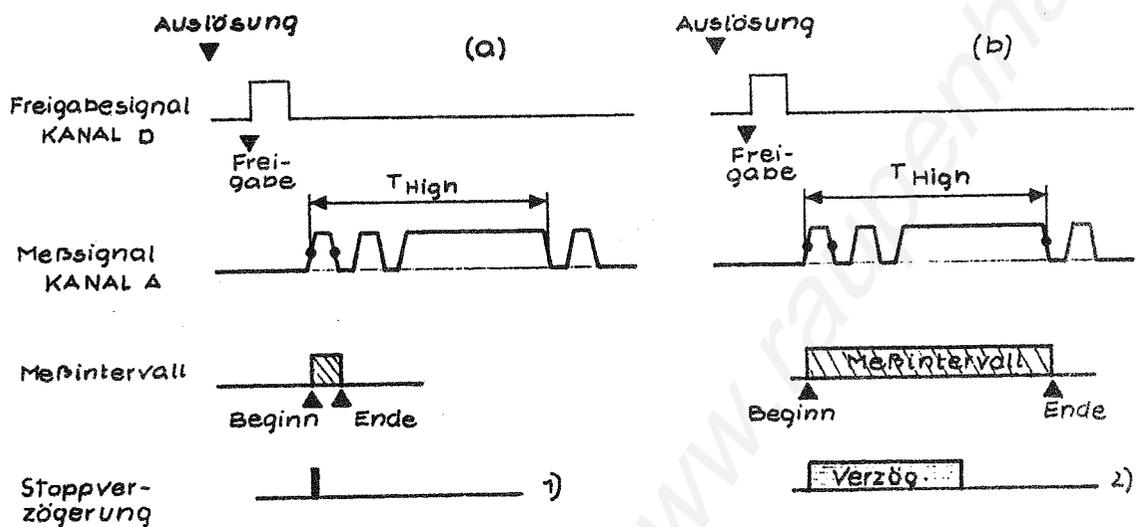
Tabelle 11: Definition der automatischen Torzeit

Die eingestellte Torzeit kann nach Betaetigen von Taste #GATE (45) an der Messwertanzeige abgelesen werden. Die Dauer des Messintervalles steht im Register t, welches man durch Betaetigen der Taste REG t (40) aufruft. In der Betriebsart RATIO A/B enthaelt das Register t die Anzahl der gemessenen Perioden von Kanal B.

5.1.4.8. Stoppverzoegerung

Das Wesen dieser Funktion des G-2005.500/510 besteht darin, dass nach Oeffnen des Tores (Beginn des Messintervalles) zunaechst eine bestimmte Verzoegerungszeit ablaeuft, ehe die Moeglichkeit fuer das Schliessen des Tores und damit die Beendigung des Messintervalles gegeben ist.

Bedeutung erhaelt die Stoppverzoegerung, wenn man Mess-Signale mit starken Einschwingvorgaengen (z.B. "Prellen" mechanischer Kontakte) hat. Bild 14 zeigt, wie man durch die Stoppverzoegerung trotzdem ein richtiges Ergebnis erhaelt.



- 1) Durch zu kleine, bzw. ohne Stoppverzögerung wird das Messintervall während des Einschwingvorganges beendet.
=> falsche Messung von T_{High}
- 2) Während dieser Zeit kann das Messintervall nicht beendet werden.
=> korrekte Messung von T_{High}

Bild 14: Prinzip der Stoppverzögerung am Beispiel der Betriebsart PW A mit externer Messfreigabe

Um den Beginn des Messintervalles exakt festzulegen ist allerdings eine externe Messfreigabe über Kanal D erforderlich. Bei einmaligen Vorgängen kann Freigabe intern gewählt werden (siehe auch Abschnitt 5.1.4.6.).

Bei externer Torzeit wirkt die Stoppverzögerung auf das Signal an Eingang D. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die externe Torzeit z.B. von einem "prellenden" Relaiskontakt abzuleiten. Die Stoppverzögerung ist am G-2005.500/510 einstellbar. Die Anzeige der eingestellten Stoppverzögerung erfolgt nach (zweimaligem) Betätigen der Taste #ARM/DEL (47) an der Messwertanzeige.

Änderungen des eingestellten Wertes erfolgen durch Betätigen der Tasten #0... #3 (22)... (25) oder über das Eingaberegister (siehe Pkt. 5.1.4.15.). Welche Werte möglich sind, zeigt Tabelle 12.

Die Stoppverzögerung ist nur fuer die Betriebsarten PW A(B), TI A→B (B→A) bei externer Messfreigabe ueber Eingang D bzw. bei Messfreigabe durch interne Zeitimpulse oder in allen anderen Betriebsarten, bei denen externe Torzeit ueber Kanal D eingestellt ist, ausgenommen RATIO A(B)/B(A), definiert.

Die wirksame Stoppverzögerung ist etwa 200 ns groesser als der eingestellte Wert.

Als Vorzugswert gilt DEL = OFF (Stoppverzögerung ausgeschaltet). Der Vorzugswert stellt sich ein nach:

- Netzeinschalten,
- Aenderung der Betriebsart oder der Torzeit,
- Aendern der Messfreigabe auf einen Wert, bei dem die Stoppverzögerung nicht definiert ist.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung	Einstellbar mit Taste
o o o o		
DEL OFF	Stoppverzögerung ausgeschaltet	#0 (22)
o x o o		
DEL 100 -6	Stoppverzögerung 100 µs	#1 (23)
o x o o		
DEL 1.00 -3	Stoppverzögerung 1 ms	#2 (24)
o x o o		
DEL 10.0 -3	Stoppverzögerung 10 ms	#3 (25)
o x o o		
DEL 25.4 -3	Stoppverzögerung ueber Eingaberegister (5.1.4.15.) eingestellt; Wertebereich: 2 µs... 254 s	
o o o o		
DEL - - -	Stoppverzögerung nicht definiert	

Tabelle 12: Anzeige der Stoppverzögerung

5.1.4.9. Register t und u

Der Zaehler G-2000.500/510 verfuegt ueber 2 Zaehlregister x und y, die ueber je ein Tor durch die Zaehlimpulsfolgen z_x bzw. z_y angesteuert werden (Bild 15).

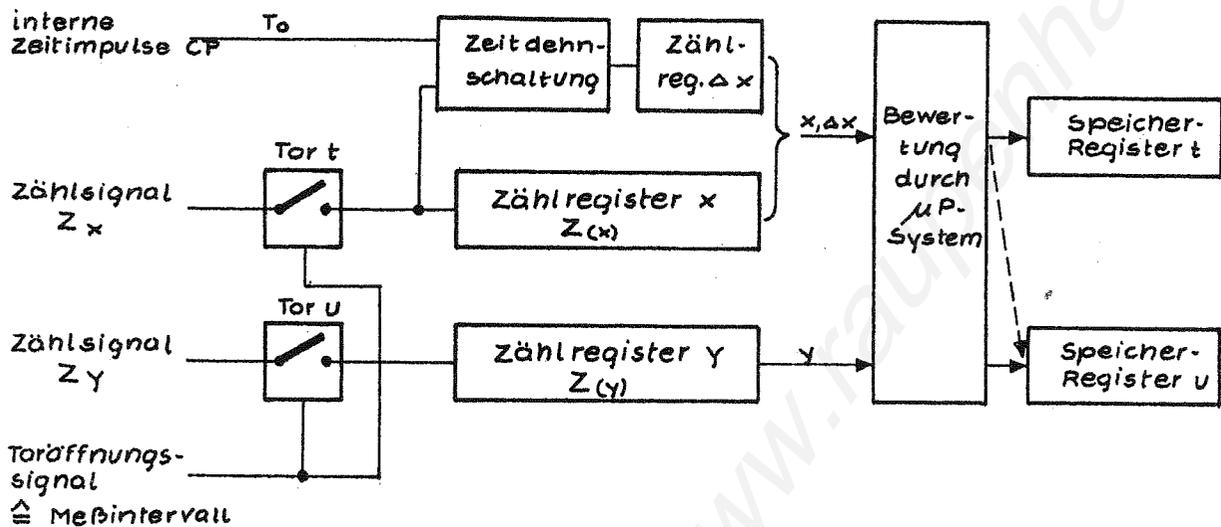


Bild 15: Funktion der Zaehl- und Speicherregister

Die beiden Tore werden waehrend des Messintervalles geoeffnet, so dass dann die Impulse der Zaehlsignale Z_x bzw. Z_y in die Zaehlregister einlaufen koennen.

Die Laenge des Messintervalles TOE sowie Z_x und Z_y sind von den Betriebsarten abhaengig. Als Zaehlsignal Z_x werden ausser bei $RATIO A/B(B/A)$ die internen Zeitimpulse CP (100 ns) benutzt. Bei $RATIO A/B(B/A)$ entspricht Z_x dem Mess-Signal an Kanal $B(A)$. TOE und Z_y sind in Tabelle 12 angegeben.

Das Zaehlregister x verfuegt ueber ein Hilfsregister Δx , das in Verbindung mit einer speziellen Zeitdehnschaltung den Quantisierungsfehler im Zaehlregister x auf $1/100$ verringert, so dass die Zaehlregister x und Δx zusammen eine Aufloesung bei Zeitmessung von 1 ns erlauben.

Die Zaehlresultate der Register x , Δx und y werden durch das μP -System des G-2005.500/510 ausgelesen, bewertet und schliesslich in die Speicherregister t und u uebertragen.

Bei den Betriebsarten $PH A \rightarrow B$ ($B \rightarrow A$), $+/-PH A \rightarrow B$ ($B \rightarrow A$) und $DUTY A(B)$ wird eine Zweizyklusmessung benutzt. Im ersten Zyklus wird z.B. bei $DUTY A$ die Impulsbreite, im zweiten Zyklus die Periodendauer gemessen.

Tabelle 13 zeigt, wie bei den einzelnen Betriebsarten die Zaehl- und Speicherregister benutzt werden. Ausserdem ist in den Spalten $R(u)$ und $R(t)$ der Quantisierungsfehler $+/-1$ digit eingetragen.

Betriebs- art 1)	z	TOE	R(t) +/- Quantisierungsfehler	R(u)	Ergebnis
CHECK	CP	mT \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	Z(y) x 100 ns	R(t)/R(u)
FREQ A 100 MHz	A	nT \emptyset	Z(x) x 100 ns	Z(y) +/- 1	R(u)/R(t)
FREQ A 40 MHz	A	mT \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	Z(y)	R(u)/R(t)
FREQ C 2)	C'	mkT \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	Z(y) x k	R(u)/R(t)
PER A	A	mT \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	Z(y)	R(t)/R(u)
RATIO A/B	A	nT \emptyset	Z(x)	Z(y) +/- 1	R(u)/R(t)
DI A->B	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	0	R(t)
F/-TI A->B	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	0	R(t)
PW A	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	0	R(t)
DT A by B	A	t \emptyset	[Z(x) +/- 1] x 100 ns	Z(y) +/- 1	R(u)
DT A by D	A	t \emptyset '	Z(x) x 100 ns	Z(y) +/- 1	R(u)
TIME D	CP	t \emptyset '	Z(x) x 100 ns	Z(y) x 100 ns	R(u)
RPM A	A	mT \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	Z(y) x 60	R(u)/R(t)
PH A->B 1. Zyklus	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	-	R(t)/R(u)
2. Zyklus +/-PH A->B	-	T \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	x 360 Grad	
1. Zyklus	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	-	R(t)/R(u)
2. Zyklus	-	T \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	x 360 Grad	
DUTY A 1. Zyklus	-	t \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	-	R(t)/R(u)
2. Zyklus	-	T \emptyset	[100 Z(x) + Z(Δ x) +/- 1] ns	x 100 %	

T \emptyset : Periodendauer der internen Zeitimpulse CP, T \emptyset = 100 ns

T \emptyset , T \emptyset , T \emptyset : Periodendauer des Mess-Signales auf Kanal A, B, C

m : ganze Zahl

k : Verteilungsfaktor Kanal C, k = 40 [nur fuer G-2005.500(!)]

CP : interne Zeitimpulse

C' : durch k frequenzgeteiltes Mess-Signal auf Kanal C

[nur bei G-2005.500(!)]

t \emptyset , T \emptyset , T \emptyset : High- oder Low-Breite des Signales auf Kanal A, B, D

t \emptyset ' = t \emptyset +/- 100 ns

TOE : Dauer des Messintervalles

Z(x, Δ x, y) : Zaehlergebnis in den Registern x, Δ x, bzw. y

R(u, t) : Inhalt der Register u, t

A, B : Mess-Signal von Kanal A, B

t \emptyset : Zeitabstand zwischen einem Ereignis auf Kanal A und B

1) Bei Vertauschen von A und B ist auch in den anderen Spalten der Tabelle A und B zu vertauschen.

2) nur bei Variante G-2005.500

3) Z(y) = m

4) Z(x) = n

5) Register wird mit Wert Null belegt.

Tabelle 13: Belegung der Speicherregister u und t

Die Registerinhalte R(t) bzw. R(u) koennen an der Messwertanzeige angezeigt werden. Der Aufruf fuer Register t erfolgt durch Betaetigen der Taste REG t (40), der Aufruf von Register u erfolgt mit Taste REG u (41).

Das Register t enthaelt bei den meisten Betriebsarten die wirklich gemessene Zeit (Toroeffnungszeit).

Bei RATIO A/B enthaelt Register t die Anzahl der gemessenen Perioden von Signal B.

Bei DUTY A enthaelt Register t die im 1. Zyklus gemessene Impulsbreite, Register u enthaelt die im 2. Zyklus gemessene Periodendauer.

Bei PH A->B und +/-PH A->B steht in Register t die Zeitdifferenz zwischen Kanal A und B, in Register u die Periodendauer des Signales A.

Ein Beispiel fuer die Darstellung der Register an der Messwertanzeige gibt Tabelle 14.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung
<pre> o x o o t 453.012 -6 ----- Kennung fuer Register t </pre>	in Register t steht der Wert 453,012 μ s
<pre> o o o o u 1.200035 +6 ----- Kennung fuer Register u </pre>	in Register u steht der Wert 1,200035 $\times 10^6$

Tabelle 14: Anzeige der Register u und t

Die Register t und u werden entsprechend der vorgewaehlten Stellenzahl [Taste #DIG (46)], jedoch maximal 8stellig angezeigt.

Bei aufgerufenem Register t oder u wird mit Abschluss einer Messung der neue Wert in die Anzeige geschrieben.

Bei Mittelwertmessung gilt dies nur fuer die jeweils letzte Einzelmessung.

Nach Einschalten oder nach Betaetigen der Taste RESET (35) werden die Register u und t geloescht.

Die maximale Zaehlkapazitaet betraegt

- bei Register u etwa 12×10^{10} Impulse,
- bei Register t etwa 10^{10} Impulse.

Wird die Zaehlkapazitaet in einem der Register u, t ueberschritten, wird dies durch eine Fehlermeldung angezeigt.

(siehe Pkt. 5.1.4.18.)

5.1.4.10. Mathematische Funktionen

Der G-2005.500/510 kann mit dem Messwert Rechenoperationen mit den Konstanten c und d ausfuehren.

MATH xc-d: Diese Funktion wird mittels Taste (45) ein- bzw. ausgeschaltet. Die zugehoerige Anzeige ist (56).

Anzeige xc-d (56) dunkel: Funktion xc-d wird nicht ausgefuehrt.

Anzeige xc-d (56) hell: Der G-2005.500/510 multipliziert den Messwert mit der Konstanten c und subtrahiert die Konstante d.

MATH ÷d: Diese Funktion wird mittels Taste (46) ein- bzw. ausgeschaltet. Die zugehoerige Anzeige ist (55).

Anzeige ÷d (55) dunkel: Funktion ÷d ist ausgeschaltet.

Anzeige ÷d (55) hell: Der G-2005.500/510 dividiert den Messwert X/Y (bei ausgeschalteter Funktion xc-d) oder das Ergebnis von xc-d (bei eingeschalteter Funktion xc-d) durch die Konstante d. Das angezeigte Ergebnis ist gleich

$$X/Y/d \text{ oder } c/d \times X/Y - 1.$$

Die Konstanten c und d koennen ueber das Eingaberegister (vergl. 5.1.4.15.) eingegeben werden.

Der moegliche Wertebereich ist fuer beide Konstanten

$$-9,9999999 \times 10^9 \dots -1 \times 10^{-10}, 0, +1 \times 10^{-10} \dots 9,9999999 \times 10^9.$$

Dabei wird die Konstante d immer in der Masseinheit des Messwertes eingegeben.

Die Konstantenrechnung ermoeoglicht folgende Operationen:

- Skalieren des Messwertes: xc-d,
- Normieren des Messwertes: ÷d,
- absolute Abweichung des Messwertes gegenueber einem festen Bezugswert: xc-d mit $c = 1$, $d = \text{Bezugswert}$,
- relative Abweichung des Messwertes gegenueber einem Bezugswert: xc-d und ÷d mit $c = 1$, $d = \text{Bezugswert}$.

Bei den Konstantenrechnungen ist zu beachten, dass sich die angezeigten Stellen nach dem Fehler des Messwertes richten (vergl. 5.1.4.4.). Ein Messwert X/Y wird beispielsweise 3stellig mit einem Fehler von +/- 1 digit in der letzten Stelle angezeigt:
 $X/Y = 12,5 \text{ +/- 1 digit.}$

Nach Multiplikation mit $c = 5$ erhaelt man:

$$X/Y \times c = 62,5 \text{ +/- 5 digit.}$$

Damit waere der Fehler in der letzten Stelle aber 5 digit also > 2,2 digit. Deshalb zeigt der G-2005.500/510 nur noch ein 2stelliges, gerundetes Ergebnis an:

$$X/Y \times c = 63 \text{ +/- 0,5 digit.}$$

Die Konstanten c und d koennen jederzeit an der Anzeige sichtbar gemacht werden.

Bei erstmaligem Betaetigen der Taste #c/d (49) erscheint die Konstante c an der Anzeige, bei wiederholter Betaetigung werden die Konstanten d und c im Wechsel aufgerufen.

Die Anzeige der Konstante erfolgt 8stellig (Tabelle 15).
 Konstante d wird dabei mit der Masseinheit der gerade eingestellten Betriebsart angezeigt.
 Nach Einschalten ist fuer c der Wert 1 und fuer d der Wert 0 eingestellt.

* 0 0 0

 | d 10.7000 || +d | < Darstellung der Konstanten d an der
 /-----
 Messwertanzeige. Im Beispiel:
 Kennung fuer Konstante d d = 10,7 MHz

o o o o

 | c 12.0000 || | < Darstellung der Konstanten c an der
 /-----
 Messwertanzeige. Im Beispiel:
 Kennung fuer Konstante c c = 12

 Tabelle 15: Anzeige der Konstanten c und d an der Messwertanzeige

5.1.4.11. Mittelwertrechnung

Der G-2005.500/510 berechnet den Mittelwert aus n unmittelbar aufeinanderfolgenden Messwerten. Dabei werden die einzelnen Messwerte X/ nicht angezeigt, sondern nur der Mittelwert \bar{X} .
 Der Mittelwert \bar{X} wird aus der Formel

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i - X_1}{n} + X_1$$

errechnet, wobei X/ der erste von n Messwerten ist.
 n ist zwischen 1 und 254 einstellbar.

Soll die Mittelwertrechnung durchgefuehrt werden, so ist zunaechst die Groesse n einzugeben. Der eingestellte Wert fuer n wird nach Aufruf durch Taste #n (48) an der Anzeige sichtbar.

Ist n an der Messwertanzeige aufgerufen, kann man ueber das Eingaberegister den gewuenschten Wert eingeben (siehe Pkt. 5.1.4.15.). Die Mittelwertberechnung wird mit Taste AVG (44) ein- bzw. ausgeschaltet. Der jeweilige Zustand kann an Anzeige AVG (57) abgelesen werden.

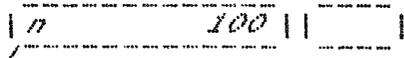
Anzeige AVG (57) dunkel: keine Mittelwertbildung

Anzeige AVG (57) hell: Es werden unmittelbar aufeinanderfolgend n Messwerte bestimmt, deren Mittelwert \bar{X} nach Abschluss der n Einzelmessungen berechnet und angezeigt wird.

Fuer die Zahl der angezeigten Stellen ist neben der eingestellten Stellenbegrenzung (Taste #DIG) der Quantisierungsfehler massgebend (siehe Pkt. 5.1.4.4.). Dieser Fehler F σ (AVG) wird aus dem fuer die letzte (n-te) Einzelmessung errechneten Fehler F σ/n ermittelt:

$$F \sigma (AVG) = F \sigma / \sqrt{n}$$

Die Darstellung von n an der Messwertanzeige ist in Tabelle 16 gezeigt.



Kennung fuer n

< Darstellung von n (Anzahl der Einzelmessungen bei Mittelwertbildung) an der Messwertanzeige, im Beispiel ist $n = 100$.

Tabelle 16: Darstellung von n an der Messwertanzeige

Die Mittelwertberechnung benutzt man vorwiegend bei Zeitmessungen (PW, +/-TI, TI) zur Erhoehung der Aufloesung. Mit $n = 100$ erhaelt man 100 ps.

Nach Einschalten ist $n = 100$ eingestellt.

5.1.4.12. Messablauf

Der zeitliche Ablauf einer Messung beim G-2005.500/510 ist fuer automatisch wiederholende Ausloesung in Bild 16 dargestellt.

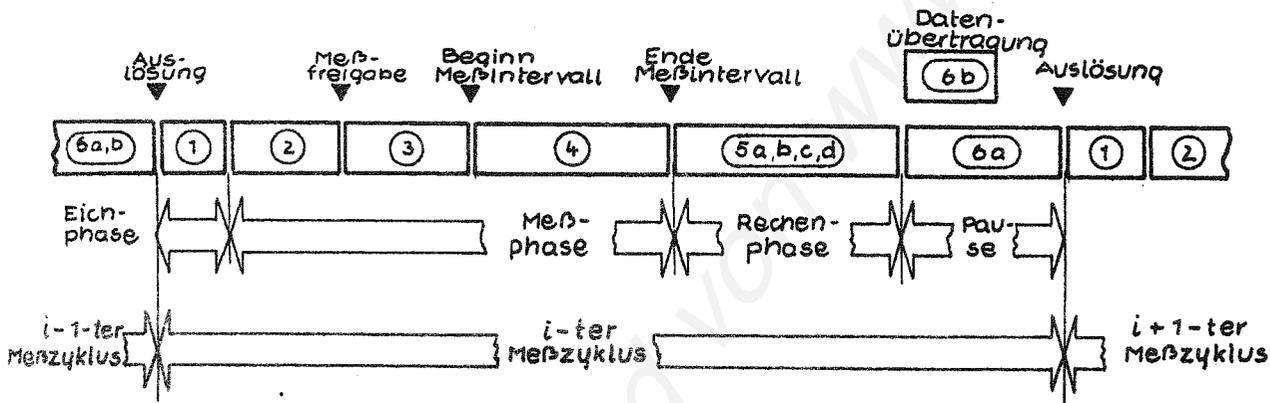


Bild 16: Messablauf beim G-2005.500/510

Ein Messzyklus besteht aus Eichphase, Messphase, Rechenphase und der sich anschliessenden Pause.

① : Nach vollzogener Ausloesung laeuft zunaechst ein Eichzyklus ab, der dazu dient, die in der Zeitdehnschaltung entstehenden Laufzeitfehler weitgehend zu eliminieren. Der Eichzyklus wird nicht in allen Betriebsarten ausgefuehrt.

② : Die Messphase beginnt nach dem Eichzyklus. Abschnitt ② repraesentiert die Wartezeit auf das Eintreffen des Freigabesignales.

③ : Hier wartet der G-2005.500/510 auf das Eintreffen des die Toreoffnung bewirkenden Mess-Signales.

④ : Dies ist das eigentliche Messintervall, waehrenddessen sind die Tore geoeffnet und die erforderlichen Zaehlvorgaenge laufen ab.

5a : Nach Ende des Messintervalles werden die Register u und t beschrieben (vergl. auch Abschnitt 5.1.4.9.).

5b : In diesem Abschnitt wird das Messergebnis aus den Registern u, t berechnet und die Konstantenmultiplikation bzw. -division wird ausgefuehrt.

5c : Der Quantisierungsfehler F_Z und die gueltigen Stellen werden berechnet (vergl. Abschnitt 5.1.4.4.), die Konstantensubtraktion wird ausgefuehrt.

5d : Das Messergebnis wird angezeigt und fuer die Datenausgabe vorbereitet.

6a, b : Nach Ende der Rechenphase beginnt - sofern gefordert - die Datuebertragung im Interface IMS-2. Parallel dazu wird vom G-2005.500/510 die Pause gestartet. Ein neuer Messzyklus beginnt erst, wenn Datuebertragung und Pause beendet sind. Falls die Datuebertragung laenger dauert als die Pause, kann ein neuer Messzyklus also erst nach Abschluss der Datuebertragung beginnen.

Bei den Betriebsarten PH A→B, +/-PH A→B, DUTY A werden innerhalb eines Messzyklusses 2 Teilzyklen ausgefuehrt (Bild 17).

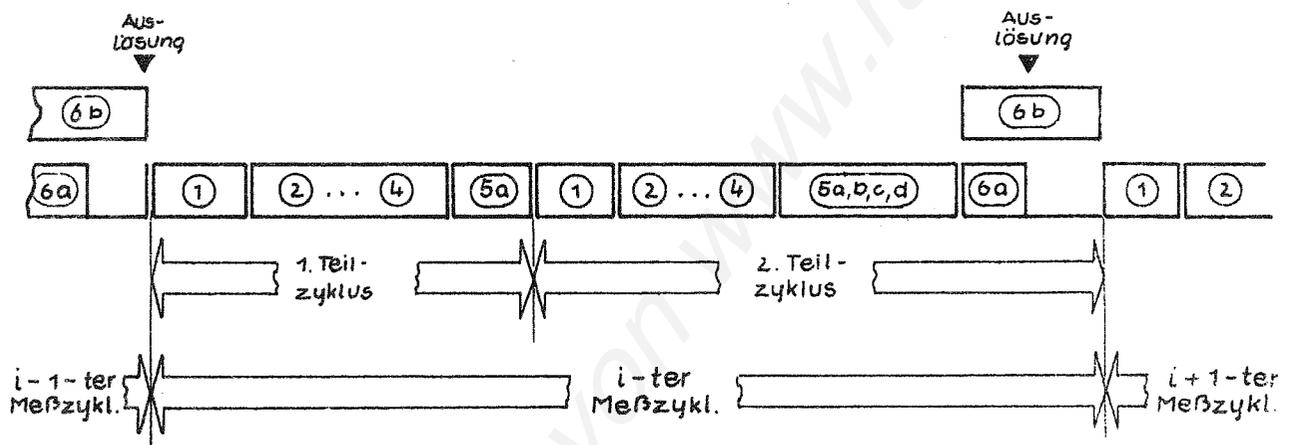


Bild 17: Zweizyklenmessung bei PH A→B, +/-PH A→B, DUTY A

Bei Mittelwertberechnung werden nach erfolgter Ausloesung n Einzelmessungen ausgefuehrt (Bild 18). Dabei wird die Ermittlung der gueltigen Stellen aus dem Quantisierungsfehler F_Z 5c nur bei der letzten Einzelmessung ausgefuehrt.

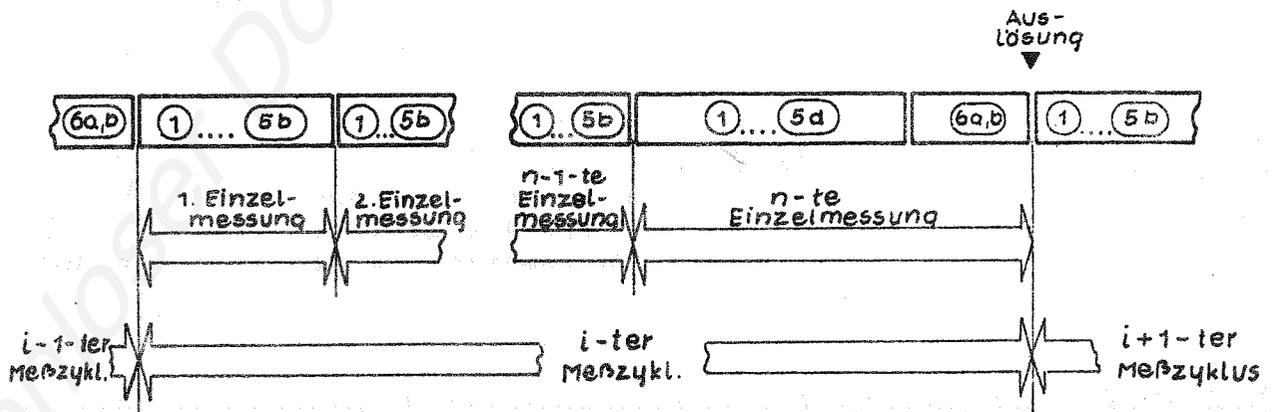


Bild 18: Messablauf bei Mittelwertberechnung AVG

Um einzelne Abschnitte des Messablaufes am G-2005.500/510 sichtbar zu machen, sind die Anzeigen START (4), ARM (5), und GATE (6) vorhanden. sie haben folgende Bedeutung:

Anzeige START (4) dunkel: Es ist keine Messung ausgelöst. In diesem Zustand kann eine Messung durch die Tasten START AUTO (51) bzw. START SINGLE (34) oder durch den Befehl GET ueber Interface IMS-2 ausgelöst werden.

Anzeige START (4) hell: Zeigt an, dass eine Messung ausgelöst wurde. Erfolgt die Auslöschung ueber START SINGLE (34) bzw. den GET-Befehl, verlöscht die START-Anzeige (4) mit Ende der Messung. Erfolgte die Auslöschung ueber START AUTO (51) leuchtet die START-Anzeige (4) dauernd. Der Zustand START AUTO kann durch nochmaliges Betaetigen von Taste (51) wieder aufgehoben werden. Dabei verlöscht die START-Anzeige (4), der gerade laufende Messzyklus wird jedoch noch zu Ende gefuehrt.

Anzeige ARM (5) dunkel: Die Messfreigabe fehlt.

Anzeige ARM (5) hell: Die Messfreigabe ist vorhanden. Die ARM-Anzeige (5) ist waehrend ③ und ④ hell (Bilder 14... 18), sie verlöscht nach Beendigung des Messintervalles. Waehrend der Eichphase leuchtet die ARM-Anzeige ganz kurz auf.

Anzeige GATE (6) dunkel: Ausserhalb des Messintervalles

Anzeige GATE (6) hell: Waehrend des Messintervalles ④ (Bilder 13... 15)

Zur Unterbrechung des Messablaufes dient die Taste RESET (36). Betaetigen der Taste RESET (36) bewirkt:

- Abbrechen des Messablaufes, Aufheben einer durch Taste START SINGLE (34) oder GET erfolgten Auslöschung (die durch START AUTO erfolgte Auslöschung wird nicht aufgehoben),
- Ruecksetzen der Register u, t und des Ergebnisregisters,
- Aufheben der Stellen- und Torzeithysterese (siehe Abschnitt 5.1.4.4., 5.1.4.5.),
- Wirksammachen der mit Schalter (101) eingestellten Adresse (siehe Abschnitt 5.1.5.1.),
- Abbrechen der Pause.

Die Pause ist beim G-2005.500/510 einstellbar. Wird Taste #PAUSE (51) betaetigt, erscheint an der Messwertanzeige der eingestellte Wert. Eine Aenderung ist dann durch die Tasten #0...#5 moeglich. Ausserdem lassen sich ueber das Eingaberegister Werte von 16 ms... 254 s in Schritten von 16 ms eingeben (siehe Abschnitt 5.1.4.15.). Tabelle 17 zeigt, wie die Einstellwerte fuer die Pause an der Messwertanzeige dargestellt werden. Nach Einschalten wird die Pause auf 0,304 s gestellt. Die Pausenzeit ist nur wirksam bei automatisch wiederholender Auslöschung.

Darstellung an Messwertanzeige	Eingestellter Wert fuer Pause	Einstellbar mit Taste
o o o o PAUSE off	aus	#0 (22)
o x o o PAUSE 30# -3	0,304 s	#1 (23)
o x o o PAUSE 1,01	1,01 s	#2 (24)
o x o o PAUSE 3,01	3,01 s	#3 (25)
o x o o PAUSE 10,0	10 s	#4 (26)
o x o o PAUSE 30,0	30 s	#5 (37)
o x o o PAUSE 160	160 s: Einstellung ueber Eingaberegister	

Tabelle 17: Darstellung der Pause an der Messwertanzeige

5.1.4.13. Interne Referenzfrequenz

Der G-2005.500/510 verfuegt ueber eine interne Referenzfrequenz von 10 MHz. Sie wird durch einen thermostatisierten Quarzoszillator erzeugt. Die Betriebstemperatur fuer den Quarzoszillator betraegt 70 Grad C. Zur Erreichung einer hohen Stabilitaet des Quarzoszillators sollte dieser im Dauerbetrieb arbeiten.

Der G-2005.500/510 verfuegt dazu ueber die sogenannte "STAND BY" Betriebsweise. Dabei sind die Geratetemperaturen ausser Betrieb, lediglich der Thermostat mit dem Quarzoszillator ist in Funktion. Den STAND-BY-Betrieb nimmt der G-2005.500/510 mit Anschliessen an die Netzspannung ein. Der an der Frontplatte befindliche Netzschalter POWER ON (53) ist dabei nicht eingeschaltet.

Zur Anzeige des in Betrieb befindlichen Thermostaten dient die Thermostatanzeige OVEN (52). Unmittelbar nach Anschliessen des G-2005.500/510 an die Netzspannung blinkt diese Anzeige. Das heisst, der Thermostat befindet sich in der Anheizphase. Mit Erreichen der Betriebstemperatur geht das Blinken der Thermostatanzeige in ein kontinuierliches Leuchten ueber.

Die Dauer der Anheizphase ist abhaengig von der Umgebungstemperatur und der Netzspannung und liegt etwa zwischen 20 und 60 Minuten.

In der Anheizphase ist mit erheblichen Abweichungen der internen Referenz vom Sollwert zu rechnen (Bild 19).

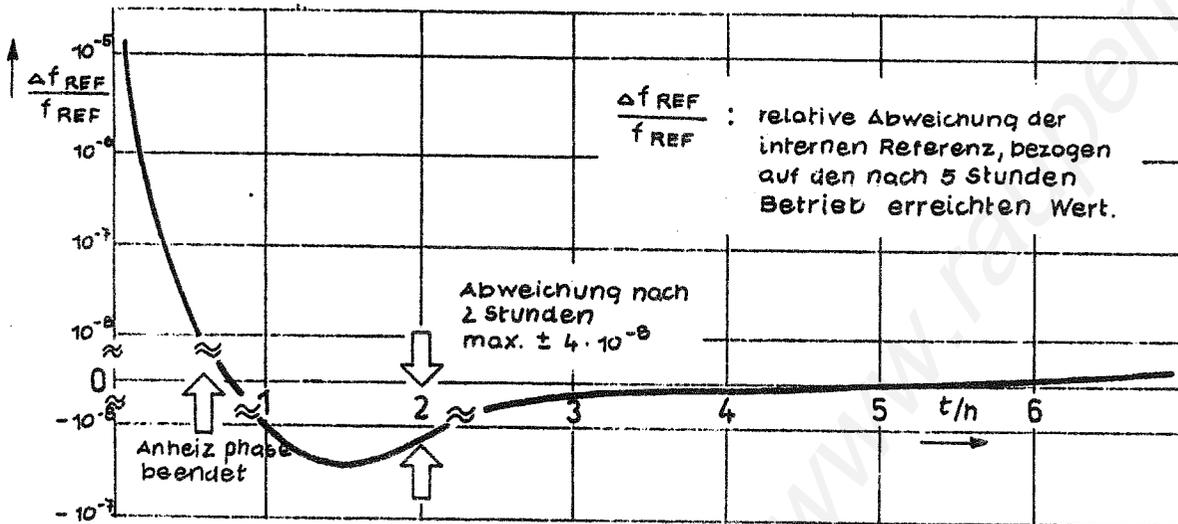


Bild 19: Einlaufverhalten fuer interne Referenzfrequenz

Auch bei kurzen Betriebsunterbrechungen des Thermostaten ist nach Wiedereinschalten mit einem neuen "Einlaufen" der Frequenz zu rechnen. Deshalb schaltet man bei Messpausen den Zaehler G-2005.500/510 mit dem Netzschalter (53) aus, laesst aber den Netzanschluss bestehen.

Wenn die Genauigkeit der internen Referenzfrequenz fuer die auszufuehrende Messung unzureichend ist, besteht die Moeglichkeit mit externer Referenzfrequenz zu arbeiten.

Welche Betriebsweise am G-2005.500/510 eingestellt ist, erkennt man an den Anzeigen INT \odot (70) und EXT \ominus (69).

Anzeige INT \odot (70) hell: Es wird mit der internen Referenz gearbeitet. Buchse (71) wirkt jetzt als Ausgang (!), an dem die interne Referenzfrequenz - dekadisch abgestuft - entnommen werden kann.

Anzeige EXT \ominus (69) hell: Es wird mit externer Referenz gearbeitet. Buchse (71) wirkt jetzt als Eingang, dem die externe Referenzfrequenz zugefuehrt wird. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Ablage zwischen externer und interner Referenz den im Abschnitt 2. "TECHNISCHE KENNWERTE" angegebenen Synchronisationsbereich nicht ueberschreitet. Man kontrolliert die Funktion am besten, indem man die externe Referenzfrequenz zusaetzlich auf den Eingang A (82) gibt und diese in Betriebsart FREQ A 40 MHz misst. Als Ergebnis muss man dann exakt den Sollwert der externen Referenzfrequenz erhalten (unter Beachtung von Triggerfehler und Quantisierungsfehler).

Hinweis = Wird bei eingeschaltetem externen Betrieb kein Signal angelegt, so kann der interne Quarzoszillator auch nicht synchronisiert werden. In diesem Fall kann aber die Frequenz des internen Oszillators deutlich gegenüber dem Wert bei Betrieb mit interner Referenzfrequenz abweichen (einige 10^{-7}). Deshalb ist darauf zu achten, dass externer Betrieb nicht versehentlich(!) eingeschaltet ist.

Die Umschaltung zwischen Betrieb mit interner und externer Referenzfrequenz erfolgt mittels Taste EXT REF (50).

Bei Betrieb mit interner Referenzfrequenz kann man an Buchse (71) diese dekadisch abgestuft entnehmen.

Welche Frequenz aus Buchse (71) entnehmbar ist, wird an der Messwertanzeige nach Betätigen von Taste #REF (50) angezeigt. Die Änderung des eingestellten Wertes ist über die Tasten #0... #7 (22... 29) möglich. Die möglichen Einstellwerte zeigt Tabelle 18.

Mit Einschalten des G-2005.500/510 steht dieser auf Betrieb mit interner Referenzfrequenz. An Buchse (71) können 100 Hz mit der Genauigkeit der internen Referenz entnommen werden.

Wenn Buchse (71) als Ausgang wirkt, darf man an diese Buchse kein Signal anlegen. Zerstörungsgefahr besteht dabei beim G-2005.500/510 nicht, jedoch kann dies Ursache von Fehlmessungen sein.

Darstellung an Messwertanzeige	Eingestellter Wert	Einstellbar mit Taste
* 0 0 0		
REF 1.00	1 Hz	#0 (12)
* 0 0 0		
REF 10.0	10 Hz	#1 (23)
* 0 0 0		
REF 100	100 Hz	#2 (24)
* 0 0 0		
REF 1.00 +3	1 kHz	#3 (25)
* 0 0 0		
REF 10.0 +3	10 kHz	#4 (26)
* 0 0 0		
REF 100 +3	100 kHz	#5 (27)
* 0 0 0		
REF 1.00 +6	1 MHz	#6 (28)
* 0 0 0		
REF 10.0 +6	10 MHz	#7 (29)
0 0 0 0		
REF	Der G-2005.500/510 steht auf externem Betrieb, Buchse (71) ist Eingang(!).	-

Tabelle 18: Darstellung der ausgegebenen Frequenzwerte

Infolge des natuerlichen Alterungsprozesses des Quarzes kann es nach laengerer Zeit zu groesseren Abweichungen der internen Referenzfrequenz gegenueber dem Sollwert 10,0 MHz kommen. Eine solche Frequenzablage laesst sich korrigieren. Man braucht dazu allerdings eine entsprechend genaue Vergleichsfrequenz, die man am besten in Betriebsart FREQ A 40 MHz bei Betrieb mit interner Referenzfrequenz misst. Wird dabei ein zu grosser Wert fuer die Vergleichsfrequenz angezeigt, ist die interne Referenzfrequenz zu niedrig, bei zu kleinem Messwert ist sie zu hoch. Die Korrektur erfolgt mittels geeignetem Schraubendreher von der Rueckseite des G-2005.500/510 [ADJ REF FREQ (106)]. Rechtsdrehen bewirkt eine Vergruesserung der internen Referenzfrequenz.

5.1.4.14. Triggerpegeleinstellung

Die Einstellung des Triggerpegels ist nur bei den Kanälen A und B möglich. Für beide Kanäle ist die Triggerpegeleinstellung identisch. Nachfolgende Beschreibung bezieht sich deshalb in der Regel auf Kanal A.

Für den Triggerpegel sind Zahlenwerte zwischen $-25,4$ V und $+25,4$ V möglich. Außerdem sind 4 Festwerteinstellungen vorgesehen. Die Triggerpegeleinstellung ist hysteresekompensiert. Bild 20 verdeutlicht die Wirkung der Hysteresekompensation am Beispiel der Triggerpegeleinstellung 0 Volt.

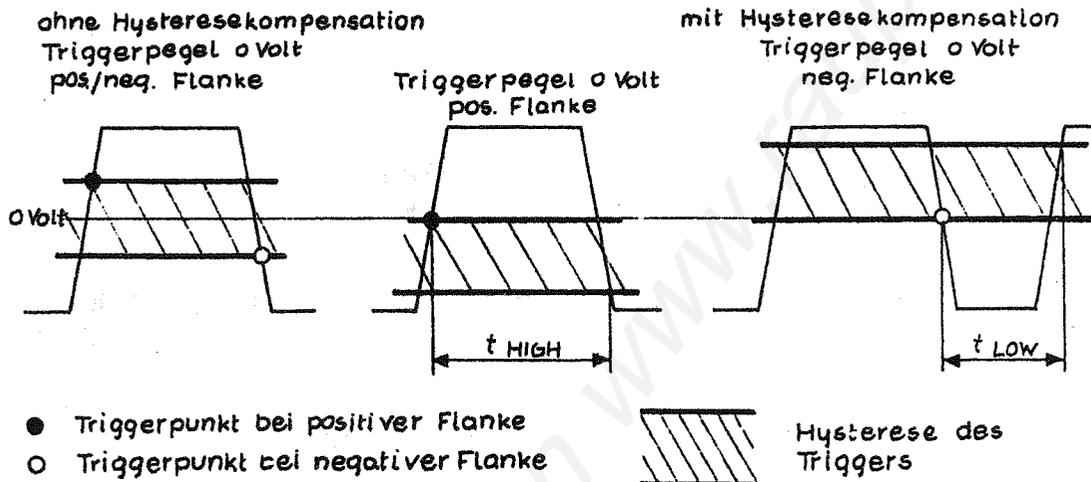


Bild 20: Hysteresekompensation des Triggerpegels beim G-2005.500/510

Die Hysteresekompensation ist nicht nur für den Wert 0 Volt, wie in Bild 20 dargestellt, wirksam, sondern auch für alle anderen eingestellten Werte.

Bei Impulsbreitenmessung PW A stimmt der eingestellte Triggerpegel exakt nur für die positive Flanke bei Messen der High-Breite (t_{HIGH}) bzw. nur für die negative Flanke bei Messen der Low-Breite (t_{LOW}).

Um zu sehen, welcher Triggerpegel im Kanal A eingestellt ist, betätigt man Taste #TLA (43), bei Kanal B entsprechend #TLB (44). An der Messwertanzeige erscheint der eingestellte Triggerpegelwert entweder als Zahlenwert oder als Festwerteinstellung (siehe Tabelle 19).

Darstellung an Messwertanzeige	Triggerpegel-einstellung	Einstellbar mit Taste
o o o o		
t.L. A Sin	"Sinus" im Kanal A	#0 (22)
o o o o		
t.L. A null	"Null" im Kanal A	#1 (23)
o o o o		
t.L. B TTL	fuer TTL-Pegel (1,4 V, ATT x 10) im Kanal B	#2 (24)
o o o o		
t.L. B ECL	fuer ECL-Pegel (-1,3 V, ATT x 1) im Kanal B	#3 (25)
o o x x		
t.L. A -1,25	-1,25 V im Kanal A	ueber Ein- gaberegister (5.1.4.15.)

Tabelle 19: Darstellung der Triggerpegel-einstellung an der Messwertanzeige

Der Bereich fuer den Triggerpegel betraegt:

- bei Stellung x 1 des Eingangsabschwaechers ATT
-2,54... +2,54 V in 10 mV Schritten,
- bei Stellung x 10 des Eingangsabschwaechers ATT
-25,4... +25,4 V in 100 mV Schritten.

Die Veraenderung des Triggerpegels im Kanal A kann ueber die Tasten # Δ TLA (38) bzw. #TLA ∇ (39) erfolgen. Kurzzeitiges Betaetigen von Taste #TLA ∇ (39) aendert den Triggerpegel um einen Schritt abwaerts, bei laengerem Betaetigen laeuft der Triggerpegel weiter abwaerts bis zum groessten negativen Wert, springt dann auf den groessten positiven Wert und laeuft wieder abwaerts. Der Vorgang wiederholt sich, bis Taste #TLA ∇ (39) wieder geloest wird. Bei Betaetigen von Taste # Δ TLA (38) laeuft der gleiche Vorgang ab, nur in anderer Richtung.

Die Veraenderung des Triggerpegels im Kanal B erfolgt in gleicher Weise, nur mittels der Tasten # Δ TLB (40) und #TLB ∇ (41). Bei der Betaetigung der Tasten # Δ TLA ∇ bzw. # Δ TLB ∇ (38... 41) ist zu beachten, dass die Aenderung der Triggerpegel-einstellung auch erfolgt, ohne dass zuvor der Triggerpegel mit Taste #TLA (43) bzw. #TLB (44) an der Messwertanzeige aufgerufen wurde. Dies ermoeglicht ein "Durchlaufen" des Triggerpegels auch bei laufender Messung.

Der Triggerpegel kann auch ueber das Eingaberegister (siehe Abschnitt 5.1.4.15.) eingegeben werden. Liegt der eingegebene Wert zwischen 2,55 V und 25,4 V, so wird selbsttaetig ATT x 10 eingeschaltet. Wird ein Wert > 25,4 V eingegeben, so wird der fuer die jeweilige Stellung des Abschwaechers moegliche Maximalwert eingestellt. Dies gilt entsprechend auch fuer negative Werte des Triggerpegels.

Neben der oben beschriebenen Werteingabe fuer den Triggerpegel lassen sich noch haeufig gebrauchte Festwerte einstellen (vergl. Tabelle 18):

- Null: Triggerung auf 0 Volt, ohne Hysteresekompensation (siehe Bild 20)
- Sin: Triggerung erfolgt automatisch so, dass die optimale Empfindlichkeit erreicht wird. Diese Stellung ist nur fuer Sinusspannungen oder andere Signale, die bezueglich positivem und negativem Spitzenwert symmetrisch zu 0 V liegen, geeignet. Die Frequenz muss dabei groesser 50 Hz sein.
- TTL: Diese Einstellung entspricht der Zahlenwerteinstellung +1,4 V, wobei der Abschwaecher automatisch auf x 10 gesetzt wird.
- ECL: Diese Einstellung entspricht der Zahlenwerteinstellung -1,30 V. Der Abschwaecher wird dabei auf x 1 gestellt.

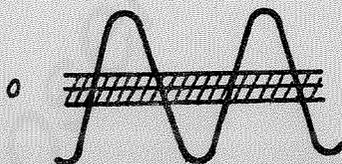
Als Einstellhilfe fuer die richtige Triggerpegel-einstellung im Kanal A dient die Triggeranzeige (80, 81). Flackern beide Anzeigen hin und her, zeigt dies an, dass der Trigger arbeitet. Leuchtet nur die obere Anzeige, liegt das Eingangssignal oberhalb der eingestellten Triggerschwelle. Der Triggerpegel ist hoeher einzustellen [Taste # Δ TLA (38)].

Leuchtet nur die untere Anzeige ist der Pegel des Eingangssignales niedriger als der eingestellte Triggerpegel, also muss der Triggerpegel tiefer gelegt werden [Taste #TLA ∇ (39)].

Eine unguenstige Triggerpegel-einstellung kann leicht zu Fehlmessungen fuehren - insbesondere dann, wenn man den Triggerpegel nahe an die Grenzen des Spannungsbereiches des Eingangssignales legt.

Grundsuetzlich gilt: Triggerpegel in Mitte des Eingangssignales stellen (siehe Bild 21), sofern die Messaufgabe dies zulaesst.

"NULL" bei zu 0 Volt symmetrischen Eingangssignalen



Triggerpegel-einstellung allgemein auf Mitte des Eingangssignales stellen!

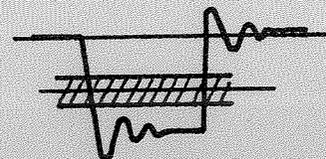
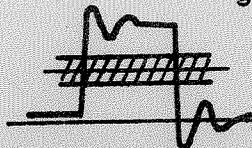


Bild 21: Zweckmaessige Einstellung des Triggerpegels

Bei Sinusspannungen oder anderen zu 0 V symmetrisch liegenden Eingangssignalen wählt man die Stellung "Null" oder "Sin". Weicht man davon ab, kann es besonders bei hohen Frequenzen (> 20 MHz) zu Messergebnissen an der Anzeige kommen, die einen "echten Messwert" vortäuschen, der unterhalb der Messfrequenz liegt. Bei Impulsen besteht die Gefahr, dass Ueberschwingen auf den Impulsflanken bzw. Reflexionen durch Fehlanpassung zu Mehrfachzählungen fuehren koennen, wenn man zu nahe an die Grenzen des Eingangspegelbereiches geht (siehe Bild 22).

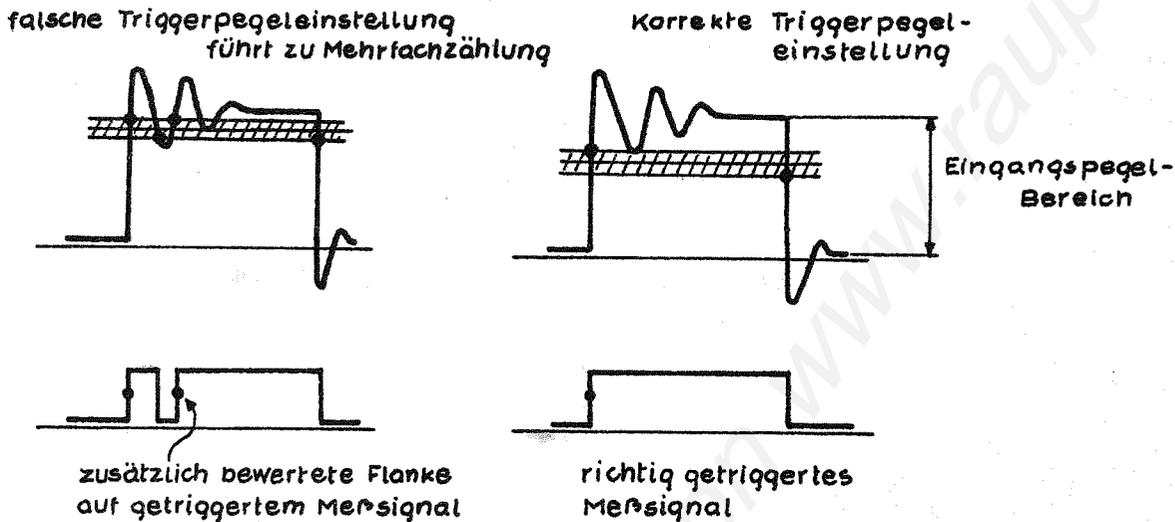


Bild 22: Mehrfachzählungen

Fehlmessungen sind auch z.B. bei moduliertem Eingangssignal, bei ueberlagerten niederfrequenten (z.B. "verbrummtes" Signal) oder hochfrequenten Stoerungen moeglich (siehe Bild 23).

Abhilfe schafft in den Faellen (a) und (b) die Einstellung auf Triggerpegel "Null", im Fall (c) die Einschaltung des Tiefpassfilters oder des Abschwaechers.

So lassen sich direkte Fehlzählungen zwar vermeiden, nicht jedoch eine durch die Stoerspannung verursachte Phasenmodulation des Eingangssignales, die sich z.B. bei FREQ A 40 MHz oder PER A wegen der hier sehr hohen Aufloesung des G-2005.500/510 stoerend bemerkbar machen kann (Vergroesserung des Triggerfehlers!).

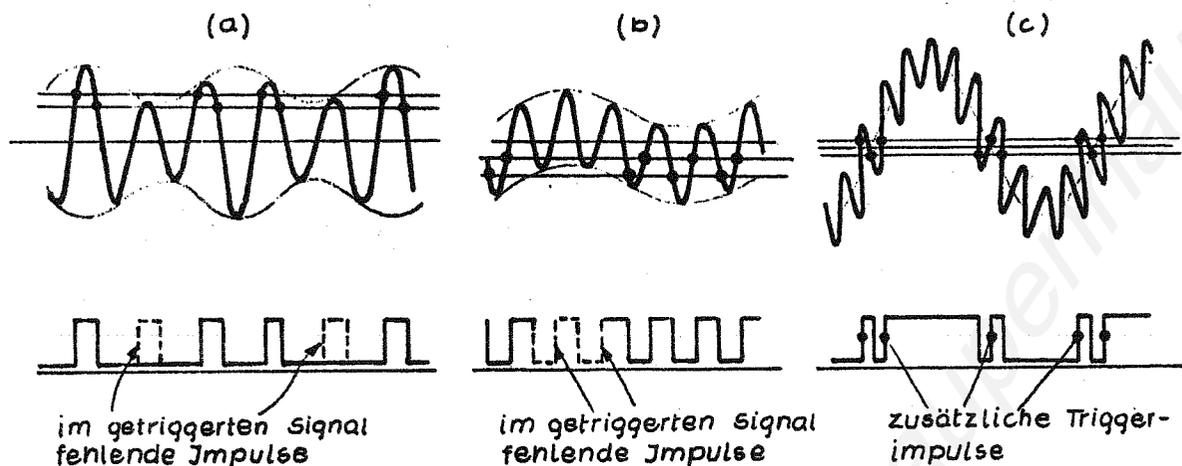


Bild 23: Fehlmessungen bei gestoertem Mess-Signal

5.1.4.15. Eingaberegister

Das Eingaberegister kann zur Eingabe von Ziffernwerten benutzt werden, und zwar:

- fuer die Torzeit nach #GATE (45),
- fuer die Stopp-Verzoegerung nach Aufruf von DELAY an der Anzeige mittels Taste #ARM/DEL (47),
- fuer die PAUSE nach #PAUSE (51),
- fuer den Triggerpegel Kanal A bzw. B nach #TLA (43) bzw. #TLB (44),
- fuer die Konstanten c und d nach #c/d (49) und
- fuer die Zahl der Einzelmessungen n bei Mittelwertbildung nach #n (48).

Der Aufruf des Eingaberegisters erfolgt bei GATE, DELAY, PAUSE, TLA, TLB mit einer der Tasten #. (32), #+/- (33), #EEX (34) oder #CE (35). Bei Eingabe von c, d oder n kann das Eingaberegister mit jeder der Tasten #0 (22)... #CE (35) aufgerufen werden.

Die Eingabetasten (22)... (35) haben folgende Bedeutung:

- #0... #9 (22)... (31) : Eingabe der Ziffern 0... 9
- #. (32) : Eingabe des Dezimalpunktes
- #+/- (33) : Vorzeichenwechsel
- #EEX (34) : Kennung, dass sich nachfolgend eingegebene Ziffern bzw. ein Vorzeichenwechsel auf den Exponenten beziehen
- #CE (35) : Loeschen des Eingaberegisters
- #RESULT/ENTER (36) : Gueltigmachen des im Eingaberegister stehenden Zahlenwertes fuer die jeweilige Funktion (z.B. Torzeit) und Korrektur des Eingabewertes bei fehlerhafter Eingabe.

Ein Beispiel fuer die Eingabe der Torzeit zeigt Tabelle 20.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedienfolge	Zu betaeu- gende Taste
o x o o		
GATE 1.00	Aufruf der Torzeit an der Messwertanzeige eingestellter Wert: 1 s gewuenschter Wert: 0,5 ms	#GATE (45)
o x o o		
0.	Aufruf des Eingaberegisters	#. (32)
Kennung Eingaberegister		
o x o o		
0.5	Eingabe Ziffer 5	#5 (27)
o x o o		
0.5 +0	Aufruf zur Exponenteneingabe	#EEX (34)
o x o o		
0.5 -0	Eingabe neg. Vorzeichen fuer Exponent	#+/- (33)
o x o o		
0.5 -3	Eingabe der Ziffer 3 fuer Exponent	#3 (25)
o x o o		
GATE 500 -6	Gueltigmachen des eingegebenen Wertes als Torzeit	#RESULT/ ENTER (36)

Tabelle 20: Bedienfolge bei Eingabe von 0,5 ms fuer die Torzeit

Der verfuegbare Wertebereich der einzelnen Funktionen ist begrenzt. Werden ueber das Eingaberegister Zahlenwerte ausserhalb des verfuegbaren Wertebereiches eingegeben, werden diese mit Betaeu- tigen der Taste #RESULT/ENTER (36) auf einen Wert innerhalb des verfuegbaren Wertebereiches korrigiert.

Bei *Torzeit und Stoppverzoeigerung* ist der verfuegbare Wertebereich 2 μ s... 254 s in Schritten zu 2 μ s. Fuer die Korrektur gilt:

- Werte ausserhalb des 2 μ s-Rasters werden auf den naechstnie- drigeren Rasterwert korrigiert,
- negative Werte werden als positiv behandelt,
- Werte > 254 s werden auf 254 s korrigiert,
- Werte < 2 μ s werden auf 2 μ s korrigiert,
- die eingegebenen Werte erscheinen bei der Anzeige der Torzeit auf 3 Stellen gerundet.

Bei der *Pause* ist der verfügbare Wertebereich 0... 254 s in 16 ms-Schritten. Für die Korrektur gilt :

- negative Werte werden wie positive behandelt,
- Werte ausserhalb des 16 ms-Rasters werden auf den nächstgelegenen Rasterwert korrigiert,
- Werte > 254 s werden auf 254 s korrigiert,
- die Anzeige erfolgt 3stellig gerundet.

Beim *Triggerpegel* ist der verfügbare Wertebereich -2,54... +2,54 V in 10 mV-Schritten, falls der Abschwächer aus ist und -25,4... 25,4 V in 100 mV-Schritten falls der Abschwächer auf $\times 10$ steht (ATT $\times 10$). Die Korrektur geschieht wie folgt:

- Werte, die bei ATT $\times 1$ betragsmässig zwischen 2,55...25,4 V liegen, werden durch Umschalten des Abschwächers auf $\times 10$ in den verfügbaren Wertebereich gebracht,
- Werte ausserhalb der Rasterschritte werden auf den betragsmässig nächstniedrigeren Wert korrigiert,
- Werte, die betragsmässig den verfügbaren Wertebereich nach oben ueberschreiten, werden auf den betragsmässig grössten verfügbaren Wert korrigiert.

Bei den Konstanten c und d ist der verfügbare Wertebereich:

$-9,9999999 \times 10^9$... -1×10^{-10} , 0, $+1 \times 10^{-10}$...
 $+9,9999999 \times 10^9$.

Die Korrektur wird folgendermassen ausgeführt:

- Werte, die betragsmässig die obere Grenze des verfügbaren Bereiches ueberschreiten, werden betragsmässig auf $9,9999999 \times 10^9$ korrigiert,
- Werte, die betragsmässig kleiner als 1×10^{-10} sind, werden auf 0 korrigiert.

Der verfügbare Wertebereich für n ist 1... 254, ganzzahlig. Für die Korrektur gilt:

- negative Werte werden wie positive behandelt,
- Werte, die nicht ganzzahlig sind, werden auf die nächstniedrigere ganze Zahl korrigiert,
- Werte, die > 254 sind, werden auf 254 korrigiert,
- Werte, die < 1 sind, werden auf 1 korrigiert.

5.1.4.16. Kanaleinstellungen

An den Messkanälen A und B koennen nachfolgend aufgefuehrte Einstellungen vorgenommen werden:

(a) Die *Eingangsimpedanz* kann zwischen 50 Ohm und 1 MOhm//25 pF umgeschaltet werden.

| Die maximal zulaessige Eingangsspannung ist $U_{eff} = 5 \text{ V}$ bei
| 50 Ohm Eingangsimpedanz. Der Ueberlastschutz bis 42 V gilt nur
| fuer den hochohmigen Bereich. Der 50 Ohm-Widerstand bleibt auch
| bei AC-Kopplung DC-maessig mit dem Mess-Signaleingang verbunden.

(b) Es kann ein *Tiefpassfilter* mit einer 6 dB Grenzfrequenz von etwa 10 kHz zugeschaltet werden. Das Filter wird zur Unterdrueckung hochfrequenter Stoeranteile auf dem Mess-Signal beim Messen tieffrequenter, sinusfoermiger Signale verwendet. Der Einsatz des Filters bei impulsfoermigen Signalen ist meistens unzweckmaessig, da das Filter die Flankensteilheit verschlechtert und somit den Triggerfehler vergroessert. Bei sehr steilen Flanken des Mess-Signales kann das Filter auch Ursache fuer Fehlmessungen infolge vom Filter verursachter Einschwingvorgaenge sein. Auch bewirkt das Filter eine zusaetzliche Phasenverschiebung im Eingangsverstaecker, was vor allem bei Phasenwinkelmessungen zu erheblichen Fehlern fuehren kann.

(c) Es ist wahlweise *Wechselspannungs-* oder *Gleichspannungskopplung* moeglich. Wechselspannungskopplung verwendet man, um Gleichspannungsanteile, die dem Mess-Signal ueberlagert sind, zu-rueckzuhalten.

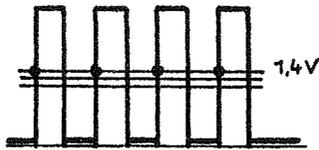
| Bei 50 Ohm Eingangswiderstand liegt der die Abtrennung des
| Gleichspannungsanteiles bewirkende Kondensator hinter dem 50 Ohm
| Eingangswiderstand, die AC-Kopplung gilt also nicht fuer den
| 50 Ohm-Widerstand selbst.

Waehrend man bei hochohmigem Eingang bis 60 V DC-Spannung mit AC-Kopplung abtrennen kann, sind es bei 50 Ohm Eingangsimpedanz maximal 5 V, da hoehere Eingangsspannungen den eingebauten 50 Ohm-Widerstand zerstoeren (!) koennen.

Weiterhin ist zu beachten, dass sich die Triggerpegeleinstellung bei AC-Kopplung nach dem Wechselspannungsanteil des Mess-Signales richten muss.

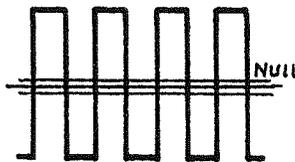
Bild 24 zeigt dazu ein Beispiel.

TTL-Meßsignal, $k = 0,5$
mit DC-Anteil bei
DC-Kopplung



DC: Triggerpegel
ca. 1,4V

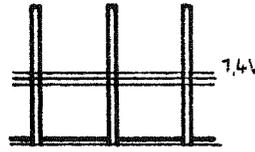
ohne DC-Anteil
bei AC-Kopplung



AC: Triggerpegel
"Null"

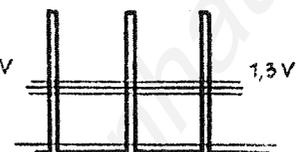
TTL-Meßsignal, $k = 0,1$

mit DC-Anteil
bei DC-Kopplung



DC: Triggerpegel
ca. 1,4V

ohne DC-Anteil
bei AC-Kopplung



AC: Triggerpegel
ca. 1,3V

$k = \text{Tastverhältnis} = \text{Impulsbreite} / \text{Periode}$

Bild 24: Veraenderung der Triggerpegel-einstellung bei AC-Kopplung

Bei Impulsgruppen oder anderen nichtperiodischen Signalen ist vorzugsweise DC-Kopplung anzuwenden.

(d) Der Aussteuerbereich an den Eingängen A und B ist bei ATT x 1 $U_s = \pm 2,5 \text{ V}$, sofern der Triggerpegel auf 0 V steht. Andernfalls gilt fuer positive Triggerpegelwerte U_Z fuer den positiven ($U_s +$) und negativen ($U_s -$) Spitzenwert der Eingangsspannung:

$$U_s + \leq 2,5 \text{ V}; \quad U_s - \geq -2,5 \text{ V} + U_Z \quad \text{fuer } U_Z > 0 \text{ V}$$

und bei negativen Triggerpegelwerten:

$$U_s + \leq 2,5 \text{ V} + U_Z; \quad U_s - \geq -2,5 \text{ V} \quad \text{fuer } U_Z < 0 \text{ V}.$$

Bei 0 V Triggerpegel betraegt der Aussteuerbereich bei ATT x 1 also $-2,5 \text{ V} \dots +2,5 \text{ V}$. Bei einer Triggerpegel-einstellung von +1 V geht der Aussteuerbereich von $-1,5 \text{ V} \dots +2,5 \text{ V}$, waehrend er bei -1 V Triggerpegel zwischen $-2,5 \text{ V}$ und $+1,5 \text{ V}$ liegt. Bei groeseren Signalen tritt eine Uebersteuerung des Verstaerkers auf. Dies kann zu Signalverfaelschungen und Fehlmessungen fuehren. Durch Einschalten des *Abschwaechers x 10* wird der Aussteuerbereich um Faktor 10 vergroessert. Die maximale Aussteuerfaehigkeit ist dann $U_s = \pm 25 \text{ V}$, bzw. bei Triggerpegel-einstellungen = 0 V:

$$U_s + \leq 25 \text{ V}; \quad U_s - \geq -25 \text{ V} + U_Z \quad \text{fuer } U_Z > 0 \text{ V, bzw.}$$

$$U_s + \leq 25 \text{ V} + U_Z; \quad U_s - \geq -25 \text{ V} \quad \text{fuer } U_Z < 0 \text{ V}.$$

(e) Die Triggerflanke (Messflanke) ist wahlweise positiv oder negativ. Ihre Einstellung ist meist durch die Messaufgabe festgelegt. Bei Impulsbreitenmessung PW oder Tastverhaeltnismessung DUTY wird die High-Breite als Impulsbreite gemessen, wenn die positive Flanke gewaehlt ist. Bei negativer Messflanke wird die Low-Breite gemessen.

Ist durch die Messaufgabe die Flanke nicht festgelegt, so gilt die Regel: Immer die "steilere" Flanke als Messflanke waehlen.

Die Einstellung der *Impedanz* erfolgt fuer die Kanäle A, B mit Taste IMP (22), (27). Welcher Wert eingestellt ist, zeigt die Anzeige 50 Ohm (12), (17).

Anzeige 50 Ohm (12), (17) dunkel: 1 MOhm // 25 pF

Anzeige 50 Ohm (12), (17) hell: 50 Ohm

Die Einstellung des *Tiefpassfilters* erfolgt fuer die Kanäle A, B mit Taste FILT (23), (28). Die zugehörige Anzeige ist FILT ON (13), (18).

Anzeige FILT ON (13), (18) dunkel: Das Tiefpassfilter ist ausgeschaltet.

Anzeige FILT ON (13), (18) hell: Das Tiefpassfilter ist eingeschaltet.

Die *AC/DC-Umschaltung* in den Kanälen A, B erfolgt mit Taste AC/DC (24), (29). Den eingestellten Wert erkennt man an Anzeige AC (14), (19).

Anzeige AC (14), (19) dunkel: DC-Kopplung

Anzeige AC (14), (19) hell: AC-Kopplung

Die Einstellung des *Abschwächers* fuer die Kanäle A, B erfolgt mit Taste ATT (25), (30). Den eingestellten Wert zeigt die Anzeige ATT x 10 (15), (20).

Anzeige ATT x 10 (15), (20) dunkel: Der Abschwächer ist nicht eingeschaltet.

Anzeige ATT x 10 (15), (20) hell: Der Abschwächer x 10 ist eingeschaltet.

Die Wahl der Messflanke fuer die Kanäle A, B erfolgt mit der Taste SLOPE (26), (31). Den eingestellten Wert zeigt die Anzeige \curvearrowright (16), (21).

Anzeige \curvearrowright (16), (21) dunkel: Die positive Flanke ist eingestellt.

Anzeige \curvearrowleft (16), (21) hell: Die negative Flanke ist eingestellt.

5.1.4.17. Betriebsartenspeicher

Der G-2005.500/510 verfügt ueber 8 Betriebsartenspeicher, wobei jeder die folgenden Einstellungen aufnehmen kann:

- die Betriebsart selbst,
- die Sonderfunktionen xc-d, ÷d und AVG,
- die NON STORED Funktion,
- die Messfreigabe,
- die Torzeit und die Stoppverzoegerung,
- die TriggerpegelEinstellung fuer die Kanäle A und B,
- die Einstellungen fuer die Kanalbetriebsweise (50 Ohm, FILT, AC/DC, ATT, SLOPE) fuer die Kanäle A und B,
- die Pause und
- die Konstantenwerte c, d sowie den Mittelwertfaktor n.

| Die Betriebsartenspeicher verlieren ihre Information mit Abtrennen des G-2005.500/510 vom Netz oder bei (auch kurzzeitigem) Netzausfall. Das Ausschalten der Gerätefunktion durch Loesen der Taste POWER ON (53) beeinflusst die Information in den Betriebsartenspeichern nicht.

Der Abruf eines Speichers erfolgt durch Taste STORE READ (38) und nachfolgender Eingabe der gewuenschten Speichernummer mit einer der Tasten #0... #7 (22)... (29).

Das Laden eines Speichers mit den gerade am G-2005.500/510 eingestellten aktuellen Funktionen erfolgt durch Taste STORE LOAD (39), gefolgt von der Eingabe der Speichernummer mit Taste #0... #7 (22)... (29).

Tabelle 21 gibt ein Beispiel.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung
rd. Star	< Aufruf der Speicherlesefunktion mit Taste STORE READ (38)
rd. Star 5	< Abruf des Speichers Nr.5 mit Taste #5 (27)
Ld. Star	< Aufruf der Speicherladefunktion mit Taste STORE LOAD (39)
Ld. Star 3	< Laden des Speichers Nr.3 mit den am G-2005.500/510 eingestellten Funktionen durch Betaetigen von Taste #3 (25)

Tabelle 21: Bedienfolge bei der Speicherlese- bzw. -ladefunktion

Bei Einschalten des G-2005.500/510 werden alle Speicher mit den Einstellungen geladen, die bei Netzeinschalten angenommen werden, sofern der G-2005.500/510 vorher vom Netz getrennt war.

5.1.4.18. Fehleranzeige

Erkennt der G-2005.500/510, dass eine Messung oder Datenausgabe nicht ordnungsgemäss ausgeführt werden kann, erscheint an der Messwertanzeige eine Fehlermeldung. Angezeigt werden folgende Fehler.

- Ueberlauf Zaehregister Δx : Dieser Fehler tritt nur auf bei voruebergehend oder anhaltend gestoertem Betrieb.
- Ueberlauf Zaehregister x : Dieser Fehler tritt auf, wenn die Messzeit 1000 s ueberschreitet. Ursache dafuer kann sein, dass z.B. das Tor aufgegangen ist, aber infolge fehlenden Mess-Signales nicht wieder zugemacht wird, oder Periodendauer bzw. gemessenes Zeitintervall sind groesser als 1000 s. Bei CT A(B) by D bzw. TIME D tritt dieser Fehler normalerweise nicht auf.
- Ueberlauf Zaehregister y : Das Register y laeuft seltener ueber als das Register x , da es etwa die 12fache Zaehkapazitaet besitzt. Bei TIME D z.B. nach etwa 3 1/2 Stunden.
- Division durch Null: Tritt bei gestoertem Betrieb auf oder wenn bei $\div d$ fuer d der Wert Null eingegeben ist.
- Ueberschreitung des Wertebereiches fuer den Exponenten: Kann auftreten in Verbindung mit der Multiplikation $\times c$ oder Division $\div d$, falls fuer c, d extreme Werte eingegeben werden (z.B. Multiplikation eines ns-Ergebnisses mit 10^{-10}) oder bei gestoertem Betrieb.
- Kein Listener angeschlossen: Tritt z.B. auf, wenn der G-2005.500/510 auf "ton" - Funktion steht und kein Drucker angeschlossen ist (siehe Abschnitt 5.1.5.1.).
- Netzspannung zu niedrig: Bei zu niedriger Netzspannung oder bei kurzzeitigen Netzausfaellen (bis etwa 20 ms) koennen die Betriebsspannungen nicht mehr auf ihren Sollwert gehalten werden. Tritt dies waehrend einer Messung auf, ist der ermittelte Messwert fehlerhaft, und statt des Ergebnisses erscheint an der Messwertanzeige die Fehlermeldung.

Tabelle 22 zeigt die Darstellung der Fehlermeldung an der Messwertanzeige.

Bei Auftreten eines der oben beschriebenen Fehler wird vom G-2005.500/510 ueber den Interface-Bus die Nachricht SRQ gesendet. Ein angeschlossener "Controller" kann durch Lesen der Zustandmeldung bestimmen, welcher Fehler aufgetreten ist, und entsprechend reagieren (vergl. 5.1.5.6.).

Die Fehler 1... 5 und 7 werden in die Register u, t sowie in das Ergebnisregister eingeschrieben und bei Aufruf dieser Register angezeigt. Sie werden geloescht durch eine folgende Messung ohne Fehler oder durch Taste RESET (35).

Fehler 6 wird nur in die Anzeige geschrieben. Bei Aenderung der Anzeigefunktion (z.B. Aufruf von GATE, RESULT usw.) wird die Fehlermeldung geloescht.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung
Err. 1	Fehler 1: Ueberlauf Register Δx
Err. 2	Fehler 2: Ueberlauf Register x
Err. 3	Fehler 3: Ueberlauf Register y
Err. 4	Fehler 4: Division durch Null
Err. 5	Fehler 5: zu grosser Exponent
Err. 6	Fehler 6: kein Listener angeschlossen
Err. 7	Fehler 7: Netzspannung zu niedrig

Tabelle 22: Fehlermeldungen

Bei automatisch wiederholender Ausloesung wird nach Erkennen des Fehlers etwa 0,1 s gewartet und dann eine neue Messung begonnen. Dabei werden die Fehler 1... 5 und 7 bei Wiederauftreten auch erneut angezeigt. Fehler 6 wird nur einmal angezeigt, da der G-2005.500/510 davon ausgeht, dass bei fehlender Reaktion auf die erstmalige Fehlermeldung (Anschliessen des Listeners oder Ent-adressieren des aktiven Talkers) eine Datenuebertragung nicht gewuenscht ist.

5.1.5. Verkettung

5.1.5.1. Adressierung

Wird der G-2005.500/510 mit anderen Erzeugnissen ueber den Interface IMS-2 1) verkettet, bestehen dafuer 2 grundsuetzliche Moeglichkeiten:

(a) Die Verkettung erfolgt unter Einbeziehung einer speziellen Steuereinheit (Controller).

(b) Die Verkettung erfolgt im Ion-ton-Betrieb.

Fall (a) stellt die allgemeinguettige, komfortabelste Verkettungsmoeglichkeit dar, waehrend Fall (b) den einfachen Sonderfall der Verkettung eines messenden Geraetes (G-2005.500/510) mit einem auswertenden Geraet (z.B. Drucker) repraesentiert.

Bei Fall (a) wird jedes der in die Messanlage einbezogenen Erzeugnisse mit einer Adresse versehen. Die Adresse kann eine Zahl zwischen 0 und 30 sein.

Die Adresse ist am G-2005.500/510 mit Schalter (101) binar koediert einstellbar. Schalter (101) besteht aus 6 Einzelschaltern, von denen der oberste die Wertigkeit 2^0 , der naechste die Wertigkeit 2^1 besitzt usw. bis zur Wertigkeit 2^4 . Der sechste Schalter ist der ton-Schalter. Jeder Einzelschalter besitzt 2 Stellungen. Der linken Schalterstellung (aus) wird der Wert logisch 0 zugeordnet, der rechten Schalterstellung (ein) der Wert logisch 1.

Bild 25 zeigt 2 Beispiele.



Bild 25: Adresseneinstellung beim G-2005.500/510

Formal kann mit Schalter (101) auch Adresse 31 eingestellt werden. Diese Adresse ist jedoch im IMS-2-Interface nicht definiert und normalerweise ohne Wirkung. Der G-2005.500/510 benutzt die Adresseneinstellung 31 jedoch, um Sonderprogramme fuer Reparatur und Fruefung aufrufen zu koennen. Siehe dazu auch Bemerkung 1) am Ende von Tabelle 4, Abschnitt 5.1.4.2.

1) Der Interface ist in TGL 42039 standardisiert. Allgemeine Erlaeuterungen zu diesem Interface sind in der Beilage "Byteseriell-paralleles Interface IMS-2" zu finden.

Beim Ion-ton-Betrieb ist die Adresseneinstellung ohne Bedeutung. Der G-2005.500/510 arbeitet in diesem Fall nur als Sprecher (Talker). Dieser Zustand wird mit Hilfe des 6. Einzelschalters von Adress-Schalter (101) eingestellt.

Schalter ton in Stellung logisch 0: Die ton-Funktion ist nicht eingeschaltet.

Schalter ton in Stellung logisch 1: Die ton-Funktion ist eingeschaltet.

Die eingestellte Adresse und die ton-Funktion werden beim G-2005.500/510 nicht unmittelbar wirksam, sondern sie muessen

- durch Netzeinschalten oder
- durch Betaetigen von Taste RESET (35)

gueltig gemacht werden.

Zu beachten ist ferner, dass mit ton = logisch 1 und nachfolgendem RESET der G-2005.500/510 als Talker adressiert werden kann, jedoch ist der umgekehrte Vorgang - also die Entadressierung - mit Schalter ton nicht direkt moeglich.

Die Entadressierung als Talker ist unter der Voraussetzung Schalter ton = logisch 0 und nachfolgendem RESET nur

- durch die Interface-Nachrichten IFC, OTA oder
- durch Ausschalten des G-2005.500/510 und Wiedereinschalten

moeglich.

Hat man den G-2005.500/510 als Talker adressiert (z.B. durch Schalter ton) und ist kein Hoerer (Listener) angeschlossen, dann kann die Datenuebertragung nicht ausgefuehrt werden.

Der G-2005.500/510 signalisiert an der Messwertanzeige

| Err. 6 | ,

was bedeutet, dass Fehler Nr. 6 (kein Hoerer angeschlossen) erkannt wurde. In Verbindung mit der Fehlermeldung wird die SRQ-Nachricht gesendet (siehe Abschnitt 5.1.5.6.). Abhilfe ist zu schaffen, indem man

- einen Hoerer ueber ein Systemkabel (siehe Zubehoerempfehlung) anschliesst,
- ein angeschlossenes Geraet als Listener adressiert oder
- falls keine Datenausgabe gefordert ist, den G-2005.500/510 als Talker entadressiert oder einfach eine neue Messung ausloest.

Der am G-2005.500/510 vorhandene Adressierungszustand kann nach Betaetigen von Taste IMS-2 ADDR (32) an der Messwertanzeige abgelesen werden.

Tabelle 23 demonstriert einige Beispiele.

Darstellung an Messwertanzeige	Bedeutung
Addr. t12	Der G-2005.500/510 ist als Talker adressiert. Die eingestellte Adresse ist 12.
Addr. L 26	Der G-2005.500/510 ist als Listener adressiert. Die eingestellte Adresse ist 26.
Addr. ton	Der G-2005.500/510 ist als Talker adressiert. Die Adressierung erfolgte mittels Schalter ton.
Addr. 9	Der G-2005.500/510 ist nicht adressiert. Die eingestellte Adresse ist 9.
Addr. on	Der G-2005.500/510 ist nicht adressiert, obgleich die "ton"-Funktion eingestellt ist (kein normaler Betriebsfall).

Tabelle 23: Anzeige des Adressierungszustandes beim G-2005.500/510

5.1.5.2. Interfacenachrichten und -funktionen

Die im folgenden benutzten Abkuerzungen und Schreibweisen sind in TGL 42039 definiert und in der Beilage "Byteseriellles-bitparalleles Interface IMS-2" naeher erlaeutert.

Der G-2005.500/510 realisiert die Interfacefunktionen

AH1, SH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1

und erkennt die Interfacenachrichten

DCL, GET, GTL, LLO, MLA, MTA, OTA, SDC, SPD, SPE, UNL, ATN,

IFC, REN, NRFD, NDAC, DAV und END.

Nicht erkannte Nachrichten bleiben ohne Wirkung.

Gesendet werden die Interfacenachrichten

NRFD, NDAC, DAV, END und SRQ.

5.1.5.3. Messdaten

Messdaten werden beim G-2005.500/510 in folgendem Datenformat gesendet:

| T | | U | | V | | W | | Y | | Z | .

Das T-Feld beinhaltet eine Kennung fuer den Messwert, die beim G-2005.500/510 aus der Masseinheit besteht. Der Inhalt des T-Feldes ist abhaengig von der Betriebsart (siehe Tabelle 24).

Betriebsart	T-Feld	Betriebsart	T-Feld	Betriebsart	T-Feld
CHECK	SP	TI A->B(B->A)	S	RPM A(B)	RPM
FREQ A(B) 100 MHz	HZ	+/-TI A->B	S	PH A->B(B->A)	DEG
FREQ A(B) 40 MHz	HZ	PW A(B)	S	+/-PH A->B (B->A)	DEG
FREQ C 1)	HZ	CT A/B(B/A)	SP	DUTY A(B)	%
PER A(B)	S	CT A(B) by D	SP		
RATIO A/B (B/A)	SP	TIME D	S		

1) nur bei G-2005.500

SP: Zwischenraum (Space), HZ: Hertz, S: Sekunde, RPM: Umdrehungen pro Minute (rotations per minutes), DEG: Winkelgrad (degree), %: Prozent

Tabelle 24: Inhalt des T-Feldes

Das U-Feld enthaelt das Vorzeichen des Messwertes.

positives Vorzeichen: SP (Zwischenraum)
negatives Vorzeichen: -

Das V-Feld enthaelt die Mantisse des Ziffernteiles des Messwertes, einschliesslich Dezimalpunkt. Der Dezimalpunkt kann an beliebiger Stelle - ausser am Anfang - liegen. Der Dezimalpunkt nach der letzten Stelle wird nicht ausgegeben. Das V-Feld kann 1 Stelle bis maximal 11 Stellen umfassen.

Die einzelnen Stellen werden der Reihe nach - bei der hoechstwertigsten Stelle beginnend - ausgegeben, z.B.

133.478 oder 0.9964479 oder 0.01 oder 54.

Das W-Feld enthaelt den Exponenten des Ziffernteiles. Es ist wie folgt aufgebaut:

E	+/-	Z1	Z0	.
---	-----	----	----	---

Dabei ist

- E eine Kennung fuer den Exponenten;
- +/- die Vorzeichenstelle (+ fuer positiven Exponenten, - fuer negativen Exponenten);
- Z1 die erste Ziffernstelle ($\times 10^1$) des Exponenten und
- Z0 die zweite Ziffernstelle ($\times 10^0$).

Fuer V- und W-Feld gilt das Format NR3 nach TGL 42039. Der Exponent ist dabei ein ganzzahliges Vielfaches von 3. Der Wertebereich geht von -18... +18.

Als Blockbegrenzer (Y-Feld) werden die Zeichen CR LF gesendet. Der Registerbegrenzer (Z-Feld) ist die Interfacenachricht END, die durch Senden von EOI zusammen mit dem letzten Byte (LF) gebildet wird.

5.1.5.4. Fernsteuerbarkeit

Der G-2005.500/510 ist ueber den Interface IMS-2 bezueglich aller einstellbaren Funktionen fernsteuerbar.

Der Fernsteuerzustand kann nur ueber den Interface selbst hergestellt werden, nicht ueber die Eingabetastatur.

Im Fernsteuerzustand werden alle Funktionseinstellungen aus Abschnitt 5.1.4. durch vom "Controller" gesendete Programmdatei vorgenommen.

Der Fernsteuerzustand wird durch die Anzeige (3) signalisiert.

Anzeige REM (3) dunkel: Handsteuerung, Funktionseinstellungen erfolgen ueber Eingabetastatur (22)... (51).

Anzeige REM (3) hell: Fernsteuerung, Funktionseinstellungen erfolgen ueber Programmdatei.

Bei Fernsteuerung sind alle Tasten, die Veraenderungen der Funktionseinstellungen bewirken, blockiert. Dazu gehoeren auch die Tasten START AUTO (51), START SINGLE (34) und RESET (35). Wohl aber koennen die "Aufruftasten" - also solche, die den Einstellwert fuer eine bestimmte Funktion in die Anzeige schreiben - benutzt werden. Zum Beispiel kann im Fernsteuerzustand Taste #GATE (45) betaetigt werden. Es erscheint dann wie bei Handsteuerung der eingestellte Wert an der Anzeige. Dieser Wert kann aber durch die Tasten #0... #6 nicht mehr veraendert werden.

Eine Moeglichkeit, den Fernsteuerzustand ueber die Eingabetastatur herzustellen, besteht nicht; aber es besteht die Moeglichkeit von Fernsteuerung auf Handsteuerung zurueckzukehren. Man betaetigt dazu Taste IMS-2 rtl (33).

Voraussetzung, dass die Rueckkehr zur Handsteuerung gelingt, ist, dass die Funktion der Taste IMS-2 rtl (33) nicht durch das Interfacekommando LLD ausser Kraft gesetzt ist.

Der Fernsteuerzustand wird ueber den Interfacebus bei Empfang der Interfacenachricht MLA in Verbindung mit REN eingeschaltet.

| Wird REN und MLA waehrend einer laufenden Messung gesendet, geht |
| der G-2005.500/510 erst nach Abschluss dieser Messung in den |
| Fernsteuerzustand ueber. |

Ist dies nicht gewuenscht, muss der G-2005.500/510 vorher durch SDC oder DCL rueckgesetzt werden (Abbruch der laufenden Messung).

5.1.5.5. Programmdatei

Beim G-2005.500/510 werden fuer Programmdatei zwei Formate benutzt:

| T | | V |

Datenzeile
Format 1

| T | | U | | V | | W |

Datenzeile
Format 2

Format 1 umfasst ein 2stelliges T-Feld, welches die einzustellende Funktion kennzeichnet und ein 1stelliges V-Feld, welches eine Kodeziffer zwischen 0 und 8 enthaelt und den jeweiligen Einstellwert bestimmt. Kodeziffer 0 kann dabei entfallen. Zwischenraeume (SP) innerhalb einer Datenzeile sind nicht erlaubt.

Format 2 dient zur Eingabe von Zahlenwerten fuer bestimmte Funktionen (z.B. Torzeit, Triggerpegel).

Das T-Feld ist wie bei Format 1 aufgebaut. Es kann entweder das V- oder das W-Feld entfallen.

Das U-Feld enthaelt das Vorzeichen der einzugebenden Zahl. Es ist + oder - einzugeben. SP ist nicht erlaubt.

Das U-Feld kann entfallen, wenn das V-Feld mit dem Dezimalpunkt beginnt oder wenn das V-Feld entfaellt und nur das W-Feld geschrieben wird.

Fuer das V-Feld sind die Ziffern 0... 9 und der Dezimalpunkt (.) zugelassen. Der Dezimalpunkt kann an beliebiger Stelle stehen. Es sind maximal 8 Ziffern moeglich. Darueberhinaus eingegebene Ziffern werden ueberlesen.

Das V-Feld kann entfallen, wenn das W-Feld geschrieben wird.

Das W-Feld hat den gleichen Aufbau wie bei Messdaten (siehe Abschnitt 5.1.5.3.).

Bei positivem Vorzeichen des Exponenten kann die Stelle +/- entfallen. Bei einstelligem Exponenten kann die Stelle $\times 10^1$ entfallen.

Das W-Feld kann entfallen, wenn das V-Feld geschrieben wird.

Zwischenraeume innerhalb einer Datenzeile sind nicht erlaubt.

Einige Beispiele verdeutlichen die Anwendung der Programmdaten.

Format 1: GT3, AAO, DL1, FX8, AI, AF, BF

Format 2: AT.12, CC+12.35E-8, CN+100, GTE-3

Die Programmierung des G-2005.500/510 ist analog zur Funktions- eingabe bei Handsteuerung aufgebaut.

Format 1 entspricht dabei der Eingabe fester Einstellwerte mit den Tasten #0... #7.

Format 2 entspricht der Eingabe ueber das Eingaberegister.

Bei Zahleneingaben in Format 2 ist der moegliche Wertebereich fuer den jeweiligen Parameter nach Abschnitt 5.1.4.15. zu beachten. Eingegebene Werte, die ausserhalb dieses Bereiches liegen, werden entsprechend 5.1.4.15. korrigiert.

Wird die Betriebsart programmiert, werden - wie bei der Einstellung von Hand - fuer Messfreigabe, Torzeit und Stoppverzoe- gerung automatisch bestimmte Vorzugswerte festgelegt (siehe Abschnitt 5.1.4.1.). Ist man mit diesen Werten zufrieden, brauchen die letztgenannten Funktionen nicht mehr programmiert werden. Andererseits ergibt sich daraus auch folgende Vorschrift:

- Betriebsart vor Torzeit,
- Torzeit und Kanalvertauschung vor Messfreigabe und
- Messfreigabe vor Stoppverzoeigerung

programmieren.

Unter Beachtung dieser Vorschrift koennen die einzelnen Datenzei- len in beliebiger Folge hintereinander geschrieben werden. Einma- lige bzw. automatisch wiederholende Ausloesung sind als letztes zu programmieren.

Zwischen den Datenzeilen koennen Zeilen- oder Blockbegrenzer ge- setzt werden. Sie sind aber nicht unbedingt erforderlich.

Die letzte Datenzeile ist mit einem Begrenzer abzuschliessen, falls diese in Format 2 oder in der verkuerzten Form von Format 1 (Kodeziffer 0 weggelassen) geschrieben ist.

Als Begrenzer sind alle Zeilen-, Block- oder Registerbegrenzer nach TGL 42039 zugelassen, zum Beispiel: Komma, NL, CR, LF oder die Interfacenachricht END.

Eine Zusammenstellung aller Programmdateien und ihre Bedeutung gibt Tabelle 25.

Dabei sind in der Spalte Kode diejenigen Funktionen bzw. Einstellwerte mit einem * gekennzeichnet, die nach Einschalten des G-2005.500/510 eingenommen werden. In angegeben ist die entsprechende Beschriftung an der Frontplatte.

Zu programmierende Funktion	Kode	Zu programmierende Funktion	Kode
Betriebsarten		Einstellungen Kanal A	
CHECK	FX0 *		
FREQ A 100 MHz	FX1	IMP 1 MOhm 50 Ohm	AI0 * AI1
FREQ A 40 MHz	FX2	FILT aus ein	AF0 * AF1
FREQ C 1)	FX3		
PER A	FX4	AC/DC DC AC	AC0 * AC1
RATIO A/B	FX5		
TI A->B	FX6	ATT x 1 x 10	AA0 * AA1
+/-TI A->B	FX7	SLOPE positiv negativ	AS0 * AS1
PW A	FX8		
CT A/B	FY0	Einstellungen Kanal B	
CT A by D	FY1	IMP 1 MOhm 50 Ohm	BI0 * BI1
TIME D	FY2	FILT aus ein	BF0 * BF1
RPM A	FY3		
PH A->B	FY4	AC/DC DC AC	BC0 * BC1



Zu programmierende Funktion	Kode	Zu programmierende Funktion	Kode
+/-PH A->B	FY5	ATT	x 1 x 10 BA0 * BA1
DUTY A	FY6	SLOPE	positiv negativ BS0 * BS1
Kanalvertauschung		Triggerpegel Kanal A	
A C B	nein ja AB0 * AB1	TLA	Sinus Null AT0 * AT1
ungespeicherter Betrieb		Triggerpegel Kanal B	
NON STORED	nein ja NS0 * NS1	TLB	Sinus NULL BT0 * BT1
Multiplikation mit c und Subtraktion von d		Ausgabe interne Referenzfrequenz	
xc-d	nein ja MC0 * MC1	REF	1 Hz 10 Hz 100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz 1 MHz 10 MHz RF0 RF1 RF2 * RF3 RF4 RF5 RF6 RF7
Division durch d		Konstante c	
÷d	nein ja DD0 * DD1	c/d	Wert CC UVW 2) 3)
Mittelwertbildung		Konstante d	
AVG	nein ja AV0 * AV1	c/d	Wert CD UVW 2) 3)
Torzeit		Anzahl der Messungen n bei Mittelwertbildung	
GATE	auto D+ D- 1 Periode 0,1 s 1 s 10 s Wert GT0 GT1 GT2 GT3 GT4 GT5 * GT6 GT UVW 2)	n	Wert CN UVW 2) 3)
Messfreigabe			
ARM/DEL	auto A+ A- B+ B- D+ D- intern AR0 * AR1 AR2 AR3 AR4 AR5 AR6 AR7		



Zu programmierende Funktion	Kode	Zu programmierende Funktion	Kode
		Pausenzeit	
Stoppverzögerung		PAUSE	
ARM/DEL	aus	aus	PA0
	100 µs	0,304 s	PA1 *
	1 ms	1,01 s	PA2
	10 ms	3,01 s	PA3
	Wert	10 s	PA4
	DL UVW	30 s	PA5
	2)	Wert	PA UVW
			2)
Stellenbegrenzung		Betrieb mit externer Referenzfrequenz	
DIG	3	EXT REF	nein
	4		ja
	5		RX0 *
	6		RX1
	7		
	8		
	9		
	10	automatisch wiederholende Auslöschung	
Betriebsartenspeicher lesen		START AUTO	nein
STORE READ	Nr. 0		ja
	Nr. 1		SA0 *
	Nr. 2		SA1
	Nr. 3		
	Nr. 4		
	Nr. 5		
	Nr. 6		
	Nr. 7		
Betriebsartenspeicher laden		einmalige Auslöschung	
STORE LOAD	Nr. 0	START SINGLE	SS0
	Nr. 1		
	Nr. 2		
	Nr. 3		
	Nr. 4		
	Nr. 5		
	Nr. 6		
	Nr. 7		
		Funktionseinstellungen ruecksetzen	CL0 4)

1) gilt nur fuer G-2005.500

2) Programmdatei nach Format 2

3) Wert nach Einschalten: c = 1, d = 0, n = 100

4) Durch CL0 werden alle Funktionen auf den gleichen Wert gestellt, der nach Netzeinschalten angenommen wird.

Tabelle 25: Kodierung fuer Programmdatei

Programmierbeispiel: Es soll eine Frequenzmessung im Kanal B durchgefuehrt werden. Die Kanaleinstellungen sind: Abschwaecher x 1, Filter aus, Eingangswiderstand 50 Ohm, DC-Kopp- lung, positive Flanke, Triggerpegel "Sinus". Die Betriebsart ist FREQ B 40 MHz, fuer Messfreigabe und Torzeit werden die Vorzugswerte benutzt. Das Messergebnis soll auf den Wert 10,7 MHz normiert werden. Dazu wird folgende Programmdatenfolge benutzt (Text in Klammern beinhaltet Erlaeuterungen zu den eingegebenen Daten):

```
FX2, AB1 (FREQ B 40 MHz, Vorzugswerte fuer Torzeit und Mess-  
freigabe stellen sich damit automatisch ein), BA0, BF0, BI1,  
BC0, BT0 (Programmierung der Einstellungen Kanal B, Kanal A  
braucht nicht programmiert werden, da er fuer die Messung  
nicht benutzt wird), DD1 (Einschalten der Normierungsfunk-  
tion), CD+10.7E+06 (Laden des Wertes fuer Konstante d),  
SS0 (Messung ausloesen), END.
```

In der verkuerzten Form sieht die Datenfolge so aus:

```
FX2AB1BABFBI1BCBTDD1CD+10.7E6SS END.
```

Wenn die Ruecksetzfunktion CL benutzt wird, vereinfacht sich die Datenfolge weiter:

```
CLFX2AB1BI1DD1CD+10.7E6SS END.
```

END wird durch Aktivieren der EDI-Leitung waehrend der Uebertra-
gung des letzten Datenbytes gebildet.

5.1.5.6. Zustandsdaten

Die Zustandsdaten werden vom G-2005.500/510 auf den Interface-Bus ausgegeben, wenn dieser als Talker adressiert wird und wenn vorher die Interfacenachricht SPE empfangen wurde. Die Zustandsdaten be-
stehen aus einem Byte.

Die Zustandsdaten werden in der Regel in Verbindung mit der Inter-
facenachricht SRQ (Bedienanforderung) benutzt.

Hat der G-2005.500/510 eine Bedienung angefordert, wird auf DIO 7
der Datenbusleitungen die RQS-Nachricht wahr gesendet.

RQS wird wieder falsch, nachdem die Zustandsdaten ueber den Inter-
face-Bus gelesen worden sind.

DIO 6 signalisiert, dass der G-2005.500/510 eine fehlerhafte
Funktion erkannt hat (z.B. Ueberlauf).

DIO 5 wird wahr gesendet waehrend der G-2005.500/510 mit einer
Messung beschaeftigt ist. Nach Ende der Messung wird DIO 5 wieder
falsch gesendet. Tabelle 26 gibt einen Ueberblick ueber die Zu-
standsdaten beim G-2005.500/510.

Beschreibung	DIO8 RQS	DIO6 DIO5	DIO4 DIO3	DIO2 DIO1	Binaer 1)	BCD 2) gepackt
nach Einschalten	0	0	0	0	0	0
nach Ruecksetzen oder nach Datenausgabe	0	0	0	0	0	0
wahrend der Messung	0	0	1	0	16	10
nach Ende der Messung, gueltiges Datenbyte steht zur Datenausgabe bereit	0	1	0	0	72	48
Ueberlauf Register Δx	0	1	1	0	97	61
Ueberlauf Register x	0	1	1	0	98	62
Ueberlauf Register y	0	1	1	0	99	63
Division durch Null	0	1	1	0	100	64
Ueberschreitung des Wertebereiches fuer Exponent	0	1	1	0	101	65
kein Listener (Hoerer) angeschlossen	0	1	1	0	102	66
Netzspannung zu gering	0	1	1	0	103	67

1) Interpretation DIO 1... DIO 8 als binaerkodierte Zahl

2) Interpretation DIO 1... DIO 8 als Zahl im BCD-Kode, hier
identisch mit Hexcodierung

Tabelle 26: Zustandsdaten beim G-2005.500/510

Zustandsdaten mit den Kodierungen 61... 67 entsprechen den Fehlern
1 bis 7 gemaess Abschnitt 5.1.4.18.

5.2. BETRIEB

5.2.1. Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme muss unter Beachtung der in Abschnitt 5.1.2. gegebenen Aufstellhinweise und der Sicherheitsbestimmungen Abschnitt 5.1.3. erfolgen.

Die zum Lieferumfang gehörende Geräteanschlussleitung Kennnummer 22644.031/05301 ist zunächst mit dem Netzeingang (107) des G-2005.500/510 zu verbinden und anschliessend ueber eine Schutzkontaktsteckdose an das Netz (220 V~) anzuschliessen.

Nun blinkt die Thermostatanzeige (52) und signalisiert somit das Anheizen des Thermostaten (vergl. 5.1.4.13.).

Danach ist die Netztaste (53) zu betätigen. Es erscheint an der Messwertanzeige (2) in der letzten Stelle eine Null, die uebrigen Stellen sind dunkel. Als Betriebsart ist CHECK (67) eingeschaltet. Betätigt man Taste START SINGLE (34), erscheint an der Messwertanzeige (2) der Wert:

| 1.0000000000 |.

Damit ist die Inbetriebnahme beendet. Der G-2005.500/510 ist funktionsbereit.

Sollte an der Messwertanzeige anstelle des Messergebnisses die Fehlermeldung Err. 6 (siehe Abschnitt 5.1.4.18.) erscheinen, ist Taste START SINGLE nochmals zu betätigen.

Ist am Adress-Schalter (101) Adresse 31 eingestellt, testet der G-2005.500/510 nach Einschalten seinen ROM- und RAM-Speicher. Wird danach ein Dauerton hoerbar, deutet dies auf einen fehlerhaften Testausgang.

5.2.2. Funktionseinstellungen

Die fuer eine Messung erforderlichen Einstellungen nimmt man nach dem folgenden Ablaufschema vor. Die angegebenen Abschnittsnummern verweisen auf allgemeine Erlaeuterungen im Abschnitt 5.1.

"VORBEREITUNG ZUM BETRIEB". Ferner wird das Zeichen \sqcap teilweise anstelle des Begriffes Taste verwendet. Soll fuer eine Anzeige ein bestimmter Zustand eingestellt werden, wird die Schreibweise nach folgendem Beispiel benutzt.

\circ AVG (57)
 \sqcap AVG (44)

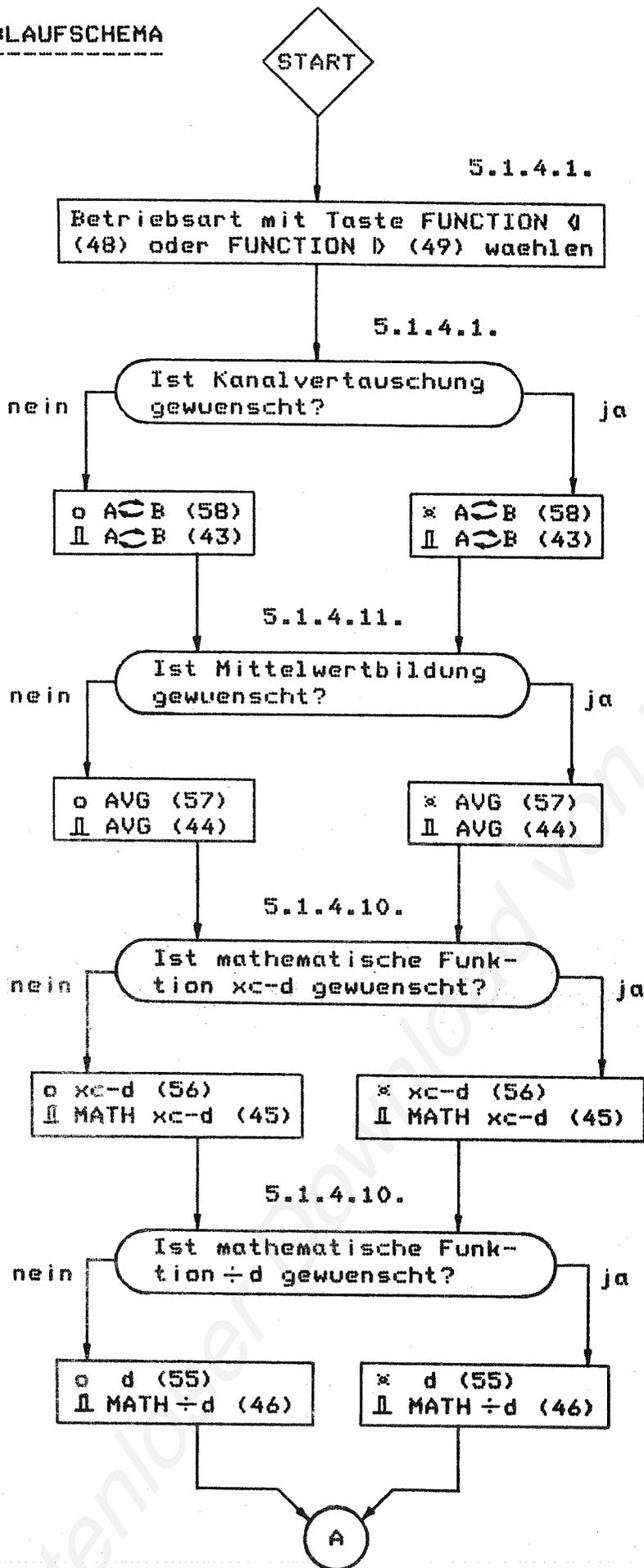
Anzeige AVG (57)
muss dunkel sein

\times AVG (57)
 \sqcap AVG (44)

Anzeige AVG (57)
muss hell sein

falls nicht, ist der geforderte Zustand mit Taste AVG (44) herzustellen.

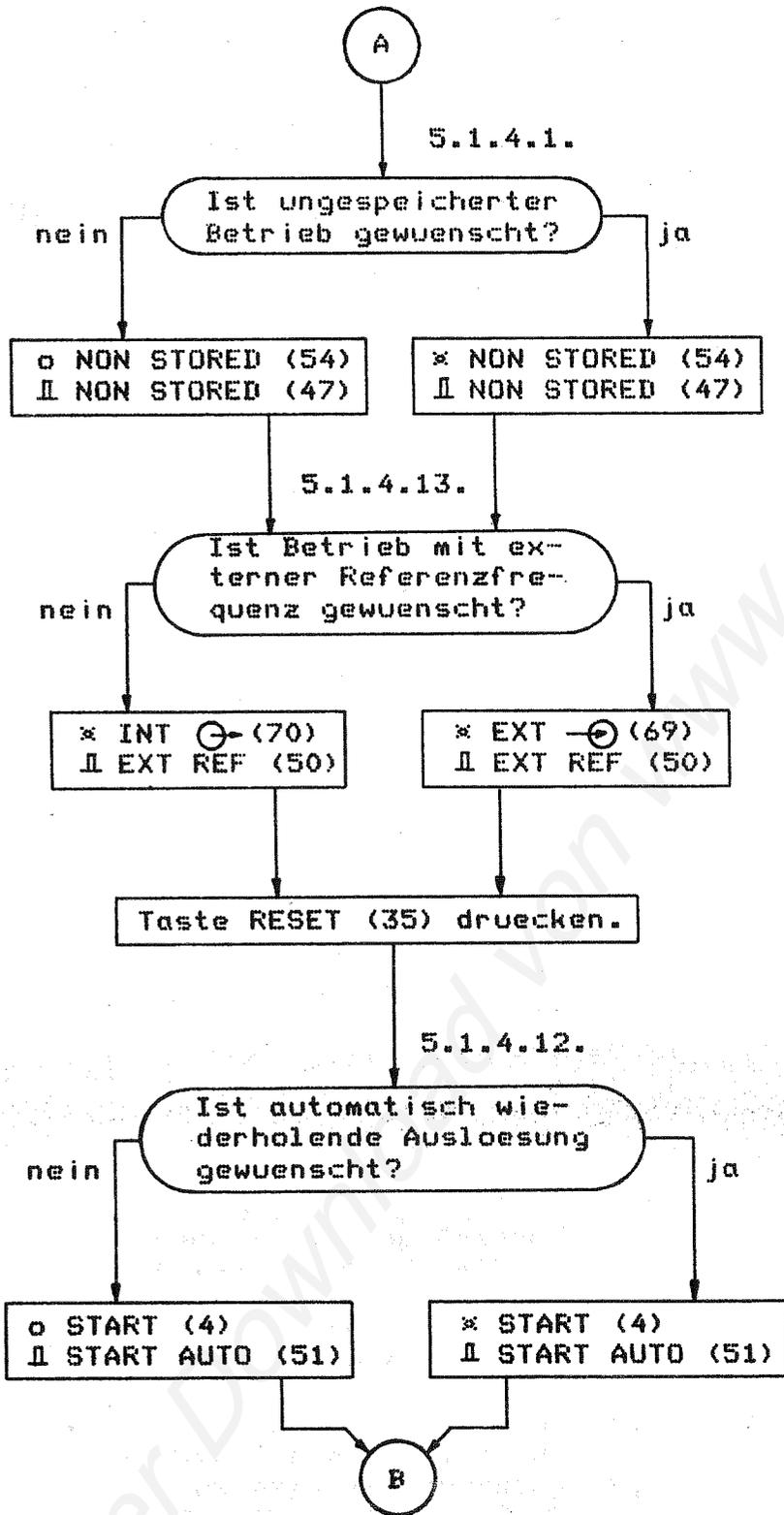
ABLAUFSHEMA



nicht fuer CHECK,
FREQ C 1), TIME D

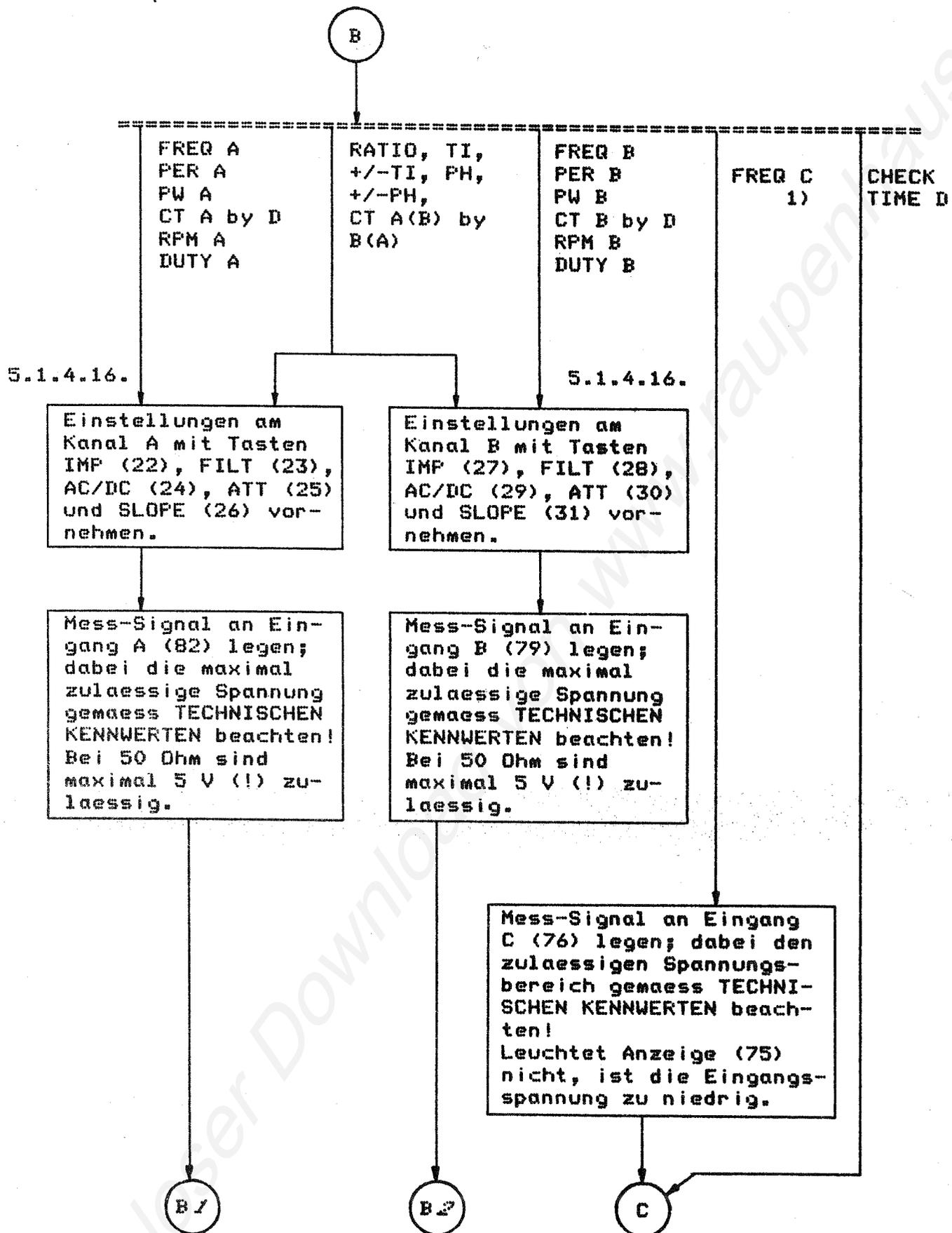
vorzugsweise Anwen-
dung bei TI, +/-TI,
FW, PH, +/-PH, DUTY
zur Erhoehung der
Aufloesung

1) nur bei G-2005.500

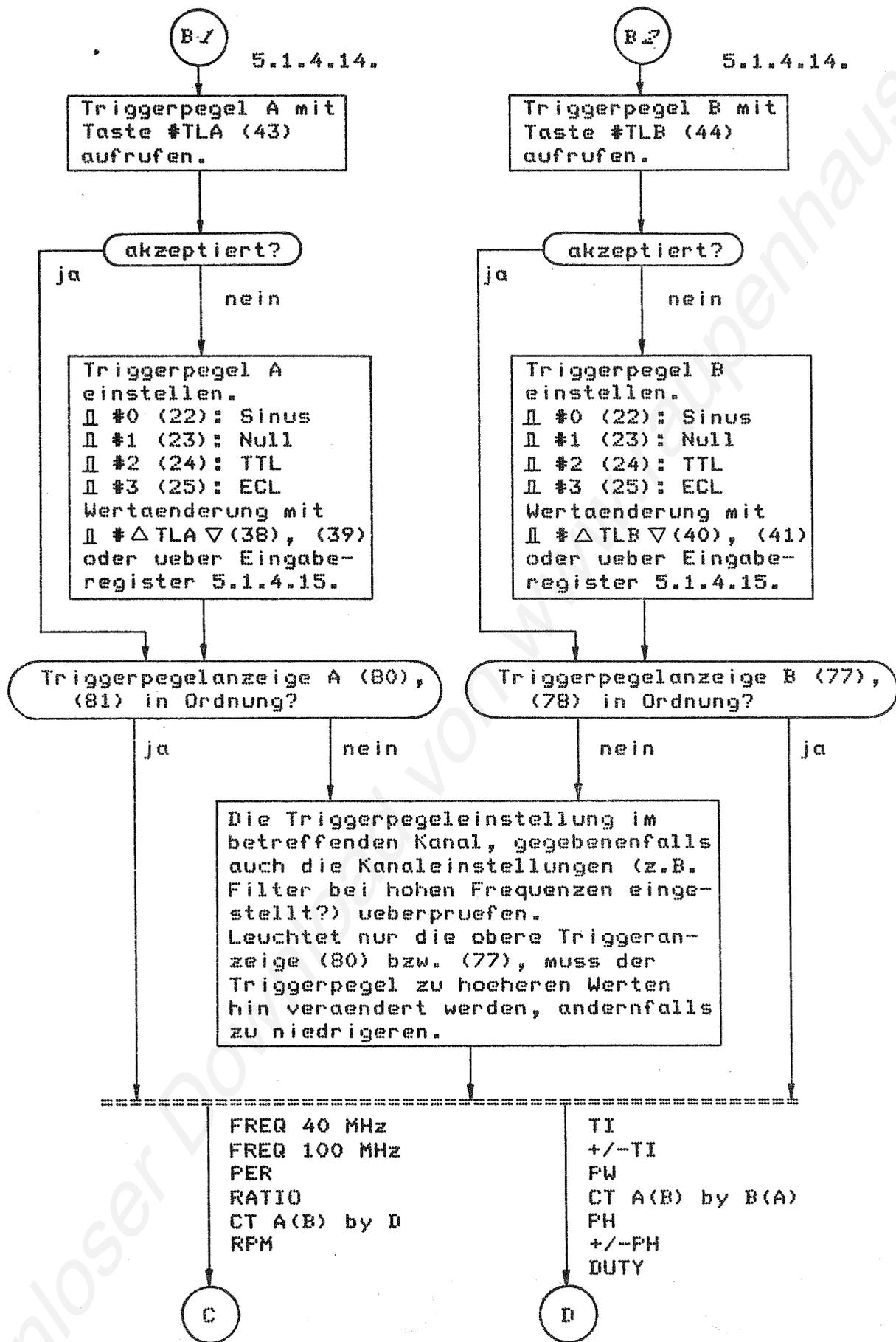


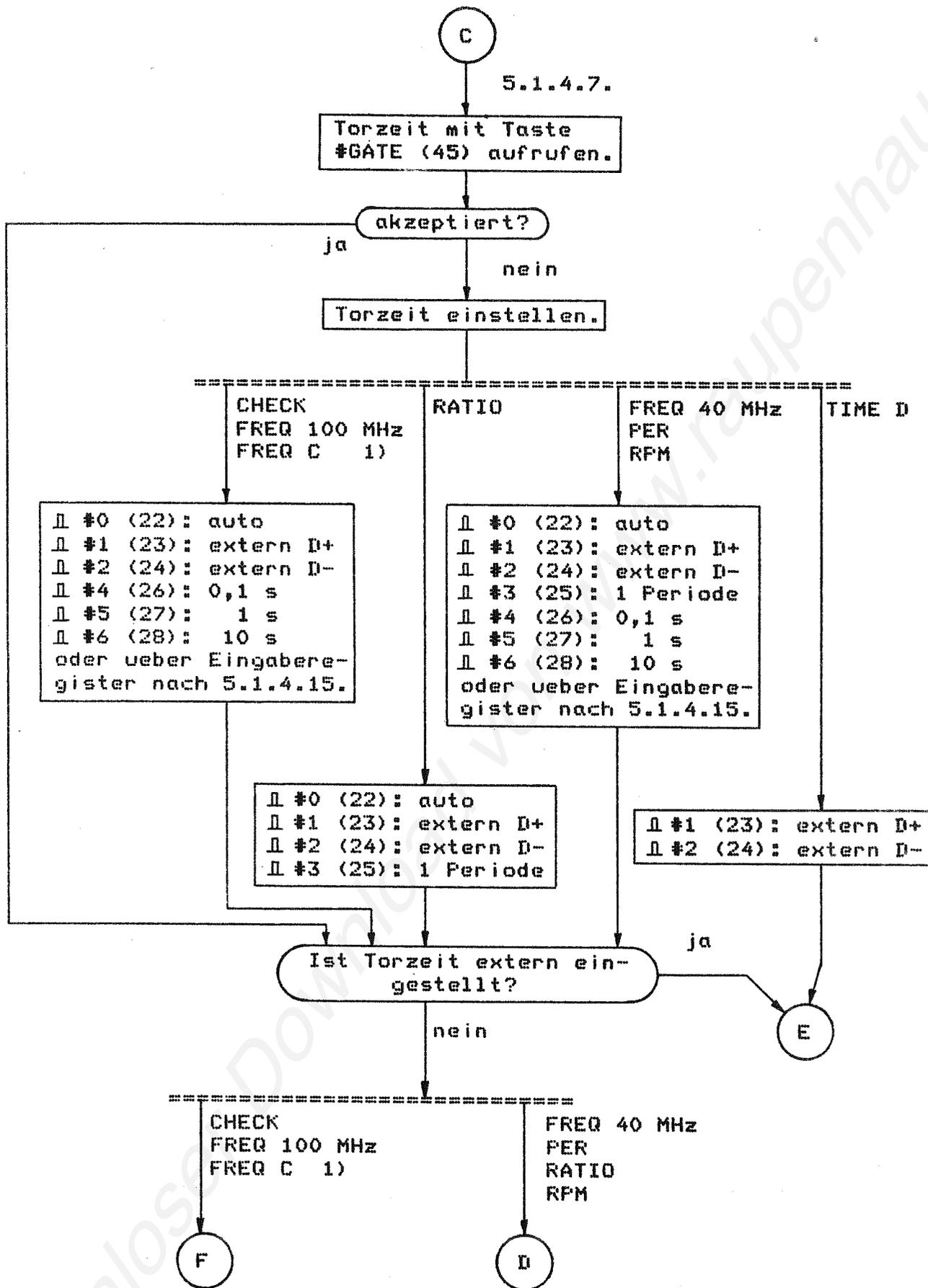
Ungespeicherter Betrieb ist nur bei CT A(B) by B(A), CT A(B) by D und bei TIME D moeglich.

Externe Referenz ist nicht sinnvoll bei CHECK, RATIO, CT A(B) by B(A), CT A(B) by D, PH, +/-PH, DUTY.

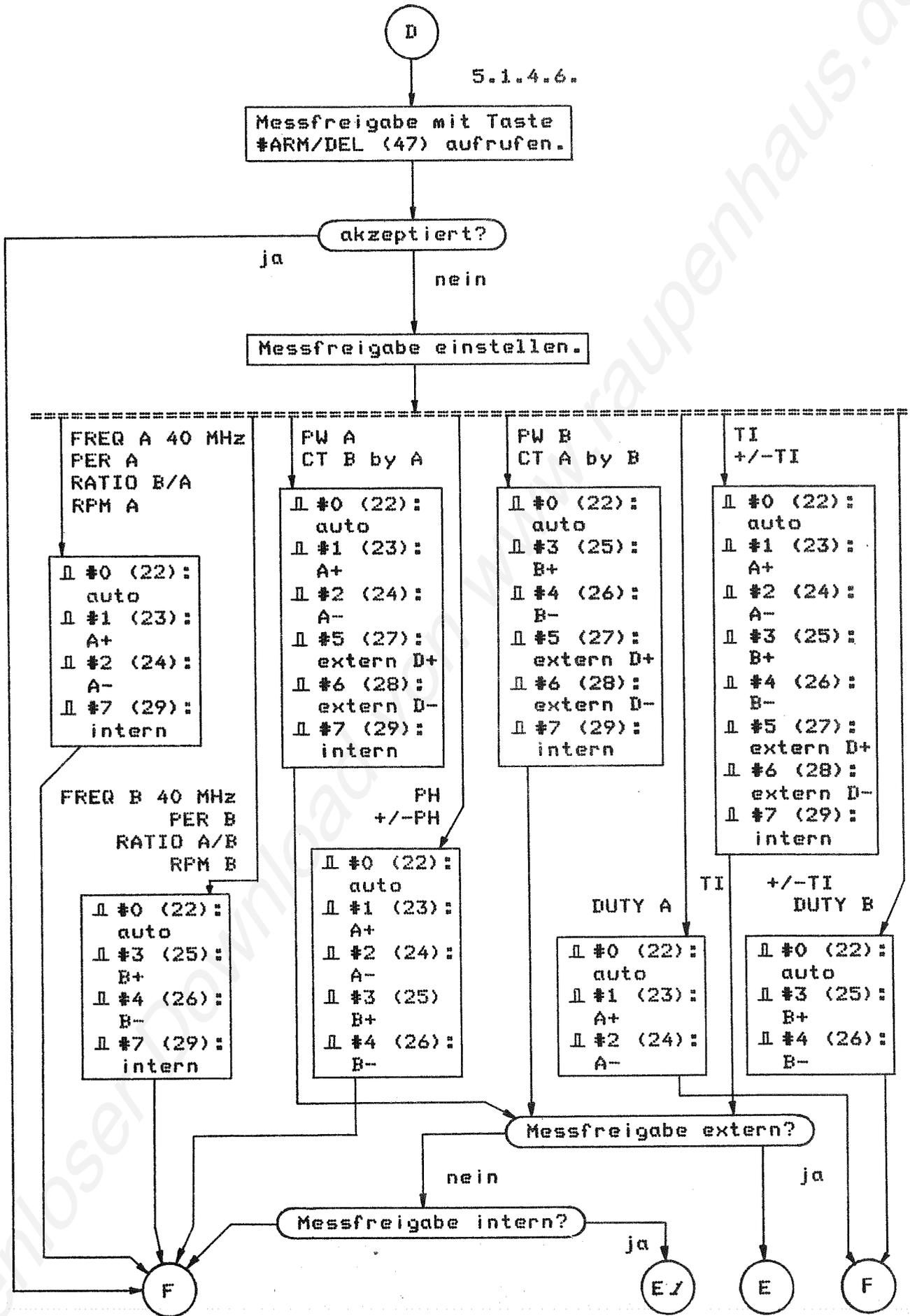


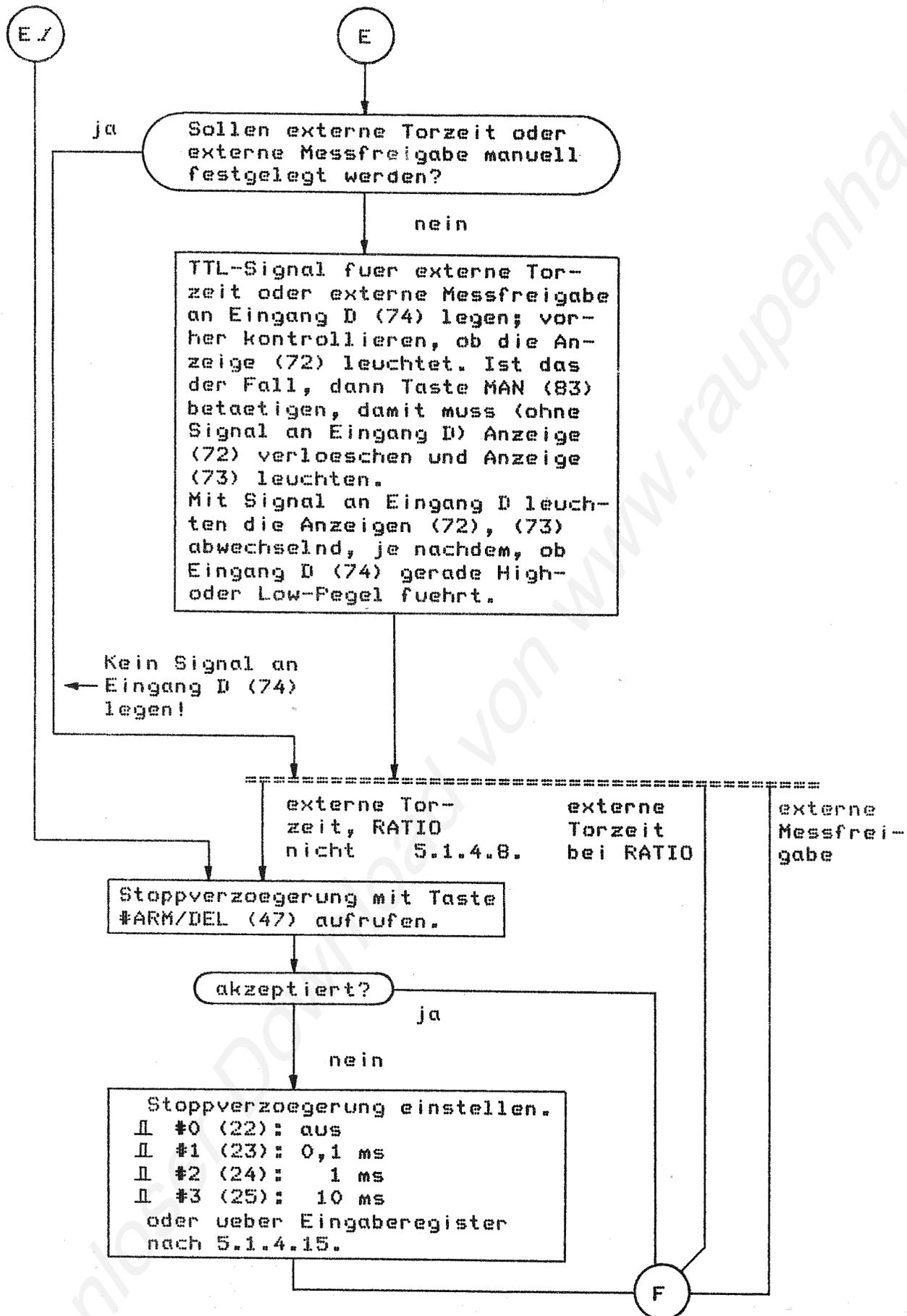
1) nur bei Variante G-2005.500

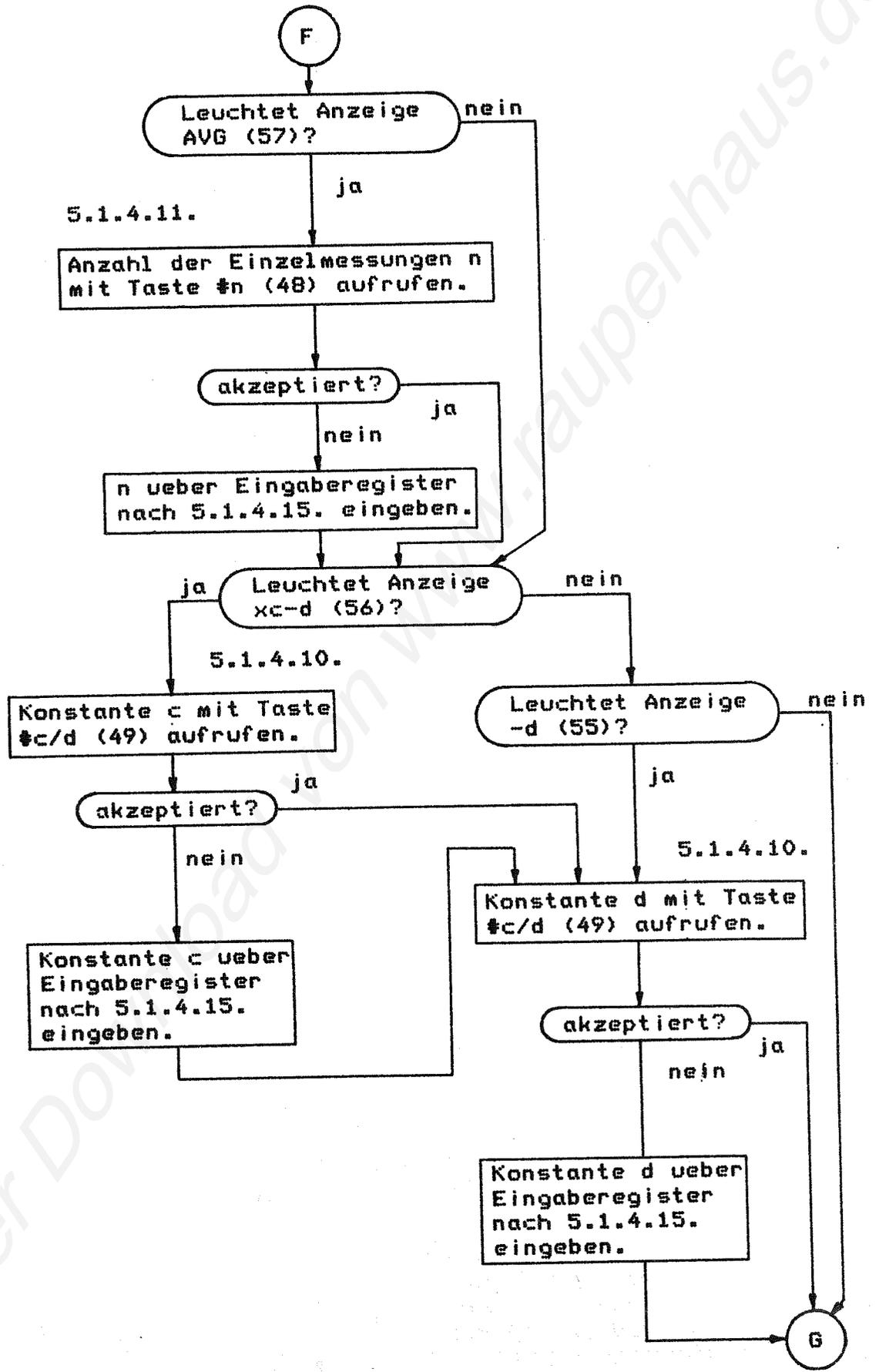




1) nur bei G-2005.500







G

5.1.4.3. - 5.1.4.5.

Geforderte Stellen mit Taste #DIG (46) aufrufen!

akzeptiert?

nein

ja

Stellenzahl	einstellen
▮ #0 (22):	3 Stellen
▮ #1 (23):	4 "
▮ #2 (24):	5 "
▮ #3 (25):	6 "
▮ #4 (26):	7 "
▮ #5 (27):	8 "
▮ #6 (28):	9 "
▮ #7 (29):	10 "

nein

Leuchtet Anzeige EXT (69)?

ja

Kein Signal an Buchse (71) legen!

5.1.4.13.

5.1.4.13.

Wird interne Referenz an Buchse (71) benoetigt?

nein

ja

Frequenz mit Taste #REF (50) aufrufen

akzeptiert?

nein

ja

Frequenz einstellen
▮ #0 (22): 1 Hz
▮ #1 (23): 10 Hz
▮ #2 (24): 100 Hz
▮ #3 (25): 1 KHz
▮ #4 (26): 10 KHz
▮ #5 (27): 100 KHz
▮ #6 (28): 1 MHz
▮ #7 (29): 10 MHz

Externe Referenzfrequenz an Buchse (71) legen; den Synchronisationsbereich gemass TECHNISCHEN KENNWERTEN beachten! Die externe Referenzfrequenz muss einen Nennwert von 1, 2... 9 oder 10 MHz haben.

H



ja Leuchtet Anzeige START (4)? nein

5.1.4.12.

Messpause mit Taste #PAUSE (51) aufrufen.

akzeptiert?

ja

nein

Messpause einstellen
┆ #0 (22): aus
┆ #1 (23): 0,304 s
┆ #2 (24): 1,01 s
┆ #3 (25): 3,0 s
┆ #4 (26): 19,0 s
┆ #5 (27): 30,0 s
oder ueber Eingaberegister nach 5.1.4.15.

Taste #RESULT/ENTER (36) betaeligen.
Taste RESET (35) betaeligen.

Taste #RESULT/ENTER (36) betaeligen.
Taste RESET (35) betaeligen.
Taste START SINGLE (34) betaeligen.

nein Ist manuelle Eingabe fuer externe Torzeit oder externe Messfreigabe vorgesehen? ja

Taste MAN (83) betaeligen. An Eingang D (74) darf kein Signal liegen.

Das Messergebniss kann an der Messwertanzeige (1), (2), (7) - (9) abgelesen werden. Kommt keine vernuenftige Messung zustande, ist die Ursache meistens beim Messsignal selbst oder bei den Kanaleinstellungen - insbesondere bei falscher Triggerpegeleinstellung - zu suchen. Zum Fehler des Messergebnisses siehe Pkt. 5.2.3.



Zur Vereinfachung der Bedienung kann man die "Fuehrungstaste" LEADING (42) benutzen. Man geht dann folgendermassen vor.

(a) Es werden die gewuenschten Grundfunktionen mit den Tasten (43) bis (51) eingestellt. Dazu gehoeren:

- Betriebsart (FUNKTION $\langle D \rangle$),
- Kanalvertauschung (A \leftrightarrow B),
- Mittelwertbildung (AVG),
- Mathematische Funktionen (\times -d, \div -d),
- ungespeicherter Betrieb (NON STORED),
- Betrieb mit externer Referenzfrequenz (EXT REF),
- automatisch wiederholende Ausloesung (START AUTO).

(b) Nun waehlt man fuer die benutzten Messkanaele

- die Eingangsimpedanz (IMP),
- das Tiefpassfilter (FILT),
- AC- oder DC-Kopplung (AC/DC),
- den Abschwaecher (ATT) sowie
- die Messflanke (SLOPE)

aus und schliesst die erforderlichen Mess-Signale und gegebenenfalls die externe Referenzfrequenz an die zugehoerigen Eingaenge an.

(c) Jetzt betaetigt man Taste LEADING (42). Damit erscheinen an der Messwertanzeige die fuer die jeweilige Grundfunktion in Frage kommenden Nebenfunktionen. Wird der angezeigte Wert fuer die Nebenfunktion akzeptiert, betaetigt man Taste LEADING nochmals und die naechste Nebenfunktion erscheint an der Messwertanzeige. Wird der Wert nicht akzeptiert, kann man den gewuenschten Wert mit den Tasten #0 (22) bis #7 (29) oder ueber das Eingaberegister einstellen, soweit dies fuer die jeweils an der Messwertanzeige aufgerufene Funktion moeglich ist.

Es werden folgende Funktionen nacheinander aufgerufen, wobei fuer die jeweilige Grundfunktion nicht definierte, nicht aenderbare oder nicht benutzte Nebenfunktionen uebersprungen werden:

- die an Buchse (71) entnehmbare geteilte interne Referenzfrequenz (REF),
- der Triggerpegel fuer die Kanaele A und B (TLA, TLB),
- die Torzeit (GATE),
- die Stellenzahl (DIG),
- Messfreigabe und Stoppverzoegerung (ARM/DEL),
- die Konstanten c und d (c/d),
- die Zahl der Einzelmessungen bei Mittelwertbildung (n) und
- die Messpause (PAUSE).

Hat man alle Nebenfunktionen durchgetastet, erscheint an der Messwertanzeige wieder das Ergebnis der zuletzt ausgefuehrten Messung.

(d) Damit sind alle erforderlichen Einstellungen ausgefuehrt, gegebenenfalls muss bei externer Messfreigabe oder externer Torzeit noch ein Signal an Eingang D angeschlossen werden, bzw. es wird nach Ruecksetzen (Taste RESET) und vollzogener Ausloesung (Anzeige START leuchtet) Taste MAN betaetigt.

5.2.3. Messfehler

Der Messfehler beim G-2005.500/510 wird verursacht durch:

- den Quantisierungsfehler,
- den Triggerfehler,
- Laufzeitunterschiede und Eigenanstiegszeit der Messkanäle,
- den Fehler der Triggerpegelstellung,
- Fehler bei der Torung und Zeitdehnung,
- den Fehler der Referenzfrequenz sowie
- Rechen- und Rundungsfehler.

5.2.3.1. Quantisierungsfehler

Der Quantisierungsfehler entsteht immer, wenn man ein Messintervall der Dauer TOE mit einer Impulsfolge (Periodendauer T_x) auszählt und die Phasenlage zwischen dieser Impulsfolge und Beginn und Ende des Messintervalles beliebig ist.

Bild 26 zeigt das Entstehen des Quantisierungsfehlers

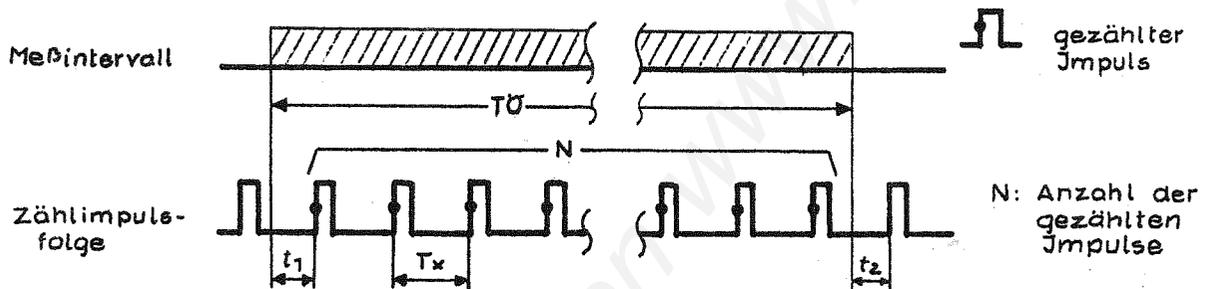


Bild 26 : Quantisierungsfehler

Aus Bild 26 liest man ab:

$$TOE = NT_x + t_1 - t_2, \quad 0 \leq t_1, t_2 \leq T_x.$$

Damit gilt $|t_1 - t_2| \leq T_x$ und man kann schreiben:

$$TOE = NT_x \pm T_x, \quad \text{bzw.} \quad TOE/T_x = N \pm 1.$$

Der Fehler entsteht unmittelbar beim Zählvorgang. Größe und Entstehungsort (Register u , t) sind im Abschnitt 5.1.4.9., Tabelle 12 bereits angegeben. Daraus lässt sich der Fehleranteil $F\%$ bezogen auf das Ergebnis berechnen (Tabelle 27).

Der G-2005.500/510 führt dies bei jeder Messung durch und bestimmt aus dem Fehleranteil $F\%$ die gültigen Stellen (siehe Abschnitt 5.1.4.4.). Dadurch ist sichergestellt, dass der Anteil des Quantisierungsfehlers maximal 2,2 LSD ¹⁾ beträgt.

1) LSD = last significant digit = Wertigkeit der letzten angezeigten Stelle, z.B. LSD = 10 ns oder LSD = 1 Hz usw.

Betriebsart	Quantisierungsfehler F \neq
CHECK, PER	± 1 ns R(u)
FREQ 100 MHz, RATIO	± 1 R(t)
FREQ 40 MHz, FREQ C 1), RPM	± 1 ns R(t) $\times E$
TI, \pm TI, PW	± 1 ns
CT A(B) by B(A), CT A(B) by D	± 1 digit
CT A(B) by D	± 1 digit $\pm \frac{100 \text{ ns}}{R(t)} E$ 2)
TIME D	± 100 ns
PH, \pm PH	± 1 ns R(u) (360 Grad + E)
DUTY	± 1 ns R(u) (100 % + E)

E: Ergebnis

1) nur bei G-2005.500

2) Dieser Fehleranteil entsteht, weil die externe Torzeit ueber Kanal D mit den Zeitimpulsen 100 ns synchronisiert wird.

Tabelle 27: Quantisierungsfehler F \neq

Der Inhalt der Register u und t [R(u), R(t)] kann, wie in Abschnitt 5.1.4.9. beschrieben, an der Messwertanzeige aufgerufen werden.

5.2.3.2. Triggerfehler

Der Triggerfehler entsteht bei der Umsetzung des Mess-Signales in ein (getriggertes) Rechtecksignal. Durch Rauschen des Verstaerkers oder durch andere Stoersignale tritt eine Zeitverfaelschung auf (siehe Bild 27).

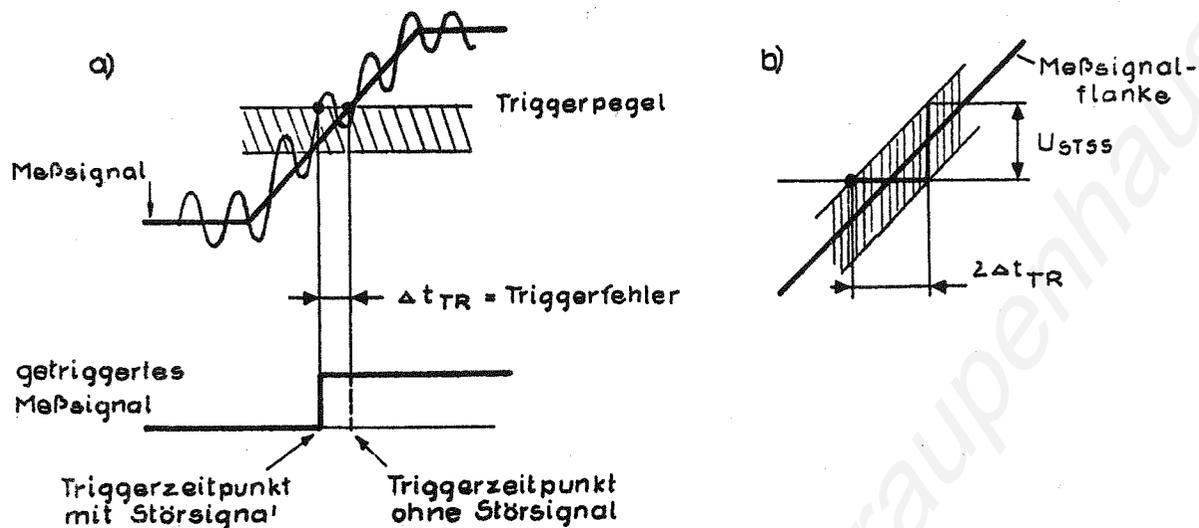


Bild 27: Entstehung des Triggerfehlers

Aus Bild 27 liest man ab:

$$S = \frac{U_{STSS}}{2|\Delta t_{TR}|}$$

Dabei ist S die Anstiegsgeschwindigkeit des Mess-Signales im Triggerpunkt (z.B. $S = 1 \text{ V}/\mu\text{s}$)

Bei sinusförmigem Signal gilt bei Triggerung im Nulldurchgang:

$$S = \frac{2\sqrt{2}\pi}{T} \times U_{Neff}$$

und damit $|\Delta t_{TR}| = \frac{1}{\pi} \times \frac{U_{STeff}}{U_{Neff}} \times \frac{T}{2}$.

T: Periodendauer, U_{Neff} : Spannung des sinusförmigen Nutzsignales.

Die Störspannung U_{STeff} beträgt beim G-2005.500/510 etwa 1 mV. Damit erhält man

$$|\Delta t_{TR}| \approx \frac{0,3 \text{ mV}}{U_{Neff}} \times \frac{T}{2}$$

Bei einer Frequenz von 10 kHz und 100 mV Eingangsspannung wäre der Triggerfehler $\Delta t_{TR} = \pm 15 \text{ ns}$.

In dem Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE ist fuer Sinusspannung der relative Triggerfehler δt_{TR} eines sinusförmigen Signales bei $U_{eff} = 100 \text{ mV}$ angegeben:

$$\delta t_{TR} = 2\Delta t_{TR} / T \leq 0,003.$$

Bei Messung ueber mehrere Perioden m gilt:

$$\delta t_{TR} (m) = 2\Delta t_{TR} / m/T$$

Fuer beliebige Signalformen ist der Triggerfehler Δt_{TR} aus der Anstiegsgeschwindigkeit S des Mess-Signales im Triggerpunkt zu berechnen:

$$|\Delta t_{TR}| \approx 1,5 \text{ mV/S.}$$

Bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von z.B. S = 1 mV/100 ns erhaelt man:

$$|\Delta t_{TR}| \approx 0,15 \mu\text{s.}$$

Der Triggerfehler ist fuer die jeweilige Triggerflanke zu berechnen. Der Einfluss des Triggerfehlers auf den Gesamtfehler des Messergebnisses ist in Tabelle 28 angegeben.

Betriebsart 1)	Triggerfehler F TR
CHECK, FREQ C 2)	- 3)
FREQ A 100 MHz 4) FREQ A 40 MHz	$\frac{2\Delta t_{TR} (A)}{R(t)} \times E$
PER A, RPM A	$\frac{2\Delta t_{TR} (A)}{R(u)}$
RATIO A/B	$\frac{2\Delta t_{TR} (A)}{R(t)} \times E \quad \frac{2\Delta t_{TR} (B)}{R(u)}$
TI A->B, +/-TI A->B	$\pm \Delta t_{TR} (A) \quad \pm \Delta t_{TR} (B)$
PW A	$\pm \Delta t_{TR} (A) \quad \pm \Delta t_{TR} (\bar{A})$
CT A by B	$\pm 2\Delta t_{TR} (A) \times f_A \quad 4)$ $+ \frac{\pm \Delta t_{TR} (B) \quad \pm \Delta t_{TR} (\bar{B})}{R(t)} \times E$
CT A by D	$\pm 2\Delta t_{TR} (A) \times f_A \quad 3), 4)$
TIME D	- 3)



Betriebsart ¹⁾	1)	Triggerfehler F TR
PH A→B, +/-PH A→B		$\frac{+/- \Delta t TR (A) +/- \Delta t TR (B)}{R(u)} \times 360 \text{ Grad}$
		$\frac{+/- \frac{2 \Delta t TR (A)}{R(u)}}{R(u)} \times E$
DUTY A		$\frac{+/- \Delta t TR (A) +/- \Delta t TR (\bar{A})}{R(u)} \times 100 \%$
		$\frac{+/- \frac{2 \Delta t TR (A)}{R(u)}}{R(u)} \times E$

$\Delta t TR (A)$, $\Delta t TR (B)$: Triggerfehler auf der Messflanke von Kanal A bzw. B.

$\Delta t TR (\bar{A})$, $\Delta t TR (\bar{B})$: Triggerfehler auf der der Messflanke entgegengesetzten Flanke von Kanal A bzw. B.

$R(u)$, $R(t)$: Inhalt der Register u bzw. t.

f_A , f_B : Frequenz des Mess-Signales an Kanal A bzw. B.

- 1) Bei Kanal-Vertauschung sind auch bei den Fehlerangaben A und B zu vertauschen.
- 2) nicht bei G-2005.510
- 3) Die Kanäle C und D verursachen ebenfalls einen Triggerfehler. Er ist jedoch in der Praxis vernachlässigbar und deshalb nicht angegeben.
- 4) Der Fehleranteil ist gegenüber dem Quantisierungsfehler vernachlässigbar klein.

Tabelle 28: Einfluss des Triggerfehlers bei den Betriebsarten

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf ein "ideales" Mess-Signal. Bei Rauschspannungen gilt dies fuer einen Signal-Rauschabstand > 40 dB.

Bei hoeheren Stoerspannungen muss man die Effektivwerte der Stoerspannung auf dem Mess-Signal und der internen Stoerspannung quadratisch addieren:

$$U_{Steff} = \sqrt{U_{Sti}^2 + U_{StH}^2} .$$

Neben Rauschanteilen wirken auch ueberlagerte Brummspannungen, Amplitudenmodulation oder auch Frequenz bzw. Phasenmodulation (Stoer-FM) des Mess-Signales wie eine Vergrößerung des Triggerfehlers.

Insbesondere besitzen quarzstabile phasengeregelte Messgeneratoren meist eine Stoer-FM, die bei FREQ A 40 MHz oder PER A bei voller Aufloesung schon deutlich erkennbar wird.

5.2.3.3. Laufzeitfehler und Eigenanstiegszeit

Diese Fehler entstehen in den Messkanälen A und B.

Bild 28 zeigt, wie eine steile Flanke am Mess-Signaleingang in Abhängigkeit von der Triggerpegeleinstellung durch die einzelnen Triggerzeitpunkte auf den Ausgang des Messkanals abgebildet wird.

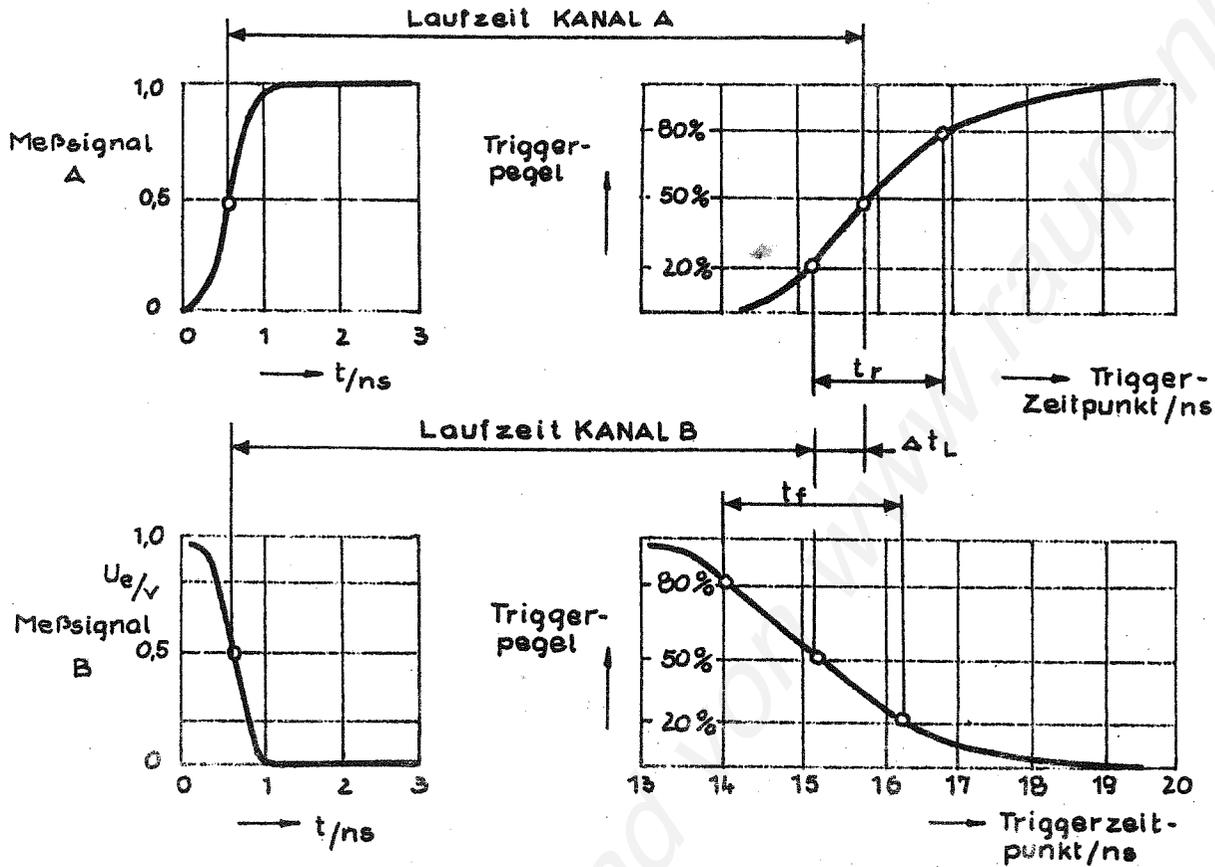


Bild 29: Laufzeitfehler Δt_L und Fehler durch Anstiegs- bzw. Abfallzeit (t_r , t_f)

Die Anstiegs- und Abfallzeit ist in dem Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE als Eigenanstiegszeit angegeben.

Der Laufzeitfehler ist auch innerhalb eines Kanals zwischen positiver und negativer Flanke zu berücksichtigen.

Bei hochohmigem Eingang und bei kleinen Eingangsspannungen ist mit einer Verschlechterung der Eigenanstiegszeit zu rechnen.

Bei eingeschaltetem Filter sind Eigenanstiegszeit und Laufzeitfehler wegen der Bandbreitenbegrenzung auf 5 kHz gegenstandslos.

Fehler durch die Eigenanstiegszeit werden minimal, wenn man den Triggerpegel auf etwa 50 % der Signalamplitude einstellt. Bei Messungen mit 2 Kanälen sollen alle Einstellungen (Abschwächer, Eingangswiderstand usw.) möglichst gleich sein.

Der Einfluss des durch die Eigenanstiegszeit bedingten Zeitfehlers Δt_L sowie der Laufzeitdifferenzen Δt_L auf den Gesamtfehler bei den einzelnen Betriebsarten ist in Tabelle 29 als Kanalfehler angegeben.

Betriebsart 1)	Kanalfehler FA'
CHECK, FREQ A 100 MHz, FREQ A 40 MHz, FREQ C 2), PER A, RPM A	-
TI A->B, +/-TI A->B	$ \Delta t E + \Delta t L_{AB} $
CT A by B	$\frac{ \Delta t E + \Delta t L_{BB} }{R(t)} \times E$
CT A by D, TIME D	20 ns
PH A->B, +/-PH A->B	$\frac{ \Delta t E + \Delta t L_{AB} }{R(u)} \times 360 \text{ Grad}$
DUTY A	$\frac{ \Delta t E + \Delta t L_{AA} }{R(u)} \times 100 \%$

$\Delta t E$: Fehler durch Eigenanstiegszeit

$\Delta t L_{AB}$: Laufzeitfehler zwischen den Kanälen A und B

$\Delta t L_{AA}$, $\Delta t L_{BB}$: Laufzeitfehler zwischen unterschiedlichen Flanken eines Kanales.

E: Messergebnis

R(t), R(u): Inhalt der Register t, u

1) Bei Kanalvertauschung sind bei FA' A und B zu vertauschen

2) gilt nicht bei Variante G-2005.510

Tabelle 29: Kanalfehler |FA'|

5.2.3.4. Fehler der Triggerpegeleinstellung

Der Fehler der Triggerpegeleinstellung ist in dem Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE fuer die Kanäle A, B und D angegeben. Er ist im folgenden mit ΔU_{TP} bezeichnet.

Dieser Fehler verursacht infolge der endlichen Flankensteilheit S des Mess-Signales im Triggerpunkt einen Zeitfehler Δt_{TP} , fuer den gilt:

$$\Delta t_{TP} = \Delta U_{TP} / S.$$

Fuer den Sonderfall eines sinusfoermigen Mess-Signales der Spannung U_{eff} und der Periodendauer T gilt:

$$S = U_{eff} / 2\sqrt{2} T, \text{ bzw. } t_{TP} / T = 0,11 \times \Delta U_{TP} \times T / U_{eff}.$$

Der Einfluss des Fehlers der Triggerpegeleinstellung auf das Messergebnis wird durch den Fehleranteil F_{TP} ausgedrueckt.

Er ist fuer die einzelnen Betriebsarten in Tabelle 30 angegeben.

Betriebsart 1)	Triggerpegelfehler F TP	
CHECK, FREQ A, FREQ C, PER A, RATIO A/B, RPM A		
TI A->B, +/-TI A->B	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(A)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(B) }{S(B)} \right \right)$	
PWA	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(A)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(\bar{A})} \right + \left \frac{20 \text{ mV}}{S(\bar{A})} \right \right)$	
CT A by B	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(B) }{S(B)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(B) }{S(\bar{B})} \right + \left \frac{20 \text{ mV}}{S(\bar{B})} \right \right)$	Ergebnis $\times \frac{1}{T_P(B)}$
CT A by D, TIME D	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(D) }{S(D)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(D) }{S(D)} \right \right)$	Ergebnis $\times \frac{1}{T_P(D)}$
PH A->B, +/-PH A->B (allgemein)	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(A)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(B) }{S(B)} \right \right)$	360 Grad $\times \frac{1}{T(A)}$
PH A->B, +/-PH A->B (Sinussignal)	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{U_{eff}(A)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(B) }{U_{eff}(B)} \right \right)$	$\times 40,5 \text{ Grad}$
DUTY A	$\pm \left(\left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(A)} \right + \left \frac{ \Delta U_{TP}(A) }{S(\bar{A})} \right + \left \frac{20 \text{ mV}}{S(\bar{A})} \right \right)$	$\times \frac{100 \%}{T(A)}$

- 1) Bei Kanalvertauschung ist bei F TP A mit B zu vertauschen
- $\Delta U_{TP}(A, B, D)$: Fehler der Triggerpegel­einstellung in den Kanä­len A, B oder D
- $S(A, B, D)$: Steilheit des Mess-Signales im Triggerpunkt auf der eingestellten Messflanke der Kanäle A, B oder D
- $S(\bar{A}, \bar{B}, \bar{D})$: Steilheit des Mess-Signales im Triggerpunkt auf der zur eingestellten Messflanke entgegengesetzten Flanke in den Kanälen A, B oder D
- $T_P(A, B, D)$: Impulsbreite des Mess-Signales an den Kanälen A, B oder D
- $U_{eff}(A, B)$: Effektivwert der Eingangsspannung bei sinusförmigem Mess-Signal an den Kanälen A oder B

Tabelle 30: Fehler in den Betriebsarten infolge des Fehlers der Triggerpegel­einstellung

Bei den Betriebsarten PW, CT A(B) by B(A), DUTY stimmt die (fehlerfrei gedachte) Triggerpegel-einstellung exakt nur auf der Startflanke. Auf der Stoppflanke liegt der Triggerpunkt um die Hysterese von etwa 20 mV gegenüber dem eingestellten Triggerpegelwert verschoben. Dadurch entsteht ein weiterer Fehler, der in Tabelle 29 durch den Ausdruck 20 mV/S berücksichtigt ist.

Der Fehleranteil F_{7P} geht vor allem bei Signalen mit niedriger Flankensteilheit sehr stark in das Messergebnis ein. Bei Phasenwinkelmessungen, wo häufig mit Sinussignalen gearbeitet wird, ist dieser Umstand gegeben. Bei $U_{eff} = 100 \text{ mV}$ und einer Triggerpegel-einstellung von 0 V in beiden Kanälen beträgt F_{7P} beispielsweise 19,4 Grad.

5.2.3.5. Rechen- und Rundungsfehler

Der Rundungsfehler entsteht dadurch, dass ein 11stelliges Rechenergebnis (vergl. 5.1.4.4., 5.1.4.5.) mit weniger als 11 Stellen (3 bis 10) angezeigt wird.

Der Rundungsfehler beträgt $\pm 0,5 \text{ LSD}$.

Beispiel: Der G-2005.500/510 hat in der Betriebsart FREQ A 40 MHz ein Rechenergebnis von $10,70634213 \times 10^6 \text{ Hz}$ ermittelt. Bei geforderter 4stelliger Anzeige lautet das angezeigte Ergebnis:

$10,71 \times 10^6 \text{ Hz}$

Die letzte Stelle besitzt die Wertigkeit 0,01 MHz, also ist $\text{LSD} = 10 \text{ kHz}$ und der Rundungsfehler beträgt maximal 5 kHz. Im Beispiel ist der Rundungsfehler tatsächlich 3,66 kHz also $< 5 \text{ kHz}$.

Der Rundungsfehler entfällt, wenn das Messergebnis nicht durch eine Rechenoperation entsteht, sondern ziffernmaessig identisch ist mit dem Zaehlergebnis in einem der Register u oder t. Dies trifft zu fuer die CT-Betriebsarten, fuer Zeitintervall- und Impulsbreitenmessung sowie TIME D, sofern das Zaehlergebnis in diesen Betriebsarten nicht mehr Stellen umfasst, als angezeigt werden.

Der Rechenfehler ist bei den einzelnen Betriebsarten vernachlaessigbar klein. Er bleibt auch bei 10stelligem Ergebnis $\leq 0,1 \text{ LSD}$. Der Rechenfehler entfällt, falls die betreffende Betriebsart keine Rechenoperation zur Ermittlung des Ergebnisses erfordert. Tabelle 31 zeigt, wie Rechenfehler F_R und Rundungsfehler F_{R2} in den Grundbetriebsarten zu berücksichtigen sind.

Betriebsart 1)	F Δ	F Δ
CHECK, FREQ A 100 MHz, FREQ A 40 MHz, FREQ C 2), RATIO A/B	0,1 LSD	angezeigte Stellen ----- 10 0,5 LSD
TI A→B, +/-TI A→B, PW A, CT A by B, CT A by D, TIME D		- 3)
RPM A, PH A→B, +/-PH A→B, DUTY A	0,1 LSD	angezeigte Stellen ----- 10 0,5 LSD

1) Fehler gelten auch bei Kanalvertauschung

2) nicht fuer G-2005.510

3) entfaellt nur bei voller Aufloesung, sonst F Δ = 0,5 LSD

Tabelle 31: Rechen- und Rundungsfehler

5.2.3.6. Fehler bei der Torung und Zeitdehnung

Diese Fehler entstehen durch technisch-physikalische Einfluesse (Flankenjitter, Laufzeitanderungen, Rauschen usw.) bei der Zeitdehnung und der Torung. Die Groesse dieses Fehleranteiles ist F Δ und ist in Tabelle 32 angegeben.

Betriebsart 1)	Torzeitfehler F Δ
CHECK, FREQ A 40 MHz, FREQ C 2) PER A, RPM A	+/-2 ns ----- R(u)
FREQ A 100 MHz	+/-2 ns ----- x E R(t)
RATIO A/B	+/-4 ns x f Δ ----- R(t)
TI A→B, +/-TI A→B, PW A	+/-2 ns
CT A by B	+/-4 ns x f Δ x E
TIME D	+/-20 ns
CT A by D	+/-20 ns x f Δ x E



Betriebsart 1)	Torzeitfehler F _T
PH A→B, +/-PH A→B	$\frac{\pm 2 \text{ ns}}{R(u)} \quad (360 \text{ Grad} + E)$
DUTY A	$\frac{\pm 2 \text{ ns}}{R(u)} \quad (100 \% + E)$

E: Ergebnis

R(t), R(u): Inhalt der Register t, u

f_A: Frequenz des Mess-Signales A

1) Bei Kanalvertauschung sind auch bei F_T A und B zu vertauschen

2) nicht fuer G-2005.510

Tabelle 32: Fehler der Torzeit F_T

5.2.3.7. Fehler der Referenzfrequenz (F_{REF})

Die Referenzfrequenz bildet das "Zeitnormal" des G-2005.500/510 und geht als fehlerbestimmende Groesse bei allen Frequenz- und Zeitmessungen in das Messergebnis ein.

Die Referenzfrequenz wird von einem 10 MHz-Quarzoszillator, der in einem Thermostaten untergebracht ist, erzeugt.

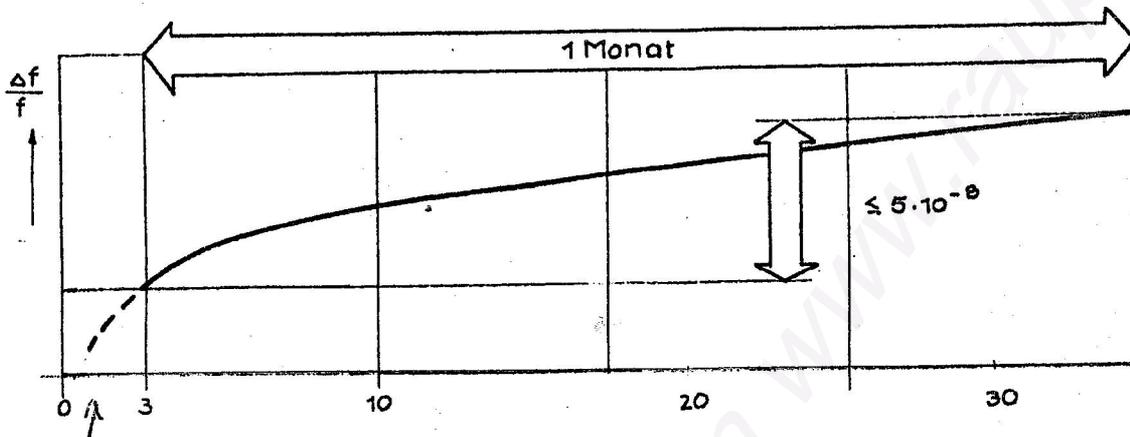
Bei der internen Referenzfrequenz sind folgende Fehleranteile zu beachten:

- Abgleichfehler: Er gibt an, mit welcher Genauigkeit die Referenzfrequenz beim Hersteller auf den Nennwert 10 MHz eingestellt wird.
- Einlauffehler: Dieser Fehler bezieht sich auf die ersten Stunden Betriebszeit und ist bereits in Abschnitt 5.1.4.13. erlaeutert worden.
- Fehler durch Alterung: In dem Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE ist die sogenannte Alterungsrate angegeben. Sie gibt die maximal zulaessige Aenderung der Frequenz innerhalb eines Monats an (Bild 33). Die Angaben zur Alterung gelten nur fuer Dauerbetrieb. Nach Betriebspausen ist eine Einlaufzeit von 72 h (gestrichelter Verlauf in Bild 29) einzuhalten. Erst von diesem Zeitpunkt an gelten die Angaben zur Alterung. Die in Bild 29 eingezeichnete Kurve kann auch anders verlaufen, z.B. so, dass die Frequenz mit zunehmender Zeit kleiner wird. Bild 30 gibt das typische Verhalten der Referenzfrequenz bei 8-Stunden-Betrieb an. Dabei ist die Anheizphase (vergl. 5.1.4.13.) nicht mit dargestellt.
- Fehler durch Temperatur- und Netzspannungseinfluss: Er ist in Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE angegeben.

Wird mit externer Referenzfrequenz gearbeitet, entfallen die oben genannten Fehleranteile, stattdessen ist als Fehler die Abweichung der externen Referenzfrequenz gegenueber dem Nennwert zu Grunde zu legen. Dabei ist zu beachten, dass der Zustand der Synchronisation auch tatsaechlich erreicht ist.

Der tatsächliche Fehler der internen Referenz ist aufgrund der vielen Einflussfaktoren und der laufenden Veränderung durch die natürliche Alterung des Quarzes nur schwer exakt abzuschätzen. Bei Messungen, die mit höherer Genauigkeit als 10^{-7} ausgeführt werden müssen, ist deshalb eine ein- bis zweimonatige Überprüfung der internen Referenz zu empfehlen. Bei jährlicher Überprüfung und Neueinstellung der internen Referenzfrequenz kann mit einer Genauigkeit von etwa 5×10^{-7} gerechnet werden.

Falls keine Möglichkeit zur Überprüfung besteht, ist der G-2005.500/510 der zuständigen Servicewerkstatt zuzuführen. Die Anschrift ist dem Abschnitt 7. "KUNDENDIENST UND SERVICE" zu entnehmen.



Einlaufzeit 72h

Bild 29: Typisches Alterungsverhalten der internen Referenzfrequenz bei Dauerbetrieb

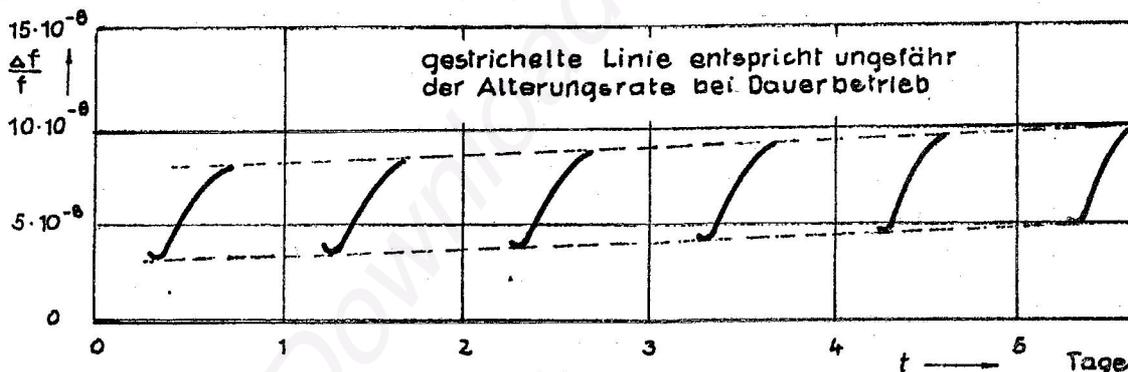


Bild 30: Typisches Alterungsverhalten der internen Referenzfrequenz bei intermittierendem Betrieb (8 h Betrieb, 16 h Pause).

Die Fehlerangaben zur Referenzfrequenz sind in dem Abschnitt 2. TECHNISCHE KENNWERTE als relativer Fehler δF_{REF} angegeben. Den absoluten Fehleranteil der Referenzfrequenz am Messergebnis entnimmt man Tabelle 33.

Betriebsart	F_{REF}
FREQ, PER, TI, +/-TI, PW, TIME D, RPM	$\delta F_{REF} \times E$
CHECK, RATIO, CT A(B) by B(A), CT A(B) by D, PH, +/-PH, DUTY	-

E: Messergebnis

Tabelle 33: Fehleranteil der Referenzfrequenz bei den Betriebsarten

5.2.3.8. Gesamtfehler, Fehler bei Mittelwertrechnung und mathematischen Funktionen

Den Gesamtfehler erhaelt man durch Addition der einzelnen Fehleranteile, wie sie in den Tabellen 26 bis 32 angegeben sind.

$$|F| = |F_Q| + |F_{TR}| + |F_A| + |F_{TP}| + |F_T| + |F_{REF}| + |F_R| + |F_{RD}|.$$

Bezeichnet man

$$F_1 = |F_Q| + |F_{TR}|,$$

$$F_2 = |F_A| + |F_{TP}| + |F_T| + |F_{REF}|,$$

so gilt fuer den Gesamtfehler F:

$$F = F_1 + F_2 + |F_{RD}| + |F_R|.$$

Bei Mittelwertrechnung wird der Mittelwert \bar{X} aus der Summe von n Einzelmesswerten X_i gebildet.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Da alle X_i addiert werden, addieren sich auch die einzelnen Fehler F_i , ausgenommen der Rundungsfehler, und man erhaelt somit fuer den Fehler bei Mittelwertbildung:

$$|F_{AVG}| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_1 + F_2 + |F_R|) + 0,5 \text{ LSD.}$$

Nimmt man der Einfachheit halber an, dass die Fehler der Einzelmessungen alle gleich sind, erhaelt man:

$$|F_{AVG}| = F_1 + F_2 + |F_R| + 0,5 \text{ LSD.}$$

Die Annahme, dass der Fehler bei allen Einzelmessungen in gleicher Weise auftritt, ist zutreffend fuer F_2 und F_A , nicht aber fuer F_1 . Fuer den Quantisierungsfehler und den Triggerfehler kann man annehmen, dass diese innerhalb ihrer durch F_2 und F_A gegebenen Grenzen bei den n Einzelmessungen gleichmaessig statistisch verteilt sind, was auch die Unabhaengigkeit der n Messungen einschliesst. Unter dieser Voraussetzung erhaelt man nach statistischen Gesetzmassigkeiten:

$$|F_{AVG}| = \frac{F_1}{\sqrt{n}} + F_2 + |F_A| + 0,5 \text{ LSD}$$

Der Ausdruck F_1 / \sqrt{n} ist dabei als mittlerer Fehler zu sehen, der mit bestimmter Wahrscheinlichkeit eingehalten wird, also in einzelnen Faellen auch ueberschritten werden kann. Sind die oben angegebenen Voraussetzungen ideal erfuehrt, was nicht immer der Fall sein muss, ist diese Wahrscheinlichkeit 95 %. Bei Berechnung mathematischer Funktionen gilt:

$$|F(xc-d)| = (F_1 + F_2 + |F_A|) \times |c| + 0,5 \text{ LSD},$$

$$|F(\div d)| = (F_1 + F_2 + |F_A|) / |d| + 0,5 \text{ LSD},$$

bzw. unter Einbeziehung der Mittelwertrechnung:

$$|F_{NAVG}(xc-d)| = (F_1 / \sqrt{n} + F_2 + |F_A|) \times |c| + 0,5 \text{ LSD},$$

$$|F_{NAVG}(\div d)| = (F_1 / \sqrt{n} + F_2 + |F_A|) / |d| + 0,5 \text{ LSD}.$$

6. WARTUNG

6.1. INSTANDHALTUNGSHINWEISE

Die Massnahmen zur Instandhaltung beschraenken sich auf eine gelegentliche Ueberpruefung der internen Referenzfrequenz. Wenn ein entsprechend genaues Frequenznormal ($\leq 10^{-8}$) zur Verfuegung steht, kann diese Ueberpruefung selbst auf einfache Weise vorgenommen werden.

Dazu wird am G-2005.500/510 die Betriebsart FREQ A 40 MHz eingestellt und die Frequenz des Normales gemessen.

Wird ein zu hoher Wert angezeigt, ist die interne Referenzfrequenz zu niedrig, bei zu kleinem Anzeigewert ist sie zu hoch.

Eine Korrektur auf Sollwert kann mittels Einstellregler ADJUST INT REF FREQ (106) erfolgen. Dieser Einstellregler ist von der Rueckseite des G-2005.500/510 aus zuganglich und kann mittels geeignetem Schraubendreher verstellt werden.

Nachgleich und Ueberpruefung sind im eingelaufenen Zustand durchzufuehren, fruehestens 3 Stunden nach Inbetriebnahme.

Wie oft die interne Referenzfrequenz ueberprueft werden sollte, haengt von den Genauigkeitsforderungen ab. Bei jaehrlicher Ueberpruefung und Korrektur muss mit einem Fehler bis zu etwa 5×10^{-7} gerechnet werden.

Steht kein Frequenznormal zur Verfuegung, muessen Ueberpruefung und Nachgleich der internen Referenzfrequenz von einer Service-Werkstatt ausgefuehrt werden. Die Anschrift der zustandigen Werkstatt entnimmt man dem Abschnitt "KUNDENDIENST UND SERVICE".

6.2. REPARATURHINWEISE

Der Zaehler G-2005.500/510 ist ein kompliziertes elektronisches Messgeraet, zu dessen Reparatur im allgemeinen

- ein umfangreicher Messmittelpark,
- die vollstaendige Kundendienstdokumentation,
- ein versiertes und vom Herstellerwerk geschultes Reparaturpersonal und
- gegebenenfalls Hilfsvorrichtungen und Hilfseinrichtungen

notwendig sind.

Sind diese Voraussetzungen nicht erfuellt, beschraenken sich Reparaturen durch den Anwender auf die Kontrolle und das Auswechseln der Sicherungen.

Achtung! Saemtliche Eingriffe in das Erzeugnis duerfen nur bei gezogenem Netzstecker vorgenommen werden. Beim Austausch von Sicherungen sind nur solche mit gleichem Wert und gleicher Schaltcharakteristik zu verwenden.

Nachfolgend sind die Fehlererscheinungen bei defekten Netzsicherungen angegeben. Die Lage dieser Sicherungen entnimmt man dem Abschnitt 5.1. VORBEREITUNG ZUM BETRIEB.

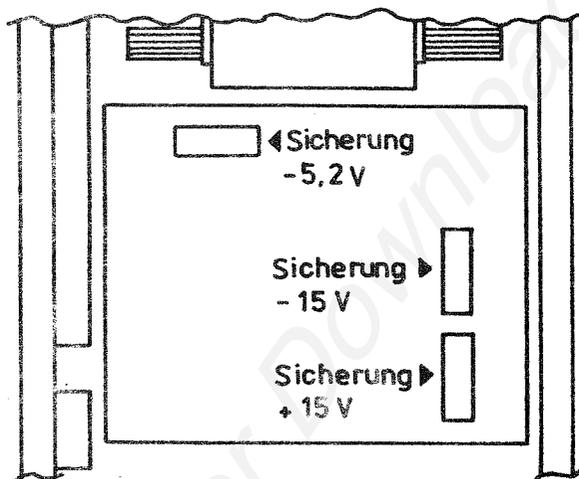
- Netzsicherung fuer Gesamtgeraet (110), (111) oder Thermostat (109) defekt: Keinerlei Funktion, alle Anzeigen an der Frontplatte sind dunkel.
- Netzsicherung fuer Schaltregelteil (108) defekt: Jeweils eine der Triggeranzeigen bei den Kanaelen A, B, D leuchtet noch, ebenso die Thermostatanzeige (52), alle anderen Anzeigen sind dunkel.
- Netzsicherung fuer Analogregelteil (105) defekt: Die Thermostatanzeige leuchtet noch, alle anderen Anzeigen sind dunkel.
- Netzsicherung fuer Luefter defekt: Der Luefter (102) dreht sich nicht mehr. Bei diesem Fehler, der auch ohne Sicherungsausfall aus anderen Gruenden moeglich ist, spricht nach kurzer Zeit eine eingebaute Thermosicherung an, die alle Geraetefunktionen - ausgenommen den Thermostaten - abschaltet. Tritt dieser Fehler ein, ist eine Servicewerkstatt in Anspruch zu nehmen.

Die Fehlerursache kann auch ein Ausfall der Sicherung fuer die Betriebsspannungen +15 V, -15 V oder -5,2 V sein.

Bei Ausfall der +15 V Sicherung leuchten nur die Thermostatanzeige und jeweils eine LED der Triggeranzeigen fuer die Kanale A, B und D.

Bei Ausfall der -15 V Sicherung oder der -5,2 V Sicherung bleiben alle Triggeranzeigen dunkel, die Eingabetastatur und damit in Verbindung stehende Anzeigen sind in aller Regel funktionsfaehig, eine Messung kommt jedoch nicht zustande.

Die genannten Sicherungen sind nach Abnahme des oberen Deckbleches zuganglich. Im Bild 31 sind Lage, Wert und Schaltcharakteristik angegeben.



Sicherung -5,2V: T4,0A
Sicherung +15V: T1,0A
Sicherung -15V: T1,0A

Bild 31: Lage der Sicherungen fuer -5,2 V, +15 V und -15 V.

Sollte sich der Fehler durch Sicherungswechsel nicht beseitigen lassen, ist die zustaeendige Servicewerkstatt mit der Reparatur zu beauftragen (siehe Abschnitt 7. KUNDENDIENST UND SERVICE).

7. KUNDENDIENST UND SERVICE

Es wird besonderer Wert darauf gelegt, daß mit dem Erzeugnis die gestellten Aufgaben der Messung und Meßwertausgabe schnell, exakt und zuverlässig gelöst werden.
Sollten sich jedoch Funktionsstörungen oder Mängel am Erzeugnis einstellen, so ist unser Service im In- und Ausland bestrebt, diese Funktionsstörungen baldmöglichst zu beseitigen.

Kunden im Gebiet der DDR wenden sich bitte an

(Postversand und Direktanlieferung)

veb mikroelektronik "karl marx" erfurt
stammbetrieb
Kundendienst Meßgeräte

5010 Erfurt

Ottostraße 11 b

(Bahnversand)

veb mikroelektronik "karl marx" erfurt
stammbetrieb
Kundendienst Meßgeräte

5010 Erfurt

Rudolfstraße 47

Tel.: 63052 Telex 061 306

Sollte sich eine Einsendung des Erzeugnisses an die Reparaturwerkstatt unter o. g. Adresse notwendig machen, so ist ein Reparaturauftrag und im Garantiefall die ordnungsgemäß ausgefüllte Garantieurkunde dem Erzeugnis beizufügen.

Kunden außerhalb des Gebietes der DDR wenden sich bitte in allen Fragen des Service an die in ihrem Land befindliche Vertragswerkstatt entsprechend nachstehendem Verzeichnis.

Sofern im anschließenden Verzeichnis keine für Sie zuständige Vertragswerkstatt aufgeführt ist, so wenden Sie sich bitte an

Zentraler Auslands-Service

Elektronische Meßtechnik

DDR 1035 Berlin

Oderstraße 1

Tel.: 5800241

Telex 011-2761
mese dd-zam

Sollte sich eine Einsendung des Erzeugnisses notwendig machen, so ist im Garantiefall die ordnungsgemäß ausgefüllte Garantieurkunde dem Erzeugnis beizufügen.

Teilen Sie in allen Fällen Ihre Beanstandungen unter Angabe der Fabrikationsnummer des Erzeugnisses mit.

Sie erleichtern den Mitarbeitern des Service die Reparaturausführung, wenn Sie dem Erzeugnis eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung begeben.

Verzeichnis der Service-Werkstätten des Zentralen Auslands-Service
Elektronische Meßtechnik

Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken

Moskovski zavod "Etalon"

107553 Moskwa

B. Tscherkisevskaja
Tel.-Nr. 1620121

Weitere 12 Werkstätten in verschiedenen Städten der UdSSR, Auskünfte unter der Tel.-Nr. des Werkes in Moskau.

Volksrepublik Polen

SPP "Meraserw 1"

00-871 Warszawa

ul. Zelazna 67

SPP "Meraserw 2"

80-840 Gdansk

ul. Groble III/Nr. 1-6

SPP "Meraserw 9"

50-224 Wroclaw

ul. Plac. Karola Marksa 20

Volksrepublik Bulgarien

VMEI "Lenin" NIS/NIL po diagnostika

Sofia

ul. Darvenitza
Bl. 2 Raum 2525
Tel.-Nr. 653011
6361/616

Sozialistische Republik Rumänien

Icemenerg

Bucuresti/Sekt.4

Boul. Energeticienilor 8
Tel.-Nr. 21-46-30

Ungarische Volksrepublik

Servintern

Budapest VII

Landier Jenő u. 26
Tel.-Nr. 424-153

Kuba

Empresa nacional de servicio y
Producción para la educación superior

(ENSPE)
Calle 29 y A

Vedado/Habana

Tschechoslowakische Sozialistische Republik

Tepla DIZ

39701 Pisek

Kocinova 1
Tel.-Nr. 2595/4785

Sozialistische Föderative Republik Jugoslawien

Iskra Institut

Ljubljana

Trzaska c 2

8. STROMLAUFPLAN

FUNKTIONSGRUPPENÜBERSICHT G-2005.500/510

Gedruckte Schaltungen	Funktionsgruppen	Sonstige, nicht aufgedruckten Schaltun- genbefindliche Bau- elemente
Anzeige (FG 1)	A 201 Anzeige	-
Verstärker A (FG 2)	A 202 Verstärker A	-
Verstärker B (FG 3)	A 203 Verstärker B	-
Vorteiler (FG 4) (nur bei G-2005.500)	A 204 Vorteiler (nur bei G-2005.500)	X 4, X 34, H 290, Z 286 - Z 288
Meßfreigabe	A 205 Meßfreigabe	S 297, Z 258
Referenz	A 206 Referenz	X 14, Z 259, Z 260
Torsteuerung (FG 7)	A 207 Torsteuerung	Z 257
HF-Zähler (FG 8)	A 208 HF-Zähler	C 266 - C 268
Triggerpegel (FG 9)	A 209 Triggerpegel	Z 261 - Z 264
µP-Steuerung (FG 10)	A 210 Mikroprozessor	C 269 - C 285
Interface IMS-2 (FG 12)	A 212 Interface	X 22
Netzeingang (FG 13)	A 213 Filter-LP	X 40, L 231, C 232, F 226, F 227, R 228, F 234, T 235
Analogregelteil (FG 14)	A 216 Regelteil, analog	Z 251 - Z 256, F 241, M 242, F 243, T 244, N 245, N 246, V 247
Schaltregelteil (FG 15)	A 217 Schaltregelteil I	Z 250, V 298, C 299, C 233, F 240
Thermostat (FG 16)	A 218 Schaltregelteil II	R 236, F 237, C 238, R 239, C 248, A 249
	A 219 Relaissteuerung	
	A 220 Trennverstärker	
	A 221 Quarzoszillator	
	A 222 Adresschalter	
	A 223 Lüfterabschaltung	
	A 224 Gleichrichtung, Thermostat	

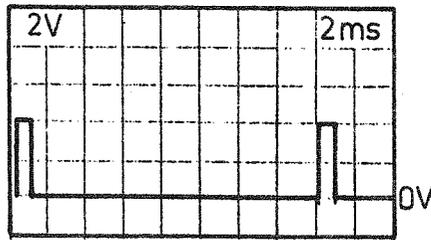
ERLÄUTERUNGEN

Alle Oszillogramme wurden, sofern nicht besonders angegeben, mit Oszillograf DC - 60 MHz über Tastkopf $C_e = 8 \text{ pF}$, $R_e = 1 \text{ MOhm}$ gemessen.

1) Oszillogramme zur Anzeige, FG 1

Oszillogramm
1.1.

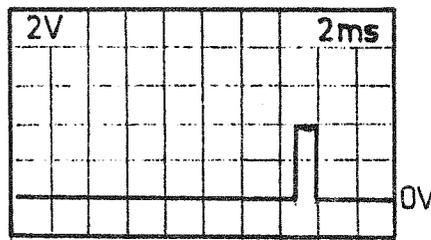
(N 1)
D 227/3



Triggerung des Oszillografen auf der positiven Flanke von (N 0)

Oszillogramm
1.2.

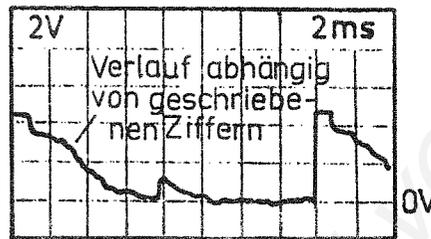
(N 15)
D 228/4



wie Oszillogramm 1.1.; die Oszillogramme für (N 14) - (N 1) sehen genauso aus, sie sind jeweils um 1 ms nach links versetzt

Oszillogramm
1.3.

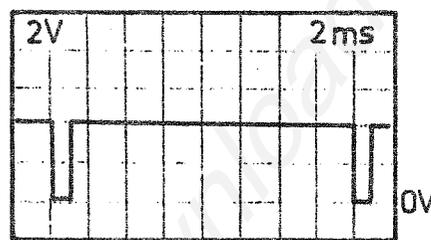
mode von
STELLE 0
H 229/4



wie Oszillogramm 1.1.; die Oszillogramme an den Anoden der übrigen Stellen sehen entsprechend aus, sie sind jeweils 1 ms nach rechts versetzt

Oszillogramm
1.4.

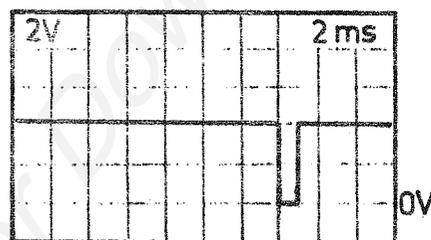
(TAS 0)
D 305/3



wie Oszillogramm 1.1.; Taste CHA AC/DC, S 328 gedrückt; wenn keine Taste der oberen Reihe (S 326 - S 340) gedrückt ist, liegt (TAS 0) ständig auf High

Oszillogramm
1.5.

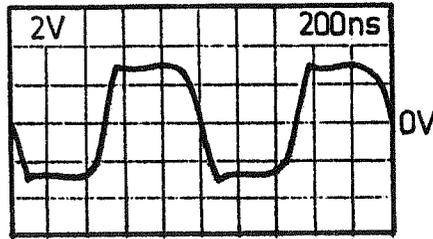
(TAS 1)
D 305/5



wie Oszillogramm 1.1.; Taste START AUTO, S 355, gedrückt; ist keine Taste der unteren Reihe (S 341 - S 355) gedrückt, liegt (TAS 1) ständig auf High

2) Oszillogramme zum Verstärker A, FG2

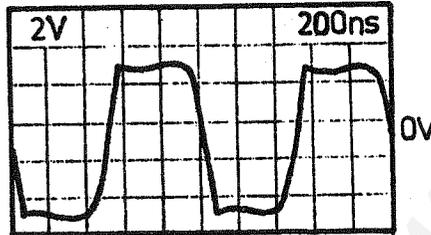
Oszillogramm
2.1.
EINGANGSBE-
GRENZUNG
Emitter von
V 225



gemessen bei IMP 1 M Ω m,
ATT x 1, $U_{\text{eff}} = 40 \text{ V}$,
1 MHz an Eingang A

Oszillogramm
2.2.

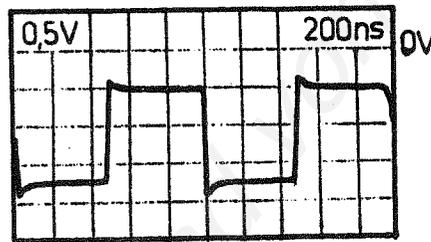
AC-VORSTUFE
M 3



wie Oszillogramm 2.1.

Oszillogramm
2.3.

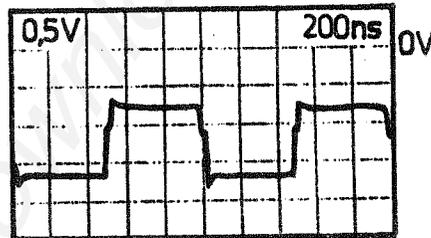
DC-VERSTÄRKER
D 206/4



wie Oszillogramm 2.1.

Oszillogramm
2.4.

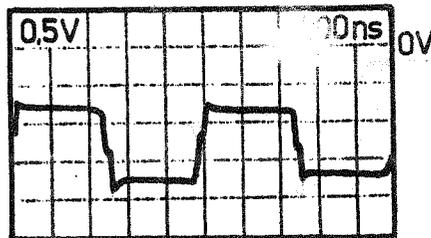
FLANKENWAHL
A 202/5, 9,
11, 7



gemessen bei 1 MHz,
 $U_{\text{eff}} = 100 \text{ mV}$ an Ein-
gang A, FREQ A 40 MHz,
SLOPE A \nearrow ; Synchro-
nisation des Oszillo-
grammen auf positive
Flanke des Signales an
Eingang A

Oszillogramm
2.5.

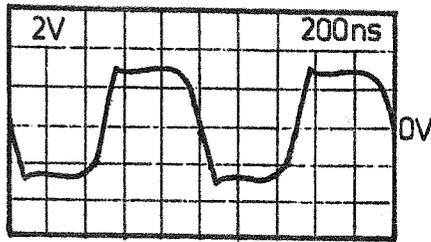
FLANKENWAHL
A 202/5, 9,
11, 7



wie Oszillogramm 2.4.,
nur SLOPE A \searrow einge-
schaltet

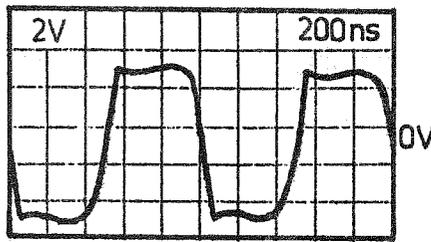
3) Oszillogramme zum Verstärker B, FG 3

Oszillogramm
3.1.
EINGANGSBE-
GRENZUNG
Emitter von
V 225



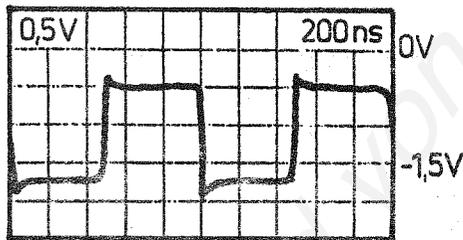
gemessen bei IMP 1 MOhm,
ATT x 1, $U_{\text{eff}} = 40 \text{ V}$,
1 MHz an Eingang B

Oszillogramm
3.2.
AC-VORSTUFE
M 3



wie Oszillogramm 3.1.

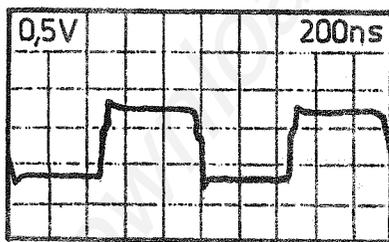
Oszillogramm
3.3.
DC-VERSTÄRKER
D 209/4



wie Oszillogramm 3.1.

Oszillogramm
3.4.

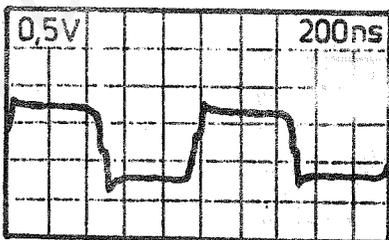
FLANKENWAHL
A 203/5, 9,
7, 11



gemessen bei 1 MHz
 $U_{\text{eff}} = 100 \text{ mV}$ an Ein-
gang B, FREQ B 40 MHz,
SLOPE B \nearrow ; Synchroni-
sation des Oszillografen
auf die positive Flanke
des Signales an Eingang B

Oszillogramm
3.5.

FLANKENWAHL
A203/5, 9,
11, 7



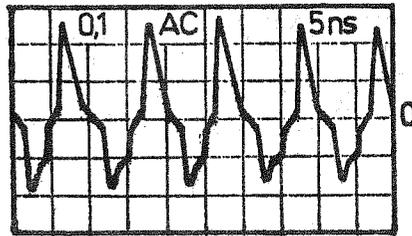
wie Oszillogramm 3.4.,
nur SLOPE B \searrow eingeschalt-
tet

4) Oszillogramme zum Vorteiler, FG 4

Oszillogramme 4.1. bis 4.5. mit Samplingoszillograph DC - 1 GHz über Tastkopf $C_e = 2 \text{ pF}$, $R_e = 100 \text{ k}\Omega$ gemessen.

Oszillogramm 4.1.

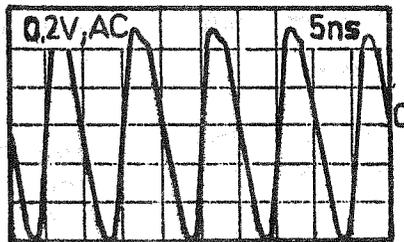
Verbindungs-
punkt
V 258 - V 260



gemessen bei 100 MHz
 $U_{\text{eff}} = 2,5 \text{ V}$ an Ein-
gang C
DC-Spannung +2,6 V

Oszillogramm 4.2.

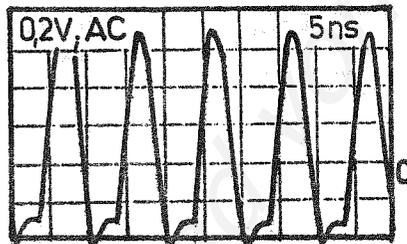
Verbindungs-
punkt
C 209 - C 210



gemessen bei 100 MHz,
 $U_{\text{eff}} = 50 \text{ mV}$ an Ein-
gang C

Oszillogramm 4.3.

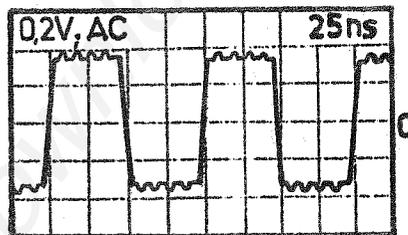
TEILERSTUFE
10:1
D 234/12



wie Oszillogramm 4.2.

Oszillogramm 4.4.

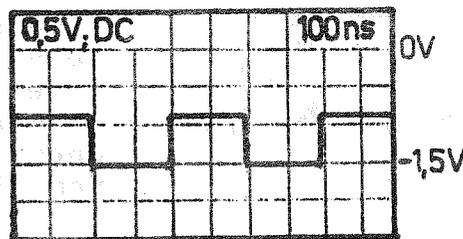
TEILERSTUFE
10:1
D 234/2



wie Oszillogramm 4.2.
DC-Spannung -1,3 V

Oszillogramm 4.5.

TEILERSTUFE
4:1
D 235/2

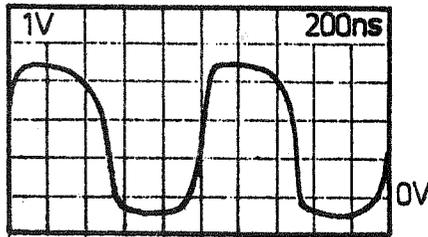


wie Oszillogramm 4.2.
außerdem FREQ C

5) Oszillogramme zur Meßfreigabe, FG 5

Oszillogramm
5.1.

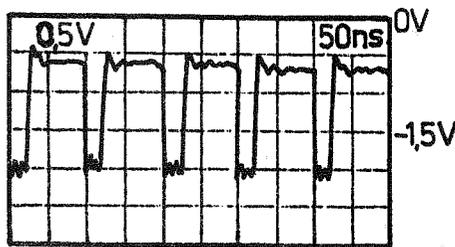
BEGRENZUNG
Gate 1 von
V 212



gemessen bei 1 MHz,
 $U_{\text{eff}} = 40 \text{ V}$ an
Eingang D

Oszillogramm
5.2.

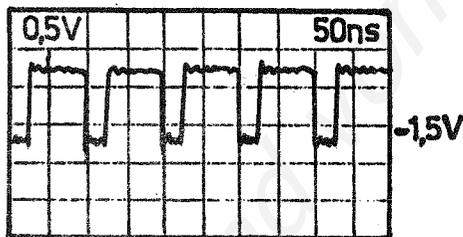
VERSTÄRKER
M 3



gemessen bei einer
Impulsspannung zwi-
schen 0 V und +2,8 V
am Eingang D, Fre-
quenz 10 MHz, High-
Breite 20 ns bei
1,4 V

Oszillogramm
5.3.

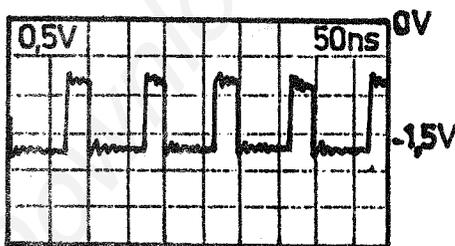
TRIGGER
M 4



Bedingungen wie bei
Oszillogramm 5.2.

Oszillogramm
5.4.

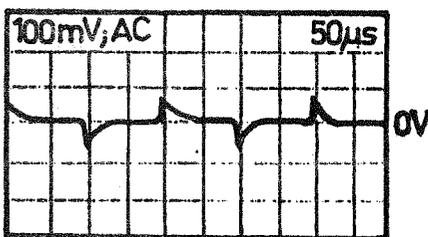
TRIGGER
M 5



Bedingungen wie bei
Oszillogramm 5.3.

Oszillogramm
5.5.

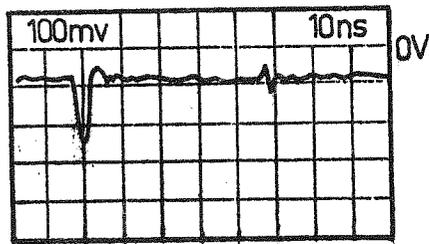
VERSTÄRKER
M 1



gemessen bei einer
Impulsspannung zwi-
schen 0 V und +2,8 V
am Eingang D, Fre-
quenz 5 kHz, Tast-
verhältnis 1:2

Oszillogramm
5.6.

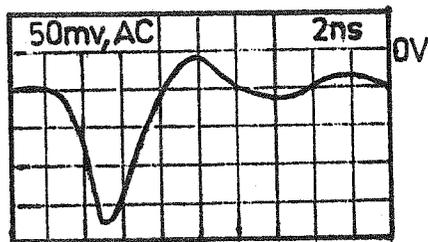
Kollektor V 214
bei abgetrennter
Tunnelodiode V 240



gemessen bei TIME D,
START AUTO, DEL 254 s;
an Eingang D liegen
Impulse von 0 V bis
+2,8 V, 10 MHz, Tast-
verhältnis 1:2 1)

Oszillogramm
5.7.

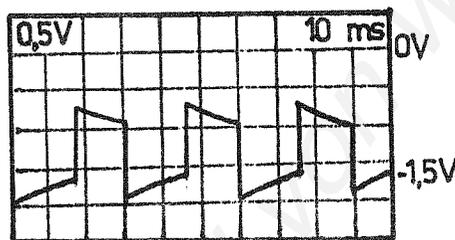
wie bei Oszillo-
gramm 5.6.



wie bei Oszillogramm
5.6. 1)

Oszillogramm
5.8.

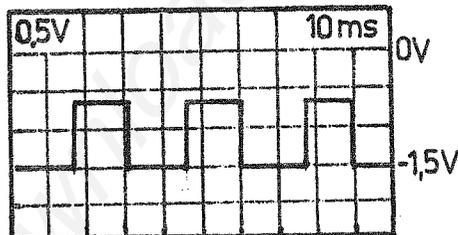
TRIGGERANZEIGE
D 206/13



gemessen bei einer Im-
pulsspannung zwischen
0 V und +2,8 V an Ein-
gang D, 10 MHz, Tast-
verhältnis 1:2

Oszillogramm
5.9.

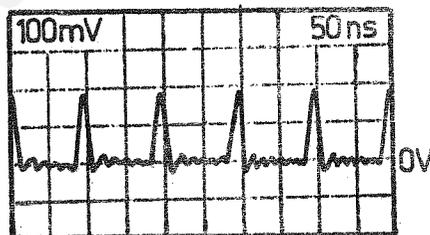
TRIGGERANZEIGE
D 206/15



wie bei Oszillogramm
5.8.

Oszillogramm
5.10.

STARTFREIGABE-
TOR
M 7



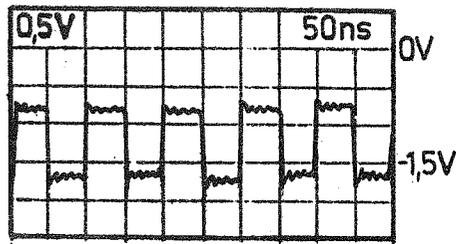
wie bei Oszillogramm
5.6.;
die Signalform hängt
stark von den Eigen-
schaften des verwen-
deten Oszillografen ab
DC-Spannung etwa -1,7 V

1) gemessen mit Samplingoszillograph $R_e = 50 \text{ Ohm}$

6) Oszillogramm zur Referenz, FG 6

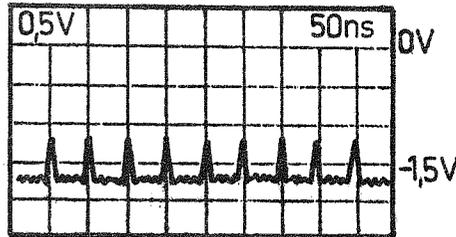
Oszillogramm
6.1.

TRIGGER
M 1



Oszillogramm
6.2.

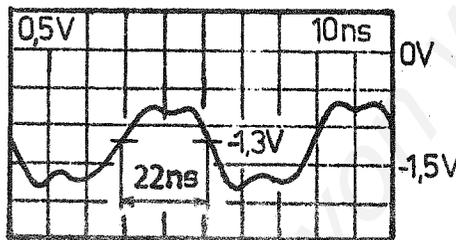
VERDOPPLER
M 5



DC-Spannung etwa
-0,8 V; die Amplitude
hängt von der Band-
breite des Oszillo-
graphen ab; der tat-
sächliche Wert für
 U_{ss} ist etwa 0,4 V

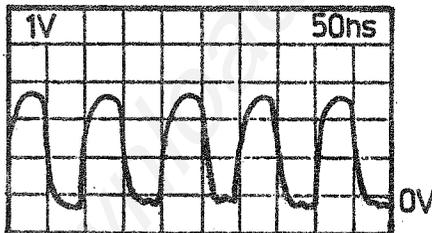
Oszillogramm
6.3.

IMPULSVER-
LÄNGERUNG
D 202/14



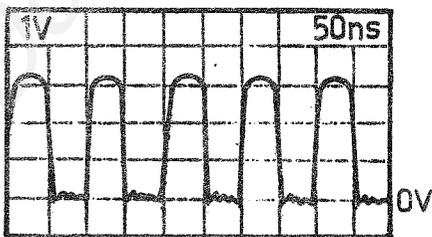
Oszillogramm
6.4.

ZEITBASIS-
TEILER 10^1
D 253/4



Oszillogramm
6.5.

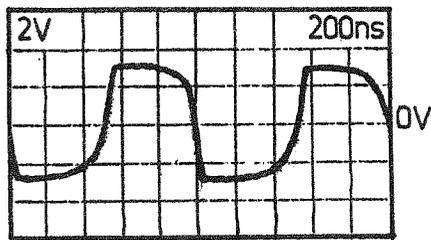
ZEITBASIS-
TEILER 10^2 -
 10^7
D 260/6



gemessen bei REF
10 MHz

Oszillogramm
6.6.

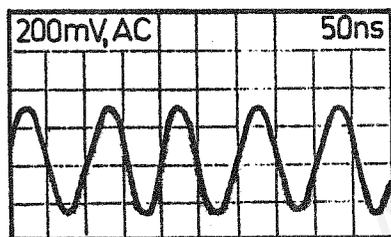
BEGRENZUNG
Gate 1 von
V 301



gemessen bei REF EXT
mit $U_{\text{eff}} = 40 \text{ V}$,
1 MHz an Eingang
EXT →

Oszillogramm
6.7.

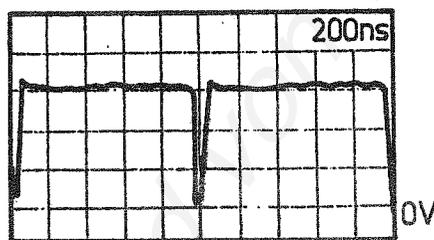
IMPEDANZ-
WANDLER
M 6



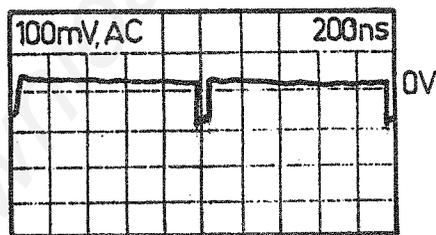
gemessen bei REF EXT
mit $U_{\text{eff}} = 0,5 \text{ V}$,
10 MHz an Eingang
EXT →
DC-Spannung $-0,8 \text{ V}$
bis $-1,5 \text{ V}$

Oszillogramm
6.8.

TASTSTUFE
($1 \mu\text{s T}$)
M 7



Oszillogramm
6.9.
INTEGRATOR
M 8



gemessen bei REF EXT,
ohne Eingangssignal
DC-Spannung 0 bis
30 mV

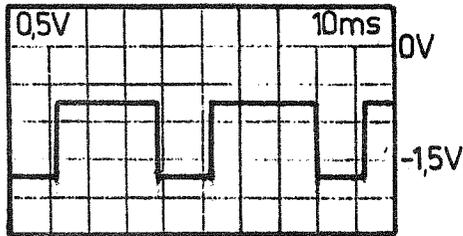
7) Oszillogramme zur Torsteuerung, FG 7

Oszillogramme 7.1. bis 7.5. bei TIME D, START AUTO, REF 10,0 MHz, PAUSE off, Eingang D mit Ausgang INT \ominus verbunden mit Oszillograf DC - 60 MHz über Tastkopf $C_e = 8 \text{ pF}$, $R_e = 1 \text{ M}\Omega$ gemessen.

Die Signale im Stoppkanal liegen zeitlich gegenüber den dargestellten Signalen des Startkanales 100 ns später.

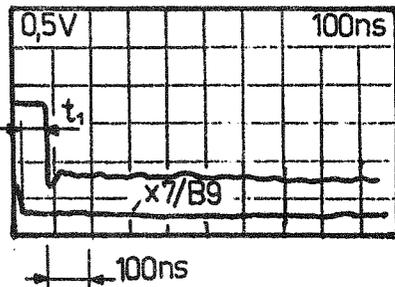
Oszillogramm 7.1.

(ARM ST)
X 7/B9



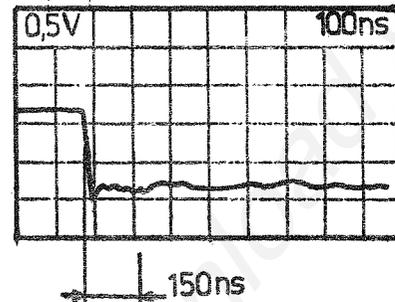
Oszillogramm 7.2.

BY D-TOR-FLIP-Flop
D 205/15 oder
D 203/2



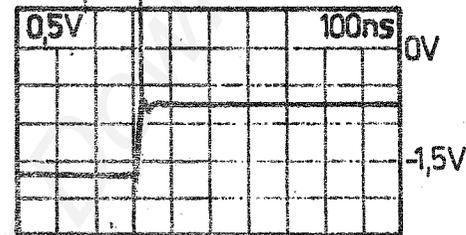
Oszillogramm 7.3.

BY D/TOR-FLIP-FLOP
D 205/2 oder
D 203/15



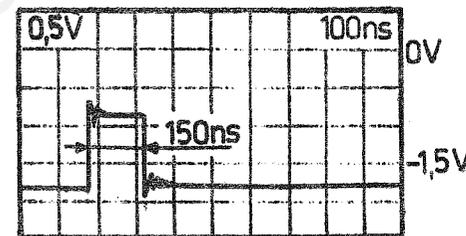
Oszillogramm 7.4.

V 206/2



Oszillogramm 7.5.

(TI ST)
D 209/3 oder
D 208/14



die Zeit t_1 hängt von der Phasenlage des Signales an Eingang D gegenüber den internen Zeitimpulsen ab; die Triggerung des Oszillografen erfolgt auf die negative Flanke von (ARM ST) an X 7/B9,

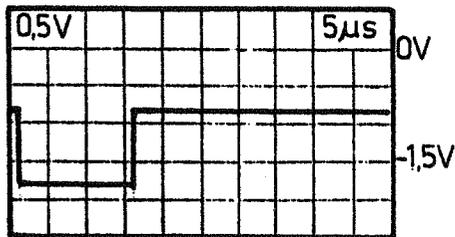
Triggerung des Oszillografen wie bei Oszillogramm 7.2.

Triggerung des Oszillografen wie bei Oszillogramm 7.2.

Triggerung des Oszillografen wie bei Oszillogramm 7.2.

Oszillogramm
7.6.

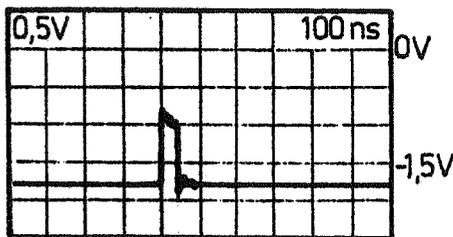
(EXE ST)
X 37/C3 oder
(EXE STP)
X 37/C2



gemessen unter den auf
Seite 136 angegebenen
Bedingungen,
Triggerung wie bei
Oszillogramm 7.2.

Oszillogramm
7.7.

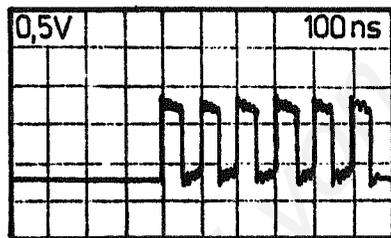
(GCKU)
X 37/C4



gemessen unter den auf
Seite 136 angegebenen
Bedingungen,
im Stoppkanal gilt
(GCKD) ständig Low
Triggerung wie bei
Oszillogramm 7.2.

Oszillogramm
7.8.

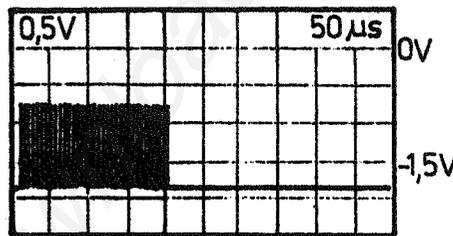
(GCKU)
X 37/C4



wie Oszillogramm 7.7.,
nur zusätzlich DEL
100 µs

Oszillogramm
7.9.

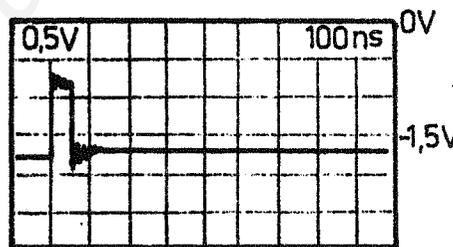
(GCKU)
X 37/C4 oder
(GCKD)
X 37/C1



gemessen bei TI A → B,
START AUTO
Triggerung wie bei
Oszillogramm 7.2.;
bei (GCKU) ist V 203/2
auf Masse gelegt, bei
(GCKD) V 205/15

Oszillogramm
7.10.

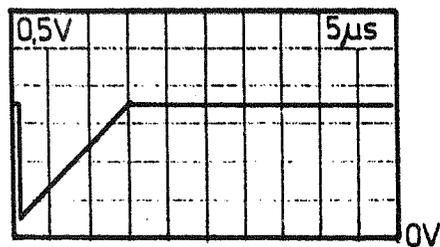
(GRAT)
X 37/C5



gemessen bei RATIO,
START AUTO, GATE 1
Periode, REF 10,0 MHz,
TLB TTL, Eingang B mit
Ausgang INT ⊕ verbunden;
Triggerung wie bei
Oszillogramm 7.2.

Oszillogramm
7.11.

M2, V 307/K
oder
M 1, V 306/K



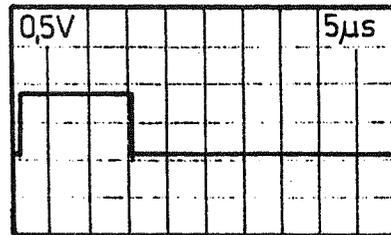
gemessen unter den
auf Seite 136 angege-
benen Bedingungen;

Triggerung wie bei
Oszillogramm 7.2.

wie bei Oszillogramm
7.11.

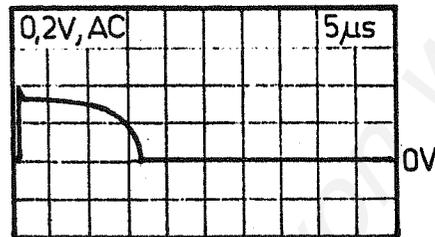
Oszillogramm
7.12.

V 311/Basis
oder
V 310/Basis



Oszillogramm
7.13.

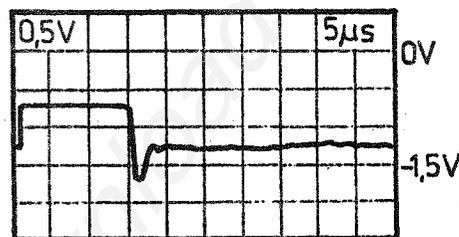
D 301/10
oder
D 300/13



wie bei Oszillogramm
7.11.
DC-Spannung -2,2 V

Oszillogramm
7.14.

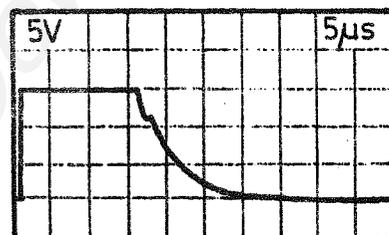
D 301/2
oder
D 300/6



wie bei Oszillogramm
7.11.

Oszillogramm
7.15.

V 325/4
oder
V 324/4

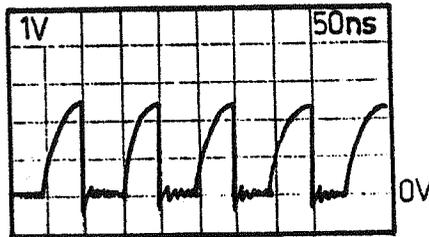


wie bei Oszillogramm
7.11.

b) Oszillogramme zum HF-Zähler, FG 8

Oszillogramm
8.1.

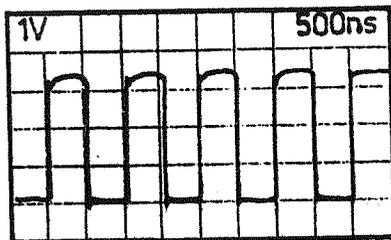
HF-Zähler x
M 2



gemessen bei RATIO
A/B, START AUTO,
20 MHz auf Eingang B

Oszillogramm
8.2.

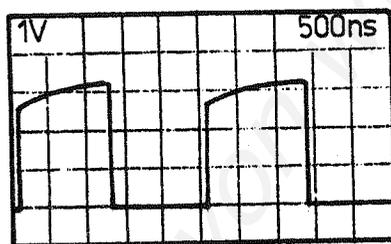
(CX)
X 8/B 1



gemessen bei RATIO
A/B, START AUTO,
20 MHz auf EINGANG B

Oszillogramm
8.3.

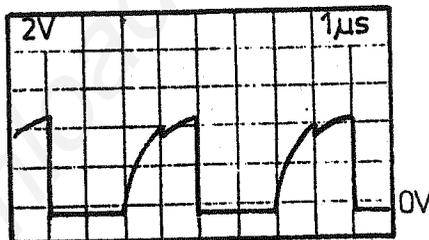
(CY)
X 8/B9



gemessen bei CT A by
D, START SINGLE,
100 MHz an Eingang A

Oszillogramm
8.4.

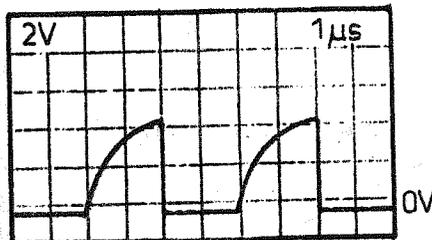
HF-ZÄHLER y
D 213/1



gemessen bei CT A by
D, START SINGLE, 1 MHz
an Eingang A; Tor
durch Taste MAN ge-
öffnet; Triggerung
des Oszillografen auf
negative Flanke von
(CY) an X 8/B9

Oszillogramm
8.5.

HF-ZÄHLER y
D 213/2



wie Oszillogramm 8.4.

Oszillogramm
8.6.

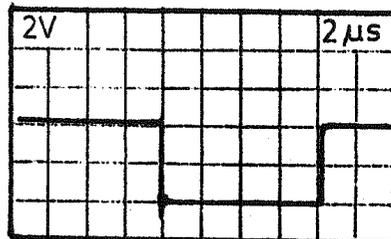
HF-ZÄHLER y
D 218/3



wie Oszillogramm 8.4.

Oszillogramm
8.7.

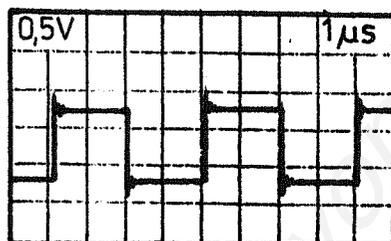
HF-ZÄHLER y
D 218/4



wie Oszillogramm 8.4.

Oszillogramm
8.8.

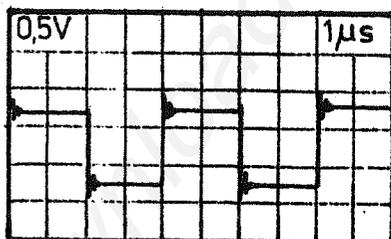
HF-ZÄHLER y
D 203/2



wie Oszillogramm 8.4.

Oszillogramm
8.9.

HF ZÄHLER y
D 203/14
M 5



wie Oszillogramm 8.4.

Oszillogramm
8.10.

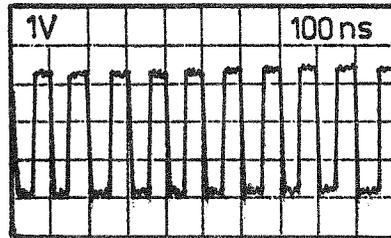
ZÄHLER Δx
M 10 oder
M 11



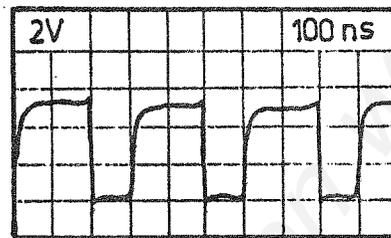
Vorwärtszählen:
M 10 nach Oszillo-
gramm, M 11 High;
Rückwärtszählen:
M 11 nach Oszillo-
gramm, M 10 High;
gemessen bei CT A
by D, START SINGLE,
Tor zu; bei M 10
D 205/4 auf Masse
gelegt, bei M 11
D 205/13

10) Oszillogramme zur μP -Steuerung, FG 10

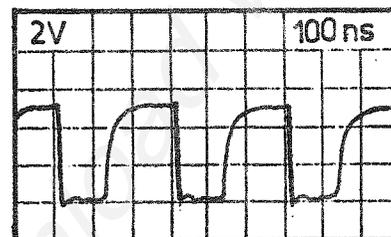
Öszillogramm
10.1.
TAKTERZEUGUNG
D 205/11



Öszillogramm
10.2.
M 1, (XTAL 1)
D 201/3



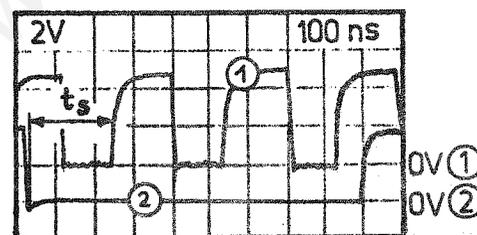
Oszillogramm
10.3.
(CCTC)
D 208/15



Oszillograf auf positive Flanke von XTAL 1 getriggert

Öszillogramm
10.4.

- ① D 209/15
- ② D 209/10

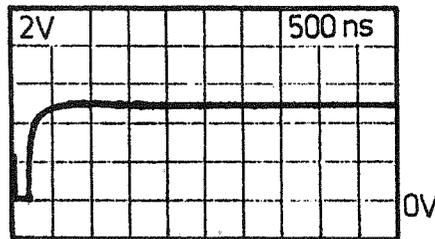


Triggerung des Oszillografen auf die negative Flanke von Signal
 $120\text{ns} \leq t_s \leq 280\text{ ns}$

i2) Oszillogramme zum Interface, IMS-2, FG 12

Oszillogramm
12.1.

SIGNALGEBER
D 203/12

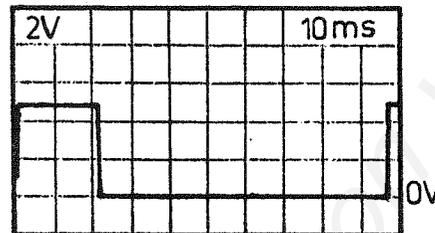


Taste Δ TLA ist ständig
gedrückt

die Wiederholrate der
Impulse ist etwa 100 ms

Oszillogramm
12.2.

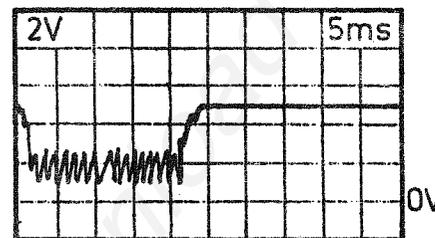
SIGNALGEBER
D 322/9



wie bei Oszillogramm 12.1.

Oszillogramm
12.3.

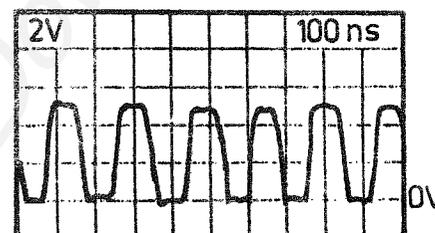
SIGNALGEBER
D 322/8



wie bei Oszillogramm 12.1.

Oszillogramm
12.4.

Taktgenerator für
Interfaceschalt-
kreis D 204/3

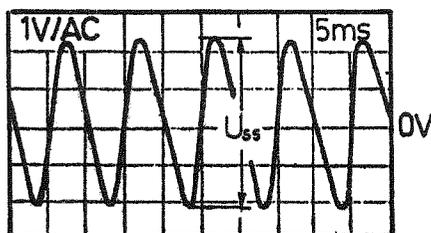


13) Oszillogramme zum Netzeingang FG 13

Oszillogramme 13.1. bis 13.4. mit Oszillograf DC - 60 MHz über Tastkopf $C_e = 8 \text{ pF}$, $R_e = 1 \text{ M}\Omega$ bei einer Netzspannung von 220 V gemessen (Oszillogramm 13.3. ohne Tastkopf)

Oszillogramm
13.1.

(+16 V)
A 224/3

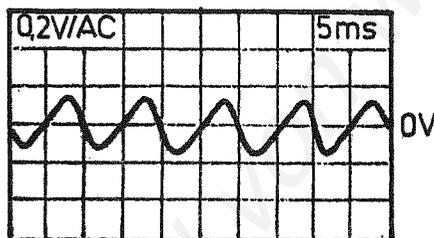


Thermostat heizt:
DC-Spannung
16,3 V, $U_{ss} = 2,5 \text{ v}$

Thermostat regelt:
DC-Spannung
17,6 V, $U_{ss} = 1,7 \text{ V}$

Oszillogramm
13.2.

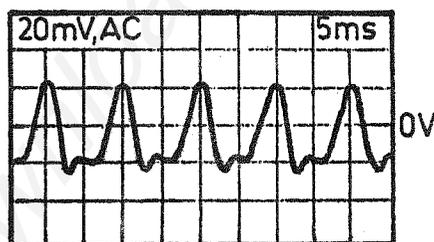
(-16 V)
A 224/1



DC-Spannung
-14,7 V

Oszillogramm
13.3.

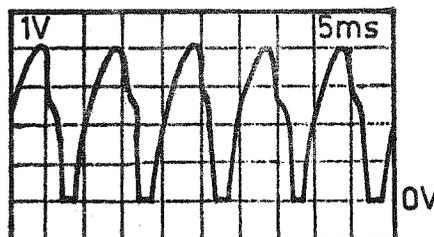
(+12,6 V)
A 214/8



DC-Spannung
12,6 V
+/- 0,1 V

Oszillogramm
13.4.

LÜFTERAB-
SCHALTUNG
A 223, M 1

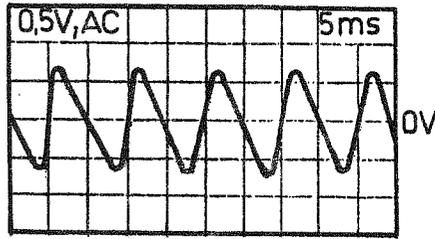


die Perioden-
dauer hängt von
der Drehzahl des
Lüfters ab und
damit von der Netz-
spannung

14) Oszillogramme Regelteil, analog FG 14

Oszillogramm
14.1.

A 215/10
(+15 V, unge-
regelt)

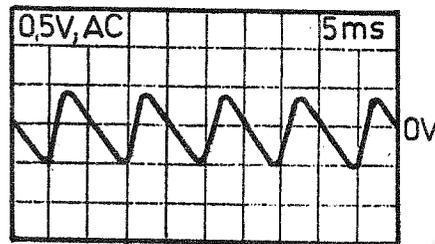


DC-Spannung
24 V +/- 2 V

gemessen bei 220 V
Netzspannung ge-
gen Masse

Oszillogramm
14.2.

A 215/7
(-15 V, unge-
regelt)

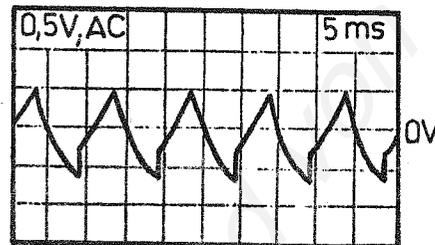


DC-Spannung
+9 V +/- 2 V

gemessen bei 220 V
Netzspannung ge-
gen Masse

Oszillogramm
14.3.

A 215/4
(-5,2 V, unge-
regelt)



DC-Spannung
-9,5 V +/- 1 V

gemessen bei 220 V
Netzspannung ge-
gen Masse

15) Oszillogramme Schaltregelteil, FG 15

Allgemeine Hinweise:

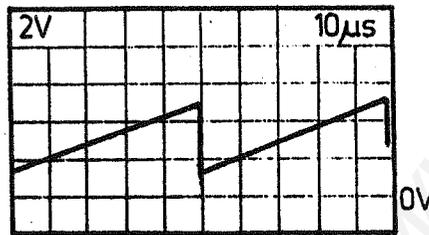
Bei allen Arbeiten am Schaltnetzteil im geöffneten Zustand ist dieses stets über einen Trenntransformator zu betreiben.

Die Arbeitsschutzbestimmungen bezüglich des Arbeitens an gefährlichen Spannungen sind einzuhalten.

Nachstehende Oszillogramme gelten für eine Netzspannung von 220 V und bei Nennbelastung der 5 V Ausgangsspannung von 3,5 A.

Oszillogramm
15.1.

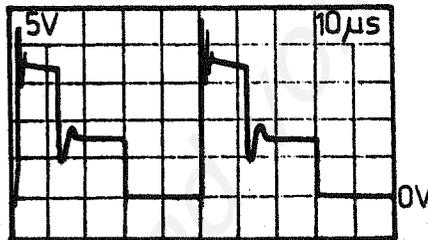
STEUERSCHALTUNG
A 217/M 3



gemessen gegen
(GNDS)

Oszillogramm
15.2.

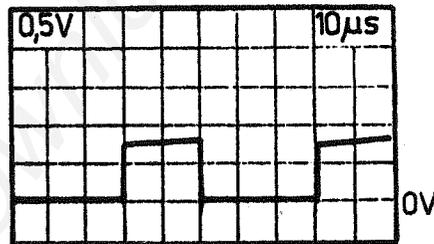
Kollektor
Treiberstufe
A 217/M 5



gemessen gegen
(GNDS)

Oszillogramm
15.3.

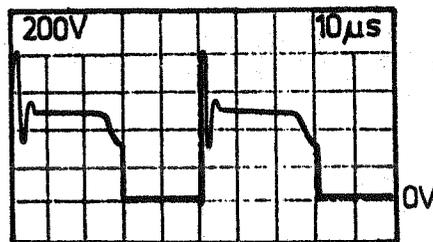
Basis Treiber-
stufe
A 217/M 6



gemessen gegen
(GNDS)

Oszillogramm
15.4.

Kollektor
SCHALTSTUFE
A 218/M 7

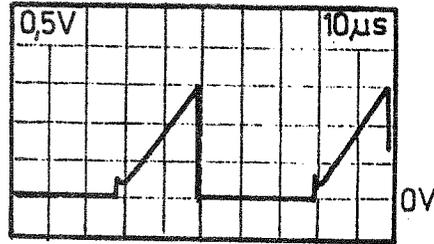


$U_{ss} \leq 950 \text{ V}$

gemessen gegen
(GNDS)

Oszillogramm
15.5.

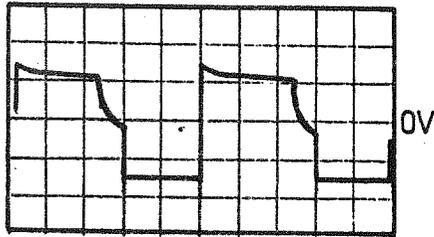
Emitter
SCHALTSTUFE
A 218/M 8



gemessen gegen
(GNBP)

Oszillogramm
15.6.

Anode V 298
M 10

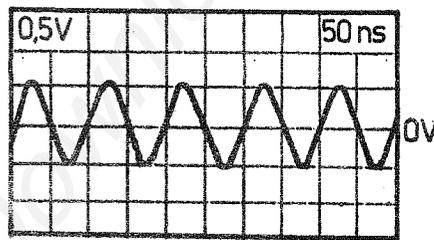


gemessen gegen
(GNDS)

1b) Oszillogramme zum Thermostaten, FG 16

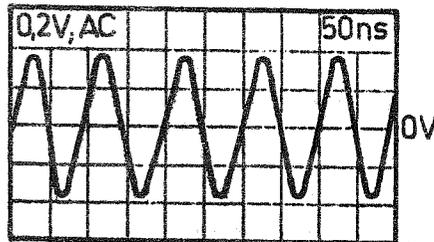
Beide Oszillogramme mit Oszillograf DC - 60 MHz gemessen.
Oszillogramm 16.2 über Tastkopf $C_e = 8 \text{ pF}$, $R_e = 1 \text{ MOhm}$ gemessen.

Oszillogramm
16.1.
10 MHz Ausgang
X 15



Oszillogramm
16.2.

Oszillator-
ausgang
A 220/4



DC-Spannung etwa
3,6 V

GENERELLE ANGABEN

Nr	DIODEN DIODES
102	
103	
108	 Farbpunkt Coloured dot
109	 Farbring Coloured ring
111	
112	 Farbpunkt Coloured dot
113	 Farbpunkt Coloured dot
115	 Farbring Coloured ring
116	

Nr. SCHALTKREISE

301	
302	

Nr. TRANSISTOREN

201	
202	
203	
205	
208	
210	
212	
213	
214	
215	
216	

Nr. OPTOELEKTRISCHE
BAUELEMENTE

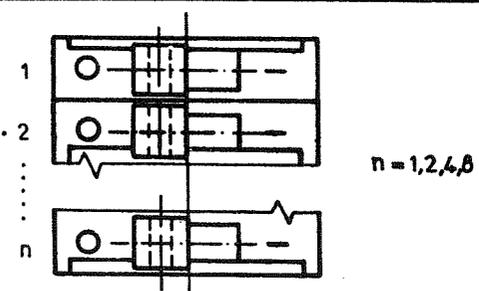
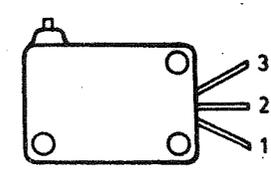
252	
254	
255	
256	
260	
263	

Nr. WIDERSTANDS-
NETZWERKE

350	
-----	--

Nr. RELAIS

413	
414	
415	

Nr.	SCHALTER SWITCHES
457	
458	

Belastbarkeiten, die in der vorstehenden Tabelle nicht enthalten sind, werden unverschlüsselt am Bauelement angegeben.

TOLERANZANGABE

	B	C	D	F	G	J
bei R:	± 0,1%	± 0,25%	± 0,5%	+ 1%	+ 2%	+ 5%
bei C:	—	± 0,25 pf	± 0,5 pf	—	—	—

	K	M	S	W	Z
bei R:	+ 10%	≥ 10% ohne Angabe			
bei C:	—	+ 20%	+ 50%	+ 80%	+ 100%
		- 20%	- 20%	- 20%	- 20%

Bild 3

Toleranzangaben, die in der vorstehenden Tabelle nicht enthalten sind, werden unverschlüsselt am Bauelement angegeben.

KONDENSATOREN

Spannungsangaben

• DC

a	b	c	d	e
50V	125V	160V	250V	350V

—	f	g	h	i
400V	500V	700V	1000V	630V

m	t
10V	63V

• AC

u	v	w		
250V	350V	500V		

Bild 1

Spannungsangaben, die in der vorstehenden Tabelle nicht enthalten sind, werden unverschlüsselt am Bauelement angegeben.

KENNZEICHNUNGEN



mechanische Baugruppe mit Kennzeichnung (1fd. Nr. in unterer rechter Ecke)

Bild 4

	Meßpunkt (auf Leiterplatte z.B. "M 1")
 	Kennzeichnung von Bedienelementen der Frontplatte Beispiel:

Bild 5, 7

WIDERSTÄNDE

Belastbarkeit

*)

0,05	0,125	0,25	0,33	0,5
				

*)

0,75	1	1,5	2	2,5
				

*)

3	>3			
				

*) Nennverlustleistung (W)

Bild 2

ABKUERZUNGEN

1. LISTE DER SIGNALBEZEICHNUNGEN

Die Signalbezeichnungen gelten fuer positive Logik, d.h.: Bei Signalen mit logischer Bedeutung ist der wahre Zustand durch High-Pegel auf der betreffenden Leitung bestimmt. Bei Signalen ohne direkte logische Bedeutung ist der jeweils aktive Zustand bzw. die aktive Flanke durch High-Pegel bzw. durch den Low-High-Uebergang gekennzeichnet. Sind dem wahren oder aktiven Zustand bzw. der aktiven Flanke der Low-Pegel bzw. der High-Low-Uebergang zugeordnet, sind die betreffenden Signalbezeichnungen in den Stromlaufplaenen mit dem Negationsstrich versehen.

Bei Signalen gleicher Bedeutung, die aber unterschiedliche Pegel fuehren, werden ECL-Pegel durch ein nachgesetztes E in der Signalbezeichnung von TTL-Pegeln unterschieden. Das E entfaellt in der Regel, wenn das betreffende Signal nur ECL-Pegel fuehrt.

Die Signalbezeichnungen sind alphabetisch geordnet. Dabei haben Zeichen und Ziffern Vorrang vor Buchstaben.

- (+15 V), (-15 V), (-5,2 V): Betriebsspannungen fuer analoge Schaltungsteile und ECL-Schaltkreise
- (+16 V), (-16 V) (+10 V), (+6,8 V), (-6,8 V): Betriebsspannungen fuer den Thermostaten
- (+15 V S), (-15 V S), (-5,2 V S): "Sense"-Leitungen der entsprechenden Betriebsspannungen
- (+5 V D), (+5 V HF), (+5 V L), (+5 V MX): Betriebsspannungen fuer digitale Schaltungsteile
- (+5 V B): Von (+12,6 V) abgeleitete Stuetzspannung fuer den RAM-SPEICHER
- (+12,6 V): von (+16 V) abgeleitete Betriebsspannung fuer das Netzrelais
- (1 μ s U): Auftastsignal fuer Phasenvergleichsstufe
- (50 Ω): Steuersignal zum Einschalten der Eingangsimpedanz 50 Ohm in den Kanaelen A und B
- (A), (B), (C): Steuersignale fuer den Zeitbasisteiler auf FG 6
- (A/D 0) - (A/D 7): Adress-Daten-Bus des Mikroprozessors
- (A 0) - (A 15): Adressbus
- (A 0) - (D 0), (A 1) - (D 1): Ausgangssignale des Zaehlers Δx
- (A ARM): Freigabesignal von Kanal A
- (ABGL): Nachstimmspannung zum Frequenzabgleich des Thermostaten
- (AC): Steuersignal zum Einschalten von AC-Kopplung in den Kanaelen A und B
- (A CT): Zaehlsignal von Kanal A
- (ADD 0) - (ADD 4): Informationsleitungen des Adress-Schalters
- (AFC HI), (AFC LO): Nachstimmspannung des Phasenregelkreises zur Synchronisation des Quarzoszillators mit einer externen Referenzfrequenz
- (AR*): Steuerleitung zur Anzeige der Messfreigabe
- (ARM): Steuersignal zum Einschalten von (C/CK ARM)
- (ARM+), (ARM-), (ARM+ E), (ARM- E): Steuersignale zum Einschalten der Freigabesignale von Kanal A und B auf der positiven oder negativen Flanke des Mess-Signales
- (ARM ST), (AR ST): Startfreigabe
- (ARM STP): Stoppfreigabe

(AS): "Strobe"-Signal des Mikroprozessors fuer Adressen
 (ASP): Stoppfreigabe bei CHECK, FREQ, RATIO, RPM, PER
 (A ST): Startsignal von Kanal A
 (A STP): Stoppsignal von Kanal A
 (ATN): Steuersignal des Interfaces IMS-2
 (ATT): Steuersignal zum Einschalten des Abschwaechers im Kanal A
 und B
 (B ARM): Freigabesignal von Kanal B
 (BER), (BER E): Bereitschaftssignal
 (B CT): Zaehlsignal von Kanal B
 (B ST): Startsignal von Kanal B
 (B STP): Stoppsignal von Kanal B
 (byD), (byD E): Steuersignale zum Einschalten der externen Torzeit
 (C/CK ARM): Freigabesignal von Kanal C oder von internen Zeitim-
 pulsen
 (C/CK CT): Zaehlsignal von Kanal C oder von internen Zeitimpulsen
 (C/CK ST/STP): Start-Stopp-Signal von Kanal C oder von internen
 Zeitimpulsen
 (C CTC): Taktsignal fuer CTC x und CTC y
 (CK 10M): Taktsignal 10 MHz fuer Torsteuerung
 (CK 20M): Taktsignal 20 MHz fuer ZAEHLER Δx
 (CLOCK): Taktsignal fuer Interfaceschaltkreis
 (CT): Steuersignal zum Einschalten des Zaehlsignales vom Kanal A,
 B, C oder von den internen Zeitimpulsen
 (CT+), (CT-): Steuersignale zum Einschalten von (A CT) und (B CT)
 auf der positiven bzw. negativen Flanke des Mess-Signales

 (CX): Uebertrag des HF-ZAEHLERS x
 (CY): Uebertrag des HF-ZAEHLERS y
 (D 0) - (D 7): Datenleitungen des Interfaceschaltkreises
 (D 10) - (D 17): Datenbus 1
 (D 20) - (D 27): Datenbus 2
 (DAV): Steuersignal des Interfaces IMS-2
 (DEL), (DEL E): legt das Ende der Torzeit bzw. Stoppverzoeigerung
 fest
 (DM 0) - (DM 7): Datenleitungen fuer RAM-SPEICHER
 (DP 0) - (DP 7): Datenleitungen fuer den PROGRAMMSPEICHER
 (DPR0G): Steuersignal zum Abschalten des PROGRAMMSPEICHERS
 (DS): "Strobe"-Signal des Mikroprozessors fuer Daten
 (EAB): Schreibsignal fuer PORT A/B-MODE
 (EAL): Schreibsignal zum Ausloesen des SIGNALGEBERS auf FG 12
 (EARM): Schreibsignal fuer ARMINGPORT
 (ECTC): "Enable"-Signal fuer CTC-DEKODER
 (ECX), (ECY): "Enable"-Signale fuer CTC x bzw. fuer CTC y
 (EDEL): Schreibsignal fuer DELAYPORT
 (EDX): Lesesignal fuer ZAEHLER Δx
 (EHF): "Enable"-Signal fuer HF-DEKODER
 (EIF): "Enable"-Signal fuer IF-DEKODER
 (EOI): Steuersignal des Interfaces IMS-2
 (ERAM): "Enable"-Signal fuer RAM-SPEICHER
 (EREF): "Enable"-Signal fuer REFERENZPORT
 (EROM 1), (EROM 2): "Enable"-Signale fuer ROM-DEKODER
 (ESLA), (ESLB): Schreibsignale fuer PORT SLOPE A bzw. fuer PORT
 SLOPE B
 (ETL): "Enable"-Signal fuer TL-DEKODER
 (ETLA), (ETLB): Schreibsignale fuer TLA-PORT bzw. fuer TLB-PORT

(ETLS): Schreibsignal fuer TLS-PORT
 (EX): Lesesignal fuer HF-ZAEHLER x
 (EXB ST): Beginn des gedehnten Intervalles im Startkanal
 (EXB STP): Beginn des gedehnten Intervalles im Stopppkanal
 (EXE ST): Ende des gedehnten Intervalles im Startkanal
 (EXE STP): Ende des gedehnten Intervalles im Stopppkanal
 (EX ST): gedehntes Intervall im Startkanal
 (EX STP): gedehntes Intervall im Stopppkanal
 (EXT): Steuersignal zum Umschalten auf externe Referenzfrequenz
 (EXT REF): externe Referenzfrequenz
 (EY): Lesesignal fuer HF-ZAEHLER y
 (FC): Steuersignal fuer FREQ C
 (FILT): Steuersignal zum Einschalten des Tiefpassfilters in den Kanalen A und B
 (FQC): frequenzgeteiltes Ausgangssignal des Verteilers
 (FREF): interne Referenzfrequenz
 (GCKD): getorte interne Zeitimpulse bei negativem Messintervall
 (GCKU): getorte interne Zeitimpulse bei positivem Messintervall
 (GCL): Torendesignal
 (GND A): Erdpunkt fuer Betriebsspannungen (+15 V), (-15 V) und (-5,2 V)
 (GND +15 V), (GND -15 V), (GND -5,2 V), (GND 16 V): Bezugspunkte fuer die entsprechenden Betriebsspannungen
 (GND D), (GND D HF), (GND D L), (GND D MX): Bezugspunkte fuer Betriebsspannung +5 V
 (GND ADD): Bezugspunkt des Adress-Schalters
 (GND P), (GND S): Bezugspunkte fuer Primaer- bzw. Sekundaerseite des Schaltregelteiles
 (GND SENSE): "Sense"-Leitung fuer Bezugspunkt (GND A)
 (GOF): Toroeffnungssignal
 (GRAT): getortes Zaehlsignal fuer Zaehler x bei RATIO
 (GT*): Schaltsignal zur Anzeige der Toroeffnungszeit
 (IFC): Steuersignal des Interfaces IMS-2
 (IF INT): Interruptsignal des Interfaceschaltkreises
 (LINE 1), (LINE 2): Netzspannung, vom Netzrelais geschaltet
 (N 0) - (N 14): Stelleninformation fuer Multiplexanzeige, 1 aus 16 kodiert
 (NA), (NB), (NC), (ND): Stelleninformation fuer Multiplexanzeige, binar kodiert
 (OV+): Schaltsignal zur Anzeige des Heizzustandes des Thermostaten
 (OVDX): Ueberlauf des ZAEHLERS Δx
 (pon): Einschaltssignal fuer Betriebsspannung +5 V
 (POW ON): Signal des Netzschalters zum Einschalten des Netzrelais
 (PW OFF): Fehlersignal bei zu niedriger Netzspannung
 (PW OFF M): gespeichertes Signal (PW OFF)
 (PW ON): Einschaltssignal fuer Netzspannung
 (PW ON M): gespeichertes Signal (PW ON)
 (RATIO), (RATIO E): Steuersignale fuer Betriebsart RATIO
 (RES), (RES E): Ruecksetzsignale fuer Torsteuerung, Messfreigabe, ZAEHLER Δx , HF-ZAEHLER x und HF-ZAEHLER y
 (RES by D), (RES by D E): Ruecksetzsignale fuer BYD-FLIP-FLOP
 (RES C): Ruecksetzsignal fuer CTC x und CTC y
 (REN): Steuersignal des Interface IMS-2
 (RESET): Ruecksetzsignal fuer den Mikroprozessor
 (RES PW OFF): Ruecksetzsignal fuer das PW-OFF-FLIP-FLOP
 (RES PW ON): Ruecksetzsignal fuer das PW-ON-FLIP-FLOP
 (R/W): Lesesignal des Mikroprozessors

(SA) - (SH): Segmentinformation fuer die Multiplexanzeige
 (SHIELD): Schirmanschluss des Interfacesteckverbinders
 (SL-): Steuersignal zum Einschalten der negativen Flanke in den
 Kanalen A und B
 (SLD+), (SLD-), (SLD+ E), (SLD- E): Steuersignale zum Einschalten
 der positiven bzw. negativen Flanke im Kanal D
 (SNDX): negatives Vorzeichen fuer ZAEHLER Δx
 (SNX): negatives Vorzeichen fuer ZAEHLER x
 (SRQ): Steuersignal des Interfaces IMS-2
 (ST): Startsignal bzw. Steuersignal zum Einschalten von (A ST)
 oder (B ST)
 (ST/STP): Steuersignal zum Einschalten von (C/CK ST/STP)
 (STP): Stoppsignal
 (ST+ E), (ST- E): Steuersignale zum Einschalten des Startsignals
 in den Kanalen A und B auf der positiven bzw. negativen
 Flanke
 (STEN): Signal, das die Startfreigabe ausloest
 (STP+), (STP-): Steuersignale zum Einschalten des Stoppsignales
 in den Kanalen A und B auf der positiven bzw. negativen
 Flanke
 (STPEN by D): Signal, dass die Stoppfreigabe bei externer Torzeit
 ausloest
 (STPEN by D): Signal, dass die Stoppfreigabe bei CHECK, FREQ, PER,
 RATIO und RPM ausloest
 (T/R 1): Steuersignal des Interfaceschaltkreises, zeigt aktiven
 Talker an
 (TALK): von (T/R 1) abgeleitetes Signal
 (TAS 0), (TAS 1): Zeilenleitungen der Eingabetastatur
 (TI/PW/by D), (TI/PW/by D E): betriebsartenabhaengige Steuer-
 signale
 (TI ST), (TI STP): zu dehnendes Intervall fuer Start- bzw. Stopp-
 kanal
 (TLA HI), (TLA LO): Triggerpegelspannung fuer Kanal A
 (TLB HI), (TLB LO): Triggerpegelspannung fuer Kanal B
 (TL SIN): Steuersignal zum Einschalten der Triggerpegelstellung
 Sinus in den Kanalen A und B
 (ton): Geratenachricht ton fuer den Interface IMS-2
 (TS): Torschluss-Signal
 (UBUF): Stuetzspannung fuer RAM-SPEICHER
 (W/R): Schreibsignal des Mikroprozessors, $(\overline{W/R}) = \overline{(R/\overline{W})}$
 (XTAL 1): Taktsignal des Mikroprozessors

2. VERZEICHNIS DER FUNKTIONSGRUPPEN NIEDERER ORDNUNG

Anzeige (FG 1)

SEGMENTTREIBER
STELLEN 0 - 15
STELLENEKODER

Verstaerker A (FG 2), Verstaerker B (FG 3)

AC-VORSTUFE
BEGRENZUNG VORSTUFE
DC-VERSTAERKER
EINGANGSBEGRENZUNG
EINGANGSSCHALTUNG (50 Ω /ATT/AC/DC)
FLANKENWAHL
GEGENKOPPLUNG DC-VERSTAERKER
IMPEDANZWANDLER
PEGELANPASSUNG TTL-ECL
PORT A/B-MODE
PORT SLOPE A
PORT SLOPE B
REGELVERSTAERKER VORSTUFE
RELAISSTEUERUNG
TRIGGER
TRIGGERANZEIGE

Vorteiler (FG 4)

BEGRENZUNG
GLEICHRICHTUNG
IMPEDANZWANDLER
KOMPARATOR
TEILERSTUFE 4 : 1
TEILERSTUFE 10 : 1
VERSTAERKER

Messfreigabe (FG 5)

ANPASSUNG TTL-ECL
ARMING-ANZEIGESTUFE
ARMINGPORT
BEGRENZUNG
MAN-STEUERUNG
STARTFREIGABETOR
STARTFREIGABETRIGGER
STOPPFREIGABE BY D
STOPPFREIGABE BY D
TRIGGER
TRIGGERANZEIGE
VERSTAERKER

Referenz (FG 6)

ANPASSUNG ECL-TTL
ANPASSUNG TTL-ECL
BEGRENZUNG
IMPEDANZWANDLER
IMPULSVERLAENGERUNG
INTEGRATOR
REFERENZPORT
RELAIS/-ANZEIGESTUFEN
REGELVERSTAERKER
TASTSTUFE
TIEFPASS
TRIGGER
VERDOPPLER
ZEITBASISTEILER 10^1
ZEITBASISTEILER $10^2 - 10^7$

Torsteuerung (FG 7)

AUSTASTSTUFE
BY D/TOR-FLIP-FLOP START
BY D/TOR-FLIP-FLOP STOPP
DIFFERENZVERSTAERKER
GATE-ANZEIGESTEuerung
INVERTER
STROMSCHALTER
TI-FLIP-FLOP START
TI-FLIP-FLOP STOPP
TOR 1, TOR 2
RATIO-TOR
START-EX-FLIP-FLOP
STOPP-EX-FLIP-FLOP

HF-Zaehler (FG 8)

HF-ZAEHLER x
HF-ZAEHLER y
TOR EXTI RUECKWAERTS
TOR EXTI VORWAERTS
TORSTEUERUNG EXTI
TREIBER Δx
TREIBER x
TREIBER y
VORZEICHEN-FLIP-FLOP
ZAEHLER Δx

Triggerpegel (FG 9)

AMP A, AMP B: Verstaerker A, Verstaerker B
CONV A, CONV B: D/A-WANDLER A, D/A-WANDLER B
POL A, POL B: Polaritaetsumkehr A, Polaritaetsumkehr B
TLA-PORT, DAT TLA
TLB-PORT, DAT TLB
TLS-PORT, DAT SIG

μ P-Steuerung (FG 10)

ADRESSENSPEICHER
CTC/TL-DEKODER
CTC x, CTC y

DELAYPORT
DELAYSTEUERUNG
HAUPTDEKODER
HF-TREIBER
IF/TL-TREIBER
PON-FLIP-FLOP
PROGRAMMSPEICHER
RAM-SPEICHER
RAM-TREIBER
ROM-DEKODER
ROM-TREIBER
TAKTERZEUGUNG

Interface IMS-2 (FG 12)

ADRESSPORT
DATEN-EMPPFAENGER/TREIBER
DAV-EMPPFAENGER/TREIBER
HILFSPORT
IF-DEKODER
IF-TREIBER
IMS-2-TALKER/LISTENER
NDAC-EMPPFAENGER/TREIBER
NRFD-EMPPFAENGER/TREIBER
PON-ERZEUGUNG
PW-OFF-FLIP-FLOP
PW-ON-FLIP-FLOP
SIGNALGEBER

Relaissteuerung (FG 13)

GLEICHRICHTUNG THERMOSTAT
LUEFTERABSCHALTUNG
RELAISSTEUERUNG

Regelteil, analog (FG 14)

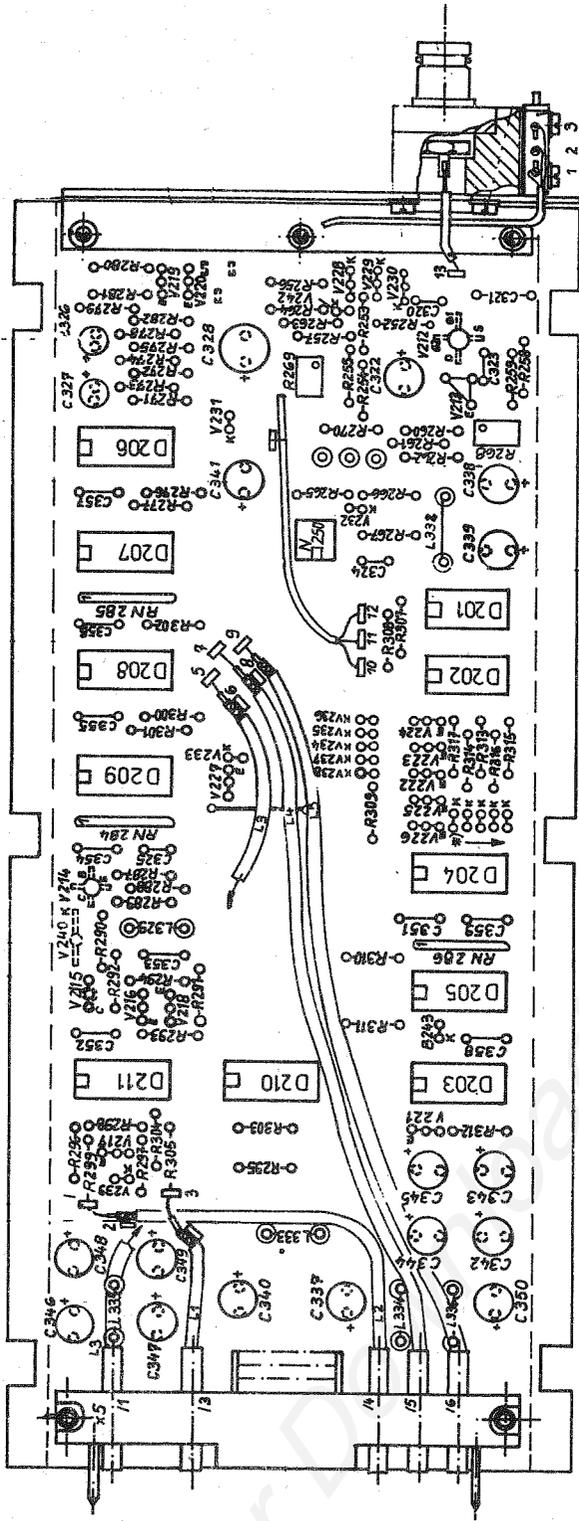
GLEICHRICHTUNG ANALOG
NETZKONTROLLE
REGELTEIL +15 V
REGELTEIL -15 V
REGELTEIL -5,2 V

Schaltregelteil (FG 15)

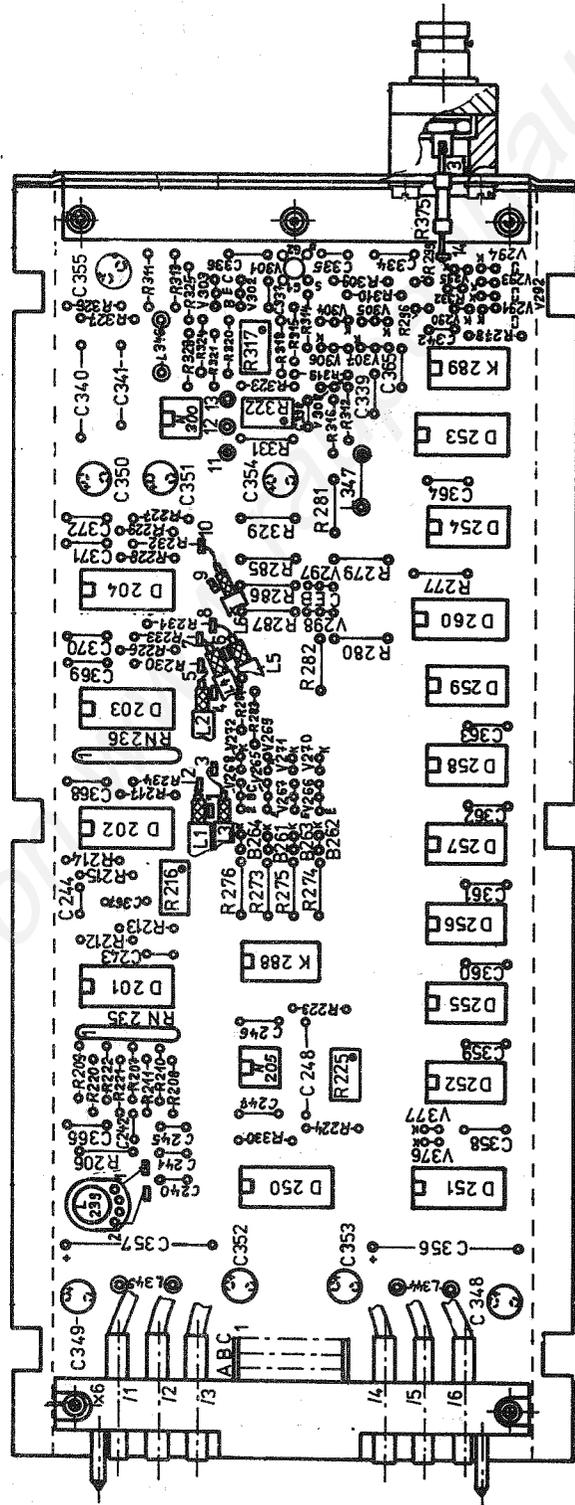
GLEICHRICHTUNG
SCHALTSTUFE
STEUERSCHALTUNG
STROMBEGRENZUNG PRIMAER
STROMBEGRENZUNG SEKUNDAER

Thermostat (FG 16)

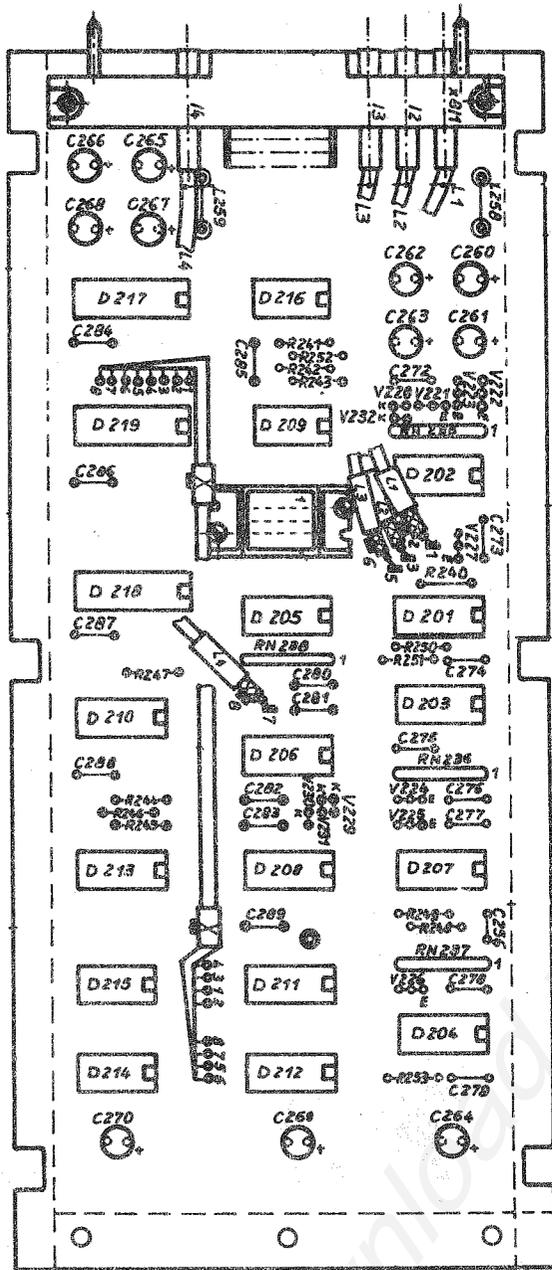
AMPLITUDENREGELUNG
FREQUENZABGLEICH
LEISTUNGSVERSTAERKER
QUARZSZILLATOR
REGELTEIL 10 V
TEMPERATURBRUECKE
TRENNVERSTAERKER
HEIZUNGSKONTROLLE



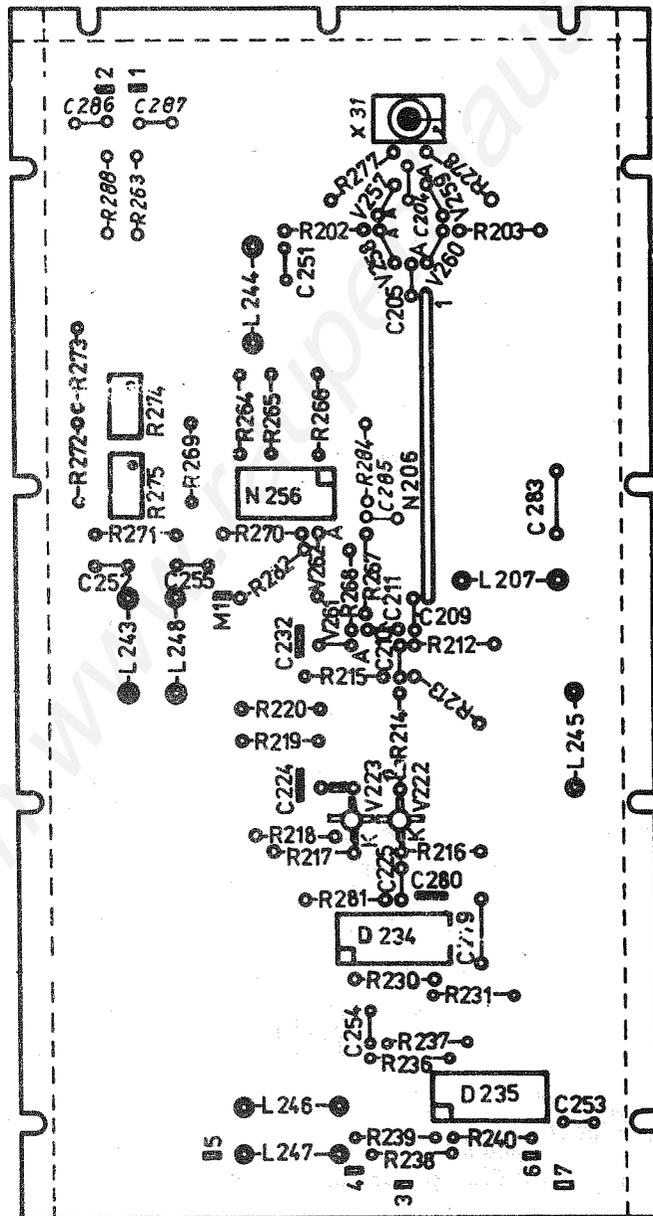
A 205 Meßfreigabe



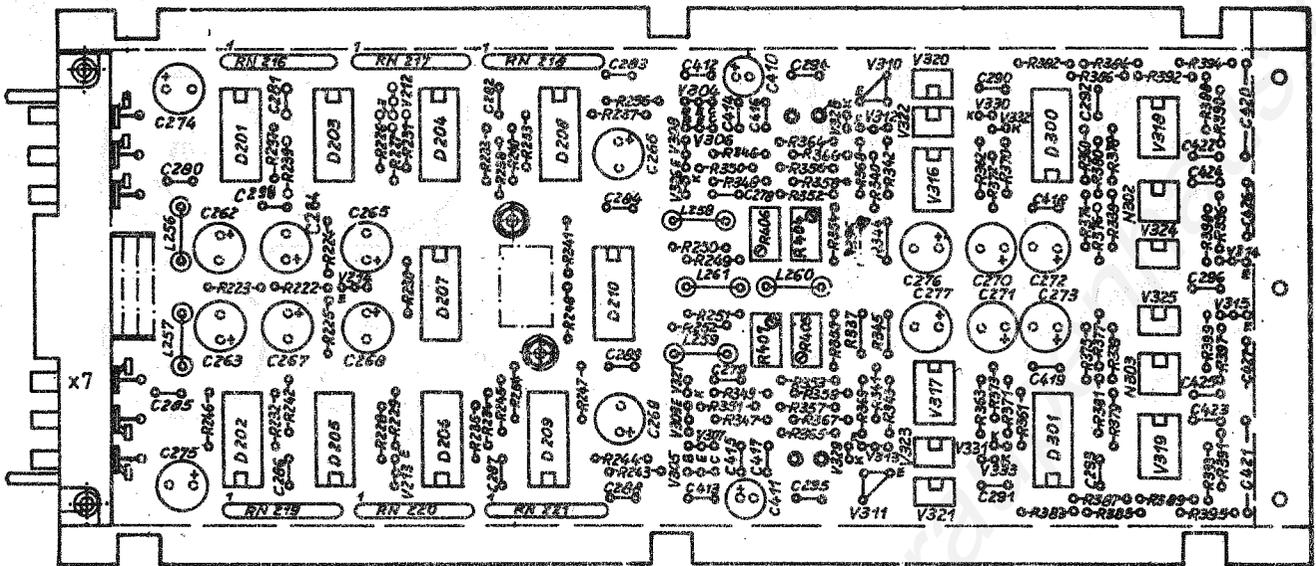
A 206 Referenz



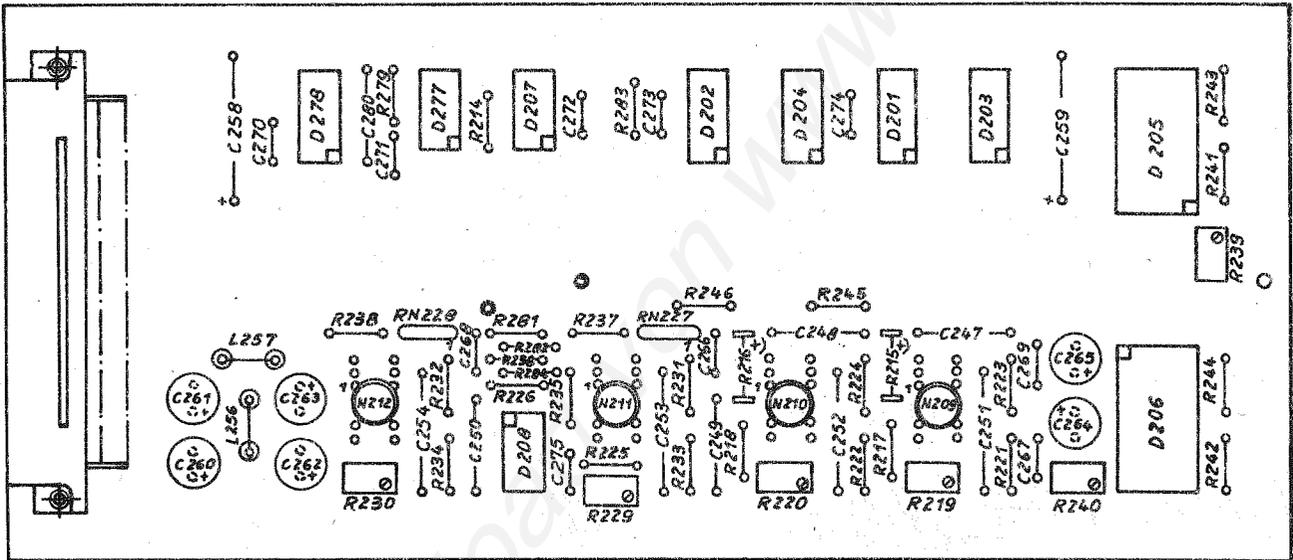
A 208 HF-Zähler



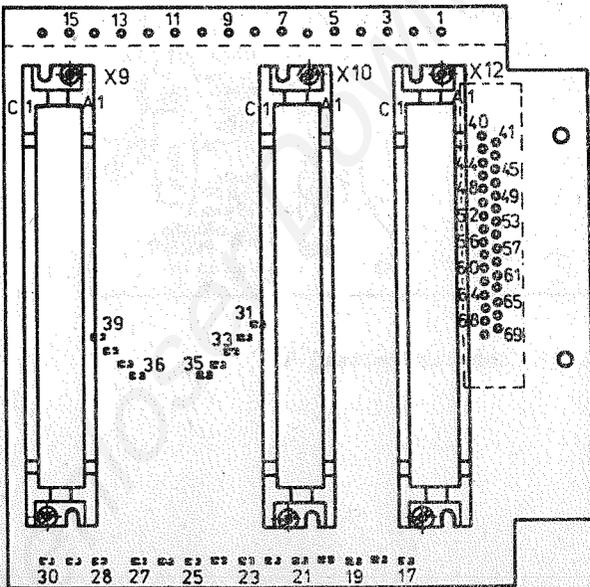
A 204 Verteiler (nur bei G-2005.500)



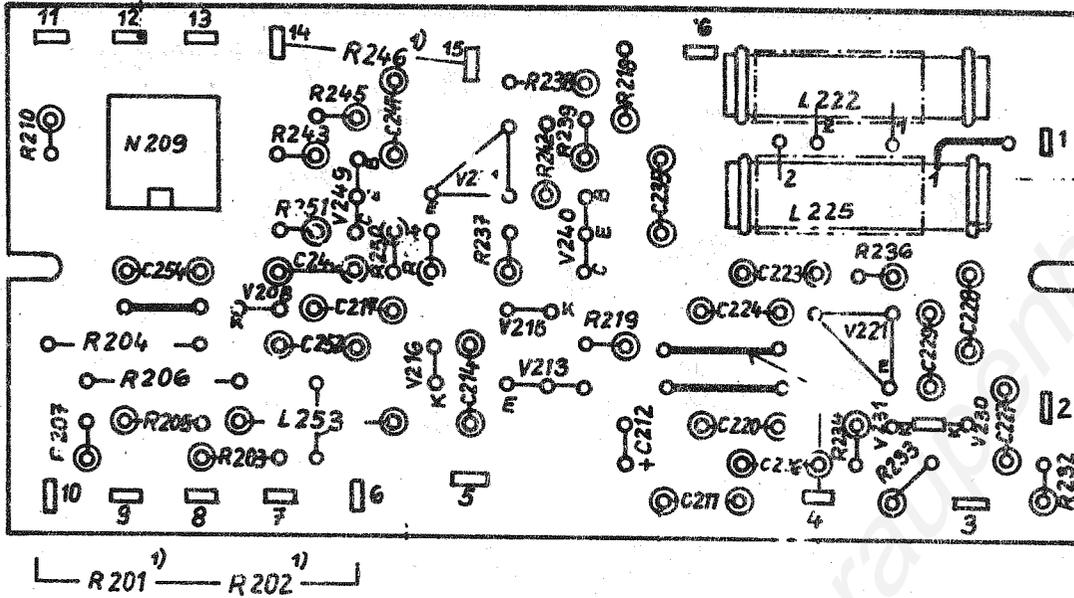
A 207 Torsteuerung



A 209 Triggerpegel

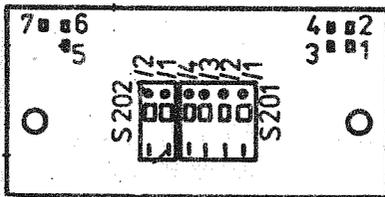


A 214 Rückverdrahtung

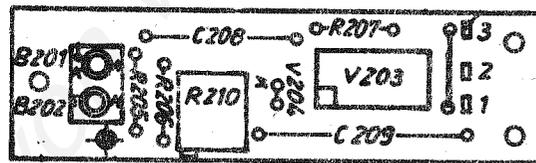


A 221 Quarzoszillator

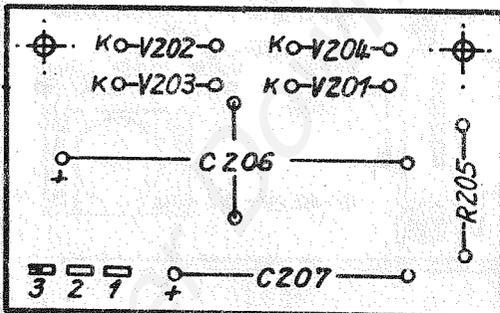
1) wird bei Abgleich
12005.500-1051 eingebaut



A 222 Adreßschalter



A 223 Lüfterabschaltung



A 224 Gleichrichtung, Thermostat