

Funkuhr mit Einchipmikrorechner (1)

U. GODEMANN

Viele Beiträge zu diesem Thema beschäftigen sich auch mit Fragen der Genauigkeit, wobei kaum erwähnt wird, daß unsere Alltags-Zeit nicht konstant in Einheiten der physikalischen Sekunde darstellbar ist. Deshalb ist jede herkömmliche Digitaluhr überfordert, falls einmal eine Minute zu 61 Sekunden festgelegt wird (was tatsächlich alle 6 Monate vorkommen kann!), ganz abgesehen von der Umstellnotwendigkeit zu Sommerzeitbeginn und -ende sowie den Fehlern, die durch die „persönliche Note“ des genauen Startens entstehen. Wer also all diesen Problemen aus dem Weg gehen will oder als Amateurastronom seine Sternbedeckungen bis auf einige Millisekunden genau an die Weltzeit anbinden will, muß über eine Verbindung zum zeitfestlegenden Institut verfügen, was beispielsweise durch Nutzung autorisierter Zeitzeichensender erfolgen kann. Im FUNKAMATEUR sind dazu bereits mehrere Vorschläge veröffentlicht worden. Es handelte sich dabei um reine Hardwarelösungen [1] oder um Systeme mit dem Prozessor U 880 [2]. Da inzwischen leistungsfähige Einchipmikrorechner (EMR) der Reihe U 881/882 zur Ver-

fügung stehen, läßt sich der Hardwareaufwand der Gesamtuhr auf ein Minimum (EMR, EPROM, ein Logik-IS, Anzeigesteuerung, Empfänger und Netzteil) verringern. Eine „normale“ Digitaluhr – wie sie aus vorliegender Schaltung durch Abrüsten entsteht – enthielte dann nur noch zwei Schaltkreise. Leider bleibt trotzdem der relativ hohe Aufwand zur Ansteuerung der Anzeigen bestehen. Ein Ausweg ist wohl erst gegeben, wenn CMOS-kompatible LED-Displays (mit integriertem Treiber) zur Verfügung stehen. Diesbezügliche Erweiterungen sind durch entsprechende Wahl der Schnittstelle zwischen EMR und Anzeige jedoch berücksichtigt worden. Im vorliegenden Fall wurde der EMR U 8820 (bzw. U 8840) verwendet; damit ist trotz des 64poligen Gehäuses (im Zollraster) der wohl einfachste Aufbau möglich. Die Entwicklungsversion U 8820 enthält einen On-Chip-Oszillator, benötigt keinen Multiplexdaten- und -adreßbus und stellt dem Anwender alle E/A-Ports zur freien Verfügung. Die beschriebene Uhr benutzt die Zeitzeichenaussendungen des Senders DCF 77; über das Prinzip kann man in [3] nachlesen.

Das Interesse an exakten Zeitanzeigen scheint außerordentlich groß zu sein. So zumindest dürften sich die vielen Veröffentlichungen zu Digitaluhren erklären lassen, die mittlerweile kaum noch zu überblicken sind. Hier für alle, die zur Ausübung ihres Astronomiehobbys genaueste Zeitangaben brauchen, ein Nachbaukonzept, das an den Zeitzeichensender DCF 77 „angebunden“ ist.

Empfänger

Den Stromlaufplan des Empfängers zeigt Bild 1, er könnte auch, nach eigenen Vorstellungen, anders realisiert werden. Es muß lediglich gewährleistet sein, daß die im Bereich der Empfangsfrequenz (77,5 kHz) vagabundierenden Störfrequenzen ausreichend unterdrückt werden. Derartige Störungen entstehen bekanntlich vor allem in Fernsehgeräten (Schaltnetzteil, 4. Oberwelle der Zeilenfrequenz), aber auch weniger naheliegende Störquellen gibt es: Oszilloskope (z. B. der Transverter des EO 174), ältere Taschenrechner (die ebenfalls einen Transverter enthalten können), konventionelle Netzteile (die steilen Stromimpulse der Ladeelkos), eventuell der Eigenbauzählfrequenzmesser oder -computer usw.

Hinreichende Selektion der Empfangsfrequenz ist daher besonders wichtig: im vorliegenden Fall wird das durch Verwendung zweier hochselektiver ZF-Kreise erreicht. Die notwendige Betriebsgüte ist einerseits durch ein großes LC-Verhältnis und verlustarme Bauelemente (KS-Kondensatoren, Schalenkerne), andererseits durch lose Ankopplung an den ZF-Verstärker (C10) und nur geringe Belastung des Ausgangskreises (VT1, VT2) gegeben.

Bei der Erzeugung der Oszillatorfrequenz (80 kHz) aus einer Quarzfrequenz 4 MHz wird D2 (V 4029) frequenzmäßig an der Grenze seiner Möglichkeiten betrieben, niederfrequenter Quarze wären sicher an dieser Stelle einfacher einzusetzen. Die Johnson-Zähler V 4017 geben am Übertragsausgang eine symmetrische Impulsfolge ab, es erübrigt sich damit die Sinusformung des Oszillatorsignals. Zwangsläufig entstehende unerwünschte Mischprodukte werden durch die schmalbandigen ZF-Kreise unterdrückt. Die Gatter am Ausgang des Empfängers formen das Signal endgültig und treiben die Verbindungsleitung zum Rechnerteil (maximal 5 nF Leitungskapazität zulässig). VD2 leuchtet im Rhythmus der Trägerabsenkungen.

Rechnerteil

Die einlaufenden Impulse gelangen über die als Trigger arbeitenden Gatter D1.3 und D1.4 an Port P30 des EMR und star-

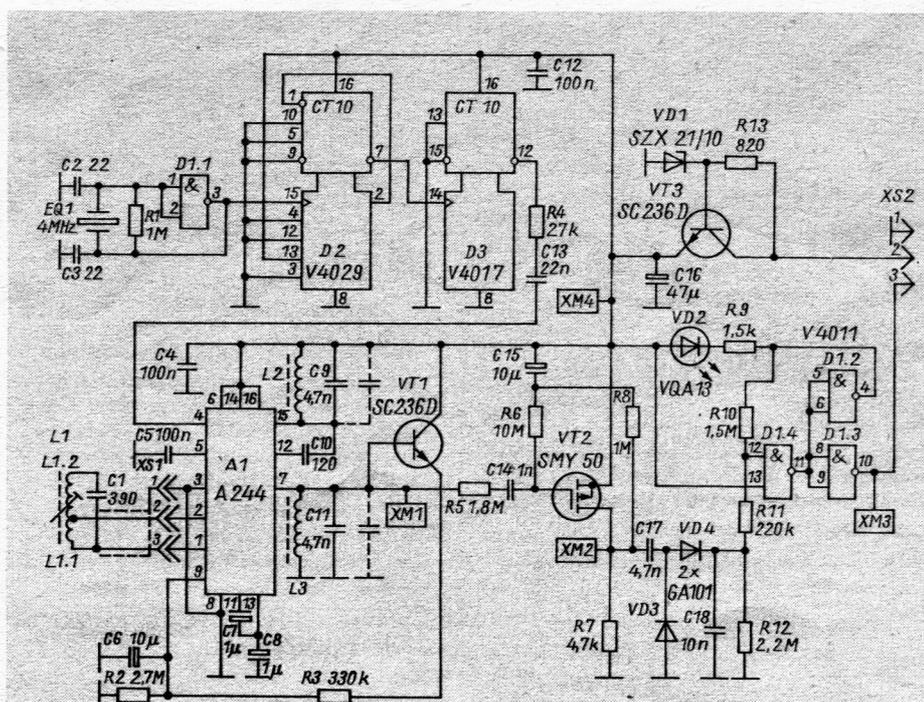


Bild 1: Stromlaufplan des DCF-77-Empfangsteils

Funkuhr mit Einchipmikrorechner (2)

U. GODEMANN

ST1 bis ST3 dienen dem Ein- und Ausschalten der Wecker, der Weckzeiteinstellung und dem Abruf des Datums. Der EMR übernimmt folgende Funktionen:

1. **Binärauswertung** der vom Empfänger kommenden Impulse mit Hilfe eines fehlertoleranten Identifikationsprogramms. Jeder Eingangsimpuls wird achtmal auf seine Amplitude abgetastet und danach den Logikwerten „0“ oder „1“ zugeordnet bzw. als fehlerhaft verworfen.
2. **Dekodierung** der einlaufenden Impulse, Speicherung und Paritätskontrolle aller empfangenen Daten, auch wenn sie nicht angezeigt werden (Wochentag, DUT1-Kennung).
3. **Synchronisierung** des internen Zeitgebers, so daß im eingerasteten Zustand der Wechsel der Sekundeneiner sowie der Sekundenimpulse an P27 möglichst genau mit der gesendeten Impulsvorderflanke zusammenfällt.
4. **Vollständige Multiplexsteuerung** der LED-Anzeige, die Dezimalpunkte (DP6 ganz links bis DP1 ganz rechts) der Anzeigen haben dabei Sonderfunktionen.
5. **Start/Stop-Steuerung** des Abtastgenerators (D1.1 und D1.2).

6. **Realisierung** einer gewöhnlichen 24-Stunden-Software-Uhr, die nach mindestens einmaliger Synchronisation (fehlerfreier Empfang eines kompletten 1-min-Datensatzes) mit Quarzgenauigkeit läuft.

7. **Bedienung** zweier unabhängiger Weckfunktionen, einschließlich Steuerung der beiden Relais, Weckaktivierung, Weckzeiteinstellung und Statusanzeige.

8. **Datumsanzeige** auf Anforderung. Dabei bilden die letzten beiden Funktionen das Vordergrundprogramm des Prozessors, der Aufruf aller anderen Funktionen erfolgt über Interrupts. Bei 4 MHz Quarzfrequenz beträgt die Prozessorbelastung etwa 20,5%.

Die vom Empfänger kommenden Impulse werden einem Test nach Punkt 1 unterzogen und anschließend nach Punkt 2 behandelt. Die Datensammlung beginnt stets mit der ersten Sekunde einer Minute. Verläuft dieser Vorgang bis zur 59. Sekunde fehlerfrei, wird der komplette Datensatz ausgewertet. Gelingt auch dies ohne Fehler, so startet die Uhr mit der vollen Minute auf aktueller Zeit. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig.

Kommen keine Empfangsfehler vor, hat die Uhr zu Minutenende auch dann eine maximale Ungenauigkeit von höchstens 8 ms (bezogen auf den Minutenbeginn), wenn die Oszillatorfrequenz des EMR variiert. Ist der EMR-Oszillator abgeglichen, sinkt diese Abweichung um mindestens eine Größenordnung. Schwache Softwarekopplung an die Eingangsimpulse und zahlreiche Prüfungen garantieren, daß falsche Zeitanzeigen nicht auftreten können.

Ohne Punkt 3 würde die Uhr schon funktionieren, nur kann im ungünstigsten Fall ein Zeitversatz zwischen gesendetem und angezeigtem Sekundenwechsel von fast 1 s auftreten. Um das zu vermeiden, mißt der Rechner die Abstände zwischen den empfangenen Impulsvorderflanken. Liegen drei aufeinanderfolgende Impulse zeitlich im Erwartungsbereich von $1s \pm 8ms$ auseinander und der vierte folgt in einem Abstand, der dem Mittelwert aller vier Impulse entspricht, so synchronisiert die Uhr intern. Das heißt, daß der nächste Sekundenwechsel 984 ms nach dem vierten Impuls erfolgt, alle weiteren natürlich im Abstand von 1000 ms. Durch den einmalig um 16 ms vorgezogenen Sekundenwechsel wird die Verzögerung, den die schmalbandigen ZF-Filter verursachen, kompensiert. Leider ist diese Verzögerung nicht exakt reproduzierbar, Schwankungen um einige Millisekunden sind unvermeidbar und stellen die Genauigkeitsgrenze der Uhr dar.

Wenn das stört, muß man die Empfängerbandbreite auf mindestens 1,5 kHz erhöhen und die erforderliche Störfreiheit durch geeignete Anbringung des Empfän-

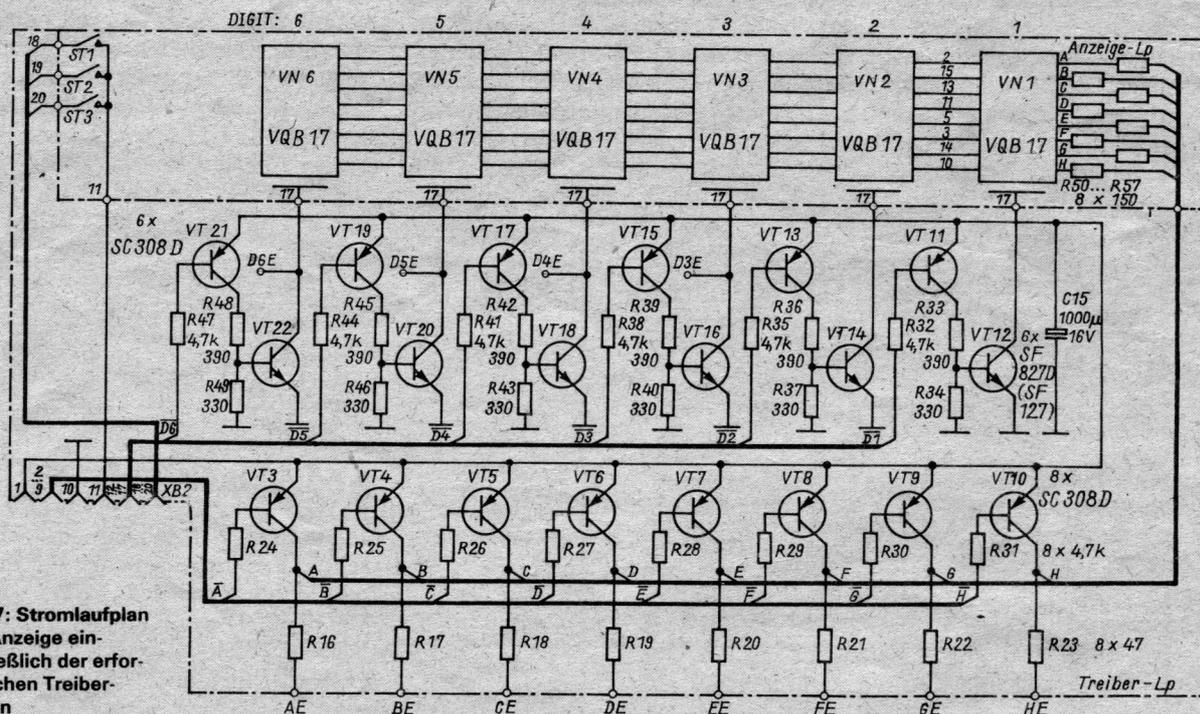


Bild 7: Stromlaufplan der Anzeige einschließlich der erforderlichen Treiberstufen

gers (bzw. der Antenne) garantieren. Dann kann man die Laufzeit zum Sender softwaremäßig genau berücksichtigen. Die summarische Unsicherheit der Uhr beträgt dann nur noch einige hundert Mikrosekunden.

Das Netzteil besteht aus Entstörschaltung (L1 ist eine Netzdrossel aus Fernsehgeräten mit Schaltnetzteil), Netztransformator EI 54/18, Diodenbrücken und

den Stabilisierungsschaltungen für +5 V und +12 V. Letztere befinden sich jeweils auf einem Kühlblech Al 50 × 40 × 2 mm³.

Abgleich

Der Empfängerabgleich wird nach Anschluß der Ferritantenne und bei anliegendem Sendersignal durchgeführt. Zur Signalkontrolle ist ein Oszilloskop not-

wendig. Man überprüft zuerst die Betriebsspannung an XM4 (etwa 9,0 V). Die beiden ZF-Kreise (2,5 kHz) können durch Veränderung der Kondensatorbeschriftung auf Resonanz gebracht werden. Die Empfangsspule L1 läßt sich durch Verschieben auf der Ferritantenne abgleichen.

Die Regelschaltung ist nicht in der Lage, alle vorkommenden Toleranzen des A1

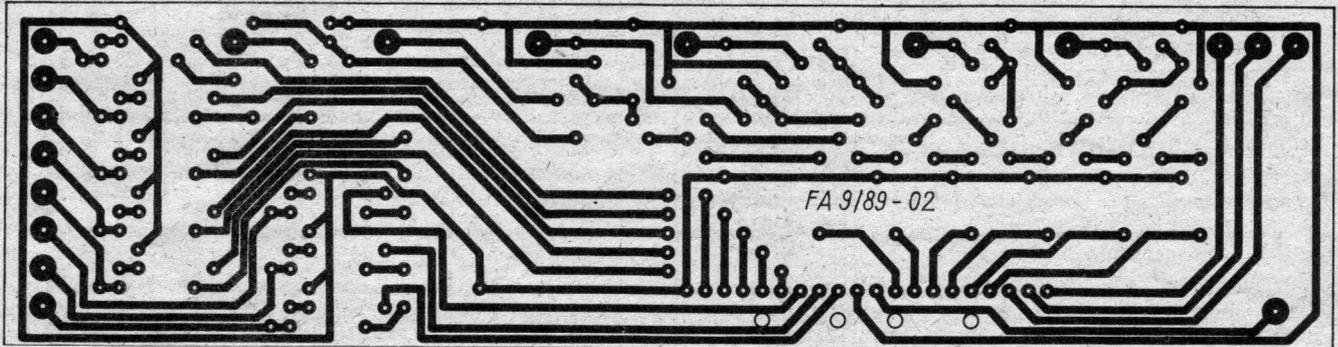


Bild 8: Entwurf der Leitungsführung der Anzeigetreiberplatte

Bild 9: Bestückungsplan der Leiterplatte für die Anzeigetreiber

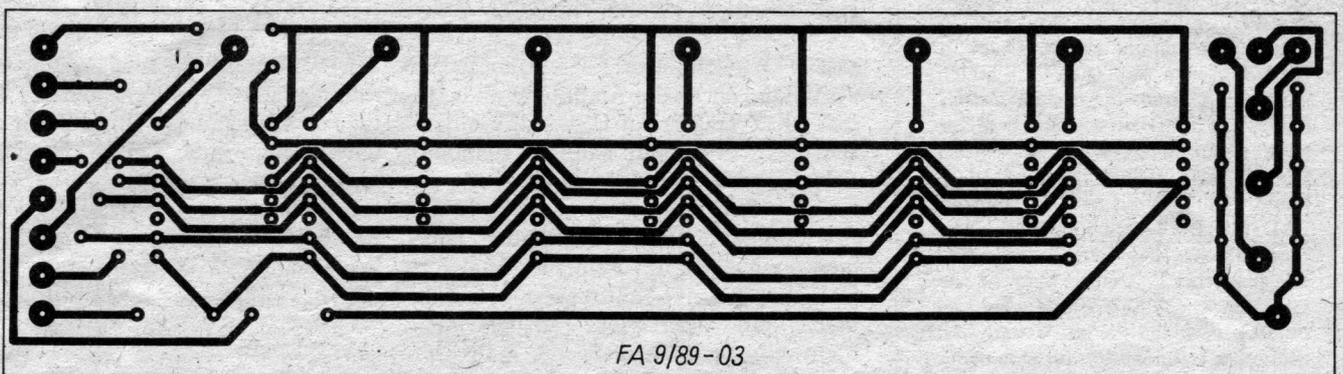
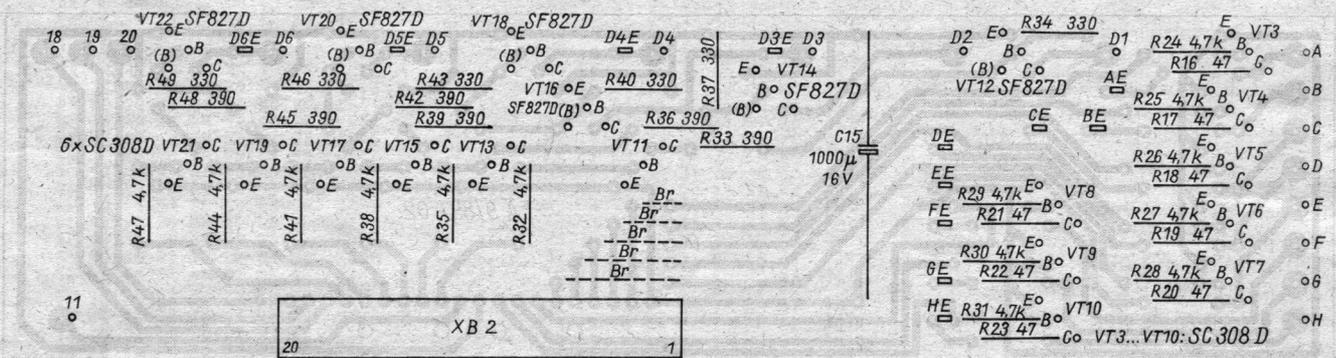
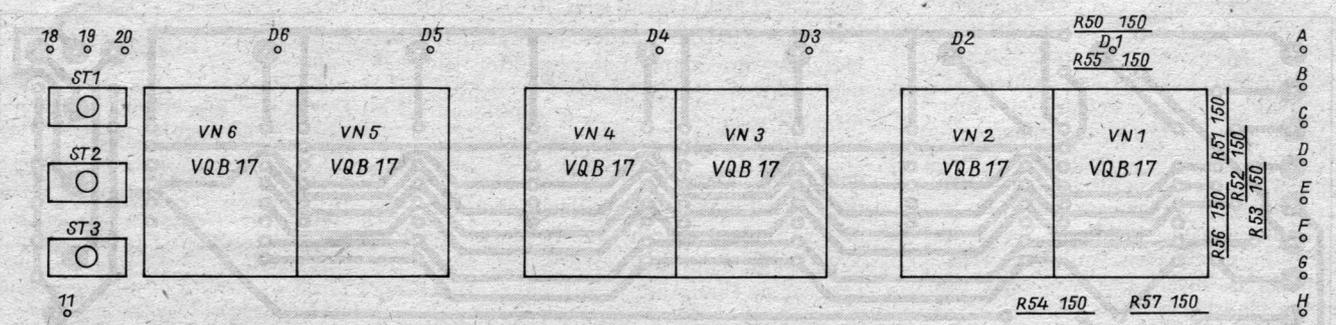


Bild 10: Entwurf der Leitungsführung der Anzeigeplatte

Bild 11: Bestückungsplan der Anzeigeleiterplatte



o = Verbindungen zur Treiber-LP

Hexlisting des Funkuhr-EMR-Programms

```

1000 00 0C 01 50 00 0C 01 B0 ...P...0
1008 02 00 02 70 8F 31 70 0C ...a.lp.
1010 03 1C 60 2C 69 3C F1 C3 ...i.k0C
1018 30 2A FC 9F 76 03 10 6B 0*1.v.k
1020 0A 76 F2 20 EB 05 46 0D .vr.k.F.
1028 10 88 03 56 0D EF 76 03 ...V.ov.
1030 20 68 0A 76 F2 20 EB 05 k.vr.k.
1038 46 0D 04 88 03 56 0D FB F...V.(
1040 A4 05 15 EB 0D A4 06 16 $.k.$..
1048 EB 08 76 0D 20 6B 03 46 k.v.k.F
1050 03 10 A4 05 18 EB 0D A4 ..$.k.$
1058 06 19 EB 08 76 0D 08 6B ..k.v.k
1060 03 46 03 20 76 03 04 E8 .f.v..k
1068 B3 E6 0E 1A E6 08 E8 D6 3f..f.hV
1070 01 17 E6 0E 04 E8 A5 56 ..f.kxV
1078 03 CF 56 0D C3 76 02 01 .OV.Cv..
1080 E8 06 86 0D 20 D6 01 14 k.6.V..
1088 76 02 02 EB 06 86 0D 08 v..k.6..
1090 D6 01 14 76 03 04 68 E5 V..v.ke
1098 E6 08 80 D6 01 17 EB D2 f..V..kR
10A0 E6 0E 17 86 0E 03 E4 0E ..f..d.
10A8 07 06 07 02 E6 13 30 D6 ...f.0V
10B0 01 14 76 02 01 68 18 76 ..v.k.v
10B8 03 04 EB 86 76 02 02 EB ..k0v..k
10C0 F1 07 07 01 41 07 A7 07 q...A..
10C8 24 EB E4 31 07 88 E0 00 $kd1...
10D0 07 E6 13 08 D6 01 14 76 .f.V..v
10D8 02 01 68 17 76 03 04 EB ..k.v..k
10E0 91 76 02 02 EB F1 07 07 .v.k0..
10E8 10 67 07 60 EB E6 57 07 .g.kfW.
10F0 0F 8B E1 E0 13 D6 01 14 ..a.V..
10F8 76 02 01 68 A6 76 03 04 v..k0v..
1100 EB DD 76 02 02 EB F1 07 kJv.kq.
1108 07 01 67 07 0A EB E6 57 ..g.kfW
1110 07 F0 8B E1 E6 08 23 B0 .p.af.#0
1118 09 FF FF FF FF FF FF FF ..
1120 FF FF FF FF FF FF FF ..
1128 EB F6 76 03 04 AF FF FF kvv../..
1130 FF FF FF FF FF FF FF ..
1138 FF FF FF FF FF FF FF ..
1140 FF FF FF FF FF FF FF ..
1148 FF FF FF FF FF FF FF ..
1150 70 07 E4 03 07 56 07 01 p.d..V..
1158 04 07 0C 20 08 A6 08 04 ..&..
1160 EB 05 A6 0C 02 FB 28 A6 k.&.(f
1168 08 08 78 20 20 0A A6 0A ..f.&.
1170 5B 78 08 E6 0A 1F 46 0D [(f..F.
1178 08 8B 0E A6 0C 03 B1 0A ..&..l.
1180 FB 07 A6 0C 02 FB 08 21 (.v..P.?F
1188 0A 56 03 7F 50 07 BF 46 .V..P.?F
1190 0D 80 88 F5 FF FF FF ..u...
1198 FF FF FF FF FF FF FF ..
11A0 FF FF FF FF FF FF FF ..
11A8 FF FF FF FF FF FF FF ..
11B0 46 03 80 56 FB F7 A6 F2 F..V(wkr
11B8 F6 68 24 04 F2 10 FB 02 vk$.r.(.
11C0 20 11 20 12 56 12 03 EB ..V..k
11C8 1C C0 11 C0 10 C0 11 C0 .e.@.e.@
11D0 10 A4 F2 10 EB 09 E6 F2 $.r.k.fr
11D8 F6 E6 F1 4F E6 F2 FA B0 vfoDfrz0
11E0 12 80 11 B0 10 B0 B0 B0 .0.0.0.0
11E8 0C 8F FF FF FF FF FF FF ..?.....
11F0 FF FF FF FF FF FF FF ..
11F8 FF FF FF FF FF FF FF ..
1200 70 FD 70 0E 70 09 70 08 p)p.p.p.
1208 70 07 31 00 0C FF 90 01 p.l....
1210 A6 01 DF FB 02 1C FE 98 &.(.
1218 01 60 09 68 F8 70 09 70 .kxp.p
1220 0E E3 7E CE 09 7B 0F C0 .c.e.(.e
1228 09 78 09 EE A6 0E 1C EB (.n.e.k
1230 F0 EE 88 ED F0 07 56 07 pn.mp.V
1238 0F 8C 03 9C D0 02 97 C2 ...P..B
1240 08 50 0E 66 0E 14 EC 0D .P.f..l.
1248 EB 03 06 0E 06 50 09 53 k....P.5
1250 9E 68 03 56 00 7F 50 07 .k.V..P.
1258 50 08 50 09 50 0E 50 FD P.P.P.P
1260 BF FF FF FF FF FF FF FF ?.....
1268 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
1270 46 02 80 70 FD 70 07 70 F..p)p.p
1278 08 70 09 31 00 56 02 7F .p.l.V..
1280 A6 04 AA 68 2D 7C 05 8C &.k-l..
1288 02 7E 07 07 01 41 07 A7 ..k..A.
1290 07 68 EB 1E 46 0D 01 B1 .k.V..1
1298 07 8A EE 20 07 07 07 01 ..n....
12A0 41 07 A7 07 24 EB 08 B1 A..$k.1
12A8 07 E6 1A AA E6 18 AA E6 .k.f.f.f
12B0 1D AA 76 FB 08 E6 FB 3A .v(f.f(
12B8 68 0F A6 0A 5A EB 05 76 k.&.Zk.v
12C0 0D 80 68 11 56 0D 7F AC ..k.V..
12C8 1F 56 FA F7 50 09 50 08 .VzWP.P.
12D0 50 07 50 FD 8F AC 34 C1 P.P)?..4A
12D8 0A FB E9 B0 0F 9C 20 8C .(i0.
12E0 07 D6 03 22 D6 03 3F EB ..k.V..?k
12E8 D8 8C 06 D6 03 22 D6 03 (.V..V.
12F0 3F EB D1 8C 06 D6 03 22 ?k0.V..
12F8 8C 03 D6 03 22 8C 05 D6 .k.V..V
1300 03 22 D6 03 22 D6 03 3F .."V..V.?
1308 68 08 E6 1A AA E6 18 AA k.f.f.f.*
1310 E6 1D AA 88 AF 56 0D FE f.*./V..
1318 B0 04 E4 1F 05 E4 1E 06 0.d....d.
1320 8B A5 70 08 00 E9 B1 09 .Xp..il.
1328 AE 03 FA C1 0A C1 09 8A ..zA.A..
1330 F7 50 08 A6 08 08 6B 06 wP.&.k.
1338 CF C1 09 8E 88 F5 AF AE OA...u/.
1340 03 FA 56 0F 01 AF FF FF .zV../..
1348 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
1350 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
1358 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
1360 4F FA 09 FA 09 03 01 04 Dz.Z...
1368 29 00 3A 00 70 00 00 FF ).t.p...
1370 FE 00 0F AA AA AA 00 00 ~.***.
1378 00 1F 00 00 81 04 FF 00 ..
1380 00 00 00 A1 00 00 A2 00 ..
1388 00 AA AA AA AA AA AA 00 .*****.
1390 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
1398 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13A0 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13A8 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13B0 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13B8 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13C0 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13C8 00 00 00 00 00 00 00 00 ..
13D0 C0 F9 A4 B0 99 92 82 F8 @y$0...x
13D8 80 90 88 83 C6 A1 86 8E ...F!..
13E0 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
13E8 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
13F0 FF FF FF FF FF FF FF FF ..
13F8 FF FF FF FF FF FF FF FF ..

```

(A 244 D) abzufangen. Es ist daher durch Variation von R_2 die Amplitude an XM1 (bei 100% Träger) auf $U_{SS} = 3,0\text{ V}$ einzustellen. An XM2 muß dann das demodulierte Signal mit $U_L = 1,7\text{ V}$ und $U_H = 6,5\text{ V}$ vorliegen.

Im Rechner Teil sind ein Zählfrequenzmesser an XM1 anzuschließen und mit C11 die interne Taktfrequenz auf die halbe Sollquarzfrequenz abzugleichen. Steht ein Frequenzmeßgerät nicht zur Verfügung, kann dieser Abgleich eventuell auch entfallen. Bei Quarzen mit der üblichen Lastkapazität von 30 pF ist die Funktion der Uhr trotzdem gewährleistet, lediglich im nichtsynchronisierten Betrieb werden sich Gangabweichungen bemerkbar machen.

Unabdingbar ist der Abgleich des Abtastgenerators. Dazu ist das Oszilloskop mit der H/L-Flanke der anliegenden Eingangsimpulse extern zu triggern. An XM2 sind dann bei ungestörtem Empfang acht Tastimpulse zu sehen. Diese müssen eine Periode von 25 ms haben; als Einstellungskriterium gilt, daß die fünfte L/H-Flanke der Impulsreihe zeitlich mit

der L/H-Flanke der Eingangsimpulse zusammenfällt, wenn eine logische „Null“ (100 ms Länge des Eingangsimpulses) empfangen wurde. Entsprechend ist R4 einzustellen.

Ein Prozessorreset läßt sich bei Bedarf durch Überbrücken von C12 mit einem Widerstand (1 kΩ) veranlassen.

(wird fortgesetzt)

Literatur

- [1] Skottke, H.-J.: Funkuhr mit digitaler Anzeige von Uhrzeit und Datum, FUNKAMATEUR 35 (1986), H. 12, S. 590
- [2] Lehmann, S.: Funkuhr mit Mikroprozessor, FUNKAMATEUR 35 (1986), H. 5, S. 255 ff.
- [3] Schreiber, H.: Der Zeitzeichen- und Normalfrequenzsender DCF 77, Funktechnik 29 (1974), H. 1, S. 21 ff.
- [4] Vereinbarung über Funkanlagen von Mitgliedern des Kulturbundes zum Empfang von Zeitzeichensendern, Astronomie und Raumfahrt 20 (1982), H. 6, S. 184
- [5] TGL 200-7045

Funkuhr mit Einchipmikrorechner (3)

U. GODEMANN

Bedienung

Nach Einschalten der Uhr wird auf dem Display „AA AA AA“ als Hinweis auf den Anfangszustand ausgegeben. Außerdem leuchtet der Dezimalpunkt DP1. Der Empfänger erreicht nach etwa 15 s seinen normalen Betriebszustand. Nach der oben beschriebenen Prozedur startet die Uhr mit der aktuellen Zeit und DP1 verlischt. Genaugenommen zeigt DP1 an, ob in der vergangenen Minute ein Empfangsfehler aufgetreten ist. Für die Bedienung der Taster gilt, daß nach Loslassen von ST1 stets wieder der Normalzustand der Uhr erreicht wird. Betätigt man ST1 kurz, erscheint für 2 s das gültige Datum in Form „TT MM JJ“. Sollte sich die Uhr über den Tageswechsel hinweg nicht im Synchronzustand befinden, wird um Mitternacht das Datum auf den Anfangswert gesetzt und erst mit Empfang des nächsten gültigen Datensatzes aktualisiert.

Hält man ST1 dauernd gedrückt, erscheint nach zwei Sekunden wieder die Uhrzeit. In diesem Zustand werden zunächst alle Weckfunktionen gelöscht. Beide Relais fallen ab, die entsprechenden Anzeigen verlöschen. Tastet man zusätzlich ST2, wird der Wecker 1 aktiv/inaktiv geschaltet; mit ST3 entsprechend Wecker 2. Der aktivierte Zustand des je-

weiligen Weckers ist am Leuchten von DP6 (Wecker 1) bzw. DP4 (Wecker 2) erkennbar.

Sollen die Weckzeiten gestellt werden, ist ST1 kurz loszulassen und anschließend wieder gedrückt zu halten. In der Anzeige erscheint nun die gültige Weckzeit.

Anstelle der Sekunden ist in den letzten beiden Stellen „A1“ (Wecker 1) bzw. „A2“ (Wecker 2) zu sehen. Mit ST2 kann nun die zu verändernde Stelle angewählt werden (gekennzeichnet durch Leuchten des zugehörigen Dezimalpunktes) und zwar in folgender Reihenfolge:

Wecker 1: Stunden – Minutzehner – Minuteneiner – Wecker 2: Stunden – Minutzehner – Minuteneiner – usw.

Durch Tasten mit ST3 kann die ausgewählte Stelle verändert werden (ST2 und ST3 besitzen Wiederholfunktion). Der Normalzustand der Uhr wird durch Loslassen von ST1 erreicht, wobei das Leuchten von DP6 und/oder DP4 an die eventuell aktivierten Wecker erinnert.

Ist die vorgewählte Weckzeit erreicht und der entsprechende Wecker aktiv, so zieht das jeweilige Relais an und die Dezimalpunkte DP5 (Wecker 1) bzw. DP3 (Wecker 2) beginnen zu blinken.

Hinweise zum praktischen Aufbau der Funkuhr

Der Bau und Betrieb funkgesteuerter Uhren ist bekanntlich genehmigungspflichtig; für Mitglieder des Kulturbundes der DDR gilt ein vereinfachtes und gebührenfreies Verfahren [4]. (Funkamateure der GST dürfen Zeitzeichensender gemäß Punkt 9.2. der Betriebsdienstordnung ohne gesonderte Genehmigung nutzen – d. Red.)

Die Quarzfrequenz des Rechnerteiles ist bei Programmänderung variabel, sie muß sich nur als Produkt folgender fünf Faktoren darstellen lassen: 16, 1...64, 1...255, 1...64, 1...255 und im Bereich von 2...8 MHz liegen. Für einige gängige Quarztypen sind die Programmänderungen in Tabelle 1 dargestellt; speziellere Auskünfte über die Redaktion vom Autor.

Im Empfänger können die ZF-Spulen samt Kern nach Funktionsprobe stabilitätsfördernd in Epoxidharz o. ä. eingegossen werden. Weiterhin ist anstelle des 4-MHz-Empfängerquarzes eine 6-MHz-Variante verwendbar, wenn Pin 12 des D2 (V 4029) von Masse gelöst und an die Betriebsspannung gelegt wird. Dabei ist kein ZF-Neuabgleich notwendig (die Oszillatorfrequenz beträgt dann 75 kHz), allerdings liegen die 6 MHz weit außerhalb des für den V 4029 bei der verwendeten Betriebsspannung garantierten Frequenzbereichs.

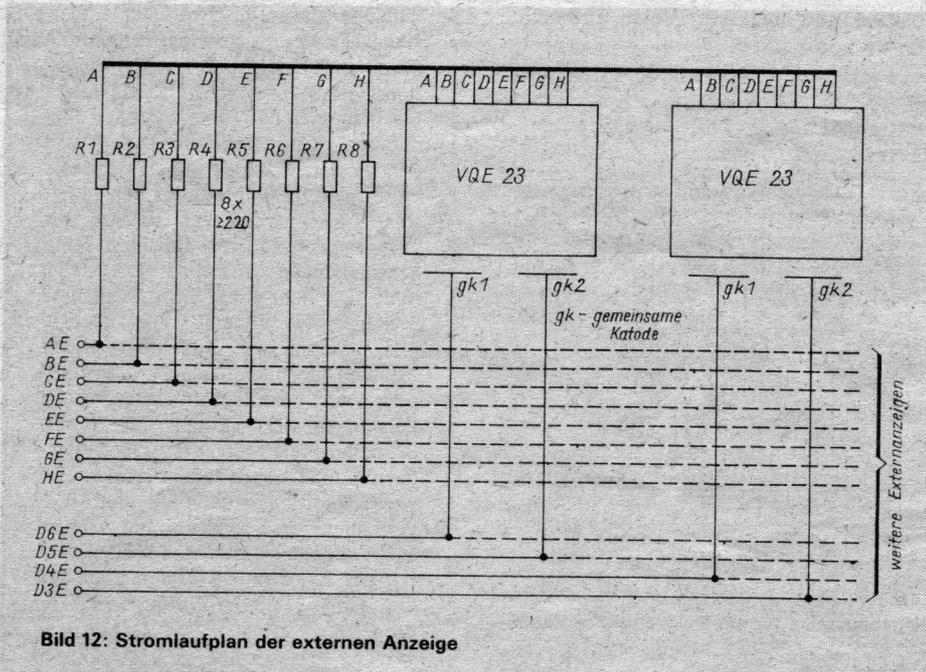


Bild 12: Stromlaufplan der externen Anzeige

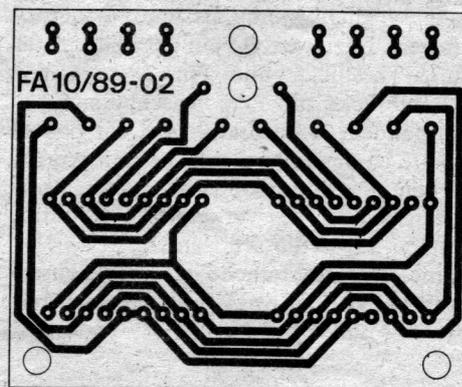


Bild 13: Entwurf der Leitungsführung der Platine für die externe Anzeige

Bild 14: Bestückungsplan der Leiterplatte nach Bild 13

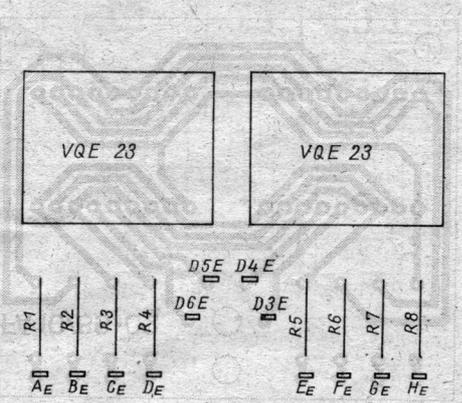


Tabelle 1: Softwareanpassungen bei Einsatz anderer EMR-Quarzfrequenzen

EMR-Quarz- frequenz	Adresse										
	%129	%1B8	%1D8	%1DE	%361	%362	%363	%364			
8,000 MHz	%EF	%F6	%F6	%FA	%FA	%9	%FA	%11			
6,000 MHz	%EF	%94	%94	%96	%96	%9	%FA	%15			
4,194304 MHz ¹	%F5	%7E	%7E	%80	%80	%11	%80	%11			
3,000 MHz	%FB	%94	%94	%96	%96	%9	%7D	%15			
2,000 MHz	%FB	%F6	%F6	%FA	%FA	%5	%FA	%9			

¹ Uhrenquarz

Die Empfängerleiterplatte sollte durch ein Blechgehäuse (beim Muster 115 × 40 × 23 mm³) abgeschirmt werden, das durch einen Kontaktstift in der Nähe des Empfängereingangs geerdet wird. Am Gehäuse befinden sich auch die Ferritstahalterungen, so daß die geschirmte Leitung zwischen Ferritantenne und Empfängereingang nur einige Zentimeter lang ist.

Die Treiber- und Anzeigeleiterplatte wurden mit Hilfe von Drahtbrücken in 15 mm Abstand gestapelt. Insgesamt sind die Maße so gehalten, daß als Gehäuse der handelsübliche Verkleidungssatz des ROBOTRON-Autokassettenpielers RA 8001 Verwendung finden kann.

Die drei Tasten der Anzeigeleiterplatte bestehen aus leitfähigem Gummi. Sie entstammen einem alten Taschenrechner und ragen, durch aufgeklebte Plastnägel verlängert, 2 mm aus der Frontplatte heraus.

Als Steckverbinder wurden solche im 2,5-mm-Raster verwendet. Fehlen sie, stellt man die Verbindung zwischen Rechner- und Treiberleiterplatte durch Lötbrücken her. Zu beachten ist dann die notwendige Maßänderung der Anzeigeleiterplatte (Bild 6). Die Anschlüsse zu den externen Anzeigen (D3E...D6E, AE...HE) werden an Lötösen geführt; sie sind auf der Leiterzugseite der Treiberleiterplatte angeordnet.

Sicherheitsprobleme

Da sich netzspannungsführende Teile auf der Rechnerleiterplatte befinden, müssen sämtliche Kabel und Leitungen im Gerät doppelt isoliert werden. Das betrifft sowohl alle Anschlüsse des Netztransformators als auch die Leitungen zu den Relais und den Externanzeigen.

Wesentliches Bauteil ist in sicherheitstechnischer Hinsicht neben der Leiterplatte (die man maßlich unverändert übernehmen sollte) der Netztransformator. Günstig ist ein industriell gefertigter Typ, dessen Sekundärwicklungen man seinen Vorstellungen gemäß verändert. Auch sichert der Schlitz 2 × 30 mm² die Einhaltung der Mindestkriechwege und ist nicht entbehrlich!

Generell empfiehlt sich für den konstruierenden Amateur ein Blick in die einschlägigen TGL, vor allem [6].

Tabelle 2: Angaben zu den Wickelbauelementen

Netzdraht LDr1	
Kern:	2 x U 23/18; MF 194
Wicklung:	4 x 105 Wdg.; 0,5 mm CuL
Netztransformator T1	
Kern:	EI 54/18
Wicklung: primär	2800 Wdg.; 0,12 CuL
sekundär (5 V)	39 Wdg.; 0,55 CuL
sekundär (12 V)	160 Wdg.; 0,25 CuL
Empfangsspule L1	
Kern:	Ferritstab 10 x 145; MF 360
Wicklung: L1.1	80 Wdg. 10 x 0,05 CuLz
L1.2	320 Wdg. 10 x 0,05 CuLz
ZF-Filterspulen L2 und L3	
Kern:	Schalenkern 14 x 8 MF 163; A ₁ =1100
Wicklung:	850 Wdg.; 0,08 CuL

EMR-Softwareentwicklung

Die Programmentwicklung wurde auf einem KC 85/1 durchgeführt. Ein batteriegestützter, zum U 2716 pinkompatibler CMOS-RAM (ähnlich U 6516) befand sich dabei auf einem RAM-fähig gemachten KC-ROM-Modul. Dieser nahm das übersetzte Programm auf und wurde dann zum Testen zwischen Programmier- und Anwenderort hin- und hergetragen.

Ein Relikt dieser Methode sind R6 und die nach Masse führende Drahtbrücke auf der Rechnerleiterplatte, da auch beim endgültigen Muster wie oben verfahren wurde und während des Schaltkreiswechsels mindestens \overline{CE} inaktiv sein muß (Brücke offen). Bei eigenen Programmierversuchen ist zu beachten, daß bei EMR mit herausgeführten internen Datenspeicheranschlüssen (U 882x/884x) kein Schreiben in den Datenspeicher (z. B. zu Testzwecken) möglich ist!

Nach Abschluß aller Versuche wurde das Programm endgültig auf EPROM geschrieben; der U 2716 ist nur halb „gefüllt“ und hat damit noch reichlich Platz für Erweiterungen.

Die hier beschriebene Uhr ist seit Mitte 1988 im Einsatz und erfüllte alle Erwartungen bezüglich Genauigkeit und Bedienungsfreiheit vollauf. Am Erfahrungsaustausch zu Programmierung und Anwendung von EMR ist der Autor stets interessiert.

Neue gesetzliche Regelung

Im VMBI Nr. 8/89 vom 16. 08. 1989 hat der Minister für Post- und Fernmeldewesen die Genehmigung für das Betreiben, den Besitz und die Weitergabe von funkelektronisch gesteuerten Uhren (Funkuhren) für den individuellen Gebrauch erteilt. Es werden keine Genehmigungsgebühren erhoben.

Rekordergebnis bei Soliaktion

Nunmehr zum 20. Mal hatten die Berliner Journalisten zum großen Solidaritätsbasar auf dem Alex eingeladen. Über 200 000 Gäste und Einwohner der Hauptstadt kamen, trotz ungemütlichen Wetters; viele von ihnen schauten auch am Stand des FUNKAMATEUR vorbei.

Übrigens war gut beraten, wer zeitig kam. Nicht nur, daß man zusehen konnte, wie gegen 8 Uhr 40 000 Tauben aufstiegen und den Leitgedanken dieses Tages symbolisierten. Nein, unsere Stammkunden wußten auch, daß gleich am frühen Morgen die besten Dinge zu Solipreisen über den Verkaufstisch gehen würden.

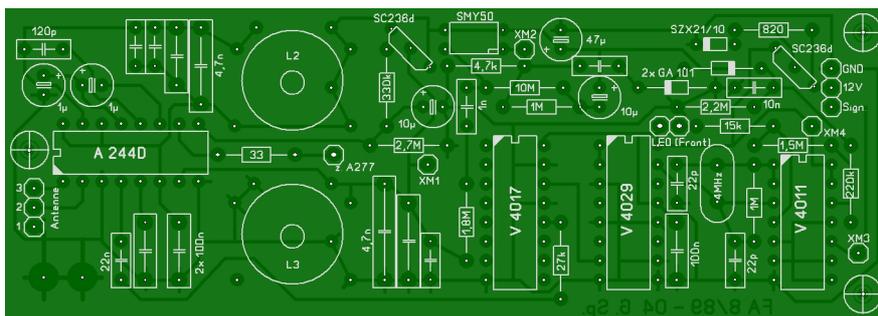
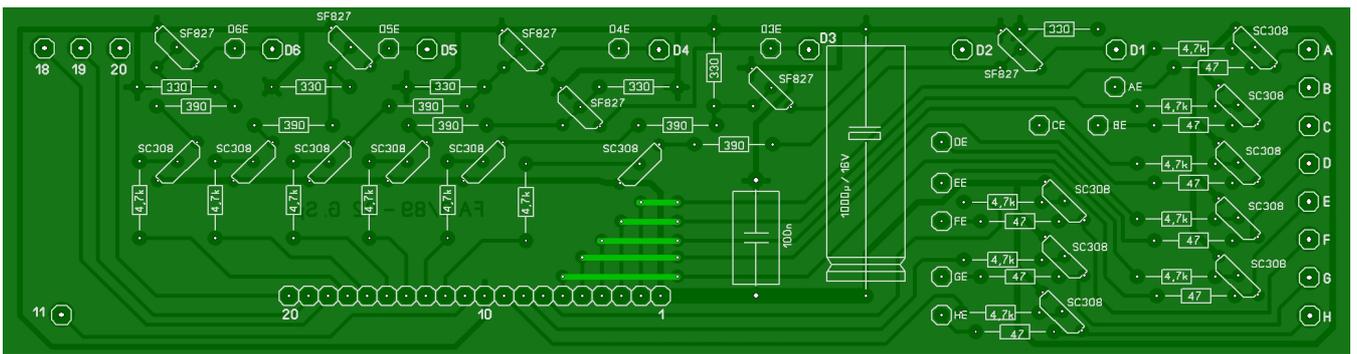
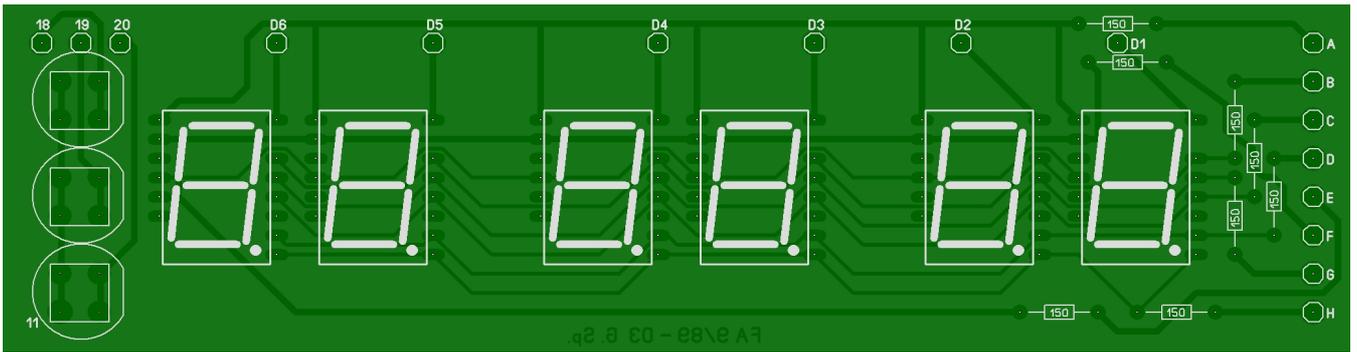
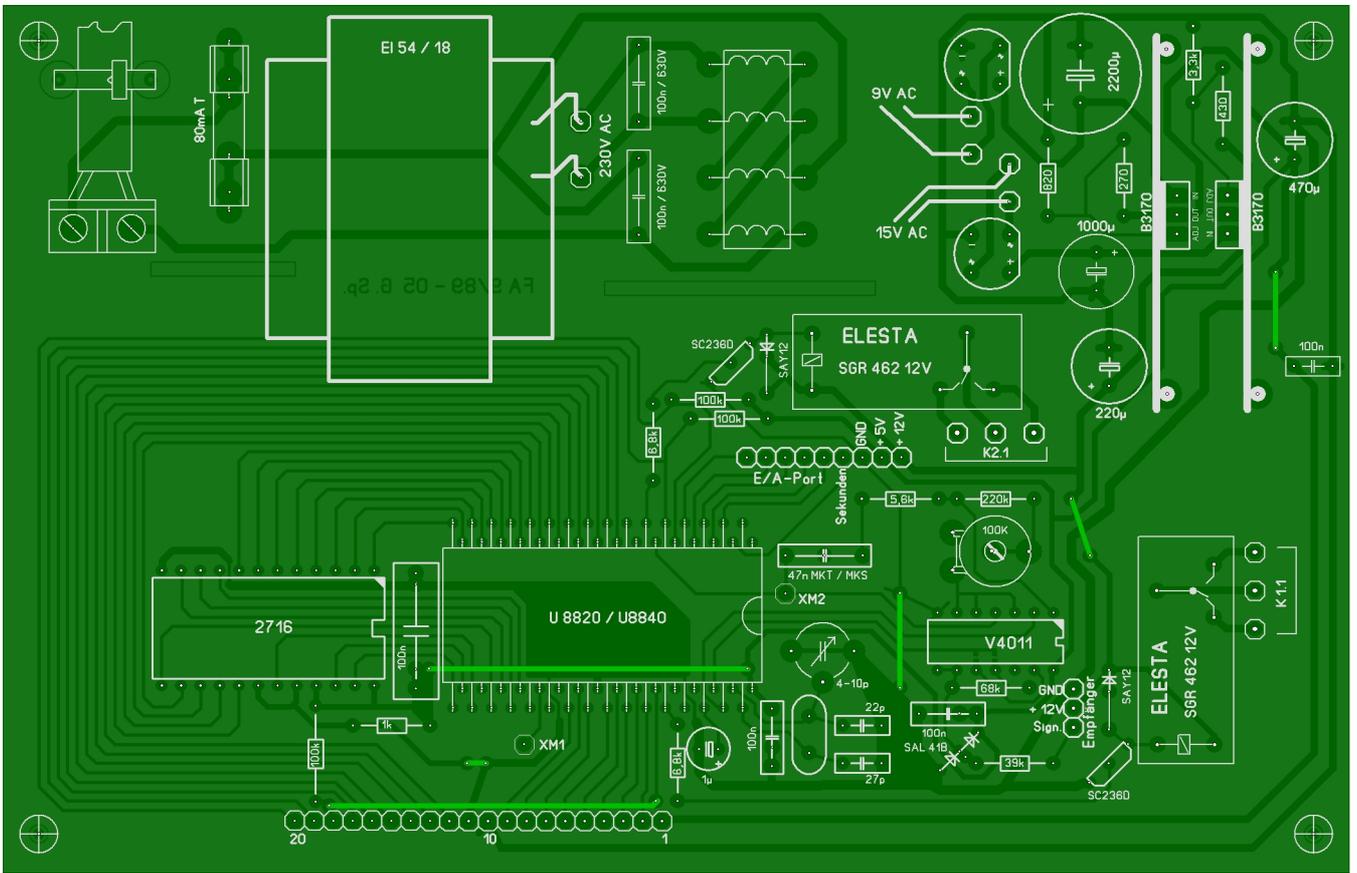
Und so konnte dann auch zugegriffen werden bei Quarzen, EPROMs, dRAMs, CPUs, Opto-Bauelementen sowie Super-Bastelbeuteln mit passiven Bauelementen. Außerdem gabs gefragte ECL-, CMOS- und andere IS. Literatur war reichlich vorhanden und auch aus den Wühlkästen holte so mancher etwas nach seinem Geschmack. Alles in allem erzielten wir den bislang höchsten Solierlös.

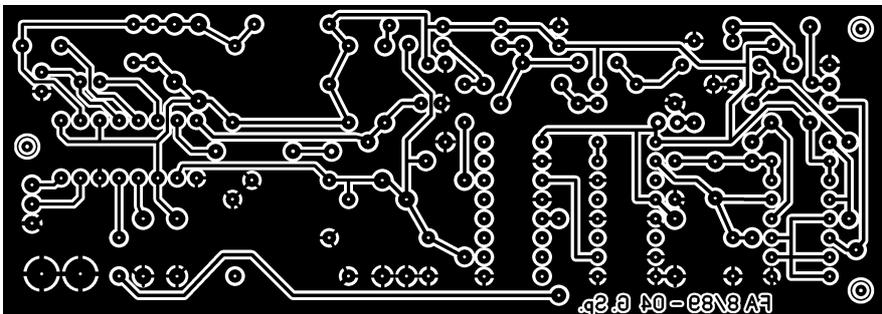
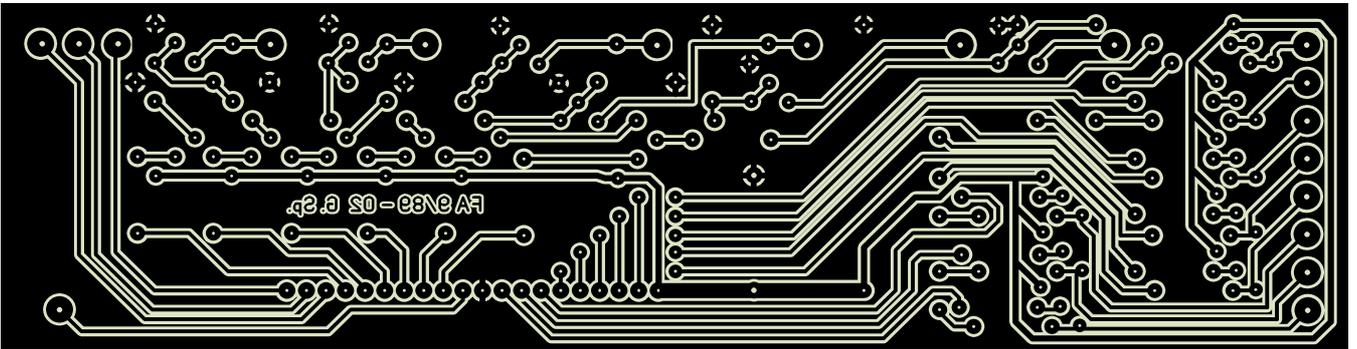
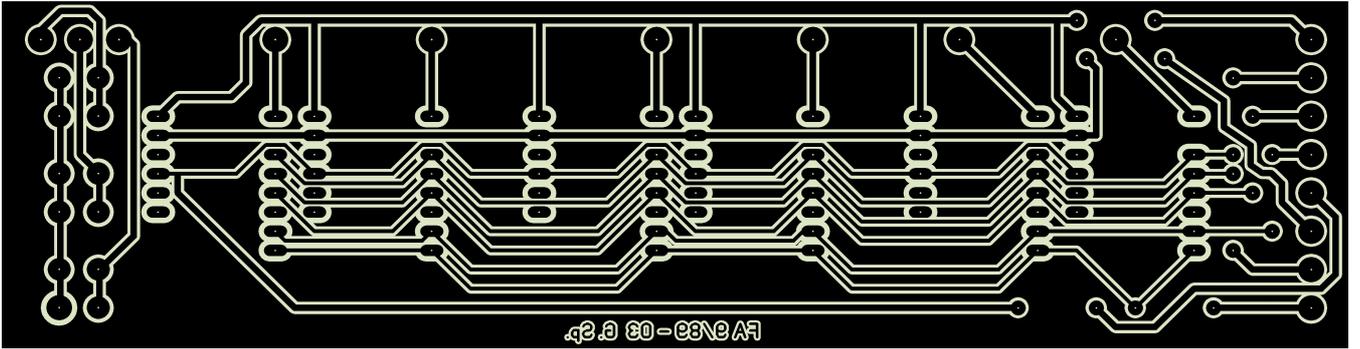
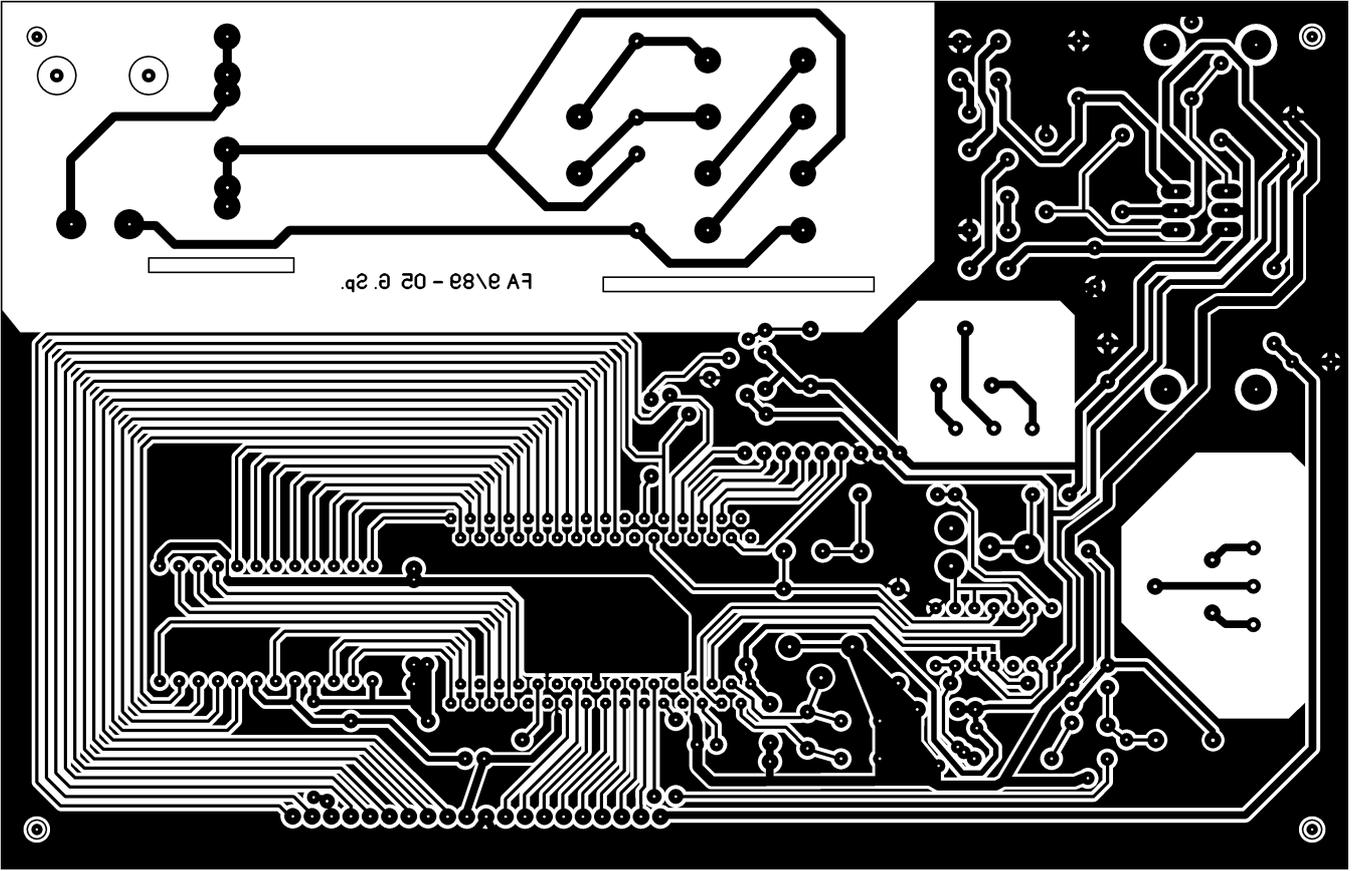
Dank also den Besuchern unseres Standes. Aber auch all denen muß gedankt werden, die unsere Aktion mit Sachspenden, also Verkaufsmaterialien unterstützten: Den Pakete an die Redaktion versendenden Lesern und den Mitarbeitern einiger volkseigener Betriebe, die wir – übrigens so direkt zum ersten Mal – um Hilfe gebeten hatten und deren Mitarbeiter sich prompt und unbürokratisch für unser Anliegen einsetzten. Genannt seien das Berliner Glühlampenwerk, das Werk für Fernsehelektronik, Mikroelektronik Erfurt, das Gleichrichterwerk Großräschen und das Halbleiterwerk Frankfurt (Oder).

Was uns sehr beeindruckte und deshalb an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben darf: Einige Spender kamen an den FA-Stand und übergaben uns an Ort und Stelle ihre Materialien zum Verkauf. Allerdings war der Andrang zu groß, so daß leider außer einem herzlichen „Danke schön“ keine Gelegenheit war, mehr Worte zu wechseln oder Namen zu erfragen.

Für den Solibasar 1990 haben wir uns übrigens schon jetzt fest vorgenommen, Angebot und Ergebnis dieses Jahres noch zu überbieten. Dazu haben wir bereits neue Ideen. Wir meinen, das unseren gegen Imperialismus, Kriegsgefahr und Unterdrückung kämpfenden Kollegen in aller Welt schuldig zu sein.

Redaktion FUNKAMATEUR





Anmerkungen:

Auf meiner Seite (www.guido-speer.de) werden zukünftig Erweiterungen und Änderungen dokumentiert sein. Auch Fotos vom Aufbau und eventuell Fotos von Nachbauern. Derzeit habe ich eine neue Anzeigeplatine mit gemeinsamen Anoden (VQB18, VQE14) und eine Universalanzeigenplatine für gemeinsame Anoden entwickelt, beide mit integrierter Feldstärkeanzeige (A277).

Gruß
Guido

