

TCXO: Frequenz 10 MHz
Zeitbasisfehler kleiner ± 1 ppm
Heizleistung ca. 1 W
Arbeitstemperatur ca. 60 Grad Celsius
Eingangswiderstand 50 Ohm
Empfindlichkeit besser 50 mVeff
Maximale Belastbarkeit 50 mW, kurzzeitig 100 mW
Maximale Eingangsgleichspannung ± 50 Vss
Maximale HF-Spannung 1 Veff
Minimale Eingangsfrequenz 20 MHz
Maximale Eingangsfrequenz 1,3 GHz
Eingangswiderstand 1 MOhm parallel 40 pF
Empfindlichkeit besser 50 mVeff
Maximale Eingangsgleichspannung ± 50 Vss
Maximale Eingangsschaltspannung 10 Veff
Minimale Eingangsfrequenz 0 Hz
Maximale Eingangsfrequenz 80 MHz
3 dB Abschwächung bei ca. 10 kHz
20 dB Abschwächung bei ca. 100 kHz
20 dB Abschwächung in Stellung -20dB
Eingangsspiegel TTL
Maximale Eingangsspannung +5,0 Volt
Minimale Eingangsspannung 0 Volt
LOW-Pegel 0-0,6 Volt, HIGH-Pegel 2,4-5,0 Volt
Eingangsfrequenz 10 MHz
8 LS-TTL Ausgänge, mit 2 TTL-Lasten belastbar:
LOW-Pegel 0-0,6 Volt, HIGH-Pegel 2,4-5,0 Volt
8 LS-TTL Eingänge, eine LS-TTL Last
LOW-Pegel 0-0,8 Volt, HIGH-Pegel 2,0-5,0 Volt
Aluminium Halbschalengehäuse mit den Maßen:
Breite 250 mm, Höhe 76 mm, Tiefe 175 mm

LF-EingangsfILTER:**-20dB Abschwächer:****Eingang Externer Takt:****Parallelinterface:****Gehäuse:**

IBM, Turbo-Pascal, IBM-PC/XT/AT sind geschützte Warenzeichen der Firmen IBM, Heimsoeth und Borland.

Technische Änderungen vorbehalten
Stand 11/88

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
Einleitung	4
Herkömmliches Frequenzmeßverfahren	5
Meßprinzip	5
Meßbeispiele	5
Erläuterung der Meßbeispiele	5
Frequenzmeßverfahren des FZ-1310	6
Meßprinzip	6
Meßbeispiele	6
Erläuterung der Meßbeispiele	6
Zeitbasisbedingter Meßfehler	6
Meßzeitbedingter Meßfehler	7
Meßzeitverlängerung bei niedrigen Frequenzen	7
Fehlerbetrachtung in den fünf Betriebsarten	7
Frequenzmessen	7
Periodendauermessen	8
Zeitmessen	8
Tastverhältnis	8
Impulse zählen	8
Rechenbetrieb	9
Bedienungsanleitung	9
Einschalten	9
Darstellung der Meßwerte	9
Betriebsartenwahl	10
Triggeranzeige	10
Eingang 0 bis 80 MHz	10
Kanal 0 bis 20 MHz	10
Kanal 5 bis 80 MHz	11
Schalter POS/NEG	11
Schalter DC/AC	11
Schalter 0dB/-20dB	11
Schalter HF/LF	11
TriggerpegelEinstellung	11
Eingang 20 MHz bis 1,3 GHz	11
Rechenbetrieb	12
Einstellen der Meßzeit	12
Programmierbetrieb	12
Externe Zeitbasis	13
Bedienbeispiele	13
Frequenzmessen	13
Periodendauermessung	14
Zeitmessen	14
Tastverhältnismessung	15
Impulse zählen	15
Temperatur geregelter Quarzoszillator TCXO	15
Einbau des TCXO	16
Parallelinterface zur Rechnersteuerung	16
Einbau des Parallelinterfaces	16
Rechnerbetrieb	17
Befehlsübersicht	17
Zeitdiagramm der Schnittstelle	18
Steckerbelegung der D-SUB-Buchse	19
Flußdiagramm für eine Frequenzmessung	20
Beispielprogramm auf Diskette	21
Technische Daten	21
Schaltplan	23

Einleitung

Der rechnende Frequenzzähler FZ-1310 benutzt im Gegensatz zu herkömmlichen Frequenzzählern ein völlig anderes Meßverfahren. Er arbeitet nicht mit einer festen Torzeit, in der die Perioden des Eingangssignals gezählt werden. Er ermittelt die Zeit, die das Eingangssignal für eine ganze Anzahl von Perioden benötigt. So werden auch niedrige Frequenzen in sehr kurzen Meßzeiten mit hoher Genauigkeit gemessen. Eine Frequenz von z.B. 10 Hz wird in einer Meßzeit von nur 0,1 Sekunde bereits mit einer Auflösung von 6 Stellen gemessen. Beim herkömmlichen Zählverfahren wäre für 6 Stellen Auflösung eine Meßzeit von mehr als einem Tag notwendig.

Im Rechenbetrieb kann der FZ-1310 z.B. für Abgleich- und Kontrollarbeiten zum Meßwert eine Konstante addieren bzw. subtrahieren. So können z.B. ZF-Frequenzen in Sende- und Empfangsstufen direkt vom Meßwert subtrahiert werden. Bei Abgleicharbeiten an Oszillatoren kann durch Subtraktion der Sollfrequenz direkt die Abweichung in Hz angezeigt werden.

Bei der Periodendauermessung wird direkt die Periodendauer des Eingangssignals auf dem Display angezeigt.

Die Zeitmessung mißt wahlweise die HIGH- bzw. LOW-Zeit des Eingangssignals mit einer Auflösung von 100 ns. In dieser Betriebsart können z.B. die Zeiten von Monoflops etc. genau ermittelt werden.

Die Tastverhältnismessung ermittelt bei periodischen Eingangssignalen das Verhältnis von HIGH- zu LOW-Pegel des Meßsignals. Nacheinander wird die HIGH- und LOW-Zeit des Eingangssignals gemessen und durch Division das Verhältnis ermittelt. Auch hier erfolgt die Zeitmessung mit einer Auflösung von 100 ns.

Beim Impulszählen werden die eingehenden Eingangsimpulse summiert und auf dem Display angezeigt. Durch Drücken der Taste RESET wird der Zähler auf 0 gesetzt und ein neuer Zählvorgang begonnen.

Der FZ-1310 verfügt über zwei Meßeingänge:

Der rechte Eingang, mit einem Eingangswiderstand von 1 MOhm, arbeitet in zwei Bereichen von 0 bis 80 MHz. Mit dem Schalter AC/DC wird zwischen direkter galvanischer Kopplung (DC) oder kapazitiver Kopplung (AC) gewählt. Der Schalter 0dB/-20dB dient zur Abschwächung des Eingangssignals. Mit dem Schalter HF/LF kann das Eingangssignal von hochfrequenten Störungen befreit werden. Mit dem Poti TRIGGEREGEL wird die Ansprechschwelle des internen Komparators und damit die Eingangsempfindlichkeit eingestellt.

Im Bereich 0-20 MHz sind alle Messungen uneingeschränkt möglich. Bei allen Messungen wird mit dem Schalter POS/NEG das Eingangssignal invertiert, so daß z.B. bei der Zeitmessung sowohl HIGH-, wie auch LOW-Pegel gemessen werden können.

Im Bereich 5-80 MHz wird das Eingangssignal vor der Auswertung durch 4 geteilt. Deshalb ist in diesem Bereich keine sinnvolle Zeit- und Tastverhältnismessung mehr möglich.

Der linke Eingang, mit einem Eingangswiderstand von 50 Ohm, ist für hochfrequente Messungen vorgesehen. Dieser Eingang ist kapazitiv gekoppelt und arbeitet mit einer Eingangsempfindlichkeit von ca. 50 mVeff. Auch in diesem Bereich ist, bedingt durch den Vorteil durch 64, eine Zeit- oder Tastverhältnismessung nicht mehr sinnvoll möglich.

Bei Einsatz eines TCXOs (Temperatur kompensierter Quarzoszillator) wird die interne Genauigkeit der Zeitbasis von ± 25 ppm auf ± 1 ppm verbessert. Die

Das folgende Hauptprogramm setzt den FZ-1310 auf die Betriebsart Frequenzmessung. Die Meßzeit wird auf eine Sekunde gesetzt. Sobald ein Meßergebnis vorliegt, schreibt der FZ-1310 dies in den Interfacebuffer für die Datenausgabe. Anschließend setzt er das READY-Flag auf "0", um dem Rechner zu signalisieren, daß ein neues Ergebnis vorliegt. Das Ergebnis wird solange nicht überschrieben, bis der Rechner das READY-Flag auf "F" setzt. So können auch extrem langsame Hochsprachenprogramme das Meßergebnis lesen.

Ist das READY-Flag auf "0", so wird das Meßergebnis gelesen und auf dem Bildschirm ausgedruckt. Der Rechner setzt jetzt das interne READY-Flag des FZ-1310 wieder auf "F", damit der FZ-1310 ein neues Meßergebnis in den internen Rechenbuffer schreiben darf. Sobald der FZ-1310 ein neues Ergebnis ermittelt hat, setzt er das READY-Flag auf "0" und der ganze Vorgang beginnt erneut.

START HAUPTPROGRAMM

```

Befehl=00, CALL IN-OUT
Befehl=13, CALL IN-OUT
Befehl=20, CALL IN-OUT <---
Wenn Ergebnis < 0 wiederhole -->
Befehl=2D, CALL IN-OUT, Ergebnis=0
Befehl=22, CALL IN-OUT, Ergebnis=1
Befehl=23, CALL IN-OUT, Ergebnis=2
Befehl=24, CALL IN-OUT, Ergebnis=3
Befehl=25, CALL IN-OUT, Ergebnis=4
Befehl=26, CALL IN-OUT, Ergebnis=5
Befehl=27, CALL IN-OUT, Ergebnis=6
Befehl=28, CALL IN-OUT, Ergebnis=7
Befehl=29, CALL IN-OUT, Ergebnis=8
Befehl=2A, CALL IN-OUT, Ergebnis=0
Befehl=2B, CALL IN-OUT, Ergebnis=4
Drucke Ergebnis
Befehl=30, CALL IN-OUT

```

Schalte auf Frequenzmessung
Setze Meßzeit auf 1 s
Warte auf Meßergebnis
Noch nicht fertig
Vorzeichen Mantissee, 0=positiv
1. Stelle von links
2. Stelle von links
3. Stelle von links
4. Stelle von links
5. Stelle von links
6. Stelle von links
7. Stelle von links
Rechte Stelle
4 MSB des Exponenten
4 LSB des Exponenten
Ausgabe des gelesenen Wertes
Setze READY-Flag auf F

Das Meßergebnis beträgt 1,2345678 mal 10 hoch 4 Hz. Als Exponent wurde die zweistellige Hexadezimalzahl 04 übertragen. Damit ist der Exponent, wie im Kapitel "Befehlsübersicht" beschrieben, +4.

Beispielprogramm auf Diskette

Zu dem Parallelinterface wird eine 5 1/4 Zoll 360-kByte-Diskette im IBM-Format für Rechner der IBM-PC/XT/AT-Familie und Kompatibel mitgeliefert. Sie enthält ein Beispielprogramm zur Bedienung des Frequenzzählers vom Rechner aus. Auf dem Bildschirm erscheint neben dem Meßwert auch die Anzeige der Meßzeit und der eingestellten Betriebsart. Das Programm ist in Turbo-Pascal 4.0 geschrieben und wird sowohl im Quelltext, wie auch in der kompilierten Version mitgeliefert. Das Programm wurde für einen PIO-Baustein vom Typ 8255 geschrieben, wie er sich z.B. auf den IBM-PC-Interface-Karten PC1024AD und PC1048 befindet. Es wurde mit diesen beiden Karten getestet.

Technische Daten

Netzspannung: 220 Volt $\pm 10\%$
ca. 15 VA
Leistungsaufnahme: Superhelle 7-Segment-LED-Anzeige
Anzeige: 8 Stellen Mantissee + 1 Stelle Exponent
Wertebereich von $\pm 0,0$ E-9 bis ± 999999999 , E+9
Rechenkonstante: Wertebereich von $\pm 0,0$ E-9 bis ± 999999999 , E+9
Meßzeiten: 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000 Sekunden
Zeitbasis: Quarzeitbasis 10 MHz ± 25 ppm

Pin	Name	Richtung	Bedeutung
14	OUT 1	vom FZ-1310	
15	OUT 3	vom FZ-1310	
16	OUT 5	vom FZ-1310	
17	/STROBE	vom FZ-1310	Handshakesignal
18	IN 1	vom Rechner	
19	IN 3	vom Rechner	
20	IN 5	vom Rechner	
21	/READY	vom Rechner	Handshakesignal
22	GND	-----	Signalmasse
23	---	---	nicht beschaltet
24	---	---	nicht beschaltet
25	---	---	nicht beschaltet

Flußdiagramm für eine Frequenzmessung

Das folgende Flußdiagramm zeigt ein Programmierbeispiel für eine Frequenzmessung. Es soll eine Meßzeit von einer Sekunde eingestellt werden. Als Ergebnis wird der Wert 1.2345678 +4 übertragen. D.h. die Frequenz beträgt 12.345678 kHz. Alle Befehle sind als zweistellige Hexadezimalzahl dargestellt. Das Ergebnis ist immer als eine einzelne Hexadezimalzahl dargestellt, weil die 3 MSB des Ergebnisses immer 0 sind.

Für die Übertragung eines Befehls an den FZ-1310 mit anschließendem Lesen des Ergebnisses sollte ein Unterprogramm wie das folgende verwendet werden.

```

START IN-OUT-UNTERPROGRAMM
Setze /READY auf HIGH
Warte auf /STROBE = HIGH, Springe nach 500 ms nach TIMEOUT
Lege Befehl an IN 0-6
Setze /READY auf LOW
Warte auf /STROBE = LOW, Springe nach 500 ms nach TIMEOUT
Setze /READY auf HIGH
Warte auf /STROBE = HIGH, Springe nach 500 ms nach TIMEOUT
Lies Ergebnis auf OUT 0-6
ENDE IN-OUT-UNTERPROGRAMM

```

Die normale Reaktionszeit des FZ-1310 liegt bei ca. 5 ms. Wird intern eine längerdauernde Rechenroutine ausgeführt, so kann die Wartezeit auf bis zu 300 ms ansteigen. Im Falle einer Störung oder beim ersten Befehl nach dem Einschalten des Rechners kann das Warten auf die Leitung /STROBE zu einer Endloschleife führen. Da die maximale Reaktionszeit des FZ-1310 ca. 300 ms beträgt, kann nach 500 ms angenommen werden, daß etwas nicht stimmt. In diesem Falle sollte folgende Timeoutroutine angesprungen werden, die nach Ablauf an den Anfang des Unterprogramms zurück springt:

```

TIMEOUT
Lege Befehl an IN 0-6
Setze /READY auf LOW
Warte 500 ms
Setze /READY auf HIGH
Warte 500 ms
Springe nach START IN-OUT-UNTERPROGRAMM

```

Led TCXO auf der Frontplatte leuchtet, solange die Heizung des Temperaturreglers eingeschaltet ist.

Auf der Rückseite kann eine externe 10 MHz-Zeitbasis mit TTL-Pegel angeschlossen werden. Hier kann z.B. eine hochgenaue DCF77-Zeitbasis oder ein anderes Frequenznormal angeschlossen werden. Sobald an dieser Buchse ein Eingangssignal anliegt, leuchtet die zugehörige Led im Feld Zeitbasis.

Für automatische Messungen, Fernmessungen, Protokollierungen etc. ist der Anschluß eines Rechners vorgesehen. Mit dem entsprechenden Parallel-Interface kann vom Rechner aus die Betriebsart und die Meßzeit eingestellt werden. Das gemessene Ergebnis wird ebenfalls über das Parallel-Interface an den Rechner zur Weiterverarbeitung weitergeleitet.

Herkömmliches Frequenzmeßverfahren

Wir stellen Ihnen in den folgenden Kapiteln zwei Verfahren gegenüber. Dabei wird jeweils auch eine etwas genauere Fehlerbetrachtung angestellt, damit Sie Ihren FZ-1310 als präzises Meßinstrument nutzen können. Auch andere digitale Meßgeräte haben natürlich ähnliche Fehler, nur wird dabei oft auf entsprechende Hinweise verzichtet.

Meßprinzip

Bei herkömmlichen Frequenzzählern werden die Perioden gezählt, die in einer vorgegebenen quarzgenauen Meßzeit am Meßeingang anliegen. Die Meßzeit beginnt dabei irgendwo innerhalb einer Periode des Eingangssignals und endet ebenfalls wieder irgendwo innerhalb einer Periode. Die Anzahl der gezählten Impulse ist immer mit einem Fehler von bis zu zwei Perioden behaftet. Dies ergibt, wie die folgenden Beispiele zeigen, besonders bei niedrigen Frequenzen große prinzipbedingte Meßfehler.

Meßbeispiele

Zwei kleine Rechenbeispiele zeigen, wie groß der Meßfehler bei diesem Verfahren werden kann:

Beispiel 1: Eingangsfrequenz 1 MHz, Meßzeit 1 Sekunde
Es werden in einer Sekunde zwischen 999.999 und 1.000.001 Impulse gezählt. Der Meßfehler beträgt 0.0001 %. Die Messung ist auf 6 Stellen genau.

Beispiel 2: Eingangsfrequenz 10 Hz, Meßzeit 1 Sekunde
Es werden in einer Sekunde zwischen 9 und 11 Impulse gezählt. Der Meßfehler beträgt 10%. Die Messung ist nur auf eine Stelle genau.

Erläuterung der Meßbeispiele

Diese beiden Beispiele zeigen, daß beim herkömmlichen Zählverfahren der Meßfehler durch das Verhältnis von Eingangsfrequenz zu Meßzeit bestimmt wird. Je niedriger die Eingangsfrequenz ist, umso größer ist der Meßfehler. Um im zweiten Beispiel einen Meßfehler von ebenfalls 0.0001 % erzielen zu können, muß die Meßzeit auf 100000 Sekunden erhöht werden. Das ist länger als ein Tag. Je höher die Eingangsfrequenz ist, desto genauer wird die Messung. Bei 100 MHz Eingangsfrequenz wird bei einer Sekunde Meßzeit bereits ein Meßfehler von 0.000001 % erreicht. D.h. das Meßergebnis stimmt auf 8 Stellen genau. Wird jedoch, wie bei hohen Frequenzen üblich, ein Verteiler verwendet, so steigt der Fehler um den Teilfaktor dieses Verteilers an. Bei einem Verteiler durch 100 wäre diese Messung nur noch auf 6 Stellen genau.

Meßprinzip

Bei rechnenden Frequenzzählern wird ein völlig anderes Meßprinzip verwendet. Es werden nicht mehr die Impulse gezählt, die in einer vorbestimmten Meßzeit ein-
treten. Hierbei würde ein Zählfehler von 1 bei Meßbeginn und bei Meßende auf-
treten, weil die Messung irgendwo innerhalb der Periode des Eingangssignals be-
ginnt bzw. endet. Die Messung beginnt und endet jeweils genau mit Beginn einer
Periode des Eingangssignals. Dadurch wird die Unsicherheit von zwei Perioden
über die Meßzeit vermindert. Es wird zusätzlich die Zeit gemessen, die das Ein-
gangssignal für die gezählte Anzahl von Perioden benötigt hat. Die Meßzeit wird
mit einer möglichst hohen Auflösung erfaßt, da dies entscheidend in die Meß-
genauigkeit eingeht.

Bei rechnenden Frequenzzählern muß nicht auf eine genaue Torzeit für die Mes-
sung geachtet werden. Die Meßzeit ist von der Periodendauer des Eingangssignals
abhängig. Vom steuernden Mikroprozessor wird lediglich ein Startsignal für den
Beginn der Messung ausgegeben. Die eigentliche Messung beginnt erst mit einer
neuen Periode des Eingangssignals. Ist die vorgewählte Meßzeit abgelaufen, so
wird ein Stoppsignal ausgegeben. Erst wenn beim Eingangssignal wieder eine neue
Periode beginnt, wird die Messung beendet.

Meßbeispiele

Zwei kleine Rechenbeispiele zeigen, wie groß der Meßfehler bei diesem Verfahren
ist. In beiden Beispielen wird die Meßzeit mit einer Auflösung von 100 ns erfaßt.
D.h. zum Ermitteln der Meßzeit wird eine Frequenz von 10 MHz verwendet.

Beispiel 1: Eingangsfrequenz 1 MHz, Meßzeit ca. 1 Sekunde

In einer Sekunde treffen genau 1.000.000 Impulse ein. Die Meßzeit
beträgt 1 s +/- 100 ns. Der Meßfehler beträgt 0,00001%. Die
Messung ist auf 7 Stellen genau.

Beispiel 2: Eingangsfrequenz 10 Hz, Meßzeit 1 Sekunde

Es werden in einer Sekunde genau 10 Impulse gezählt. Die Meßzeit
beträgt ebenfalls 1 s +/- 100 ns. Der Meßfehler beträgt 0,00001%.
Die Messung ist ebenfalls auf 7 Stellen genau.

Erläuterung der Meßbeispiele

Die beiden Beispiele zeigen, daß der Meßfehler nicht mehr von der Eingangs-
frequenz abhängt, sondern nur noch vom Fehler der Zeitmessung. Wird die Zeit,
wie beim FZ-1310, mit einer Auflösung von 100 ns gemessen, so ergibt sich bei
einer Meßzeit von einer Sekunde immer eine Genauigkeit von 7 Stellen. Bei einer
Meßzeit von 0,1 s sinkt sie auf 6 Stellen, bei 10 s Meßzeit steigt sie auf 8
Stellen.

Zeitbasisbedingter Meßfehler

An dieser Stelle soll bemerkt werden, daß der tatsächliche Fehler erheblich
größer ist. Das liegt aber nicht am Meßverfahren, sondern ausschließlich an der
Genauigkeit der Quarzfrequenz der Zeitbasis. Bei einem Fehler von 25 ppm macht
sich der zeitbasisbedingte Meßfehler bereits in der fünften Stelle bemerkbar. Ein
Zeitbasisfehler von 1 ppm, wie er mit dem TCXO erreicht wird, erlaubt Messun-
gen mit 6 Stellen. Bei einer noch genaueren Zeitbasis kann die oben genannte
Meßgenauigkeit erreicht werden.

Meßzeitbedingter Meßfehler

Da sich die Genauigkeit der Messung direkt aus der Meßzeit ergibt, kann beim
FZ-1310 die Meßzeit, die der Mikroprozessor vorgibt, im Bereich von 0,1 Sekunde
bis 10.000 Sekunden gewählt werden. Diese vorgegebene Meßzeit ist die für die
Messung mindestens benötigte Meßzeit. Der FZ-1310 wartet immer bei Meßbeginn

Alle Umschalt- und Lese-Befehle an den FZ-1310 benutzen das gleiche Zeitdia-
gramm. Es gibt keine Mindest- oder Maximal-Zeiten, so daß das Interface sowohl
von schnellen Assemblerprogrammen, wie auch von langsamen Interpretern
bedient werden kann.

Bei den reinen Steuerbefehlen (Gruppe 0, 1 und 3) sind nur die Daten an den
FZ-1310 (Befehl) von Bedeutung. Dennoch muß die Antwort (Ergebnis) gelesen
werden, die aber stets "00" ist.

Bei allen Lesebefehlen (Gruppe 2) wird dem FZ-1310 mitgeteilt, was gelesen wer-
den soll. Der anschließende Lesesyklus liest das Ergebnis vom FZ-1310 in den
Rechner ein.

Das Zeitdiagramm besteht aus 4 Einzelschritten:

- 1.) Der Rechner legt den Befehl auf die 7 Datenleitungen IN 0-6, wenn die
Leitung /STROBE vom FZ-1310 auf HIGH-Pegel ist. Anschließend setzt er
die Leitung /READY auf LOW, um dem FZ-1310 zu signalisieren, daß ein
neuer Befehl anliegt.
- 2.) Sobald der FZ-1310 den Befehl gelesen hat, setzt er die Leitung /STROBE
auf LOW. Damit signalisiert er dem Rechner, daß er den Befehl über-
nommen hat.
- 3.) Der Rechner quittiert dies dem FZ-1310, indem er die Leitung /READY
wieder auf HIGH setzt. Damit weiß der FZ-1310, daß er jetzt das Ergebnis
auf die Datenleitungen OUT 0-6 legen darf.
- 4.) Der FZ-1310 legt das Ergebnis auf die Datenleitungen OUT 0-6.
Anschließend setzt er die Leitung /STROBE auf HIGH. Damit wird dem
Rechner mitgeteilt, daß das Ergebnis ermittelt und auf die Datenleitungen
gelegt wurde.

danach erneut:

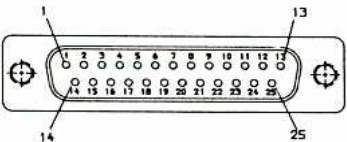
- 1.) Der Rechner liest nun das Ergebnis von den Datenleitungen OUT 0-6.
Liegt ein neuer Befehl vor, so legt er ihn auf die Datenleitungen IN 0-6.
Anschließend setzt er die Leitung /READY auf LOW, um dem FZ-1310 zu
signalisieren, daß ein neuer Befehl anliegt.

usw. mit Schritt 2, 3, 4, ...

Steckerbelegung

Die Steckerbelegung wurde so ausgeführt, daß ein 25-poliges 1:1 Flachbandkabel
zu einer der IBM-PC-Interface-Karten PC1024AD bzw. PC1048 geführt werden
kann. Das dem Parallelinterface beiliegende Beispielprogramm wurde mit diesen
beiden Karten getestet.

Pin	Name	Richtung	Bedeutung
1	OUT 0	vom FZ-1310	LSB
2	OUT 2	vom FZ-1310	
3	OUT 4	vom FZ-1310	
4	OUT 6	vom FZ-1310	MSB
5	IN 0	vom Rechner	LSB
6	IN 2	vom Rechner	
7	IN 4	vom Rechner	
8	IN 6	vom Rechner	MSB
9	GND		Signalmasse
10	---	-----	nicht beschaltet
11	---	-----	nicht beschaltet
12	---	-----	nicht beschaltet
13	---	-----	nicht beschaltet



zwischen der ersten und zweiten Stelle von links steht. D.h. alle Meßwerte haben die Form 1,2345678. Das Mantissenvorzeichen wird mit dem Befehl "2D" gelesen. Tritt ein Überlauf bei der Berechnung des Meßergebnisses auf, z.B. weil das Ergebnis zu groß ist, oder weil z.B. bei der Periodendauermessung eine Division durch 0 stattgefunden hat, so sind alle Mantissenwerte auf "A". Der Exponent wird mit den Befehlen "2A", "2B" gelesen. Er wird als vorzeichenbehaftete 8-Bit Binärzahl übertragen. Der Befehl "2A" liest die 4 höherwertigen Bits, der Befehl "2B" die 4 niederwertigen Bits. Folgende Zuordnung gilt hierbei: FD=-3, FE=-2, FF=-1, 00=+0, 01=+1, 02=+2, 03=+3 etc. Der Wertebereich geht von -18 bis +18.

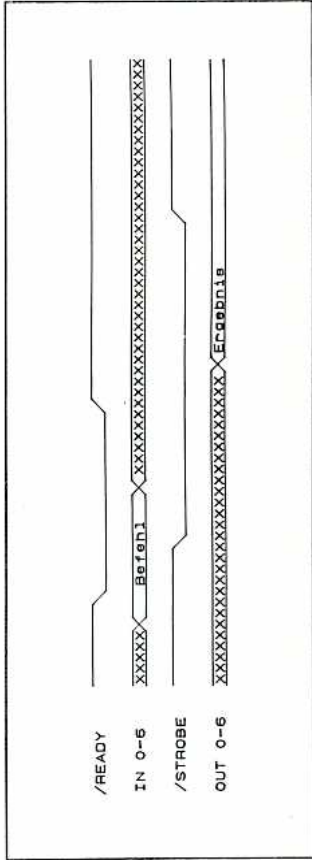
Code	Befehl	Ergebnis (Beisp.)
20	READY-Flag lesen, F=Not Ready, 0=Ready	0
22	1. Stelle von links lesen	1
23	2. Stelle von links lesen	2
24	3. Stelle von links lesen	3
25	4. Stelle von links lesen	4
26	5. Stelle von links lesen	5
27	6. Stelle von links lesen	6
28	7. Stelle von links lesen	7
29	8. Stelle von links lesen	8
2A	4 MSB des Exponenten lesen	F
2B	4 LSB des Exponenten lesen	D
2D	Mantissenvorzeichen lesen, 0=Positiv, 1=negativ	0

Im Beispiel wurde der Meßwert 1,2345678 mal 10 hoch -3 gelesen.
Der Exponent ist FD = -3.

In der Befehlsgruppe 3 existiert nur ein Befehl. Der Befehl "30" löscht das READY-Flag im FZ-1310. Damit erlaubt er dem FZ-1310 bei Vorliegen des nächsten Meßergebnisses dieses in den Interface-Buffer zu schreiben. Wurde das neue Meßergebnis vollständig in den Interfacebuffer geschrieben, so wird das READY-Flag auf "0" gesetzt. Damit wird dem Rechner signalisiert, daß ein neues Meßergebnis vorliegt.

Zeitdiagramm der Schnittstelle

Das Parallelinterface verfügt über 7 Datenleitungen und ein Handshakesignal für jede der beiden Übertragungsrichtungen.



und Meßende auf den Beginn einer Periode.

Die Meßzeit wird beim FZ-1310 mit einer Auflösung von 100 ns gemessen. Der Meßfehler ergibt sich direkt aus +/- 100 ns geteilt durch die tatsächlich erzielte Meßzeit. Bei 0,1 s Meßzeit ist die Messung auf 6 Stellen genau, bei 1 s Meßzeit auf 7 Stellen, etc.

Meßzeitverlängerung bei niedrigen Frequenzen

Die Meßzeit ist mindestens so lang wie eine Periode des Eingangssignals. Da vor Beginn der Messung auf einen Periodenanfang des Eingangssignals gewartet wird, vergeht bis zum Meßbeginn eine Zeit von maximal einer Periodendauer. Wird also eine Meßzeit gewählt, die kleiner als die Periodendauer ist, so verlängert der FZ-1310 automatisch die Meßzeit. Nur so ist eine genaue Messung möglich.

Beispiel: Wird z.B. eine Meßzeit von 0,1 s vorgegeben und eine Frequenz von 1 Hz gemessen, so ergibt sich eine Meßzeit von einer Sekunde. Bis zum Beginn der Messung kann ebenfalls eine Zeit von bis zu einer Sekunde vergehen, weil erst auf den Beginn einer Periode gewartet wird. Von Meßstart bis Meßende vergeht so eine Zeit von bis zu 2 Sekunden.

Fehlerbetrachtung in den fünf Betriebsarten

Für jede der fünf Betriebsarten wird in der folgenden Betrachtung der zu erwartende Meßfehler erläutert. Diese Meßfehler sind prinzipbedingt und treten bei jedem Gerät dieser Art auf.

Frequenzmessungen

Der Meßfehler ergibt sich direkt aus der tatsächlichen Meßzeit. Da die Zeitmessung mit einer Unsicherheit von 100 ns erfolgt, beträgt der hierdurch bedingte Meßfehler 100 ns geteilt durch die Meßzeit. Die folgende Tabelle zeigt diesen Zusammenhang:

Meßzeit	Fehler	Gültige Anzeigestellen
0,1 s	0,0001%	sechs
1,0 s	0,00001%	sieben
10 s	0,000001%	acht

Hierzu addieren sich die Meßfehler durch Toleranzen der Zeitbasis. Dabei entstehen folgende zusätzliche Fehler:

Toleranz	Fehler	Gültige Anzeigestellen	Beispiel
25 ppm	0,0025%	vier dreiviertel	Standardzeitbasis FZ-1310
10 ppm	0,0010%	fünf	Typ. Wert beim FZ-1310
1 ppm	0,0001%	sechs	z.B. TCXO, Quarzthermostat
0,01 ppm	0,000001%	acht	z.B. ext. Dcf-77 Zeitbas.

Periodendauermessungen

Die Periodendauermessung unterscheidet sich beim FZ-1310 praktisch nicht von der Frequenzmessung. Es wird lediglich der Kehrwert der Frequenz dargestellt. Deshalb gelten für die Periodendauermessung die gleichen Fehler wie für die Frequenzmessung.

Zeitmessungen

Die Zeitmessung erfolgt mit einer Auflösung von 100 ns. Der hierdurch bedingte Fehler beträgt 100 ns durch gemessene Zeit. Je kürzer die gemessene Zeit wird, desto größer wird der Fehler. Die Tabelle zeigt die Zusammenhänge:

Meßzeit	Fehler	Gültige Anzeigestellen
100 s	0,0000001%	neun, davon acht darstellbar
10 s	0,000001%	acht
1 s	0,00001%	sieben
0,1 s	0,0001%	sechs
10 ms	0,001%	fünf
1 ms	0,01%	vier
100 µs	0,1%	drei
10 µs	1%	zwei
1 µs	10%	eine
100 ns	100%	keine

Bei Zeiten kleiner als 1 µs steigt der Fehler soweit an, daß die Messung nicht mehr sinnvoll ist.

Zu diesen Werten addiert sich der Fehler durch die Zeitbasis. Das sind die gleichen Werte wie bei der Frequenzmessung.

Bei nicht rechteckförmigen Signalen wird die Zeitmessung wesentlich von der Anstiegszeit und dem Triggerpegel beeinflusst. Der FZ-1310 vergleicht das Eingangssignal mit dem Triggerpegel. Es werden nur die Zeiten gemessen, bei denen das Eingangssignal größer als der Triggerpegel ist.

Als Beispiel diene ein Sinussignal. Wenn der Triggerpegel genau im Nulldurchgang liegt, so ist die gemessene Zeit gleich der halben Periodendauer. Liegt der Triggerpegel an einer anderen Stelle, so wird nur die Zeit gemessen, bei der das Signal größer als als der Triggerpegel ist. Das ergibt z.B. beim Sinus erhebliche prinzipbedingte Meßfehler.

Tastverhältnis

Für das Tastverhältnis gelten ähnliche Verhältnisse wie für die Zeitmessung. Bei der Tastverhältnismessung werden nacheinander zwei Zeitmessungen vorgenommen. Dadurch ergibt sich, wie auch bei der Zeitmessung, ein von der Meßzeit abhängiger Fehler. Dieser ist doppelt so groß wie bei der Zeitmessung, weil zwei Messungen erfolgen und beide Fehler addiert werden müssen.

Fehler durch die Abweichungen der Zeitbasis treten nicht auf, weil beide Zeitmessungen mit dem gleichen Fehler behaftet sind. Dieser kürzt sich bei der Division der beiden Zeiten heraus.

Wie bei der Zeitmessung ist das Ergebnis stark von dem Triggerpegel abhängig. Hierfür gilt das gleiche, wie bei der Zeitmessung aufgeführt.

Impulse zählen

Es werden alle eintreffenden Impulse aufsummiert und angezeigt. Bei dieser Meßart treten keine Zeitbasis- oder Meßzeitfehler auf. Bei den Kanälen 5-80 MHz und 20-1300 MHz wird ein Vorteiler durch 4 bzw. 64 verwendet. Um trotzdem beim Benutzen dieser Kanäle eine richtige Anzeige zu bekommen, wird der gezählte Wert automatisch mit dem jeweiligen Teilfaktor multipliziert. Dadurch zählt die Anzeige in Schritten von 4 oder 64 (z.B. 1244, 1248, 1252, ...).

nehmen. Auch im Rechenbetrieb wird der Anzeigewert übertragen. Während des Rechnerbetriebes ist die Handbedienung weiterhin möglich. Gültig ist immer die Funktion, die zuletzt ausgelöst wurde.

Befehlsübersicht

Für die Bedienung des Frequenzzählers stehen 29 Befehle in 4 Befehlsgruppen zur Verfügung. In den folgenden Tabellen sind alle Befehlscodes als HEX-Zahlen aufgeführt. Bit 0 der Portleitungen ist das LSB, Bit 6 das MSB.

Alle Befehle zum FZ-1310 haben eine Breite von 7 Bit. In der Hexadezimaldarstellung ist die linke Zahl (3 MSB) die Befehlsgruppe, die rechte Zahl (4 LSB) der eigentliche Befehl.

Alle Ergebnisse, die vom FZ-1310 an den Rechner übertragen werden, haben ebenfalls eine Breite von 7 Bit. Dabei sind die 3 MSB immer 0. Das Ergebnis steht immer in den 4 LSB. In den Programmierbeispielen ist deshalb immer nur eine Ziffer (4 LSB) als Ergebnis angegeben.

Die Befehle der Gruppe 0 schalten die Betriebsart des FZ-1310 um. Direkt nach Empfang des Befehls wird die laufende Messung abgebrochen und die neue Messung gestartet. Das READY-Flag (Siehe Gruppe 2.3) wird als Kennung, daß noch kein Meßergebnis vorliegt, vom Frequenzzähler auf "F" gesetzt.

Die Funktion der RESET-Taste wird durch erneutes Aufrufen der Betriebsart simuliert.

Code	Befehl
00	Frequenzmessen
01	Periodendauermessen
02	Zeitmessen
03	Tastverhältnis messen
04	Impulse zählen

Die Gruppe 1 schaltet die Meßzeit des FZ-1310 um. Es sind alle 16 Meßzeiten von 0,1 Sekunde bis 10000 Sekunden einstellbar. Nach der Eingabe einer neuen Meßzeit wird die laufende Messung unterbrochen und eine neue gestartet.

Code	Befehl	Code	Befehl
10	Meßzeit auf 0,1 s	18	Meßzeit auf 50 s
11	Meßzeit auf 0,2 s	19	Meßzeit auf 100 s
12	Meßzeit auf 0,5 s	1A	Meßzeit auf 200 s
13	Meßzeit auf 1 s	1B	Meßzeit auf 500 s
14	Meßzeit auf 2 s	1C	Meßzeit auf 1000 s
15	Meßzeit auf 5 s	1D	Meßzeit auf 2000 s
16	Meßzeit auf 10 s	1E	Meßzeit auf 5000 s
17	Meßzeit auf 20 s	1F	Meßzeit auf 10000 s

Die Gruppe 2 dient zum Lesen der Meßwerte und zur Statusabfrage.

Mit dem Befehl "20" wird das Ready-Flag gelesen. Ist es auf "F", so ist die Messung noch nicht beendet. Ist es auf "0", so ist die Messung beendet. Das Meßergebnis bleibt solange in einem Zwischenspeicher zur Abholung gespeichert, bis eine neue Betriebsart, eine neue Meßzeit oder aber der Befehl "30" gesendet wird. So können die Meßwerte auch mit sehr langsamen Rechnern oder auch von höheren Programmiersprachen und Interpretern aus gelesen werden.

Das Meßergebnis wird mit 8 Mantissenstellen so übertragen, daß das Komma

Nach dem Einschalten des Gerätes leuchtet jetzt die Led TCXO auf der Frontplatte auf. Nach einigen Minuten, wenn die Solltemperatur des Thermostaten erreicht wird, erlischt sie und geht dann in ein langsames Blinken über.

Parallelinterface zur Rechnersteuerung

Mit dem Parallelinterface können Sie den rechnenden Frequenzzähler FZ-1310 an einen Rechner anschließen. Damit eröffnet sich Ihnen der Weg zum automatischen Messen und zum genauen Protokollieren der Meßergebnisse. Sie können auch eine Messung über eine größere Entfernung (bis 5 Meter) mit Ihrem Rechner durchführen. Das Parallelinterface besteht aus zwei 7-Bit-Ports mit je einer Handshakeleitung. Im Kapitel "Rechnerbetrieb" wird das genaue Softwareprotokoll zur Ansteuerung beschrieben.

Mit dem Parallelinterface kann der Rechner eine der fünf Betriebsarten Frequenz-, Periodendauer-, Zeit-, Tastverhältnis- und Impulsmessen auswählen. Ebenso kann er eine der 16 Meßzeiten von 0,1 bis 10.000 Sekunden auswählen. In der Gegenrichtung kann er das vollständige Meßergebnis vom FZ-1310 lesen und z.B. auf dem Bildschirm anzeigen.

Einbau des Parallelinterfaces

Das Parallelinterface wird als fertige Platine geliefert. Er muß auf der Hauptplatine des rechnenden Frequenzzählers FZ-1310 eingelötet und an die Rückwand angeschraubt werden.

Schalten Sie den FZ-1310 aus und ziehen Sie den Netzstecker aus der Steckdose. Zum Öffnen des Gehäuses sind jeweils die 4 Schrauben rechts und links an den Gehäusehalbschalen zu entfernen. Nach dem Abnehmen der beiden Halbschalen sehen Sie links und hinten auf der Hauptplatine einen Schlitz. Der linke ist zur Aufnahme des TCXO, der hintere ist für das Rechnerinterface vorgesehen.

In der Rückwand befindet sich ein vorbereiteter Ausbruch für den 25-poligen DSUB-Stecker. Brechen Sie das vorbereitete Stück z.B. mit einem scharfen Seitenschneider aus der Rückwand. Entgraten Sie jetzt die verbliebenen Stege mit einer kleinen Schlüsselfeile.

Entfernen Sie beim Parallelinterface die beiden Schrauben auf der Bestückungsseite, mit denen der 25-polige DSUB-Stecker festgeschraubt ist (Nicht die beiden Schrauben auf der Platine-Seite).

Stecken Sie das Parallelinterface so in den hinteren Schlitz auf der Hauptplatine, daß der DSUB-Stecker hinten aus der Rückwand herausragt. Schrauben Sie jetzt das Interface mit den beiden eben entfernten Schrauben an der Rückwand fest. Dies muß vor dem Einlöten der Platine geschehen, damit sich beim Festschrauben keine unnötigen mechanischen Spannungen an den Lötstellen ergeben.

Löten Sie nun von unten alle fünfzehn Anschlüsse des Parallelinterfaces fest. Verwenden Sie unbedingt ein Elektronik-Lötzinn mit Flußmittelfüllung. **Keinesfalls Lötlwasser etc.!** Setzen Sie jetzt wieder beide Halbschalen auf und schrauben Sie sie wieder fest.

Rechnerbetrieb

Zum Betrieb mit einem Rechner, z.B. einem Personal Computer, ist das Parallelinterface nötig. Mit ihm wird eine Parallelschnittstelle für die Datenübertragung realisiert. Es wird je ein 8-Bit-Eingangsport und ein 8-Bit-Ausgangsport benötigt. Die Datenübertragung erfolgt in beiden Richtungen mit einem 7-Bit-Datenwort. Für den Handshake (Synchronisation des Datenflusses) ist je Richtung eine Leitung vorgesehen.

Der Rechner kann eine der fünf Betriebsarten und die Meßzeit auswählen. Ein READY-Flag signalisiert dem Rechner, wann eine Messung beendet ist und er das Meßergebnis abholen kann.

Als Meßergebnis wird der Wert übertragen, der in der Anzeige erscheint. Das Komma steht immer hinter der ersten Stelle. Der Exponent kann einen beliebigen Wert zwischen -18 und +18 (kein Ingenieurexponent wie in der Anzeige) an-

Rechnerbetrieb

Im Rechnerbetrieb wird zu dem Meßergebnis ein frei wählbarer Zahlenwert addiert bzw. subtrahiert. Dieser Zahlenwert wird in der Betriebsart PROGRAMMIEREN eingegeben. Nach dem Einschalten wird dieser Wert automatisch auf 0 gesetzt.

Dieser Rechnerbetrieb erleichtert in vielen Fällen die Auswertung des Meßergebnisses. Soll z.B. bei einem UKW-Rundfunkempfänger die Empfangsfrequenz gemessen werden, so liegt sie in der Regel 10,7 MHz oberhalb der Oszillatorfrequenz. Um die Empfangsfrequenz zu erhalten, muß zu der gemessenen Oszillatorfrequenz der Wert 10,7 MHz addiert werden. Wird im Programmierbetrieb ein Wert von +10,7 MHz eingegeben, so berechnet der FZ-1310 automatisch die Empfangsfrequenz aus der gemessenen Oszillatorfrequenz.

Wird z.B. beim Abgleich von Oszillatoren der Wert der Oszillatorfrequenz subtrahiert, so kann auf der Anzeige direkt die Abweichung des Oszillators abgelesen werden.

Zur Vereinfachung der Programmierung sind die beiden am meisten vorkommenden ZF-Frequenzen von 455 kHz und 10,7 MHz als Konstante direkt einstellbar.

Bedienungsanleitung

In den folgenden Kapiteln wird die Bedienung des rechnenden Frequenzzählers FZ-1310 beschrieben. Die Bedienungsanleitung ist nach Funktionsgruppen und den einzelnen Bedienelementen gegliedert.

Einschalten

Der FZ-1310 wird mit dem Schalter oben rechts mit der Beschriftung EIN/AUS eingeschaltet. Ist er eingeschaltet, so leuchtet die grüne Leuchtdiode neben diesem Schalter.

Darstellung der Meßwerte

Der rechnende Frequenzzähler FZ-1310 verfügt über eine 8-stellige 7-Segment-Led-Anzeige mit Exponent. Mantisie und Exponent sind mit je einem Vorzeichen versehen. Alle Meßwerte werden in der jeweiligen Grundeinheit dargestellt, wie die folgende Tabelle zeigt:

Meßpart	Grundeinheit
Frequenzmessen	Hz
Periodendauer	Sekunden
Zeitmessen	Sekunden
Tastverhältnis	Verhältnis HIGH-Zeit zu LOW-Zeit
Impulse zählen	ohne Einheit

Bei einer normalen Messung können keine negativen Werte auftreten. Wird jedoch vom Rechnerbetrieb Gebrauch gemacht, so können durch Subtraktion negative Werte auftreten.

Der Exponent wird als sogenannter Ingenieur-Exponent dargestellt. D.h. er kann nur die Werte -9, -6, -3, 0, +3, +6 und +9 annehmen. Dadurch wird die Ablesung der Meßwerte erheblich vereinfacht. Ist er bei der Frequenzmessung z.B. "+3", so handelt es sich um kHz. Ist der Exponent "0", so wird er ausgeschaltet.

Die Darstellung der Meßwerte erfolgt so, daß führende Nullen unterdrückt werden. Dadurch wird eine Anzeige mit maximal möglicher Auflösung erreicht, weil keine Stellen durch diese Nullen verloren gehen.

Wird ein Überlauf erzeugt, z.B. bei einer Division durch 0 bei der Periodendauer-messung oder bei der Tastverhältnismessung, so erscheint in der Anzeige der Wert "ccccccc c".

Betriebsartenwahl

Die Betriebsart des FZ-1310 wird mit den beiden Tasten WAHL und RESET im Feld BETRIEBSART gewählt.

Taste WAHL:

Beim Einschalten steht der FZ-1310 auf Frequenzmessung. Durch Betätigen der Taste WAHL wird auf die jeweils nächste Betriebsart weitergeschaltet. Nacheinander werden die Betriebsarten Periodendauermessen, Zeitmessung, Tastverhältnismessen, Impulse zählen und wieder Frequenzmessen angewählt. Nach dem Umschalten auf eine neue Betriebsart startet der FZ-1310 automatisch sofort eine neue Messung.

Taste RESET:

Bei Betätigung dieser Taste wird die laufende Messung unterbrochen. Es wird sofort eine neue Messung gestartet.

Triggeranzeige

Die Triggeranzeige (Led TRIGGER) leuchtet bei jedem Pegelwechsel des Eingangssignals kurz auf. Bei sehr niedrigen Frequenzen blinkt die Triggeranzeige, bei höheren Frequenzen leuchtet sie ständig. Mit Hilfe dieser Anzeige kann der günstigste Arbeitspunkt des Triggerpegels ermittelt werden.

Eingang 0 bis 80 MHz

Der Eingang 0 bis 80 MHz ist die rechte BNC-Eingangsbuchse. Er hat einen Eingangswiderstand von 1 Mohm mit einer Parallelkapazität von ca. 40 pF. Damit ist der Anschluß von handelsüblichen 10:1- und 100:1- Tastköpfen möglich. Da die interne Logik des FZ-1310 mit maximal 20 MHz arbeitet, wurde der Eingangsbereich in zwei Bereiche aufgeteilt. Die Umschaltung erfolgt über die Taste WAHL in dem Feld KANAL. In beiden Bereichen sind die Schalter AC/DC, OdB/-20dB und HF/LF und das Poti TRIGGERPELGL wirksam.

Kanal 0 bis 20 MHz

Im Bereich 0 bis 20 MHz wird der Meßeingang nach der Wandlung in ein TTL-Signal direkt auf die internen Meßeingänge des FZ-1310 geschaltet. Mit Hilfe des Schalters POS/NEG kann das Eingangssignal vor der Auswertung invertiert werden. Damit sind z.B. Zeitmessungen sowohl des HIGH-, wie auch des LOW-Pegels möglich. Alle Betriebsarten sind in diesem Kanal benutzbar.

Kanal 5 bis 80 MHz

In diesem Bereich wird das Eingangssignal vor der Auswertung durch vier geteilt. Dieser Bereich ist für Frequenz-, Periodendauer- und Impulsmessung vorgesehen. Durch den Vorteiler durch vier ist die Zeit- und Tastverhältnismessung nicht mehr durchführbar. Diese Messungen würden bei der hohen Eingangsfrequenz ohnehin nicht zu einem sinnvollen Ergebnis führen, weil das Zeitraaster von 100 ns für die Zeitmessung bei diesen Frequenzen zu groß ist.

ACHTUNG !

Beachten Sie unbedingt die maximal zulässigen Eingangsspannungen bzw. Eingangsstärken. Andernfalls kann der FZ-1310 beschädigt werden.

Beachten Sie, daß Spannungen über 48V lebensgefährlich sein können. Insbesondere bei Messung an Netzspannung muß unbedingt erdfrei und mit einem Tastkopf (z.B. 10:1 oder 100:1, netzspannungseegnet!) gemessen werden ! Selbstverständlich sind bei allen Messungen die VDE-Vorschriften genaustens zu beachten.

Nur so vermeiden Sie Unfälle und verhindern eine Beschädigung des Frequenzzählers.

Tastverhältnismessung

Drücken Sie die Taste WAHL im Feld BETRIEBSART sooft bis die Led TASTVERHÄLTNIS leuchtet. Legen Sie an den Eingang 0-20 MHz ein Sinussignal mit ca. 1 kHz und ca. 1 V_{ss} an.

Bei der Tastverhältnismessung werden intern zwei Messungen durchgeführt. Es wird zunächst die HIGH-Zeit des Eingangssignals gemessen. Anschließend wird die LOW-Zeit gemessen. Bei periodischen Signalen erhält man durch Division von HIGH- zu LOW-Zeit das gemessene Ergebnis. Auch bei dieser Messung ist das Ergebnis bei Signalen mit großer Anstiegszeit wieder stark vom Triggerpegel abhängig. Liegt der Triggerpegel beim Sinussignal genau auf dem Nulldurchgang, so ergibt sich ein Tastverhältnis von 1,0. Liegt der Triggerpegel in der Nähe der positiven Spitze des Eingangssignals, so wird das Tastverhältnis immer kleiner. In der Nähe der negativen Spitze wird das Tastverhältnis immer größer.

Auch die Tastverhältnismessung sollte wegen dieser Abhängigkeit vom Eingangspegel nur mit Rechtecksignalen benutzt werden. Wenn Sie jetzt ein Rechtecksignal von 1 kHz anlegen, erhalten Sie sofort eine viel ruhigere Anzeige. Der Anzeigewert ist jetzt nur noch an den Bereichsgrenzen vom Triggerpegel abhängig. Bei einem symmetrischen Eingangssignal messen Sie jetzt ein Tastverhältnis von 1,0. Weil zwei Messungen nacheinander durchgeführt werden, ist die Wiederholzeit von Messung zu Messung doppelt so lang, wie die eingestellte Meßzeit. Ist die Periodendauer des Eingangssignals größer als die eingestellte Meßzeit, so entspricht die Wiederholzeit der doppelten Periodendauer.

Impulse zählen

Drücken Sie die Taste WAHL im Feld BETRIEBSART sooft, bis die Led IMPULS aufleuchtet. In dieser Betriebsart werden alle Perioden des Eingangssignals gezählt und laufend angezeigt.

Mit der Taste RESET können Sie den Impulzzähler wieder auf 0 setzen, um so eine neue Messung anzufangen.

Die Wiederholzeit von Messung zu Messung ist so groß wie die eingestellte Meßzeit.

Temperatureregelter Quaroszillator TCXO

Die Genauigkeit der internen Zeitbasis kann durch den Einsatz eines Quaroszillators mit Thermostat auf +/- 1 ppm gesteigert werden. Der TCXO enthält einen Zweipunkttemperaturregler, der einen 10MHz-Präzisionsquarzoszillator auf einer festen Temperatur von ca. 60 Grad Celsius betreibt. Die Led TCXO auf der Frontplatte leuchtet immer dann, wenn die Heizung des TCXO eingeschaltet ist. Nach dem Einschalten des FZ-1310 leuchtet sie solange, bis die Betriebstemperatur erreicht ist. Anschließend geht sie in ein langsames Blinken über.

Einbau des TCXO

Der TCXO wird als fertig abgeglichene Platine geliefert. Er muß auf der Hauptplatine des rechnenden Frequenzzählers FZ-1310 eingelötet werden. Schalten Sie den FZ-1310 aus und ziehen Sie den Netzstecker aus der Steckdose. Zum Öffnen des Gehäuses sind jeweils die 4 Schrauben rechts und links an den Gehäuseabschalen zu entfernen. Nach dem Abnehmen der beiden Halbschalen sehen Sie links und hinten auf der Hauptplatine einen Schlitz. Der linke ist zur Aufnahme des TCXO, der hintere ist für das Rechnerinterface vorgesehen.

Setzen Sie den TCXO von oben so in den linken Schlitz, daß die Abdeckung des Thermostaten nach rechts in Richtung Netztransformator zeigt. Löten Sie nun von unten alle sechs Anschlüsse des TCXO fest. Verwenden Sie dazu nur Elektronik-Lötzinne mit Flutmittelfüllung. Keinesfalls Lötwasser etc.!

Es sind keinerlei Abgleicharbeiten durchzuführen. Der TCXO wurde bereits werkseitig auf seine Soll-Frequenz abgeglichen. Verändern Sie niemals diesen Abgleich, es sei denn, es steht Ihnen ein sehr genaues Frequenznormal mit einem Fehler kleiner 1 * 10⁻⁷ zur Verfügung.

Setzen Sie jetzt wieder beide Halbschalen auf und schrauben Sie sie wieder fest.

Legen Sie jetzt ein Eingangssignal von ca. 1 kHz mit ca. 1 V_{ss} Amplitude oder ein ähnliches Meßsignal an die rechte BNC-Buchse an. Verstellen Sie jetzt den Triggerpegel so, daß die Led TRIGGER gleichmäßig leuchtet. Die optimale Einstellung ist erreicht, wenn die Anzeige des FZ-1310 einen möglichst stabilen Wert anzeigt. Auf dem Display erscheint jetzt die gemessene Frequenz. Zweimal in der Sekunde erscheint ein neuer Anzeigewert.

Mit der Taste RESET können Sie die laufende Messung unterbrechen. In der Anzeige erscheint der Wert 0. Erst wenn wieder eine Messung beendet ist, erscheint das neue Meßergebnis.

Möchten Sie z.B. einen Oszillator mittlerer Genauigkeit abgleichen, so können Sie die Meßzeit durch mehrmaliges Drücken der Taste MESSZEIT- auf 0,1 Sekunde verkleinern. Bei einer Meßzeit von 0,1 Sekunde sind, sofern die Zeitbasis genau genug ist, die ersten 6 Stellen des Ergebnisses gültig.

Möchten Sie z.B. die Meßwerte mitschreiben, so sollten Sie die Meßzeit vergrößern. Dadurch bleiben die Meßwerte länger in der Anzeige stehen. Erhöhen Sie die Meßzeit durch mehrmaliges Drücken der Taste MESSZEIT+.

Möchten Sie eine Konstante zum Meßergebnis addieren bzw. subtrahieren, so benutzen Sie den Rechenbetrieb, wie im Kapitel "Rechenbetrieb" beschrieben.

Die tatsächliche Meßzeit ist mindestens so lang, wie der eingestellte Wert. Sie beträgt aber mindestens eine Periodendauer des Eingangssignals.

Periodendauermessen

Die Betriebsart Periodendauermessen erreichen Sie durch mehrmaliges Drücken der Taste WAHL. Im Feld BETRIEBSART. Leuchtet die Led PERIODE, so sind Sie im Periodendauermessbetrieb.

Der FZ-1310 verhält sich wie im Kapitel "Frequenzmessen" beschrieben. Anstelle der Frequenz wird jedoch die Periodendauer des Meßsignals in Sekunden angezeigt. Im o.g. Beispiel mit einer Frequenz von 1 kHz wird eine Periodendauer von 1 ms angezeigt.

Die tatsächliche Meßzeit ist mindestens so lang, wie der eingestellte Wert. Sie beträgt aber mindestens eine Periodendauer des Eingangssignals.

Zeitmessen

Bei der Zeitmessung wird die HIGH-Zeit des Eingangssignals hinter dem Meßverstärker gemessen. Durch Invertieren des Eingangssignals in der Stellung NEG des Schalters POS/NEG wird die LOW-Zeit des Eingangssignals gemessen.

Haben Sie ein Sinussignal von 1 kHz angelegt, so wird in der Anzeige der Wert von ca. 500 µs erscheinen. 500 µs ist die halbe Periodendauer einer Frequenz von 1 kHz. Die gemessene Zeit hängt sehr stark vom Triggerpegel ab.

Der Triggerpegel wird ständig mit dem Eingangssignal verglichen. Ist das Eingangssignal größer als der Triggerpegel, so geht der Ausgang des Meßverstärkers auf HIGH, ist es kleiner, so geht er auf LOW. Mit dem Triggerpegel verschieben Sie diesen Vergleichswert. Je größer der Triggerpegel wird (Drehung nach rechts), desto kleiner wird die Zeit, in der das Signal größer als der Triggerpegel ist. Bei zu großem Triggerpegel ist das Eingangssignal immer kleiner und es erfolgt keine Messung mehr. Verringern Sie den Triggerpegel, so wird die HIGH-Zeit immer größer. Ist der Triggerpegel kleiner als das Eingangssignal so erfolgt ebenfalls keine Messung mehr.

Die Zeitmessung sollte wegen dieser Abhängigkeit vom Eingangspegel nur mit Rechtecksignalen benutzt werden. Wenn Sie jetzt ein Rechtecksignal von 1 kHz anlegen, erhalten Sie sofort eine viel ruhigere Anzeige. Der Anzeigewert ist jetzt nur noch an den Bereichsgrenzen vom Triggerpegel abhängig.

Die tatsächliche Meßzeit ist so lang, wie die HIGH-Zeit des Eingangssignals. Die Wiederholzeit von Messung zu Messung ist so groß wie die eingestellte Meßzeit. Ist die Periodendauer des Eingangssignals größer als die eingestellte Meßzeit, so entspricht die Wiederholzeit der Periodendauer.

Schalter POS/NEG

Mit dem Schalter POS/NEG wird das Eingangssignal vor der internen Auswertelogik invertiert. Er ist nur im Bereich 0 bis 20 MHz wirksam. Die folgende Tabelle zeigt die Beeinflussung des Eingangssignals je nach Meßart.

Meßart	Schalter in Stellung POS	Schalter in Stellung NEG
Frequenzmessen	Periodenbeginn pos. Flanke	Periodenbeginn neg. Flanke
Periodendauerm.	HIGH-Zeit	LOW-Zeit
Zeitmessung	HIGH-Zeit durch LOW-Zeit	LOW-Zeit durch HIGH-Zeit
Tastverhältnis	Zählen der pos. Flanken	Zählen der neg. Flanken
Impulse		

Schalter DC/AC

Dieser Schalter dient zur Trennung eines überlagerten Gleichspannungsanteils vom eigentlichen Meßsignal. In der Stellung DC wird das Eingangssignal direkt galvanisch auf den Meßverstärker gegeben. In der Stellung AC wird ein 100 nF/50 Volt Kondensator in Reihe geschaltet, um den Gleichspannungsanteil abzutrennen.

Schalter 0dB/-20dB

Mit diesem Schalter wird das Eingangssignal um 20 dB abgeschwächt. D.h. das Eingangssignal wird vor dem Meßverstärker auf 10% seiner Amplitude reduziert. Das ist vor allem bei größeren Eingangspegeln nötig, damit der Meßverstärker nicht übersteuert wird. Der Arbeitsbereich des Meßverstärkers wird damit von +3/-1 Volt auf +30/-10 Volt vergrößert.

Schalter HF/LF

Beim Messen niederfrequenter Signale ist es oft wünschenswert, höherfrequente Störanteile auszufiltern. In der Stellung LF wird ein Tiefpaßfilter zwischen Eingang und Meßverstärker geschaltet. Dieses Tiefpaßfilter schwächt alle Signale oberhalb von ca. 10 kHz ab. Frequenzanteile von ca. 100 kHz werden bereits auf ein Zehntel ihrer Amplitude reduziert. In der Stellung HF ist dieses Tiefpaßfilter unwirksam.

Triggerpegel-einstellung

Mit Hilfe des Triggerpotis wird die Umschaltsschwelle des Meßverstärkers verändert. Bei Linksanschlag liegt sie bei ca. -1 Volt, bei Rechtsanschlag bei ca. +3 Volt. Bei einer Abschwächung des Eingangssignals um 20 dB mit dem Schalter 0dB/-20dB geht der Bereich von -10 Volt bis +30 Volt. Der Triggerpegel sollte so eingestellt werden, daß bei anliegendem Eingangssignal die Led TRIGGER leuchtet bzw. blinkt. Die Einstellung ist dann optimal, wenn der Verstellbereich, in dem die Led TRIGGER noch leuchtet, nach beiden Seiten gleich groß ist. Dann liegt die Umschaltsschwelle in der Mitte des Signalpegels. Bei nicht sinusförmigem Eingangssignal sollte der Triggerpegel so eingestellt werden, daß sich ein stehender Meßwert mit möglichst wenig Veränderungen auf dem Display einstellt.

Bei falscher Triggerpegel-einstellung können auf der Anzeige Meßwerte auftreten, die ein ganzzahliges Vielfaches der Meßfrequenz betragen.

Eingang 20 MHz bis 1,3 GHz

Dieser Eingang ist vor allem für Messungen im hochfrequenten Bereich vorgesehen. Er hat eine feste Eingangsempfindlichkeit von ca. 50 mVeff. Sein Eingangswiderstand beträgt 50 Ohm, damit beim Anschluß von Koaxialleitungen möglichst wenig Leitungsreflexionen auftreten. An diesen Eingang dürfen niemals Sendestufen direkt angeschlossen werden. Er ist für eine maximale Eingangs-

leistung von 50 mW ausgelegt. Sollen Sendestufen gemessen werden, so empfehlen wir den Anschluß einer Antenne am Meßeingang, die das Sendesignal empfängt.

Rechenbetrieb

Mit der Taste RECHNEN wird die rechnende Betriebsart ein- bzw. ausgeschaltet. Die zugehörige Led zeigt an, daß der Rechenbetrieb eingeschaltet ist. Im Rechenbetrieb wird die Konstante, die beim Programmieren eingegeben wurde, zu dem Meßergebnis hinzuaddiert.

Beispiel: Von einer Frequenz von 102 MHz sollen 10,7 MHz subtrahiert werden.
Im Programmierbetrieb wird die Konstante -10,7 E+6 eingegeben. Im Rechenbetrieb wird 91,3 MHz angezeigt, im Normalbetrieb 102,0 MHz.

Einstellen der Meßzeit

Die Meßzeit wird mit den Tasten MESSZEIT+ bzw. MESSZEIT- eingestellt. Nach dem Einschalten beträgt die Meßzeit 0,5 Sekunden. Eine kurze Betätigung einer der beiden Tasten zeigt die eingestellte Meßzeit in Sekunden an. Wird während dieser Meßzeitanzeige die Taste erneut gedrückt, so wird die Meßzeit entweder vergrößert (Taste MESSZEIT+) bzw. verkleinert (Taste MESSZEIT-). Es sind Meßzeiten von 0,1 Sekunde bis 10.000 Sekunden einstellbar.

Die tatsächliche Meßzeit hängt vom Eingangssignal ab. Ist die Periodendauer des Eingangssignals größer als die eingestellte Meßzeit, so beträgt die Meßzeit mindestens eine Periodendauer des Eingangssignals.

Messen Sie Frequenzen mit einer Genauigkeit von weniger als 6 Stellen, so können Sie immer eine Meßzeit von 0,1 Sekunde wählen.

Möchten Sie mehr als 6 Stellen Auflösung erreichen, so muß die Meßzeit für 7 Stellen 1 Sekunde und für 8 Stellen 10 Sekunden betragen. Siehe hierzu auch das Kapitel "Meßzeitbedingter Meßfehler".

Möchten Sie die Meßergebnisse mitschreiben, so sollten Sie die Meßzeit so groß wählen, daß sie zwischen den Messungen das Ergebnis in Ruhe aufschreiben können.

Programmierbetrieb

Im Programmierbetrieb wird eine Konstante eingegeben, die dann im Rechenbetrieb zum Meßergebnis addiert wird. Im Feld PROGRAMMIEREN wird der Programmiertrieb mit der Taste EIN/AUS ein- bzw. ausgeschaltet. Im Programmierbetrieb leuchtet die zugehörige Led.

Im Programmierbetrieb blinkt immer eine der Anzeigestellen des Displays. Durch Drücken der Taste STELLE wandert das Blinken um eine Stelle nach rechts. Wenn alle Stellen durch sind, blinkt das Komma. Nach zwölfmaligem Drücken dieser Taste wird wieder die Ursprungsposition erreicht.

Das Blinken zeigt an, daß der Wert der blinkenden Stelle durch die Taste WERT verändert werden kann.

Wird sie bei blinkendem Vorzeichen gedrückt, so wird das Vorzeichen abwechselnd ein- bzw. ausgeschaltet.

Die Ziffernstellen werden bei jedem Tastendruck von WERT um eins heraufgezählt. Das Komma wandert bei jedem Drücken vom WERT um eine Stelle nach links.

Mit den Tasten 455 kHz und 10,7 MHz im Feld Meßzeit können die beiden gängigsten ZF-Frequenzen von 455 kHz bzw. 10,7 MHz direkt eingegeben werden.

Das Vorzeichen der Mantisse bleibt dabei unverändert. Die Vorzeichen von Mantisse und Exponent blinken je nach Vorzeichen mit unterschiedlicher Intensität. Sind sie vorwiegend an, so ist das Vorzeichen negativ, sind sie vorwiegend aus, so ist es positiv. Die 8 Mantissenstellen und die Exponentenstelle können auf einen beliebigen Wert zwischen 0 und 9 gesetzt werden.

Soll das Komma verstellt werden, so leuchtet abwechselnd die aktuelle Kommaposition und alle anderen Kommata.

Beispiel: Es soll eine Frequenz von 1.234567 MHz vom Meßwert subtrahiert werden.

Drücken Sie die Taste PROGRAMMIEREN. Befinden Sie sich das erste Mal nach dem Einschalten in dieser Betriebsart, so erscheint in der Anzeige der Wert "-00000000.0". Das Vorzeichen der Mantisse blinkt. Da es vorwiegend eingeschaltet ist, ist das Vorzeichen negativ und muß nicht mehr verändert werden.

Drücken Sie die Taste STELLE. Das Vorzeichen hört auf zu blinken und leuchtet jetzt ständig. Dafür blinkt jetzt die "0" in der linken Stelle. Drücken Sie die Taste WERT einmal. Nun blinkt hier die Ziffer "1".

Drücken Sie erneut die Taste STELLE. Jetzt leuchtet die "1" in der linken Stelle ständig und die "0" in der zweiten Stelle von links blinkt. Drücken Sie jetzt zweimal die Taste WERT. In der zweiten Stelle erscheint jetzt die Ziffer "2".

Geben Sie so jetzt nacheinander die Werte "3", "4", "5", "6" und "7" ein. In der rechten Stelle verbleibt die "0".

Überspringen Sie das Exponentenvorzeichen und den Exponenten durch zweimaliges Drücken von STELLE.

Es blinkt jetzt abwechselnd das rechte Komma und alle anderen Kommas. D.h. das Komma steht in der rechten Stelle. Drücken Sie die Taste WERT einmal. Jetzt blinkt das zweite Komma von rechts. In der Anzeige steht jetzt "-1234567.0". Das ist der gewünschte Wert.

Verlassen Sie den Programmierbetrieb durch Drücken der Taste PROGRAMMIEREN. Die zugehörige Led erlischt. Schalten Sie den Rechenbetrieb mit der Taste RECHNEN ein. Wenn Sie jetzt ein Eingangssignal anlegen, so wird der zuvor eingegebene negative Wert zum Meßwert addiert.

Externe Zeitbasis

Bei Anwendungen mit extremer Genauigkeit, bei der die interne Zeitbasis nicht mehr ausreicht, kann diese gegen ein externes 10MHz-Signal ausgetauscht werden. Dazu ist lediglich auf der Geräterückseite an der Buchse EINGANG 10 MHz EXTERN ein 10MHz-Signal mit TTL-Pegel anzulegen. Die Umschaltung auf den externen Takt erfolgt automatisch. Sie wird auf der Frontplatte durch die Led 10 MHz EXTERN angezeigt.

An diesen Eingang kann z.B. eine DCF-77-Zeitbasis oder ein anderes Eichnormal angeschlossen werden.

Bedienbeispiele

In den folgenden Kapiteln wird die Bedienung des rechnenden Frequenzzählers FZ-1310 an jeweils einem Beispiel erläutert.

Nach dem Einschalten befindet sich der FZ-1310 in der Betriebsart Frequenzmessen. Die Meßzeit steht auf 0,5 Sekunden. Die Rechenkonstante ist "-00000000.0". Der Rechenbetrieb ist ausgeschaltet. Als Eingangskanal dient die rechte BNC-Buchse im Bereich 0 bis 20 MHz. Für die anschließenden Beispiele sollten die vier Schiebeschalter in folgenden Stellungen stehen: POS, DC, ODB, HF.

Frequenzmessen

Die Betriebsart Frequenzmessen erreichen Sie durch mehrmaliges Drücken der Taste WAHL im Feld BETRIEBSART. Leuchtet die Led FREQUENZ, so sind Sie im Frequenzmeßbetrieb.

Der FZ-1310 erwartet jetzt ein Eingangssignal. Solange keines anliegt, bleibt die Anzeige auf dem zuletzt gemessenen Wert stehen.