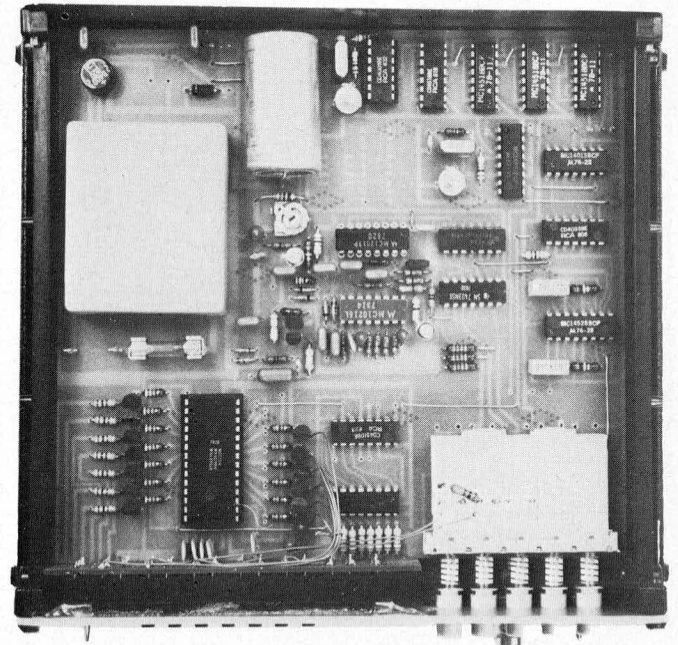


Frequenzzähler FZ-1-7 bis 500 MHz



Mit diesem Artikel stellen wir unseren Lesern einen besonders ausgereiften und erprobten universellen Frequenzzähler vor, der wohl kaum noch Wünsche offen läßt.

Durch die Möglichkeit des stufenweisen Aufbaus kann mit der preiswerten Minimalversion begonnen werden, die dann nach und nach bis zur 500 MHz vorprogrammierbaren Version ausbaufähig ist.

Durch die Entwicklungen der letzten Jahre begünstigt, ist es heute nicht mehr schwierig, einen Frequenzzähler mit 5..7-Stellen aufzubauen, der bis 500 MHz (70 cm!) zählt und weniger als 1 Ampere Strom verbraucht. Wobei die LED-s und der ECL-Teiler (Prescaler mit Verstärker) den Hauptteil der Gesamtstromaufnahme verbrauchen.

In diesem Artikel soll ein Frequenzzähler mit 7 Stellen beschrieben werden, der mindestens bis 500 MHz „geht“ und außerdem noch programmierbar ist, d. h.: man kann eine Frequenz (z. B.: ZF) abziehen oder addieren! Ferner soll er leicht und mit wenig Aufwand in der Minimal-Version (bis 10 MHz) aufzubauen sein.

7 Stellen sind für einen „normalen“ Frequenzzähler voll ausreichend, da übliche Quarze über keine größere Genauigkeit verfügen. Quarzthermostate (Quarzo-fen) und DCF-gesteuerte Quarze sollen außer acht gelassen werden, da sie die Schaltung des Frequenzzählers FZ-1 verteuern und der Aufwand für den „Hausgebrauch“ übertrieben ist.

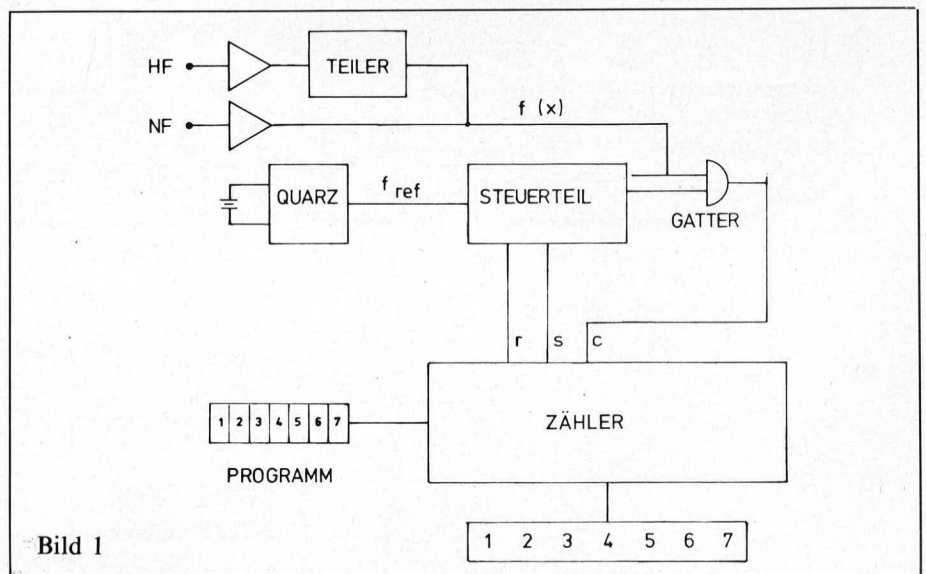


Bild 1

In Bild 1 wird das Schema des FZ--1 aufgezeigt.

Eine Quarzreferenz (f_q), die auf eine bestimmte Frequenz herunter geteilt wird (z. B. 1 Hz), schaltet das Steuerteil und das Gatter. Der Zähler erhält nur die Impulse, die während der H (high)-Phase der Referenzfrequenz durch das Gatter gehen (Bild 2).

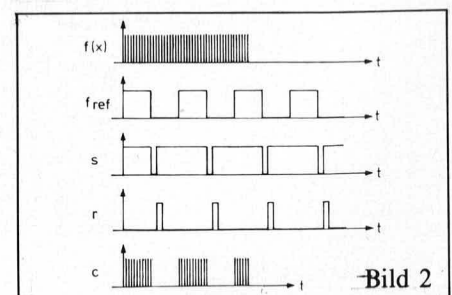


Bild 2

In der Taktpause (Referenzfrequenz L [low]) werden zuerst der Speicherimpuls (s) (oft auch Latchimpuls genannt) als kurz danach auch der Rücksetzimpuls (r) (reset im Englischen) (der Zähler muß wieder auf Null gesetzt werden) an den Zähler abgegeben. Wichtig ist der r-Impuls. Der Zähler würde auch ohne den Zwischenspeicher laufen (s-Impuls low = Masse), dann sieht man jedoch das „Heraufzählen“ des Zählers. Das Gatter bekommt seine Impulse (f[x]) über die NF/HF-Verstärker, sie arbeiten das Eingangssignal auf TTL/MOS-Pegel auf. Ferner wird die noch zu hohe Frequenz ($f \geq 10 \text{ MHz}$) durch bzw. durch 100 geteilt, so daß die maximale Eingangsfrequenz des Zählers nicht überschritten wird. In Bild 2 sind alle Impulse der einzelnen Leitungen des Frequenzzählers aufgezeichnet. Diese müssen später zum korrekten Ablauf alle „da“ sein!

Der Zähler

Bild 3 zeigt den Zähler. Er besteht aus einem 6-stelligen Zähler (MOSTEK-IC MK 50398) und einer weiteren ‚schnellen‘ Stelle mit dem Zähler 4510 und dem Speicher/Treiber 4511. Das hat den Vorteil, daß der Zähler schneller wird und echt bis 10 MHz läuft (bei + 12 V). Da das MOSTEK-IC ‚nur‘ bis 1 MHz zählen kann (volle 6 Stellen) wird mit dem 4510 (RCA!!) eine :10 Teilung vorgenommen, so daß alle 7 Stellen voll 10 MHz anzeigen. Ferner zählen alle 7 Stellen vor-/rückwärts und sind programmierbar mittels BCD-Code (Bild 4). Am einfachsten geschieht dies mit einem BCD-Codierschalter. Somit müssen dem Zähler nur die codierten Werte A,B,C,D zugeführt werden. Dies geschieht bei der 1. Stelle direkt (4510) und bei den anderen 6 Stellen im Multiplexverfahren. Wobei A,B,C,D über Dioden geschleift werden und die Digitleitung an den zuständigen Schalter gelötet werden müssen!

Vorverstärker + Teiler

Sehr wesentlich für die Funktion eines Zählers sind seine Vorverstärker. Diese sind jedoch nicht immer leicht in den Griff zu bekommen. In Bild 5 wird gezeigt, wie leicht Fälschmessungen entstehen können: Ein Sinus von z.B.: 100 Hz wird von einer Frequenz von ca. 100 Hz überlagert. Im Nullpunkt wird der Verstärker getriggert. Man sieht deutlich, daß der Verstärker

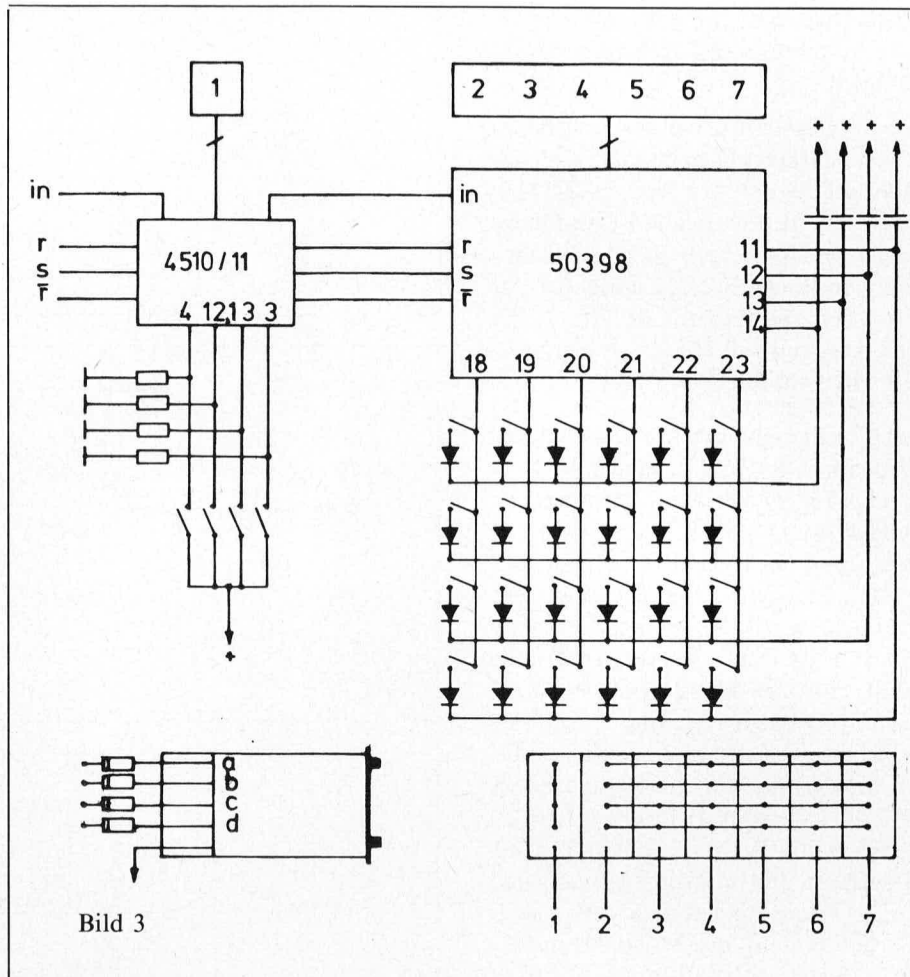


Bild 3

ohne Programm MK 50398

pin
11 offen
12 offen
13 offen
14 offen
15 reset
17 (0)
18 —
19 —
20 —
21 —
22 —
23 —
24 (0)
26 (0)

mit Programm

C (150pF) D
C C
C B
C A
Masse (Ø)
(0)
1
2
3
4
5
6
reset
(0)

digit

4510

1 (0)
3 (0) offen
4 (0) offen
8 reset
12 (0) offen
13 (0) offen

reset
D (R)
A (R)
(0)
B (R)
C (R)

Code

Tabelle: (BCD-Code) zu Bild (3)

	d	c	b	a
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

wobei H: +
L: Ø V

Tabelle zum Tastensatz:

F1	+5VE1
F3	+5VE3
F5	+5VE4
C1	B1
C3	B3
C5	B5

100 Ω an Masse

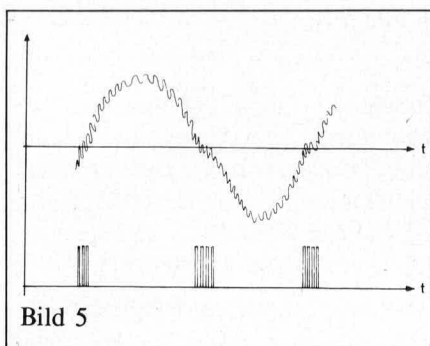


Bild 5

mehrmals, d. h. zu oft triggert. Hier liegt also eine Fälschmessung vor, da man ja die 100 Hz angezeigt haben will. Dies betrifft ganz besonders schnelle Verstärker, da sie ‚fast alles‘ mitverstärken. Hier kann nur mittels Filter und zusätzlicher Begrenzung des Verstärkers Abhilfe geschaffen werden. Das Problem ist jedoch weniger kritisch bei HF-Messungen, hier treten aber andere Schwierigkeiten beim Ver-

stärkerbau auf, so z.B.: mehr Aufwand, teurer und schwingungsanfälliger!

Bild 6 zeigt einen einfachen sicheren Vorverstärker mit dem MOS-OP CA 3140 (RCA), der bis zu einigen 100 kHz noch gut zu gebrauchen ist und dank seiner MOS-Technik recht störunanfällig und sicher läuft! Zu beachten ist hier, daß die Zenerdiode (5,6.. 6,2) den Ausgang auf TTL-Pegel begrenzt, bei MOS entfällt die Z-Diode!

Bild 7 zeigt einen diskret aufgebauten Verstärker mit FET-Eingang (1 M Ω), der bis 1 MHz Verwendung findet. Der Kollektor des letzten Transistors kann sowohl an + 5 V (für TTL) als auch an + 10.. 15 V (für MOS) gelegt werden. Dadurch wird eine einfache Pegelanpassung erreicht. Vorverstärker und Teiler für den HF-Bereich sind aufwendiger und teurer. Bild 8 zeigt den Verstärker-IC 10116 (pin kompatibel zu dem schnelleren 10216), der bis zu 300 MHz verstärkt. Dieser TRIPLE-LINE-RECEIVER ist in ECL-Technik aufgebaut und muß im Ausgang mit einem Widerstand abgeschlossen sein!

Ferner besteht die Möglichkeit, den ECL-Teiler MC 12013 (max. Taktfrequenz 600 MHz) direkt, d. h. DC zu koppeln. Diese Bausteine sind eine sehr sinnvolle Lösung bis 300 MHz mit Teiler :10. Die Empfindlichkeit liegt bei 30 MHz bei 10mV/50 Ohm!! Und bei 100 MHz ca. 25 mV/50 Ohm. Wichtig beim Aufbau und Betrieb dieser schnellen Schaltungen sind die Entkopplungen der Betriebsspannung (+ 5 V) über Kondensatoren. Ferner die Einspeisung der HF und ganz besonders die Anpassung. Hier müssen 50 Ohm für die Leitung stimmen (optimale Anpassung), nur so werden Reflexionen und damit Fehlschaltungen verhindert. Einen Vorverstärker bis 600 MHz zeigt Bild 9. Ein ACgekoppelter Transistor steuert den nachfolgenden Teiler :10. Der Teiler ist ebenfalls auf AC-Steuerung umfunktioniert, d. h. er wird mit einer internen Referenzspannung über 1 k Ω versorgt. Diese Schaltung ist bei dem Fairchild Teiler 11C90 (max. Taktfrequenz 600 MHz) nicht nötig, er kann direkt ACgekoppelt werden (Bild 10). Der AC-Verstärker ist mit einem schnellen Transistor (2N918 oder 2N5179) aufgebaut, sein optimaler Arbeitspunkt wird an P eingestellt. Der Betrieb kann an + 5 V als auch an + 12 V erfolgen, es ist lediglich P auszutauschen. Die

Dioden im Eingang dienen als Überlastungsschutz. Emitterwiderstand und Kondensator können entfallen. Die Empfindlichkeit bei 100 MHz liegt bei ca. 50mV/50 Ohm und steigt bis 150 mV/50 Ohm bei 400 MHz.

Wer einen höheren Eingangswiderstand benötigt, muß den HF-Schal-

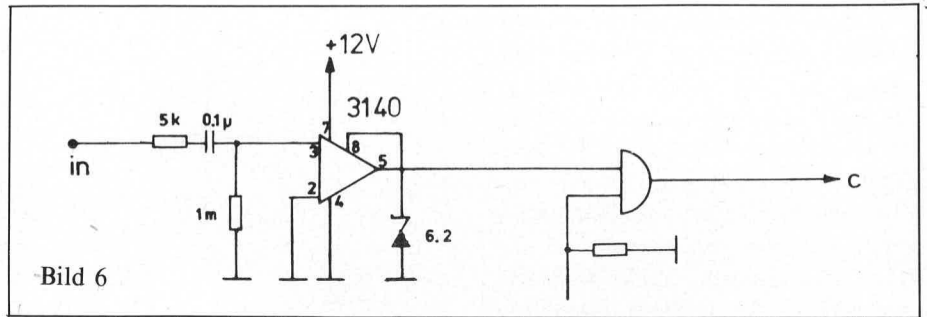


Bild 6

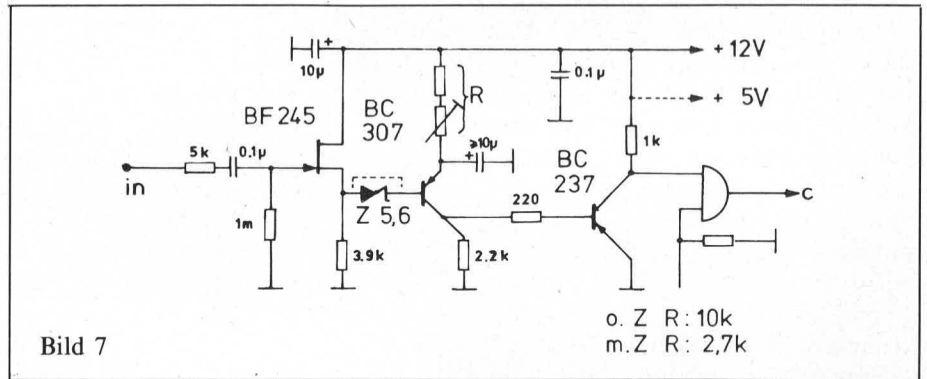


Bild 7

o. Z R: 10k
m. Z R: 2,7k

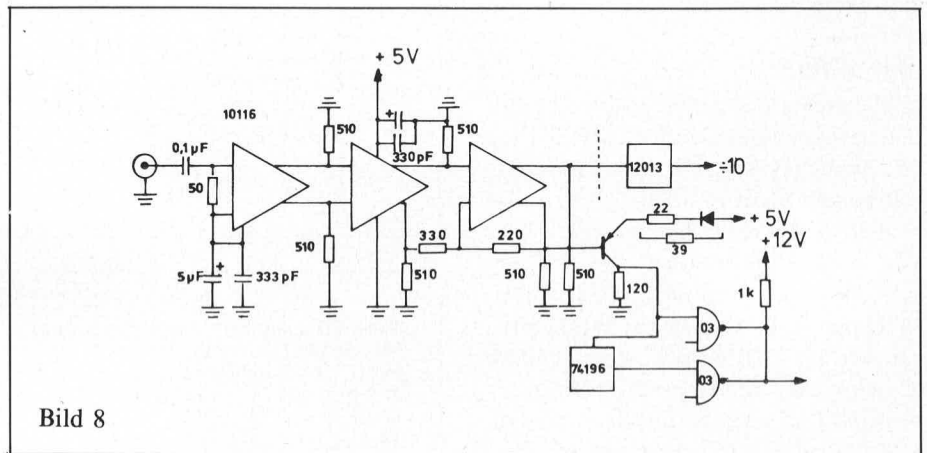


Bild 8

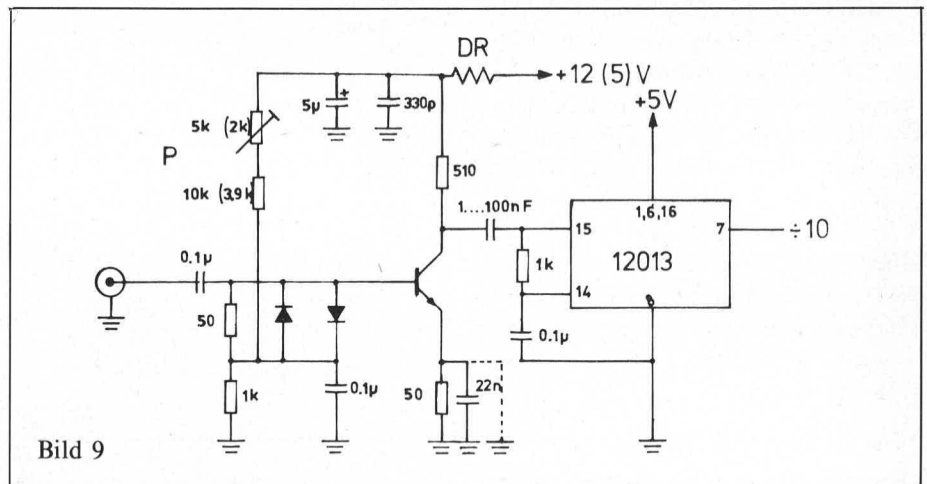


Bild 9

Dioden im Eingang dienen als Überlastungsschutz. Emitterwiderstand und Kondensator können entfallen. Die Empfindlichkeit bei 100 MHz liegt bei ca. 50mV/50 Ohm und steigt bis 150 mV/50 Ohm bei 400 MHz.

Wer einen höheren Eingangswiderstand benötigt, muß den HF-Schal-

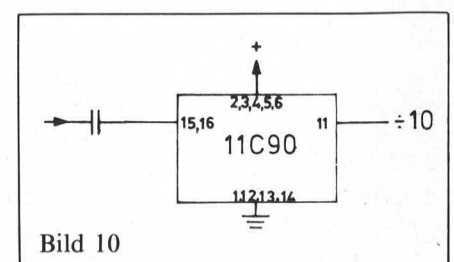


Bild 10

tungen einen Impedanzwandler vor-schalten. Diesen zeigt Bild 11. Er eignet sich besonders für das Verstärker-IC 10116. Man beachte jedoch, daß $M\Omega$ bei HF sehr schlecht in den Griff zu bekommen ist. Außerdem muß hier noch die Leitungstheorie beachtet werden!

Wichtig beim späteren Betrieb der Zähler ist der Überlastungsschutz der Eingangsstufe. Alle Spannungen über 1 V_{SS} müssen abgeschwächt werden. Das ist am einfachsten und wirkungsvollsten mittels Schutzdioden möglich. Für den ‚normalen‘ Gebrauch reichen 1N4148 aus. Für das VHF/UHF-Gebiet sind sie jedoch zu langsam. Shottky-Dioden sind hier vorzuziehen!

Quarzoszillatoren

In Bild 12 wird ein Quarzoszillator mit MOS-ICs für 10 MHz dargestellt. Bei MOS-Schaltungen muß folgendes beachtet werden: Versorgungsspannung muß ≥ 10 V sein, um den Oszillator noch sicher zum Anschwingen zu bringen (IC 4001 bzw. 4011). Versuche haben gezeigt, daß ICs von RCA die besten Ergebnisse zeigen. Manche Exemplare von verschiedenen Herstellern waren überhaupt nicht bei 10 MHz zum Schwingen zu bringen! Das Vorgesagte gilt auch für den folgenden Teiler 4518 (:10, :100). Der Oszillator ist so geschaltet, daß man den Quarz abschalten kann, wenn er nicht benötigt wird. So z.B. bei externer Frequenz durch DCF-Steuerung. Werden Pin 8,12 an Masse gelegt, ist der Oszillator gesperrt. Pin 1,2 werden von Masse getrennt und mit MOS-Pegel der externen Frequenz gespeist. Das hat den Vorteil, daß der interne Oszillator nicht mitläuft und daher auch nicht stören kann. Die Umschaltung kann über einen Schalter (Ergänzung zum Quarzoszillator) erfolgen.

Quarzoszillator mit 4521 (Bild 13).

Das IC 4521 von Motorola beinhaltet die Zieherschaltung für den Quarz und einen binären Teiler bis 2^{24} , wobei die Teilverhältnisse ab 2^{18} herausgeführt

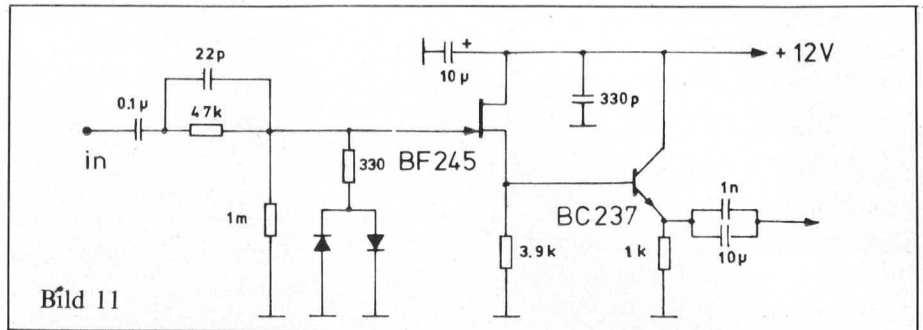


Bild 11

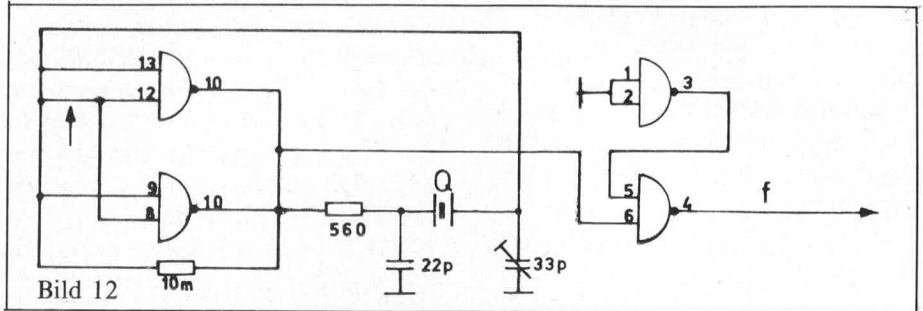


Bild 12

werden. Die Zieherschaltung ist der oben beschriebenen identisch. Die Zuführung eines externen Signals ist hier nicht vorgesehen, da, durch das Teilverhältnis bedingt, ein ‚krummer‘ Quarz benutzt wird. In dem vorliegenden Fall wurde ein Quarz 5,2 MHz verwendet, der durch Teilung auf 10 Hz gebracht wird (pin 11). Will man nur eine Torzeit von 1s haben, kann man sich das IC 4518 und 4013 sparen. Dann wird ein Quarz 4,19 MHz — statt obengenannten — eingelötet, und das Teilverhältnis liegt an pin 15 an. An pin 14 liegt 1 Hz an, das noch einmal durch ein Flip-Flop geschickt werden muß, um ein Tastverhältnis von 1:1 zu erreichen.

Die Reset-Eingänge der Quarzzeitbasen (4521 pin 2, 4518 pin 7,15) können an Masse gelegt werden oder über r verschaltet werden.

Perioden und Ereignismessung

Bei Messungen mit niedrigen Frequenzen (≤ 10 Hz) ist eine vernünftige Anzeige des Frequenzzählers bei 0,1/1s-Torzeit nicht mehr zu bekommen, daher muß man die Periodenmessung zu Rate ziehen (Bild 4). Die Vergleichsfrequenz (z. B. 1 MHz aus dem Quarzoszillator) wird in das Gatter gegeben, das ebenfalls mit der zu messenden externen Frequenz z. B. 0,1 Hz beschaltet wird. Mit dem vorgeschalteten Flip-Flop wird genau das Teilverhältnis 1:1 erreicht, das zu einer exakten Messung absolut notwendig ist. Die Anzeige bei $F_{ref} = 1$ MHz und $F_{mes} = 0,1$ Hz wäre dann 100 000 (10^5).

Die Ereignismessung (Bild 15) beinhaltet eigentlich ‚nur‘ den rohen Zähler ohne Steuerplatine, d. h. er läuft als Impulzzähler. Speicher (s) ist abgeschaltet (masse) und reset (r) liegt über

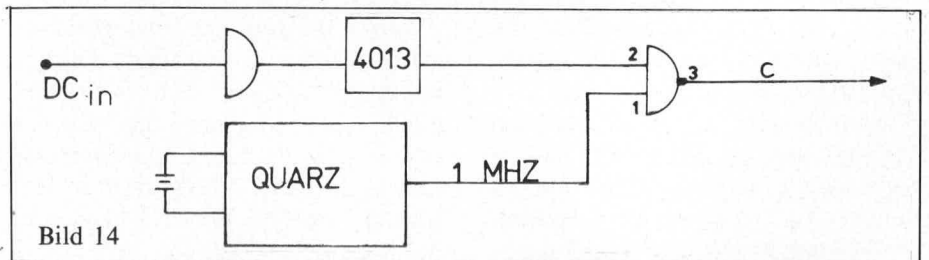


Bild 14

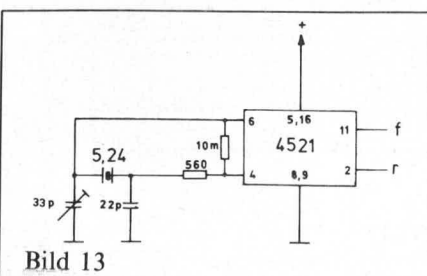


Bild 13

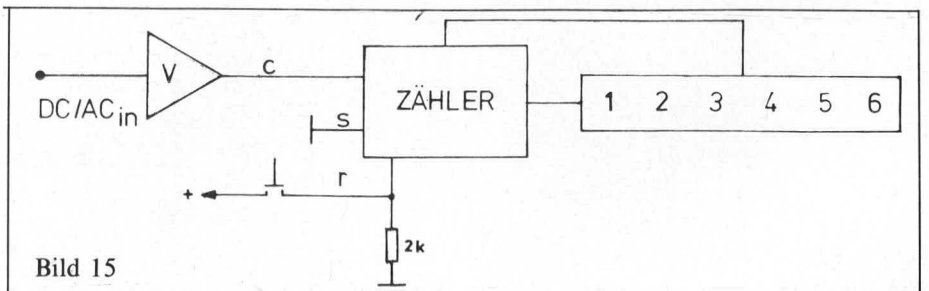


Bild 15

einen Widerstand an Masse. Evtl. muß Reset (r) über + 12 V mit einer Taste zum Rücksetzen gebracht werden. Der positive Impuls löscht den Zähler!

Praktische Ausführung des FZ-1

Der Zähler beinhaltet fast alle vorgenannten Möglichkeiten. Ein stufenweiser Ausbau ist daher leicht zu erreichen. Das hat den Vorteil, daß auch weniger ‚Begüterte‘ den Frequenzzähler anfangen und den Bedürfnissen entsprechend vervollständigen können. Man sollte sich jedoch genau das Schaltbild, die Platine und den Bestückungsdruck ansehen! Besser vorher überlegt, als hinterher ausgelötet oder zerstört!

An Möglichkeiten sind folgende zu nennen:

2 Quarzoszillatoren, 2 HF-Verstärker mit Umbau auf NF-Eingang, 6stellig oder 7stelliger Zähler. Ferner 2 freie Felder, wo zusätzliche Schaltungen untergebracht werden können. Außerdem kann die Stromversorgung extern + 12..15 V oder über ein internes Netzteil erfolgen!

In minimaler Version muß folgendes bestückt werden: Zähler 6-Dekaden (1. Stelle mit 4510/11 entfällt), das Steuerenteil mit den ICs 4528, 4013, 4093; der Quarzoszillator 4521, 4518 und das einfache NF-Teil nach Bild 6, oder den Eingang direkt am 4093 an pin 1! Dann muß man aber mit MOS-Pegel in den Frequenzzähler gehen, was nicht besonders günstig ist.

Für HF/NF-Messungen müssen zusätzlich 7403 NS1, 74196 und das Verstärker-IC 10116 eingebracht werden. Diese Version würde bis 50 MHz genügen. Siehe Bild 8. Evtl. kann der Eingang hochohmig gemacht werden mittels des Pegelwandlers (Bild 11), dann sollte man jedoch den Eingangswiderstand der nachgeschalteten HF-Stufe (z. B. Bild 9) von 50 Ohm auf 2 kOhm erhöhen, um so eine bessere Anpassung zu erreichen. Die Verschaltung der Teilung erfolgt über das Gatter 7403 mittels +5V, wobei die Eingänge über einen Widerstand (150 .. 330

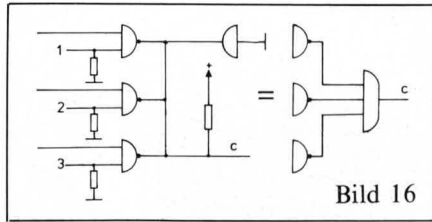


Bild 16

Ohm) an Masse liegen (oder über Gatterwiderstand an + 5 V von 1 kOhm, dann muß der Schalter nach Masse verschaltet werden). Im ‚Zu‘-Zustand muß das Gatter an Masse liegen (Bild 16). Die Verknüpfung mag ein wenig ungewöhnlich vorkommen, aber sie hat den Vorteil, daß man direkt in das Gatter 4093 gehen kann und somit ein 4fach NAND und einen Pegelwandler gespart hat.

Nun kann man den Zähler noch programmieren. Dies geschieht mittels BCD-Codierschalter, die nach Tabelle (Bild 4) verschaltet werden. Direkt an dem Codierschalter liegen 24 (6 x 4) Dioden und an der 1. Stelle 4 Widerstände (4510). Die Verschaltung mit der Basisplatine erfolgt über ein mehradriges Kabel.

Steuerteil

Die Impulse für den korrekten Ablauf des Zählers werden von dem Steuerenteil erzeugt (Bild 1b). Die Steuerung besteht aus den ICs 4013, 4093 und 4528. In Bild 16 ist der Aufbau der Ablaufsteuerung zu ersehen. Die Referenzfrequenz f_{ref} (z. B. 1s) wird von dem Flip-Flop 4013 zu einem Tastverhältnis 1:1 aufgearbeitet. Der Ausgang Q öffnet das Gatter (Schmitttrigger 4093) im 1s-Rhythmus. Ferner wird das nachfolgende Monoflop 4528 auf der negativen Flanke ausgelöst, an dessen Q-Ausgang der Speicher (s)-Impuls mit ca. 1ms ansteht. Auf der positiven Flanke des Speicherimpulses wird das 2. Monoflop getriggert, das ebenfalls einen 1ms-Impuls an Q abgibt. Die Impulsbreite ist von dem R-C-Glied (100k, 22nF) abhängig, sie muß 6 x breiter sein als die Multipleximpulse des Zählers MK 50398, dies ist notwendig, um eine exakte Übernahme der Werte des Codierschalters zu gewährleisten.

Netzteil

Die Versorgung ist für + 12 V ausgelegt (extern). Sie kann aber auch mittels eingebautem Trafo und Spannungsregler + 12 V und + 5 V erfolgen. + 5 V werden aus + 12 V abgeleitet. Bei 220 V-Betrieb Schutzleiter an das Metallgehäuse legen (VDE-Bestimmungen beachten). Evtl. BNC-Buchse isoliert in die Frontscheibe einsetzen, falls der Schutzleiter einstreut!

Zusammenbau der Platine

Wird das Originalgehäuse mit Zubehör verwendet, sollte man die Spannungsregler von unten in die Platine setzen und mit der Rückwand (wegen der besseren Kühlung) verschrauben.

Bevor das Drucktastenaggregat eingelötet wird, sollte es im Gehäuse eingepaßt werden (Höhe). Es liegt etwa 1—2 mm über der Basisplatine. Bei der Version bis 10 MHz ist es nicht erforderlich.

Die Anzeigenplatine wird im Winkel von 90° auf die Basisplatine genau mit den LED-Segmenten angelötet (Bild 17). Es ist auch hier zu beachten, daß die Höhe des Displays stimmt, sonst paßt es nicht in die Mitte des Fensters der Frontplatte. Ferner sind noch 6 Drahtbrücken mit der Anzeigenplatine, von den Digtitreibern ausgehend, zu verbinden. Ferner ist zu bedenken, daß (falls bestückt) die Codierschalter unter der Basisplatine angebracht werden müssen. Ein Flachbandkabel sollte die Codierschalter mit der Basisplatine verbinden. Der Torzeitschalter (0,1/1s) wird ebenfalls über ein 3adriges Kabel (Abschirmung nicht unbedingt nötig) verlötet. Mit Ausnahme der 10 MHz-Version müssen zusätzlich die Dezimalpunkte verschaltet werden (MHz-Punkt). Sie liegen an der Oberseite des Tastensatzes über 100 Ohm an Masse. Das LED 7750 hat den Dezimalpunkt links, während das LED 7760 den Dezimalpunkt rechts hat.

Zusammenbau und Einbau in das Gehäuse

Zuerst wird die Filterscheibe auf die

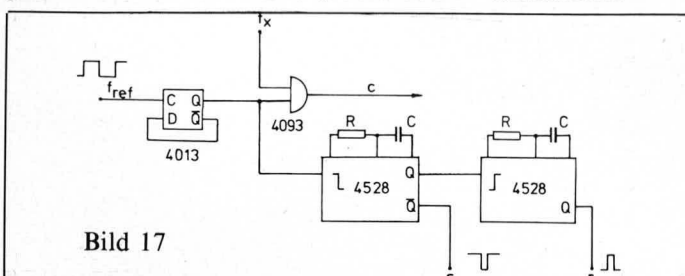


Bild 17

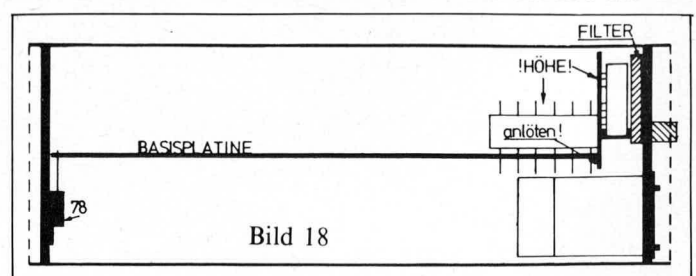


Bild 18

Stückliste zum Gesamtschaltbild

R 1	10 k
R 2	5 k
R 3	50
R 4	1 k
R 5	510
R 6	150...330
R 7	150...330
R 8	150...330
R 9	47 k
R 10	220...330
R 11	3,9...4,7 k
R 12	2 k (50)
R 13	510
R 14	510
R 15	510
R 16	510
R 17	510
R 18	510
R 19	510
R 20	510
R 21	510
R 22	120...220
R 23*	220
R 24	0,12
R 25*	39
R 26	10 M
R 27	220...560
R 28	510...680
R 29	10 M
R 30	100 k
R 31	100 k
R 32	10...22 k
R 33	10...22 k
R 34	10...22 k
R 35	10...22 k
R 36	3...6,8 k
R 37	3...6,8 k
R 38	3...6,8 k
R 39	3...6,8 k
R 40	3...6,8 k
R 41	3...6,8 k
R 42	3...6,8 k
R 43	3...6,8 k
R 44	1...6,8 k
R 45	1...6,8 k
R 46	1...6,8 k
R 47	1...6,8 k
R 48	1...6,8 k
R 49	1...6,8 k
R 50	1...6,8 k
R 51	100...120
R 52	100...120
R 53	100...120
R 54	100...120
R 55	100...120
R 56	100...120
R 57	100...120
R 58	100...120
R 59	2,2...3 k
R 60	2,2...3 k
R 61	2,2...3 k
R 62	2,2...3 k
R 63	2,2...3 k
R 64	2,2...3 k
R 65	2,2...3 k
R 66	1 k
Dr	Drossel oder 50 Ω

LED 5	Shortky
LED 6	7750
LED 7	7750
C 0	IN4148
C 1	IN4148
C 2	IN4148
C 3	IN4148
C 4	B40C800
C 5	7750
C 6	7750
LED 1	7750
LED 2	7750
LED 3	7750
LED 4	7750

7750	22 p
C 7	15 p
C 8	0,1 u
C 9	0,1 u
C 10	0,1 u
C 11	5 u
C 12	100...470 p
C 13	5 u
C 14	0,1 u
C 15	0,1 u
C 16	22...47 p

C 17	30 p
C 18	30 p
C 19	22...47 p
C 20	0,1 u
C 21	15 u
C 22	150 p
C 23	150 p
C 24	150 p
C 25	150 p
C 26	15 u

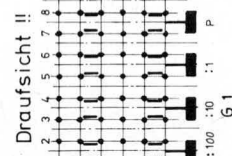
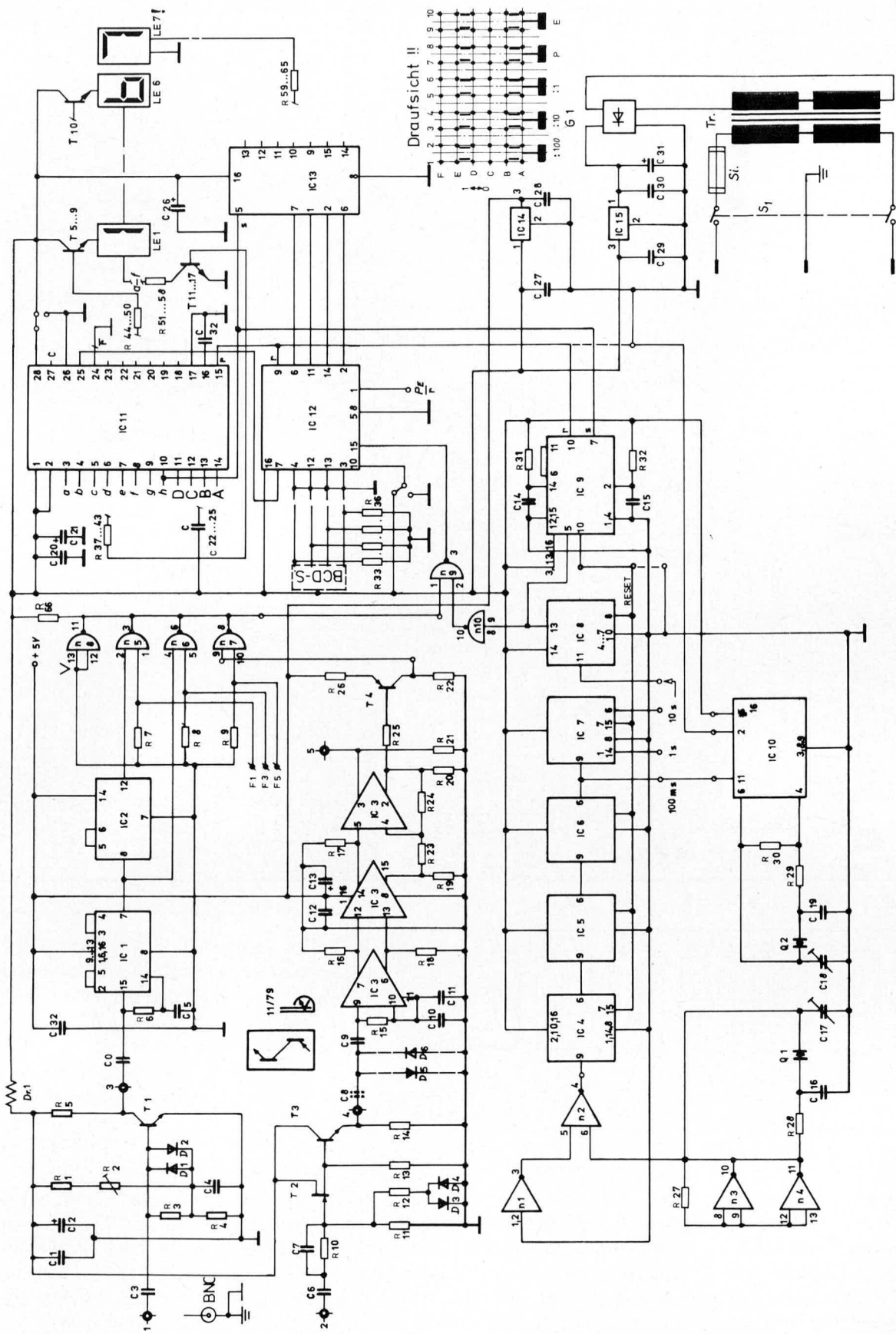
C 27	0,1 u
C 28	0,1 u
C 29	0,1 u
C 30	2200 u/25 V
C 31	150 p
C 32	150 p

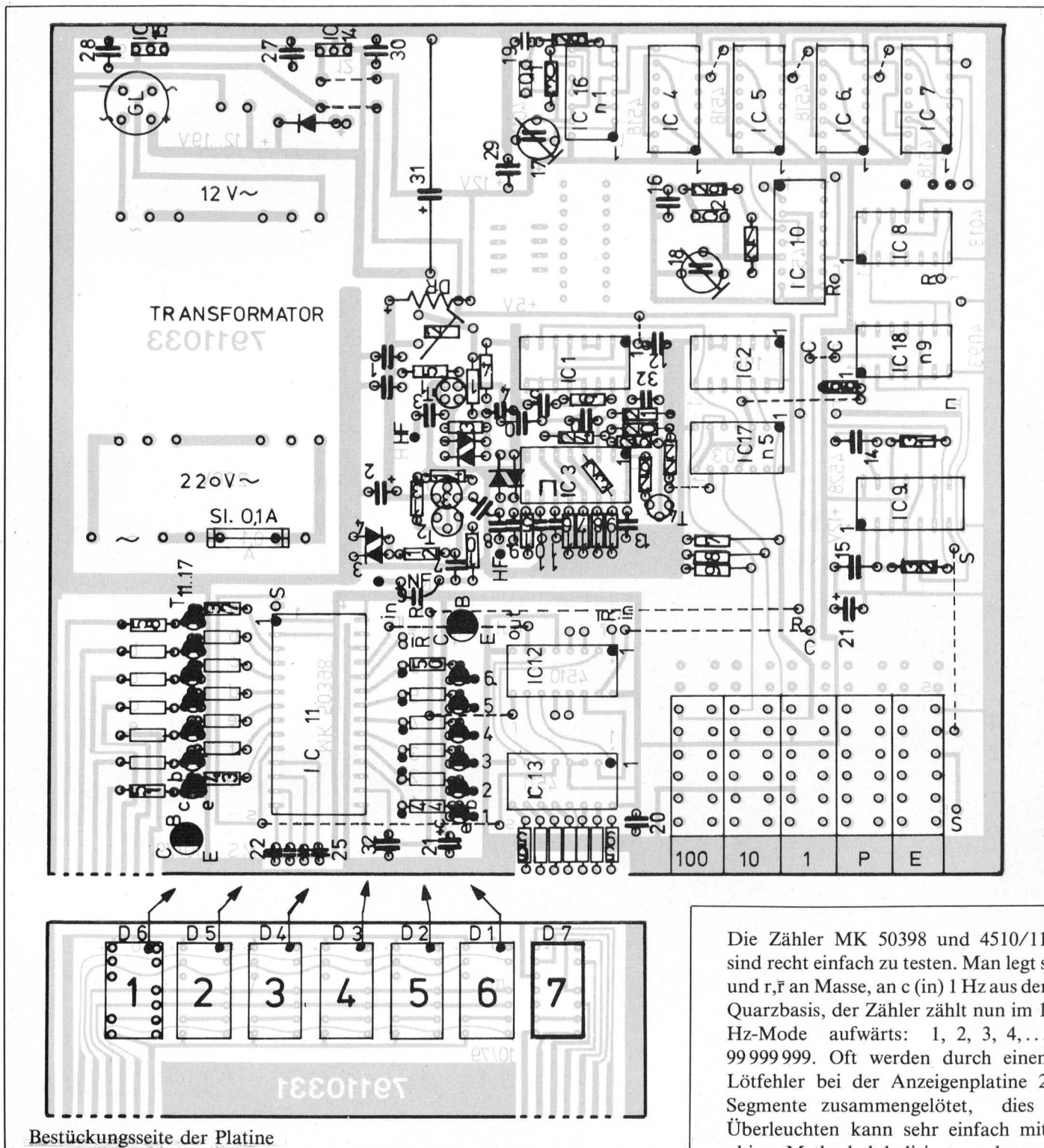
IC 1	12013
IC 2	74196
IC 3	10116 (216)
IC 4	4518 (RCA)
IC 5	4518
IC 6	4518
IC 7	4518
IC 8	4013
IC 9	4528
IC 10	4521

IC 11	50398
IC 12	4510
IC 13	4511
IC 14	7812
IC 15	7805
n1..4	4011/01 (RCA)
n5..8	7403NSI
n9..10	2N5179 (918)
T 1	BF 245
T 2	BC 237 (2N2222)
T 3	BC 237 (2N2222)

T 4	2N2906 (BC 307)
T 5..10	BC 237 o.ä.
TI 1..17	BC 237 o.ä.
Q 1	2 Schalter
Q 2	2 Buchsen
Tr	BNC-Buchse (Einloch)
SI	Kabel
SI	Filterscheibe (rot)

50398	Basissplatte
4510	Anzeigepalette
4511	Tastensatz 5fach
7812	2 Schalter
7805	2 Buchsen
4011/01 (RCA)	BNC-Buchse (Einloch)
7403NSI	Kabel
2N5179 (918)	Filterscheibe (rot)
BF 245	*unter der Platine
BC 237 (2N2222)	





Die Zähler MK 50398 und 4510/11 sind recht einfach zu testen. Man legt s und r,r an Masse, an c (in) 1 Hz aus der Quarzbasis, der Zähler zählt nun im 1 Hz-Mode aufwärts: 1, 2, 3, 4, ... 99999999. Oft werden durch einen Lötfehler bei der Anzeigenplatine 2 Segmente zusammengelötet, dies Überleuchten kann sehr einfach mit obiger Methode lokalisiert werden.

Frontplatte von hinten aufgeleimt (2-Komponenten-Kleber). Ferner werden alle Schalter und Buchsen verschraubt. Dann wird das Gehäuse mit einer Schale und den Seitenteilen zusammengesetzt. Die Basisplatine wird nun auf die mittlere Raste geschoben. Die Spannungsregler werden an der Rückwand verschraubt. Schalter und Buchsen von der Unterseite verdrahtet. Dann Codierschalter von vorne in die Frontplatte stecken und einrasten lassen. Vorher mit dem Flachbandkabel an der Basisplatine verlöten.

Test

Bevor man die Brücken auf der Basisplatine verdrahtet, sollten alle Baugruppen getestet werden. Man beginnt mit dem Netzteil. + 5 V und + 12 V sollten auf +/- 0,5 V (+5) bzw. +/- 2 V (+ 12 V) genau anliegen.

Dann wird gemessen, ob der Quarzgenerator arbeitet. Dazu wird am Ausgang (0,1/s) mittels eines Oszilloskopfen (evtl. über Drehspulinstrument) die anstehende Frequenz gemessen.

Dann die aus dem Steuerteil kommenden Impulse nach Bild 2 nachmessen. Wenn alles in Ordnung ist, die Baugruppen untereinander verschalten. Die Vorverstärker und Vorteiler können alle separat durchgetestet und nach und nach angeschlossen werden. Die Gatterschaltung vorher mit + 5 V ausprobieren; Teiler nachprüfen, ob das Teilverhältnis anliegt. Evtl. den Zähler (50398/4510/11) von den 12 Volt trennen und eigene Leitung an + 12 V (Netzteil direkt) unter der Platine führen.