

1-GHz-Universalzähler FZ 1000 M



Mit dem für professionelle Anwendungen ausgelegten 1-GHz-Universalzähler FZ 1000 M möchten wir das ELV-Frequenzzählerangebot nach oben hin abrunden. Hier die technischen Daten in Kürze:

- Frequenzmessungen von DC bis über 1 GHz (typ. 1,3 GHz)
- Torzeiten: 10 ms, 100 ms, 1 s, 10 s
- Periodendauermessung von 0,5 μ s bis 10 s
- Periodenmittelung aus 10, 100 oder 1000 Perioden
- Ereigniszählung von DC bis 10 MHz
- 3 getrennte Vorverstärker für die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten
- quarzstabilisierter 10 MHz-Oszillator
- zusätzlich ist eine temperaturgeregelter Quarzzeitbasis zur Erzielung einer extremen Genauigkeit einsetzbar.

Mit freundlicher Unterstützung der Firma ok-elektronik

Allgemeines

Anhand der in Tabelle I aufgeführten technischen Daten, läßt sich die Leistungsfähigkeit des FZ 1000 M in ihren wesentlichen Zügen bereits gut erkennen. Um die vielfältigen Möglichkeiten, die dieser leistungsfähige Universalzähler bietet, jedoch voll ausschöpfen zu können, wollen wir im folgenden die Bedienung und die Funktion genauer betrachten.

Der FZ 1000 M verfügt über drei BNC-Meßeingänge. Zwei Meßeingänge (AC/DC 150 MHz) sind für Messungen von 0 Hz bis 150 MHz vorgesehen — wahlweise gleichspannungs- oder wechsellspannungsgekoppelt —, ein weiterer Meßeingang für einen HF-Vorteiler, der Frequenzen bis über 1 GHz (typisch 1,3 GHz) verarbeitet.

Über Druckschalter auf der Frontplatte können für die jeweilige Meßaufgabe drei Vorverstärker ausgewählt werden, für die Bereiche bis 10 MHz, 150 MHz und 1 GHz. Die Triggerschwelle des Meßsignals, auf die der Zähler anspricht, kann manuell mit einem Poti eingestellt werden oder mit Hilfe der Triggerautomatik auf größte Empfindlichkeit. Eine Kontroll-LED zeigt die gewählte Betriebsart an.

Frequenzmessungen können mit vier Torzeiten erfolgen: 10 ms, 100 ms, 1 s und 10 s. Damit erreicht der Zähler eine maximale Auflösung von 0,1 Hz bis 10 MHz Meßfrequenz bzw. 1 Hz bis 100 MHz Meßfre-

quenz. Besonders vorteilhaft ist die kurze Zykluszeit zwischen zwei Messungen, die bei allen Torzeiten lediglich 0,2 s beträgt. Das heißt, daß z. B. bei einer Torzeit von 1 s ein gesamter Meßzyklus nur 1,2 s lang dauert.

Abhängig von der Torzeit wird in der Anzeige der Dezimalpunkt automatisch gesetzt, so daß das Meßergebnis in kHz abgelesen werden kann. Im 1 GHz-Bereich erfolgt der besseren Übersichtlichkeit halber die Anzeige in MHz.

Periodendauermessungen sind direkt bis 2 MHz möglich, mit den Vorteilern von Vorverstärker II und III bis max. 400 MHz. Es können einzelne Perioden oder — gemittelt — 10, 100 und 1000 Perioden ausgemessen werden. Aufgrund der Mittelwertbildung ist das Auflösungsvermögen außerordentlich hoch und erreicht den Bereich von Nanosekunden. Der Dezimalpunkt wird stets so gesetzt, daß das Meßergebnis in μ s ablesbar ist.

In der Betriebsart Ereignismessung zählt der FZ 1000 M fortlaufend die anliegenden Eingangsimpulse. Beginn und Ende einer Messung erfolgen durch Ein- und Ausschalten des Vorverstärkers, Rücksetzung auf Null mittels der Resettaste.

Die Schaltung

Die Beschreibung der Schaltung besteht

aus drei Teilen, der Zähler- und Funktionssteuerung, den Vorverstärkern und dem Netzteil. Bild 1a zeigt den Zähler- und Steuerungsteil, in dessen Mittelpunkt der hochintegrierte Schaltkreis ICM 7226 B (IC 11) steht. Pin 40 dieses IC's stellt den Zähleringang dar, der Frequenzen bis 10 MHz (typ. 14 MHz) verarbeiten kann. Höhere Frequenzen müssen von den Vorverstärkern herabgeteilt und soweit verstärkt werden, daß sie mindestens TTL-Pegel aufweisen.

Neben den Steuerungsfunktionen enthält das Zähler-IC einen achtstufigen Zähler mit Zwischenspeicher und Siebensegmentdekoder und ist imstande, eine achtstellige LED-Anzeige ohne zusätzliche Treiber direkt anzusteuern. Eine interne Oszillatorschaltung erlaubt den unmittelbaren Anschluß des Zeitbasisquarzes (Pin 35, 36). Die Auswahl der Meßbereiche (Torzeiten bzw. Zyklen) erfolgt über Pin 21, die der Funktionen über Pin 4. Daneben steht noch ein „Control“-Eingang (Pin 1) zur Verfügung, mit dem verschiedene Sonderfunktionen angesprochen werden können.

Die Auswahl der verschiedenen Funktionen erfolgt in einem Multiplexverfahren, indem bestimmte Treiberausgänge für die LED-Anzeige (d0-d7) mit den genannten Steuerungseingängen verbunden werden. So befindet sich das IC z. B. im Modus

„Frequenzmessung“, wenn der Funktionseingang Pin 4 mit dem Treiberausgang d 0 (Pin 8) verbunden wird. Oder die Torzeit 1 s/100 Perioden wird z. B. dadurch eingeschaltet, daß der Bereichseingang Pin 21 mit d 2 (Pin 9) verbunden wird. Tabelle II gibt einen Überblick über die erforderlichen Verbindungen.

Tabelle II: Funktionsauswahl

Verbindung	mit Digit	Funktion
Funktions- eingang Pin 4	d 0 (Pin 8)	Frequenzmessung
	d 7 (Pin 16)	Periodenmessung
	d 3 (Pin 11)	Ereignismessung
Bereichs- eingang Pin 21	d 0 (Pin 8)	10 ms/1 Periode
	d 1 (Pin 10)	100 ms/10 Perioden
	d 2 (Pin 9)	1 s/100 Perioden
	d 3 (Pin 11)	10 s/1000 Perioden
Control- eingang Pin 1	d 7 (Pin 16)	Anzeigentest
	d 1 (Pin 10)	1 MHz-Select
	d 0 (Pin 8)	Externer Oszillator
	d 2 (Pin 9)	Externe Dezimalpunktsteuerung

Im Schaltbild sind die Digit- und Segmentleitungen nicht einzeln eingezeichnet, sondern als Busleitungen zusammengefaßt, um das Schaltbild übersichtlicher zu halten.

Die Funktionen und Bezeichnungen des Tastensatzes sind in Tabelle III noch einmal zusammengefaßt dargestellt.

Tabelle III: Schalterbezeichnungen

S =	Ein/Ausschalter
F =	Funktion Frequenzmessung
P =	Funktion Periodenmessung
E =	Funktion Ereignismessung
A =	Torzeit 1 s/ 100 Perioden
B =	Torzeit 10 s/1000 Perioden
C =	Torzeit 10 ms/ 1 Periode
D =	Torzeit 100 ms/ 10 Perioden
R =	Reset
X =	Vorverstärker I (10 MHz)
Y =	Vorverstärker II (150 MHz)
Z =	Vorverstärker III (1 GHz)

Wird der Schalter $F_{2/3}$ geschlossen, wird über R 39 Pin 4 des Haupt-IC's mit d 0 verbunden und damit die Frequenzmessung eingeschaltet. Entsprechend mit $P_{2/3}$ und $E_{2/3}$ die Periodendauermessung bzw. Ereigniszählung. Die Meßbereiche werden durch die Schalter $A_{2/3}$, $B_{2/3}$, $C_{2/3}$ und $D_{2/3}$ bestimmt.

Ein Anzeigentest läßt sich durchführen, wenn d 7 mit dem Control-Eingang Pin 1 verbunden wird. Dies geschieht durch gleichzeitiges Drücken der Funktionsschalter für Periode und Ereignis ($P_{10/11} + E_{4/5}$). Es müssen dann sämtliche Segmente der Anzeige und die rechten sieben Dezimalpunkte aufleuchten.

Mit den Funktionen „1 MHz Select“ und „Externer Oszillator“ (Tabelle II) hat es folgende Bewandnis: Vorverstärker II teilt die Meßfrequenz durch 16, Vorverstärker III durch 160. Dementsprechend müssen auch die Torzeiten um den Faktor 1,6 verlängert werden, um wieder zu einem dezimalen Teilungsfaktor zu kommen. Hierfür sind zwei Schritte erforderlich. Zum einen muß die 10 MHz-Oszillatorfrequenz durch 16 geteilt werden (IC 10), zum anderen muß

Tabelle I: Technische Daten

Versorgungsspannung	: 220 V, $\pm 10\%$, 50 Hz
Zeitbasis	: 10 MHz Quarzoszillator
Toleranz	: ohne Thermostat : 10×10^{-6} mit Thermostat : typ. 5×10^{-8}
Meßfehler	: $\pm (1 \text{ Digit} + \text{Zeitbasisfehler} + \text{Triggerfehler})$
Frequenzbereiche	: DC — 10 MHz, max. Auflösung 0,1 Hz 1 kHz — 150 MHz, max. Auflösung 1 Hz 30 MHz — 1,2 GHz, max. Auflösung 10 Hz
Empfindlichkeit	: VV 1: typ. 30 mV _{eff} VV 2: typ. 30 mV _{eff} VV 3: typ. 10–20 mV _{eff}
Periodendauer- meßbereiche	: 0,5 μ s — 10 s 1, 10, 100 oder 1000 Perioden
Ereigniszählung	: DC — 10 MHz
Torzeiten	: 10 ms, 100 ms, 1 s, 10 s
Eingangsimpedanz	: AC/DC-Eingang: 1 M Ω /25 pF HF-Eingang : 50 Ω
Überlastschutz	: AC/DC-Eingang: 250 V _{eff} , abfallend auf 10 V _{eff} oberhalb 10 MHz HF-Eingang : 5 V _{eff}
Abmessungen	: 233 mm x 72 mm x 230 mm (B x H x T)
Gewicht	: ca. 1640 g

dem Haupt-IC „mitgeteilt“ werden, daß es jetzt nicht mehr den 10 MHz-Takt, sondern den externen Takt an Pin 33 verwenden soll. Das ist wichtig, da unter anderem die von der Taktfrequenz abhängige Multiplexfrequenz für die LED-Anzeige angepaßt werden muß.

Entsprechend Tabelle II werden deshalb d 0 und d 1 mit dem Control-Eingang verbunden. Da sich durch den geänderten Takt die Stellung der Dezimalpunkte verschiebt, muß außerdem d 2 mit dem Control-Eingang verbunden werden, um auf externe Dezimalpunktsteuerung umzuschalten. Wie aus dem Schaltbild ersichtlich, sind diese Funktionen immer dann eingeschaltet, wenn entweder Vorverstärker II ($Y_{2/3}$) oder Vorverstärker III ($Z_{2/3}$) eingeschaltet ist und außerdem entweder Frequenzen ($F_{7/8}$) oder Perioden ($P_{5/6}$) gemessen werden. Die drei Dioden D 9, D 10 und D 11 dienen dabei zur Entkoppelung der Digitleitungen.

Die externe Dezimalpunktsteuerung erfolgt je nach eingeschaltetem Vorverstärker über die Schalter $A_{5/6}$ bis $D_{5/6}$ bzw. $A_{7/8}$ bis $D_{7/8}$. Es leuchtet jeweils der Dezimalpunkt, dessen Digitleitung mit Pin 20 des Haupt-IC's verbunden ist.

Im Falle eines Überlaufes werden von IC 11 die Leitungen d. p und d 7 eingeschaltet. Die Transistoren T 3 und T 4 haben lediglich die Aufgabe, die Helligkeit der Over-range-Led zu erhöhen.

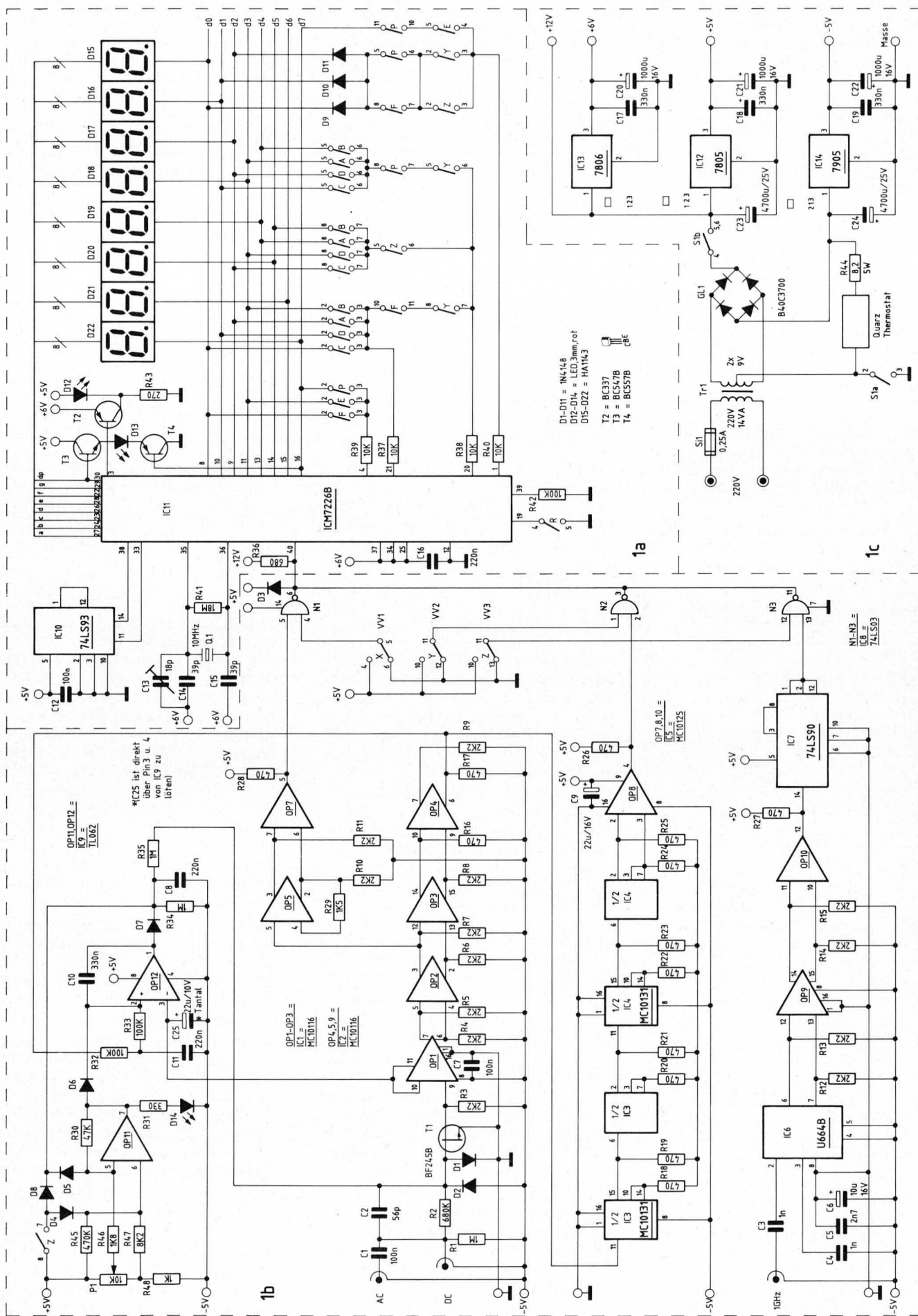
Am Anschluß 3 des IC's liegen in invertierter Form die Torzeitsignale, mit denen über Transistor T 2 die Gate-LED geschaltet wird.

Bild 1b zeigt die Schaltung der Vorverstärker und der Triggerpunkteinstellung. Die Meßfrequenzen für Vorverstärker I und II gelangen über die beiden AC/DC-Eingangsbuchsen auf den Impedanzwandler T 1. Diese beiden Eingänge sind hochohmig — ca. 1 M Ω Eingangsimpedanz — und aufgrund der beiden Schutzdioden D 1 und D 2 mindestens netzspannungsfest. Am Sourceanschluß des FETs steht das Signal niederohmig zur Verfügung. Für die folgende Verstärkung werden integrierte Differenzverstärker in ECL-Technik eingesetzt.

Diese IC's (IC 1 + 2, MC 10116) benötigen eine negative Versorgungsspannung (–5 V) und weisen eine hohe Grenzfrequenz bis zu 200 MHz auf. Es sind jeweils zwei Ausgänge herausgeführt, die sich stets in Gegenphase befinden.

Nach der zweiten Verstärkerstufe teilt sich der Signalweg. Im oberen Zweig — Vorverstärker I, bis 10 MHz — folgt eine mit R 29 rückgekoppelte Verstärkerstufe, im 150 MHz-Zweig folgen zwei weitere Differenzverstärker (Signalausgang: Pin 6, IC 2). Anschließend wird die Meßfrequenz von Vorverstärker II von vier Flipflops durch 16 geteilt. Auch hier handelt es sich wieder um ECL-Typen (MC 10131, IC 3, 4).

Der Spannungshub am Ausgang von ECL-IC's beträgt lediglich ca. 800 mV. Um den erforderlichen TTL-Pegel zu erhalten, folgen deshalb allen Vorverstärkern Pegelwandler des Typs MC 10125 (IC 5). Pin 5 liefert den TTL-Ausgangspegel von Vorverstärker I, Pin 4 den von Vorverstärker II.



Schaltbild des 1 GHz-Universalzählers FZ 1000 M

Die Eingangsstufe des dritten Vorverstärkers ist mit einem HF-Vorteiler des Typs U 664 B (IC 6) aufgebaut, der eine ausgezeichnete Eingangsempfindlichkeit aufweist. Die Grenzfrequenz beträgt typisch 1,3 GHz. Auf eine Schutzschaltung am Eingang wurde verzichtet, es dürfen deshalb keine höheren Spannungen als 5 Volt angelegt werden. IC 6 teilt die Eingangsfrequenz durch 64, die anschließend noch von einem Differenzverstärker (IC 2) weiterverstärkt wird und dann von dem Pegelwandler MC 10125 auf TTL-Pegel gebracht wird.

IC 7 (74LS90) ist als 2:5 Teiler geschaltet. Da IC 6 die Meßfrequenz bereits durch 64 teilt, beträgt der Gesamtteilungsfaktor am Ausgang von IC 7 (Pin 2) $1/64 \times 2/5 = 1/160$. Trotz dieses „krummen“ Teilungsfaktors ergibt sich eine korrekte, dezimale Anzeige, da — wie bereits erwähnt — auch die Torzeit um den Faktor 1,6 gestreckt wird, wenn Vorverstärker II oder III eingeschaltet ist.

Mit Hilfe dreier Nand-Gatter (IC 8) und den drei Schaltern X, Y und Z wird der gewünschte Vorverstärker auf den Zählereingang geschaltet. Der Pull-up-Widerstand R 36 an den offenen Kollektorausgängen der Nand-Gatter wurde nicht wie üblich auf + 5 V gelegt, sondern auf + 12 V. Diode D 3 begrenzt den Spannungspegel auf ca. 5 V. Auf diese Weise wird der TTL-Pegel stärker auf Pluspotential gezogen, was sich positiv auf die Grenzfrequenz des Hauptzähler-IC's auswirkt.

Die Triggerpunkteinstellung, die mit zwei Operationsverstärkern aufgebaut ist (IC 9), wirkt nur auf Vorverstärker I und II. Zunächst soll die automatische Triggerpunkteinstellung besprochen werden, die immer dann eingeschaltet ist, wenn Poti P 1 am linken Anschlag liegt. Die erste Verstärkerstufe, die beiden Vorverstärkern gemeinsam ist, erreicht immer dann ihren empfindlichsten Punkt, wenn ihre beiden Eingänge (Pin 9 + 10, IC 1) denselben Gleichspannungspegel aufweisen. Dieser Punkt ist nicht stabil, so daß bei fehlendem Eingangssignal (offener Eingang) und eingeschalteter Automatik der Vorverstärker schwingt, da die Automatik keinen Ansatzpunkt findet. Eingang 10 von IC 1 ist mit Anschluß 11 verbunden, der eine stabilisierte Spannung liefert. Dennoch wird diese Spannung auch in die Regelung mit einbezogen, da sie aufgrund thermischer Einflüsse geringfügig schwankt. Die eigentliche Regelung erfolgt in der Weise, daß der Operationsverstärker IC 9 über D 7 und R 35 die Vorspannung des Gateanschlusses von T 1 verschiebt. Der Sourceanschluß folgt dieser Spannung und bestimmt dadurch den Gleichspannungspegel an Pin 9 von IC 1.

Die Rückkoppelung des Regelkreises arbeitet wie folgt: Die Ausgangsfrequenz der vierten Verstärkerstufe (Pin 6, IC 2) wird mit R 32 und C 11 integriert und dem invertierenden Eingang von IC 9, Pin 2 zugeführt. Der OP vergleicht fortwährend diese Spannung mit der Spannung von Anschluß 10 des ersten Verstärkers und regelt die Gatespannung von T 1 solange nach, bis beide Eingänge denselben Pegel aufweisen.



Ansicht des 1 GHz-Universalzählers FZ 1000 M

Der Regelkreis arbeitet selbst bei sehr langsamen Frequenzen von ca. einem Hertz noch einwandfrei. Bei noch kleineren Frequenzen sollte auf Handtriggerung umgeschaltet werden, da dann das Integrationsglied R 32/C 11 nicht mehr ausreichend integriert.

Die manuelle Triggerung setzt ein, sobald Potentiometer P 1 betätigt wird. Eingang 5 von IC 9 wird dadurch positiver als Eingang 6 und der Ausgang des OP's springt auf Pluspotential und schaltet die Kontroll-LED D 14 ein (= Handtriggerung). Gleichzeitig wird Diode D 6 leitend und legt den Ausgang Pin 1 des zweiten OP's auf Minuspotential. Dadurch sperrt D 7 und die automatische Triggerung ist ausgeschaltet. Die Gatespannung von T 1 und damit die Triggerschwelle kann jetzt mit P 1 über R 46, D 5 und R 35 eingestellt werden.

Wenn Vorverstärker III eingeschaltet ist, ist der Schalter $Z_{1/8}$ geschlossen, der über D 8 und R 35 T 1 sperrt, d. h. Vorverstärker I und II sind außer Betrieb.

Das Netzteil ist mit den bekannten Spannungsreglern der Reihe 78.../79... aufgebaut (Bild 1c). Die negative Spannung -5 Volt wird für die ECL-IC's benötigt, die übrige Schaltung wird mit + 5 Volt versorgt. + 5 Volt würden eigentlich auch für das Haupt-IC ICM 7226 genügen. Um jedoch eine größere Helligkeit der Anzeigen zu erreichen, wurde für dieses IC eine eigene Spannungsversorgung mit + 6 Volt vorgesehen. Die unstabilisierte + 12 Volt Spannung ist lediglich mit R 36 verbunden (siehe Beschreibung Vorverstärker).

Wie aus dem Schaltbild ersichtlich, wird mit dem Ein/Ausschalter S lediglich die Elektronik sekundärseitig aus- und eingeschaltet. Der Transformator liegt stets am Netz. Dies hat seinen Grund darin, daß der als Option lieferbare Quarzthermostat ständig eingeschaltet bleiben soll. Häufiges Aufheizen und Abkühlen erhöht die Alterungsrate des Zeitbasisquarzes. Zudem benötigt der Thermostat mehrere Minuten, um seine Betriebstemperatur zu erreichen.

Sofern der Thermostat eingebaut ist, sollte deshalb der Zähler nur dann vom Netz getrennt werden, wenn er mehrere Tage oder länger nicht benötigt wird. Der Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb ist minimal und liegt bei ein bis zwei Watt.

Aufbau der Schaltung

Da mehrere IC's ohne Fassungen eingebaut werden müssen, ist es zweckmäßig, zuerst das Netzteil aufzubauen und die Spannungen zu überprüfen. Die Anschlüsse der Spannungsregler werden so abgebogen, daß sie mittig durch die Bohrungen der Kühlkörper passen. Erst nach dem Festschrauben auf der Platine werden die Anschlüsse verlötet, wobei darauf zu achten ist, daß die Beinchen nirgendwo die Kühlkörper berühren.

Der Transformator wird nach dem Einsetzen auf der Rückseite mit vier Schrauben festgeschraubt, erst dann werden die Anschlüsse verlötet.

Im Bereich der Vorverstärker sind alle Bauelemente so flach wie möglich zu bestücken. Alle ECL-IC's werden unbedingt ohne Sockel eingebaut: MC 10116, 10125, 10131 und U 664 B. Für Anschluß 2 des U 664 B ist keine Bohrung auf der Platine vorhanden. Dieser Anschluß wird vorsichtig hochgebogen und etwas gekürzt. Kondensator C 3 wird freischwebend und so kurz wie möglich an diesen Pin angelötet und später mit der BNC-Buchse verbunden.

Für die beiden anderen BNC-Anschlüsse werden zwei 1,3 mm Lötnägel auf die Hauptplatine gelötet. Kondensator C 1 wird ebenfalls in freier Verdrahtung an die Lötnägel angelötet.

Der Tastensatz wird von der Rückseite der Platine bestückt. Die Schiene soll nicht flach auf der Platine aufliegen, sondern ca. 0,5 mm Abstand haben.

Anschließend können die vier 20 mm Abstandsbolzen — mit denen später die Schaltung im Gehäuse befestigt wird — von der

Unterseite her in die Platine eingesetzt und mit M3-Muttern festgeschraubt werden. Die Muttern müssen mit der Platine verlötet werden, damit sie sich später nicht unbeabsichtigt lösen. Danach die Abstandsbolzen wieder heraus-schrauben.

Bei der Bestückung der Anzeigenplatine ist zu beachten, daß für die acht LED-Anzeigen zwei DIL 40 Fassungen als Sockel vorgesehen sind. Von den beiden Leuchtdioden wird zunächst nur je ein Anschluß angelötet, damit später eine exakte Ausrichtung auf die Frontplatte leichter möglich ist.

Die Anzeigenplatine wird im rechten Winkel auf die Hauptplatine gesetzt und von beiden Seiten an allen vorgesehenen Punkten festgelötet. Sie soll dabei so weit nach vorn geschoben werden, daß die Oberfläche der Siebensegmentanzeigen in einer Ebene mit den Enden der Tastenkappen liegt (bei ungedrückten Schaltern).

Auf der Buchsenplatine werden als erstes die drei BNC-Buchsen festgeschraubt. Die Anschlüsse des Potentiometers werden nach dem Festschrauben nach unten gebogen und stumpf mit der Platine verlötet. Die Leuchtdiode wird bis ca. zur Hälfte in die vorgesehene Bohrung geschoben, die Anschlüsse werden umgebogen und mit der Platine verlötet.

Mit der Hauptplatine wird die Buchsenplatine wie folgt verbunden: Die Buchsenplatine wird im rechten Winkel so auf die Hauptplatine gesetzt, daß die Teflonisolierung der BNC-Buchsen plan auf der Hauptplatine aufliegt. Die rückwärtigen BNC-Anschlüsse stoßen dabei von rechts gegen die beiden Lötnägel. Kontrolle: Die vier auf der Unterseite miteinander zu verlötenden Leiterbahnen müssen passend übereinander liegen.

Nachdem die BNC-Anschlüsse an die beiden Lötnägel angelötet wurden, wird noch einmal der korrekte Sitz der Platine überprüft und versuchsweise die Frontplatte aufgesetzt. Wenn alles paßt, werden die schon erwähnten vier Leiterbahnen auf der Unterseite miteinander verlötet und Kondensator C 3 mit der HF-Buchse verbunden.

Abschließend sind alle Masseflächen zwischen Haupt- und Buchsenplatine auf beiden Seiten mit einem kräftigen LötKolben zusammenzulöten. Hier darf nicht mit Löt-zinn gespart werden. Die Verbindung muß stabil sein, da die Buchsen starken Zug- und Druckbelastungen standhalten müssen.

Inbetriebnahme und Abgleich

Beim Hantieren mit dem offenen Gerät wird dringend empfohlen, einen Trenntrafo zum Netz zu benutzen und darüber hinaus größte Aufmerksamkeit walten zu lassen, da im hinteren Teil der Platine netzspannungsführende Leiterbahnen liegen. Zu leicht kommt es vor, daß man die Schaltung am Trafo ergreifen will und dabei z. B. die spannungsführende Sicherung berührt. Am besten ist es, die Schaltung bei Versuchen gar nicht aus dem Netz, sondern aus einem separaten Doppelnetzteil zu speisen (z. B. ± 9 Volt DC). Die separaten Spannungen

lassen sich sehr bequem an den Siebelkos anklammern.

Sofern keine Löt- oder Bestückungsfehler vorliegen, müßte der Zähler nach dem Einschalten sofort betriebsbereit sein. Als erstes kann ein Anzeigentest durchgeführt werden: Taste „PER AVG“ (Period Average) und Taste „EV“ (Event) gleichzeitig drücken, es müssen alle Segmente und sieben Dezimalpunkte aufleuchten. Sofern dies in Ordnung ist, können die einzelnen Meßarten und -bereiche geprüft werden.

Die Leuchtdiode der Triggerpegel-einstellung muß aufleuchten, wenn das Poti nach rechts gedreht wird (Vorverstärker I oder II eingeschaltet) und verlöschen, wenn das Poti am linken Anschlag liegt.

Der Abgleich des Zählers beschränkt sich auf die Einstellung der Zeitbasis. Ohne Abgleich beträgt der Meßfehler ca. 20–50 ppm, d. h. ca. 20 bis 50 Hz bei einer Meßfrequenz von 1 MHz. Um den Abgleich durchzuführen, d. h. den Kondensatortrimmer C 13 einzustellen, wird ein Zeitnormal (z. B. Droitwich-Empfänger) oder ein entsprechend genauer Vergleichszähler benötigt.

Eine wesentliche Steigerung der Meßgenauigkeit und Stabilität um ein bis zwei Zehnerpotenzen läßt sich durch Einsatz des zusätzlich lieferbaren Quarzthermostaten erzielen. Der Thermostat hält den eingebauten Quarz beständig auf einer Temperatur von 70 Grad Celsius mit einer Regelgenauigkeit von besser als $\pm 0,1$ Grad Celsius. Dies verbessert die Stabilität der Quarzfrequenz auf typisch 0,05 ppm (5×10^{-8}). Wenn der Thermostat eingesetzt wird, entfällt natürlich der freistehende Quarz.

Einbau ins Gehäuse

Das Gehäuse ist mechanisch komplett bearbeitet und wird vormontiert geliefert. Die beiden Seitenteile sind fest mit dem Ober- teil des Gehäuses zu verschrauben, da diese Schrauben nach Einsetzen der Schaltung nicht mehr zugänglich sind.

Anschließend wird die Durchführung in die Gehäuserückwand eingesetzt, das Netzkabel hindurchgezogen und mit den Anreihklemmen verbunden. Das Netzkabel wird dabei durch die beiden großen Platinenbohrungen gezogen (Zugentlastung).

Nach der Montage des Tragegriffs wird die Schaltung ohne Abstandsbolzen und ohne Frontplatte von vorn in das Gehäuse eingeschoben. Danach wird die Frontplatte aufgesetzt und zuerst auf der Seite des Ein/Ausschalters in die Gehäusenut eingeführt. Die Schaltung wird jetzt etwas angehoben und das Seitenteil auf der Buchsenseite etwas zur Seite gebogen, so daß auch hier die Frontplatte in die Nut geschoben werden kann.

Anschließend werden die Abstandsbolzen eingeschraubt, festgezogen und die Rückwand eingesetzt. Das Bodenteil muß seitlich richtig eingesetzt werden (auf die Zapfen in den vier Ecken achten). Die Verschraubung erfolgt zusammen mit den Gehäusefüßen. Sollten die Schrauben nicht fassen, kann die Platine durch die Lüftungsschlitze etwas angehoben werden.

Stückliste FZ 1000 M

Metallfilmwiderstände 1 %:

R1	.....	1 M
R2	.....	680 k
R3-R15	.....	2,2 k
R16-R28	.....	470 Ω
R29	.....	1,5 k
R30	.....	47 k
R31	.....	330 Ω
R32, R33	.....	100 k
R34, R35	.....	1 M
R36	.....	680 Ω
R37-R40	.....	10 k
R41	.....	18 M Kohle 5 %
R42	.....	100 k
R43	.....	270 Ω
R44	.....	8,2 Ω Draht, 5 W, 10 %
R45	.....	470 k
R46	.....	1,8 k
R47	.....	8,2 k
R48	.....	1 k
PI	.....	Poti 10 k log, 4 mm Achse

Kondensatoren:

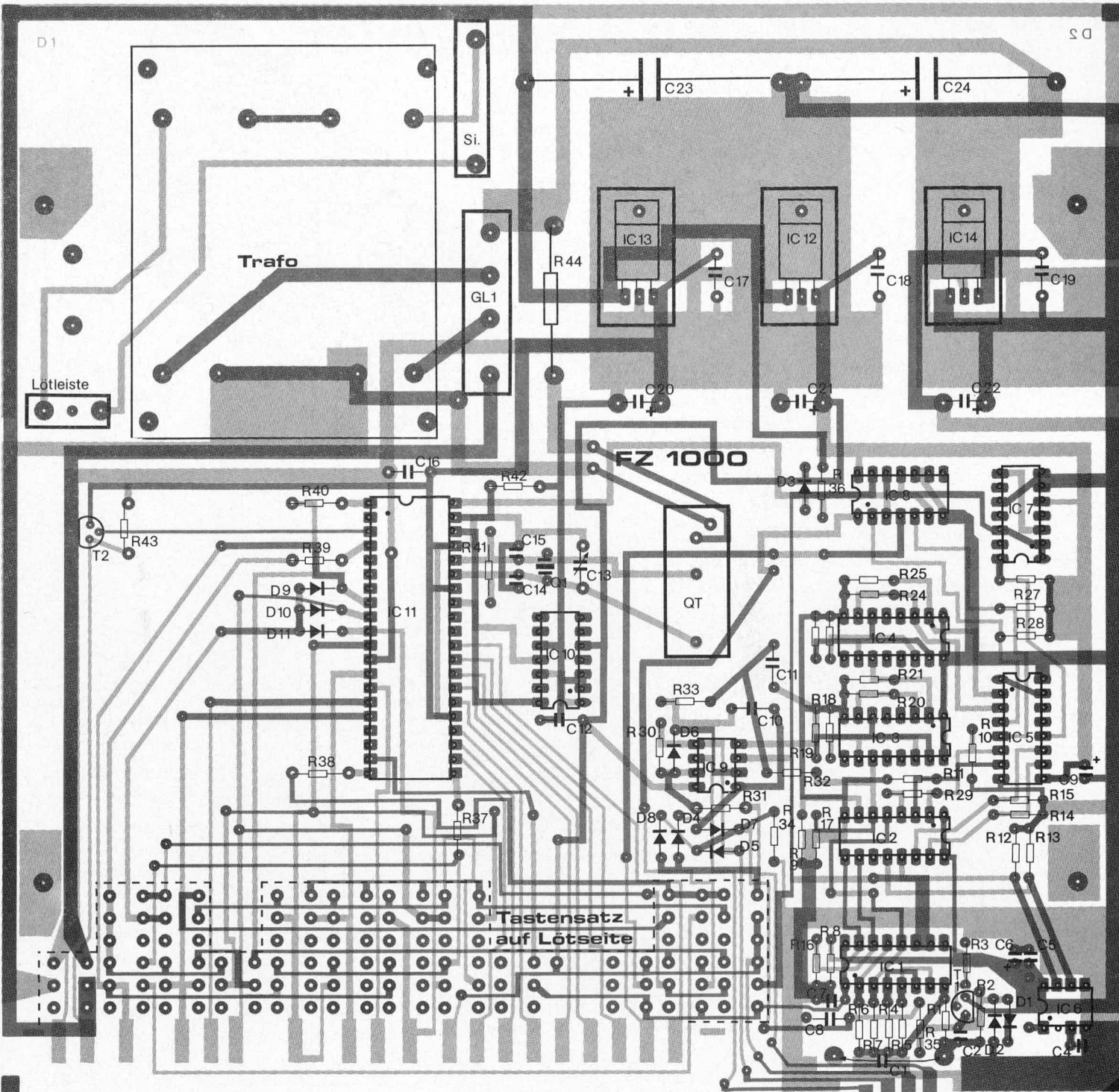
C1	.....	100 nF ker.
C2	.....	56 pF ker.
C3, C4	.....	1 nF ker.
C5	.....	2,7 nF ker.
C6	.....	10 μ F 16 V
C7	.....	100 nF ker.
C8	.....	220 nF
C9	.....	22 μ F 16 V
C10	.....	330 nF
C11	.....	220 nF
C12	.....	100 nF ker.
C13	.....	18 pF Trimmer
C14, C15	.....	39 pF ker.
C16	.....	220 nF
C17-C19	.....	330 nF
C20-C22	.....	1000 μ F 16 V radial
C23, C24	.....	4700 μ F 25 V axial
C24	.....	22 μ F/10 V Tantal

Halbleiter:

D1-D11	.....	1 N 4148
D12-D14	.....	LED 3 mm rot
D15-D22	.....	HA 1143 Anzeige
GL1	.....	B 40 C 3700
T1	.....	BF 245 B
T2	.....	BC 337
T3	.....	BC 547 B
T4	.....	BC 557 B
IC1, IC2	.....	MC 10116
IC3, IC4	.....	MC 10131
IC5	.....	MC 10125
IC6	.....	U 664 B
IC7	.....	74 LS 90
IC8	.....	74 LS 03
IC9	.....	TL 062
IC10	.....	74 LS 93
IC11	.....	ICM 7226 B
IC12	.....	7805
IC13	.....	7806
IC14	.....	7905

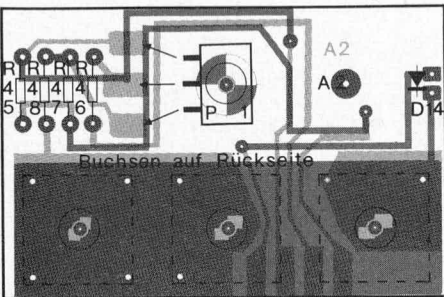
Mechanikteile:

3 UG 290 U BNC-Flanschbuchsen
62,5 x 3 mm Zyl. Kopschrauben
1 Anreihklemme 3polig
2 Lötnägel 1,3 mm
1 DIL 8 IC-Fassung
3 DIL 14 IC-Fassungen
3 DIL 40 IC-Fassungen
1 FZ 1000 M Schaltersatz
1 Knopf 10 mm schwarz
1 Knopfdeckel 10 mm rot
1 Pfeilscheibe 10 mm rot
1 10 MHz Quarz HC 18/U oder alternativ
1 VQ 71-10 MHz SP Quarzthermostat
1 Sicherungshalter
1 Sicherung 0,25 A flink
1 Flachtrafo 14 VA 2 x 9 Volt
4 Trafoschrauben 3 x 7 mm selbstschneidend
3 Kühlwinkel TO 220
3 Kühlwinkelschrauben 3 x 10 mm, Zyl.-Kopf
1 Europasnur zweiadrig
1 FZ 1000 M Platinensatz 3teilig
1 FZ 1000 M Frontplatte
1 FZ 1000 M Rückwand
1 6 mm Kabeldurchführung
4 Abstandsbolzen 3 x 20 mm
1 Gehäuse mit Griff
4 Seitenteilschrauben 3 x 12 mm mit U-Scheiben
2 Griffschrauben 4 x 10 mm mit U-Scheiben
4 Gehäusefüße
4 Gehäuseschrauben 3 x 16 mm
7 Muttern M3



oben: Bestückungsplan der Basisplatte des 1 GHz-Universalzählers FZ 1000 M. Es handelt sich um eine doppelseitig-durchkontaktierte Leiterplatte. Die auf der Bestückungsseite befindlichen Leiterbahnen sind in hellgrau abgedruckt, während die Leiterbahnen auf der Platineunterseite in dunkelgrau abgedruckt sind

unten: Bestückungsseite der Vorverstärkerplatte



unten: Bestückungsseite der Anzeigenplatte des 1 GHz-Universalzählers FZ 1000 M

