

10 MHz-Taschenfrequenzzähler

FZ 10 M

mit 6-stelliger
LCD-Anzeige
für Batteriebetrieb



Ausgerüstet mit einer 6-stelligen LCD-Anzeige, zwei Meßbereichen (1 MHz und 10 MHz) sowie eingebautem hochwertigem Vorverstärker stellt dieser, in einem ansprechenden handlichen Gehäuse eingebaute Frequenzzähler eine echte Bereicherung jeden Hobby- und Service-labors dar.

Zur Schaltung

Die Versorgungsspannung der Gesamtschaltung beträgt 9 V. Lediglich der Vorverstärker benötigt eine stabilisierte Spannung von 5 V, die von dem Festspannungsregler IC 9 des Typs 78L05 erzeugt wird. Der daneben gestrichelt eingezeichnete Kondensator Cx ist auf der Platine nicht vorgesehen. Nur wenn der 78L05 zu Schwingungen neigen sollte, kann man diesen Kondensator (ca. 100 nF) an Pin 1 und 2 des IC's anlöten. Dies ist normalerweise jedoch nicht erforderlich.

Um das Meßsignal möglichst wenig zu belasten, ist der Eingang des Vorverstärkers hochohmig ausgelegt (Eingangsimpedanz 1 M Ω). Als Impedanzwandler findet der bekannte FET E 310 Verwendung, an dessen Sourceanschluß das Eingangssignal — noch nicht verstärkt, aber niederohmig — zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht. Die beiden Dioden D 3 und D 4 schützen das Gate des FET's vor zu hohen Eingangsspannungen.

Für die eigentliche Verstärkung sorgen der schnelle Schalttransistor 2N 5179 (T 2) und das Schmitt-Trigger-Gatter vom Typ 74LS13. Die Arbeitsweise von T 2 kann man sich folgendermaßen vorstellen: Ohne Eingangssignal fließt über R 13 und R 14 ein positiver Strom in die Basis von T 2, der damit zu leiten beginnt. Dadurch wird der Kollektor gegen Massepotential gezogen, wodurch sich gleichzeitig auch der Basisstrom durch R 14 verringert und T 2 beginnt wieder zu sperren. Auf diese Weise stellt sich ein Schwebestrom ein, der T 2 auf einem sehr empfindlichen Arbeitspunkt hält, so daß schon kleine Eingangssignale ausreichen, um T 2 über C 6 anzusteuern. Bei einer Frequenz von 10 MHz beträgt die Amplitude am Kollektor von T 2 immerhin noch ca. 1 V. Dies genügt, um das nachfolgende Gatter sicher zu triggern.

Da die nachfolgenden CMOS-Bausteine mit 9 Volt Spannung betrieben werden, ist jetzt noch eine Pegelanpassung des TTL-Ausgangssignals (Pin 6, IC 10) erforderlich. Diese Aufgabe übernehmen der Tantal C 7 und die beiden Widerstände R 17 und R 18.

Die zu messende Frequenz könnte nun unmittelbar auf die Zählerstufen geleitet werden. Leider weisen die BCD-Zähler vom Typ 4518 nur eine Grenzfrequenz von ca. 6–7 MHz (bei 9 Volt Versorgungsspannung) auf. Da der Frequenzbereich jedoch mindestens bis 10 MHz reichen sollte — auch im Hinblick auf eventuell später anzuschließende Vorverteiler bis 1 GHz — wurde den Zählern ein „schnelles“ Flipflop (4027, IC 5) vorgeschaltet. Die Grenzfrequenz des Zählers erhöht sich dadurch auf typisch 12–14 MHz.

Da die Meßfrequenz durch das Flipflop halbiert wird, muß die Torzeit verdoppelt werden, um das richtige Ergebnis auf dem Display anzuzeigen. Dementsprechend weist der FZ 10 M die beiden Torzeiten 0,2 s und 2 s auf. Der Gesamtzyklus einer Messung beträgt dabei 0,25 bzw. 2,5 s und ist damit nur unwesentlich länger als der Meßzyklus von Zählern, die mit 1 Hz Torzeit arbeiten, aber üblicherweise 1 s „Totzeit“ aufweisen, also auch auf eine Zykluszeit von 2 s kommen (entsprechendes gilt für Meßbereich II).

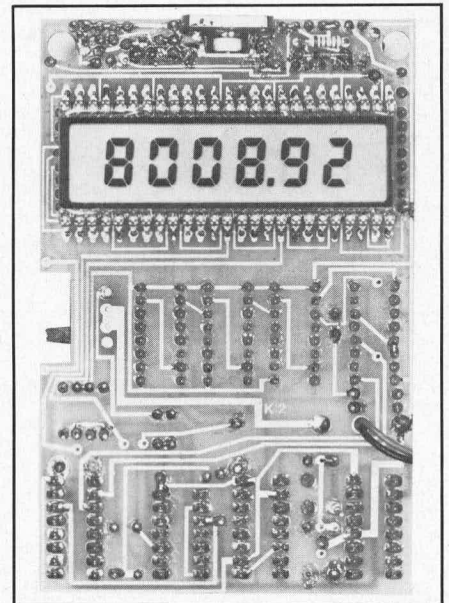
Der eigentliche, sechsstellige Zähler ist mit drei IC's vom bekannten Typ 4518 aufgebaut (IC 6, 7 und 8), die aus jeweils zwei BCD-Zählern bestehen.

Als Dekodierer wird das CMOS-IC 4056 eingesetzt (IC 11–16), das noch relativ unbekannt und leider auch nicht ganz billig ist, dafür aber einiges leistet. Es enthält eine Speicherstufe mit Latchanschluß, um den Zählerstand während der Messung zwischenspeichern zu können, einen Sieben-segment-Dekoder und schließlich Treiberausgänge, die unmittelbar an LCD-Anzeigen angeschlossen werden können.

Damit Dekoder und LCD-Anzeige synchron zusammenarbeiten, sind alle CD 4056 mit dem Hauptanschluß der LCD-Anzeige „Backplane“ verbunden, der mit einer Frequenz von 40 Hz betrieben wird. Ein Segment leuchtet immer dann, wenn der entsprechende Treiberausgang gegenphasig zu Backplane ist. Bei Gleichphasigkeit zwischen Backplane und Segmentanschluß leuchtet das Segment nicht.

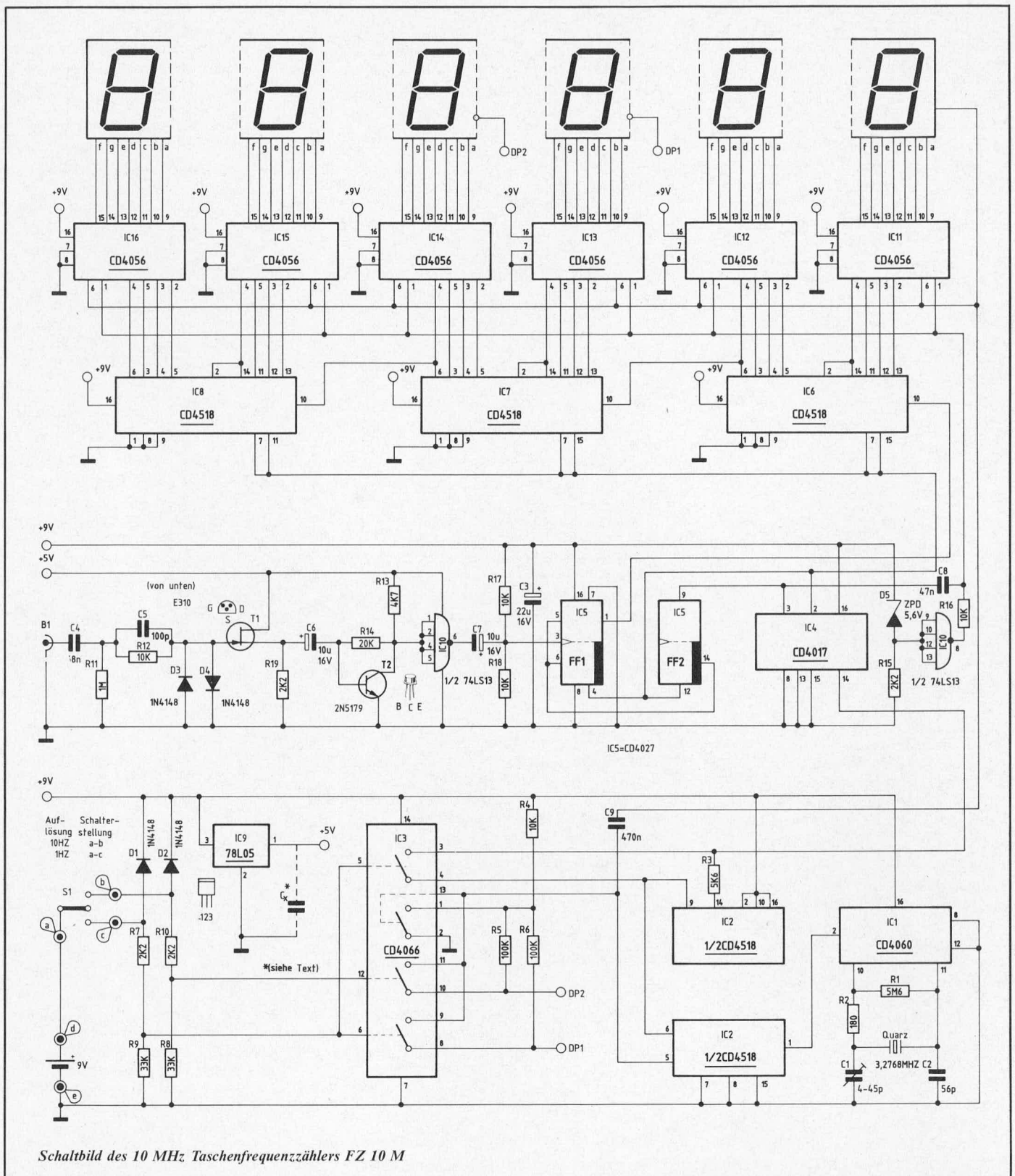
Technische Daten:

Frequenzbereich:	10 Hz–10 MHz
Auflösung:	Bereich 1: 1 Hz Bereich 2: 10 Hz
Eingangsimpedanz:	1 M Ω , FET-Eing.
Empfindlichkeit:	ca. 25 mV _{eff}
Quarzeitbasis:	3,2768 MHz
Toleranz:	20 ppm
Stromversorgung:	9 V-Transistorbatt.
Gehäuseabmessung:	150 x 80 x 30 mm



Bekanntlich müssen LCD-Anzeigen mit Wechselspannung betrieben werden, da bei Gleichspannungsbetrieb die Segmente nach ein bis zwei Minuten „einzubrennen“ beginnen und die Anzeige unbrauchbar wird. Deshalb muß beim ersten Einschalten des aufgebauten Zählers unbedingt überprüft werden, ob die 40 Hz-Backplänefrequenz vorhanden ist, d. h. ob die Quarzeitbasis tatsächlich schwingt. Wenn kein Oszilloskop oder Frequenzzähler zur Verfügung steht, kann Pin 14 von IC 2 überprüfen, an dem eine Frequenz von 4 Hz vorhanden sein muß, die sich auch noch gut auf einem Zeigerinstrument ablesen läßt.

Die Quarzeitbasis ist mit IC 1 (4060) auf-



gebaut. Dieses IC enthält einen 14stufigen Binärteiler und eine Oszillatorschaltung, an die leicht ein Quarz angeschlossen werden kann.

Die Quarzfrequenz beträgt 3,2768 MHz und kann mit Trimmer C 1 geringfügig beeinflusst werden. Anschluß 2 von IC 1 gibt eine Frequenz von 400 Hz ab, die anschließend von IC 2 (4518) durch 10 und durch 100 geteilt wird. Auf diese Weise wird die 40-Hz-Backplanefrequenz (Pin 5) erzeugt, sowie die beiden Frequenzen 4 Hz (Pin 14) und 40 Hz (Pin 9), die für die Steuerimpulse des Zählers benötigt werden.

Die beiden Meßbereiche des Zählers werden mit Hilfe von Schalter S 1 umgeschaltet. Gleichzeitig dient dieser Schalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes und zum Umschalten der beiden Dezimalpunkte DP 1 und DP 2. In Mittelstellung ist der Zähler ausgeschaltet. In den beiden anderen Stellungen wird das Gerät über eine der beiden Entkopplungsdioden D 1 oder D 2 eingeschaltet, d. h. mit Plus verbunden.

Für die Ansteuerung der Dezimalpunkte muß zunächst das Backplanesignal invertiert werden. Dies geschieht mit Hilfe eines der vier Analogschalter von IC 3 (4066).

Anschluß 13 ist an Backplane angeschlossen, an Anschluß 1 erscheint das invertierte Backplanesignal.

Steht der Schiebeschalter S 1 in der oberen Stellung (Meßbereich 1) muß Dezimalpunkt 1 (DP 1) ein- und DP 2 ausgeschaltet sein. Anschluß 12 von IC 3 liegt in diesem Fall über R 10 auf Pluspotential, d. h. der dazugehörige Analogschalter ist geschlossen und DP 2 leuchtet nicht, da er über die Anschlüsse 10 und 11 auf Backplane liegt. Der andere Analogschalter (Pin 6, 9, 8) ist geöffnet, DP 1 liegt über R 6 auf invertiertem Backplane und ist damit eingeschaltet.

Mit dem verbleibenden, vierten Analogschalter von IC 3 (Pin 3, 4, 5) wird die Torzeitfrequenz umgeschaltet. Im Meßbereich 1 (Analogschalter offen) liegt am Anschluß 3 eine 4-Hz-Frequenz, die später zur 2-s-Torzeit verarbeitet wird. Im zweiten Meßbereich wird der Analogschalter geschlossen und am Anschluß 3 liegen jetzt 40 Hz. An sich sind jetzt beide Frequenzen zusammengeschaltet, es setzt sich jedoch das 40-Hz-Signal durch, weil das 4-Hz-Signal aufgrund des Vorwiderstandes R 3 „schwächer“ ist und unterdrückt wird.

Aus diesen beiden Frequenzen werden anschließend mit Hilfe von IC 4 die Torzeit-, Latch- und Resetsignale gewonnen. IC 4 (4017) ist ein zehnstufiger Ringzähler, von dessen zehn Ausgängen in dieser Schaltung nur zwei benötigt werden. Ein vollständiger Meßzyklus besteht immer aus zehn Clockimpulsen an Anschluß 14. Acht Impulse davon stellen die Torzeit dar. Wie man sich leicht überzeugen kann, entspricht das bei 4 Hz der gewünschten Torzeit von zwei Sekunden ($\frac{1}{4} \times 8 = 2$ s), entsprechend 0,2 s bei 40 Hz im Meßbereich 2.

Mit dem neunten Impuls wird Ausgang 3 von IC 4 logisch „1“. Dieser Ausgang stellt die invertierte Torzeit und gleichzeitig das Latchsignal dar. Zum einen wird hiermit das Flipflop 2 von IC 5 gesetzt und damit der Zähler gesperrt, zum anderen werden über Kondensator C 8 die Latcheingänge von IC 11–16 eingeschaltet und dadurch die augenblicklichen Zählerzustände in die Speicher übernommen.

Mit dem zehnten Impuls geht Ausgang 2 des Ringzählers auf logisch „1“. Dies ist der Resetimpuls, mit dem die sechs Zählerstufen und die beiden Flipflops zurückgesetzt werden, so daß mit dem nächsten Impuls ein neuer Meßzyklus beginnen kann.

Eine Erläuterung noch zu der Arbeitsweise der beiden Flipflops: FF1 ist als Frequenzteiler geschaltet und kann nur arbeiten, wenn seine beiden J/K-Steureingänge (Pin 5+6) auf Pluspotential liegen. Anderenfalls bleibt das Flipflop stehen und sperrt so den Zähler. Flipflop 2 wird mit seinen statischen Set- und Reseteingängen geschaltet. Ein Impuls an Anschluß 9 „setzt“ das Flipflop, \bar{Q} (Pin 14) geht auf Null und sperrt FF1, entsprechend wird mit einem Impuls an Anschluß 12 das Flipflop zurückgesetzt und somit das Zählertor wieder geöffnet.

Als letzter Schaltungsteil soll die Batteriekontrolle besprochen werden, die mit einem Gatter von IC 10 (74LS13) realisiert wurde. Bei frischer Batterie liegen an den Gattereingängen ca. 3,4 V, da 5,6 V über der Zenerdiode D 5 abfallen. Bei der Spannung ist das Gatter durchgeschaltet, d. h. Ausgang 8 liegt auf logisch „0“ und die nachfolgenden Latcheingänge von IC 11–16 sind ausgeschaltet, es sei denn, sie werden durch die Zählersteuerung über C 8 eingeschaltet. Bei nachlassender Batteriespannung kippt das Gatter und legt die Latcheingänge ständig auf Pluspotential. Das äußert sich in einer durchlaufenden Anzeige, d. h. die Meßergebnisse können nicht mehr abgelesen werden. Auf diese Weise werden fehlerhafte Meßergebnisse aufgrund zu niedriger Batteriespannung vermieden.

Das Gatter kippt übrigens schlagartig und „flattert“ nicht, da es sich bei dem SN74LS13 um einen Schmitt-Trigger handelt.

Der Stromverbrauch der Schaltung liegt im Ruhezustand bei ca. 20 mA und steigt bei 10 MHz auf ca. 25 mA.

Zum Nachbau

Als erstes Bauteil sollte die BNC-Flanschbuchse eingelötet werden. Dazu setzt man die Buchse so in den Platinenausschnitt, daß der Flansch nicht über die Platinenkante hinausragt und der Buchsenanschluß flach auf der Bestückungsseite (K1) der Platine aufliegt. Evtl. müssen die Fräskanten etwas nachgefeilt werden, weil sie sehr knapp bemessen sind, damit man die Buchse ein-klemmen kann. Sie läßt sich dann leichter einlöten. Den Buchsenanschluß sollte man um ca. 1 mm kürzen. Der Buchsenanschluß wird jetzt mit etwas Lötzinn angepunktet und auf korrekten Sitz überprüft. Ist alles in Ordnung, werden nun die Masseflächen der Platine beidseitig mit der Buchse verlötet. Hierfür benötigt man unbedingt einen kräftigen LötKolben (ca. 40–50 Watt), da die gesamte Buchse erhitzt werden muß. Es sollte auch nicht mit Lötzinn gespart werden, damit die Buchse fest sitzt und später nicht herausgebrochen werden kann. Wer ganz vorsichtig ist, kann zum Schluß die Buchse mit der Stirnplatte des Gehäuses verschrauben, dies ist nach unseren Erfahrungen aber nicht erforderlich.

Der Kondensator C 4 hat nur eine Bohrung auf der Platine, der andere Anschluß wird direkt mit dem auf der Platine liegenden Buchseneingang verlötet. Ebenso sind für T 2 nur 3 Bohrungen vorgesehen. Der 4. mit dem Gehäuse leitend verbundene Abschirmanschluß wird abgekniffen.

Als nächstes folgen Widerstand R 15 und die Z-Diode D 5, da sie von der Rückseite der Platine (K 2) montiert werden müssen. Erst danach wird IC 10 (74LS13) eingelötet, und zwar direkt ohne Fassung. Die übrigen IC's können auf Sockel gesetzt werden.

Der Knopf des Schiebeschalters muß vor dem Einlöten etwas abgeschliffen werden, damit er in die Nut des Gehäuseschiebers paßt. Er soll stramm hineinpassen und darf kein Spiel aufweisen. Den Schiebeschalter kann man beidseitig anlöten, um die Stabilität zu erhöhen.

Beim Einbau des Kondensatortrimmers sollte man ihn sofort so einstellen, daß sich die Kondensatorplatten decken. In dieser Stellung schwingt der Quarzoszillator mit Sicherheit an.

Der Quarz kann stehend montiert werden, muß aber flach auf der Platine sitzen, sonst paßt er nicht ins Gehäuse.

Das Batterieanschlußkabel wird erst von unten durch die 3 mm-Bohrung der Platine gesteckt und dann festgelötet.

Die Bestückung der LCD-Anzeige erfolgt von der Platinenrückseite (K 2), und zwar erst zum Schluß, da sonst IC 11–16 nicht eingelötet werden könnten. Die Einbaulage der Anzeige erkennt man an dem grünen

Markierungspunkt, der bei Draufsicht links liegen muß. Ist der Punkt nicht vorhanden, kann man sich leicht behelfen, indem man mit dem eingeschalteten LötKolben an den Anschlüssen entlangstreicht. Die Segmente leuchten dann sehr schön auf und man kann die Einbaulage erkennen. Das Verfahren ist völlig unschädlich für die Anzeige.

Ein wichtiger Hinweis: Die LCD-Anzeige soll möglichst flach eingebaut werden, damit die Schaltung ins Gehäuse paßt, aber nicht so flach, daß die rückseitigen LCD-Anschlüsse und die metallische Folie die darunter befindlichen Lötunkte der IC's berühren. Dies ist unbedingt zu vermeiden. Am besten klebt man zwei Streifen, z. B. aus den Resten der Gehäusefolie über die rückwärtigen LCD-Anschlüsse und stellt so sicher, daß kein Kurzschluß entstehen kann.

Ableich und Einbau ins Gehäuse

Die Schaltung hat nur einen Abgleichpunkt, den Trimmer C 1, mit dem die Quarzzeitbasis „gezogen“ werden kann. Wer keinen Vergleichszähler zur Hand hat, kann auf den Abgleich verzichten. Der Meßfehler beträgt dann max. ca. 50 Hz bei 1 MHz Frequenz. Ansonsten kann die Zeitbasis am einfachsten eingestellt werden, indem man Anschluß 7 von IC 1 an einen Vergleichszähler anschließt und mit C 1 auf eine Anzeige von 204 800 Hz einstellt. Sollte der Abstimmbereich von C 1 nicht ausreichen, kann C 2 vergrößert bzw. verkleinert werden. Vergrößern setzt dabei die Frequenz herab.

Bei offenem Meßeingang sollte der Zähler „Null“ anzeigen. Vermutlich wird er jedoch eine Frequenz von 40 Hz anzeigen. Das liegt darin, daß die kräftigen LCD-Signale (Pin 43 und 44 der LCD-Anzeige) in den empfindlichen Vorverstärker einströmen. Diesen Schönheitsfehler kann man leicht abstellen, indem man zur Abschirmung einen kleinen Streifen (10 x 23 mm) kupferbeschichtetes Basismaterial an die Plusbahn unterhalb von T 1 senkrecht stehend anlötet, so daß C 4, C 5 und T 1 keinen „Sichtkontakt“ mehr zu IC 14 und 15 haben (siehe Bestückungsplan).

Vor dem Einbau der Schaltung in das Gehäuse wird die Schutzscheibe mit aufgeklebter Folie eingesetzt und festgeklebt oder mit dem LötKolben an einigen Punkten mit dem Rahmen „verschweißt“. Die Schaltung wird zusammen mit der Stirnplatte in das Ober-teil des Gehäuses eingelegt und dann erst wird das Unterteil aufgesetzt. Die Platine wird nicht verschraubt. Gegen evtl. Klappern helfen zwei Stückchen Schaumstoff, die auf die Schaltung und in den Batterie-kasten gelegt werden.

Wer das Gerät häufig stationär einsetzen will, kann selbstverständlich eine Klinkenbuchse in die Stirnplatte einbauen und so Speisung aus einem 9–12 V Steckernetzteil ermöglichen.

Im nächsten Heft folgt die Beschreibung eines kleinen 1 GHz-Vorteilers, der einfach auf den FZ 10 M aufgesteckt werden kann, und den Meßbereich bei ausgezeichneter Empfindlichkeit erheblich erweitert.

mit freundlicher Unterstützung der Firma OK-electronic

Stückliste FZ 10 M

Halbleiter:

D1-D4	.....	1N4148
D5	.....	5,6 V Z-Diode
T1	.....	E310
T2	.....	2N5179
IC1	.....	CD4060
IC2	.....	CD4518
IC3	.....	CD4066
IC4	.....	CD4017
IC5	.....	CD4027
IC6, 7, 8,	.....	CD4518
IC9	.....	78L05
IC10	.....	74LS13
IC11-16	..	CD4056 (oder CD4543)

Kondensatoren:

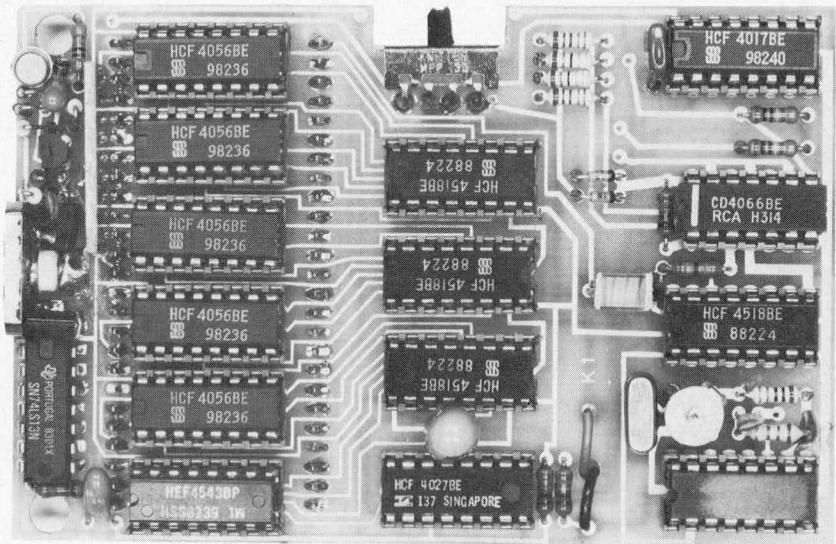
C1	.....	4-45 pF Trimmer
C2	.....	56 pF
C3	.....	22 μ F/16 V Tantal
C4	.....	68 nF
C5	.....	100 pF
C6	.....	10 μ F/16 V Tantal
C7	.....	10 μ F/16 V Tantal
C8	.....	47 nF
C9	.....	470 nF

Widerstände: 1 % Metallfilm

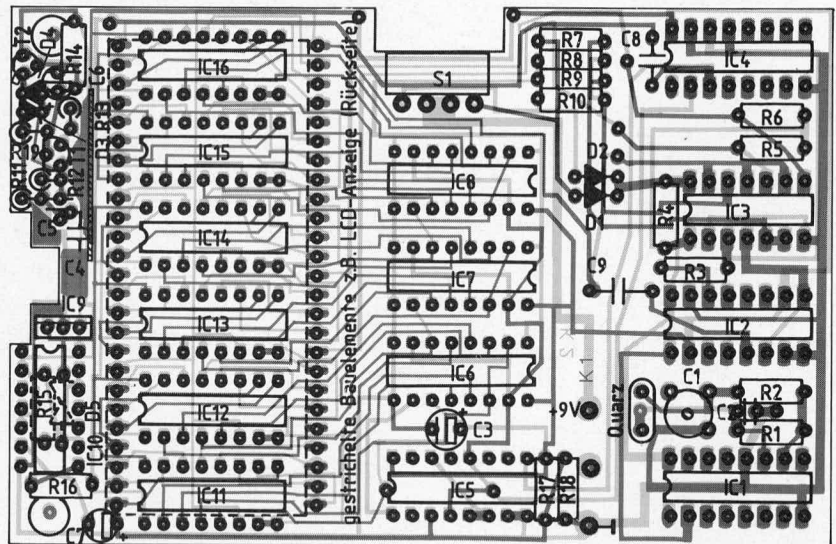
R1	.....	5,6 M (Kohle)
R2	.....	180 Ω
R3	.....	5,6 k
R4	.....	10 k
R5	.....	100 k
R6	.....	100 k
R7	.....	2,2 k
R8	.....	33 k
R9	.....	33 k
R10	.....	2,2 k
R11	.....	1 M
R12	.....	10 k
R13	.....	4,7 k
R14	.....	20 k
R15	.....	2,2 k
R16	.....	10 k
R17	.....	10 k
R18	.....	10 k
R19	.....	2,2 K

Sonstiges:

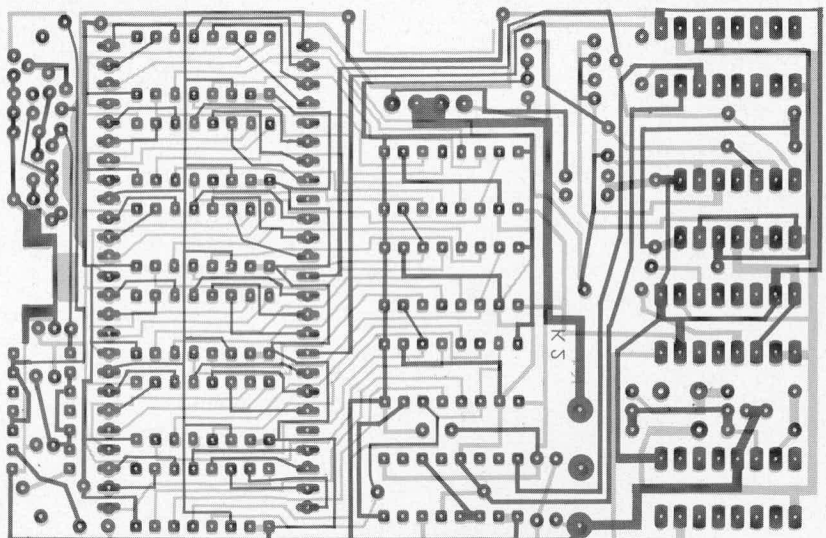
- 1 LCD-Anzeige sechsstellig
- 1 Fassung DIL 14
- 13 Fassungen DIL 16
- B1 BNC-Flanschbuchse
- Q1 3,2768 MHz-Quarz
- S1 Schiebeschalter
- 1 9 V-Clip
- 1 FZ 10 M Leiterplatte
- 1 Abschirmplatte
- 1 Gehäuse



Ansicht der fertig bestückten Platine des FZ 10 M (Platinen-Oberseite = Bestückungsseite)



Bestückungsseite der Platine des FZ 10 M



Leiterbahnführung der Platine des FZ 10 M — Platinen-Unterseite (K 2): dunkelgrau — Platinen-Oberseite (K 1) = Bestückungsseite: hellgrau