

Synthesizer „Kobold“ (1) – ein Selbstbauprojekt für den Bereich Meteosat, 2 m und 70 cm

Harald Helpert, DJ9HH, Oberer Kirchwiesenweg 7a, 6000 Frankfurt 50
Gerd Otto, DC6HL, Am Sommerberg 54, 6395 Weilrod 8

- Zusatzbaugruppen, die optimal angeschlossen werden können:
 - Up-Down-Zähler 050 mit Scan-Funktion, zum schnellen Abstimmen über das Band
 - Display 051 als digitale Anzeige der Empfangs-/Sendefrequenz
 - Modulator mit Rufton 048
 - Endstufe 052 für 2 m oder 70 cm
 - Empfänger 055 für das 2-m-Band
 - Empfänger 057 für das 70-cm-Band



Abb. 1: 2-m-Transceiver mit Synthesizer Kobold.

1. Schaltungsbeschreibung Grundmodul 047

Der Synthesizer Kobold ist ein Einschleifen-Synthesizer nach dem Dual-Modulus-Prinzip unter Verwendung des bekannten Plessey-Bausteins NJ 8820. Da das Layout für den VHF- als auch für den UHF-Bereich geeignet sein sollte, wurde eine VCO-Schaltung gesucht, die möglichst ohne Schaltungsänderung in beiden Bereichen auskommt. Nach längeren Versuchen entstand so der VCO mit dem N-Kanal-Sperrschicht-FET U 310. Die beiden Bereiche unterscheiden sich lediglich durch Verwendung anderer LC-Werte sowie durch Einsatz verschiedener Verteiler als IC 1. Bei 2 m/Meteosat wird der SP 8793 verwendet (: 40/41 bis 200 MHz) und bei 70 cm der SP 8719 (: 80/81 bis 520 MHz).

Da wir einen deutlich besseren Synthesizer bauen wollten als bislang in der cq-DL beschriebene Konstruktionen (die teilweise auch von uns „verbrochen“ wurden!), mußte auf das Phasen-/Seitenbandrauschen des VCO besonders Augenmerk gerichtet werden. Warum dies erforderlich ist, erläutert ein Blick auf **Abb. 2**. Die Abbildung zeigt links ein VCO-Si-

Eine „eierlegende Wollmilchsau“ ist der Synthesizer Kobold nicht – aber er kommt diesem Ideal sehr nahe. Von Haus aus für die wahlweise Verwendung im Meteosat-Band, im 2-m-Band und 70-cm-Band ausgelegt und ausgestattet mit einer Menge von dazu passenden Ergänzungsbausteinen, bildet er ein Baukastensystem, aus dem sich jeder das Passende aussuchen kann.

Hier in Stichworten die Eigenschaften des Systems:

- Synthesizer (Kanalaroszillator) als Baukastensystem, wahlweise verwendbar für:
 - Meteosatempfänger
134,000 bis 137,990 MHz
(wahlweise 134,00 bis 141,990 MHz)
 - 2-m-RX oder -TX
144,000 bis 145,9975 MHz
 - 70-cm-RX oder -TX
430,000 bis 439,975 MHz
- Synthesizer mit sehr gutem Seitenband-/Phasenrauschverhalten, welches die Werte kommerzieller Geräte erreicht bzw. übertrifft
- Unterbringung in genormten Weißblechgehäusen 145 x 75 x 30 mm mit Sub-D-Buchsen und SMC-Buchsen als genormte Verbindungsstecker. Abmessungen kleinerer Baugruppen, wie Modulator usw. 75 x 75 x 30 mm

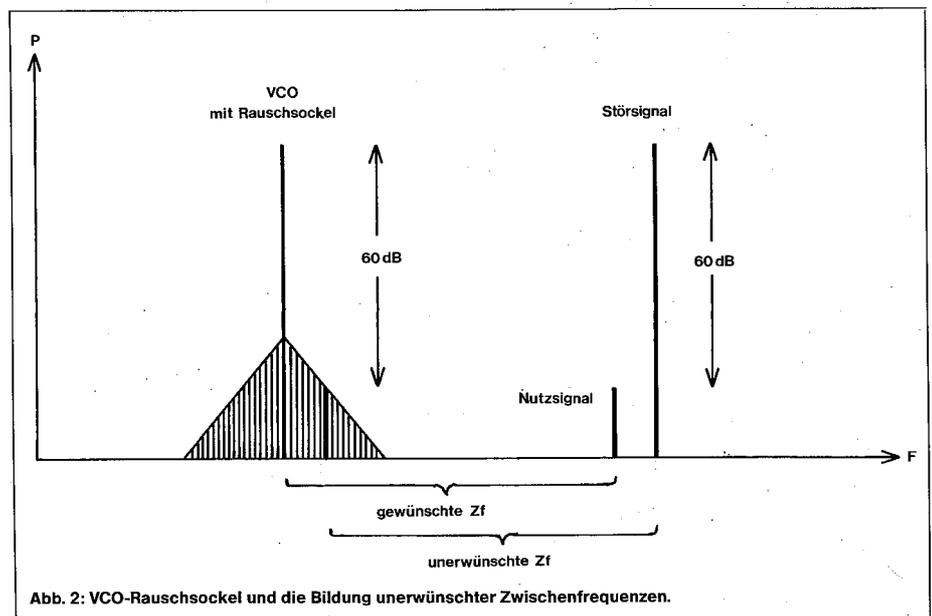


Abb. 2: VCO-Rauschsockel und die Bildung unerwünschter Zwischenfrequenzen.

gnal mit einem relativ breiten und hohen Rauschsockel, welches beispielsweise unser Empfängerüberlagerer ist. Daneben das gewünschte Empfangssignal sowie ein stärkeres Signal im Nachbarkanal, beispielsweise 25 kHz entfernt. Wie zu ersehen ist, bildet das Störsignal im Nachbarkanal mit dem Rauschsockel des VCO ebenfalls eine (unerwünschte) Zwischenfrequenz von 10,7 MHz.

Zu gut deutsch: Wir hören das Nachbarkanalssignal im RX mit, da hilft auch das beste Quarzfilter nicht. Die Skizze zeigt bei den dort angegebenen Verhältnissen, daß das System gerade eine Nachbarkanalndämpfung von 60 dB erreicht. Um eine Nachbarkanalndämpfung von 80 dB zu erreichen – was etwa dem Industriestandard entspricht – , müßte der Rauschsockel des VCO noch entscheidend reduziert werden.

Wie reduziert man nun den Rauschsockel des VCO? Ohne jetzt allzu ausschweifend zu werden, sei es gestattet, zumindest die wichtigsten Punkte aufzuzählen:

- Verwendung eines rauscharmen Oszillatortransistors
- hohe Kreisgüte des Schwingkreises am VCO, hier: Verwendung eines Neosid-Helix-Kreises hoher Güte mit 9,5 Windungen (!) bei L1. Lose Ankopplung des Transistors durch große Werte bei C6-C7
- Stromversorgung frei von NF-Rauschen (Rauscharme Spannungsregler bzw. Verwendung hochkalibriger RC-Glieder)
- Verwendung rauscharmer Operationsverstärker im Integrator IC 4
- Vermeidung von Leckströmen in den Kondensatoren des Tiefpasses (Regelspannung). Optimal wären Folienkondensatoren, da diese jedoch mechanisch zu groß sind, können Tantal-Kondensatoren mit möglichst hohem Betriebsspannungsbereich (35 Volt) in der HI-REL-Ausführung genommen werden.
- Zuführung der Regelspannung an die Kapadioden mittels HF-Drossel zur Vermeidung des Widerstandsrauschens, kleine Widerstandswerte beim Gate-Ableitwiderstand aus dem gleichen Grund
- Wahl eines Arbeitspunktes am VCO-Transistor, der das relativ geringste Seitenbandrauschen produziert
- richtige Dimensionierung des Tiefpasses in der Regelschleife
- Rückwirkungsarme Ankopplung von Vorteiler und Verbraucher an den VCO.

Das Ergebnis zeigt **Abb. 3** im Vergleich zu den Werten eines kommerziellen Meßsenders. Bezogen auf ein Kanalaraster von 25 kHz lassen sich Nachbarkanalselektionen von ca. 85 bis 90 dB realisieren.

Zurück zur eigentlichen Schaltung, die anhand der 2-m-Version weiter erläutert wird. Der VCO mit T1 schwingt im Betriebszustand „Senden“ direkt auf 144,000 bis 145,995 MHz, im Empfangsfalle um den ZF-Versatz tiefer, d. h. bei 133,300 bis 135,295 MHz. Die HF wird am Drain über C4 ausgekoppelt und über die Widerstän-

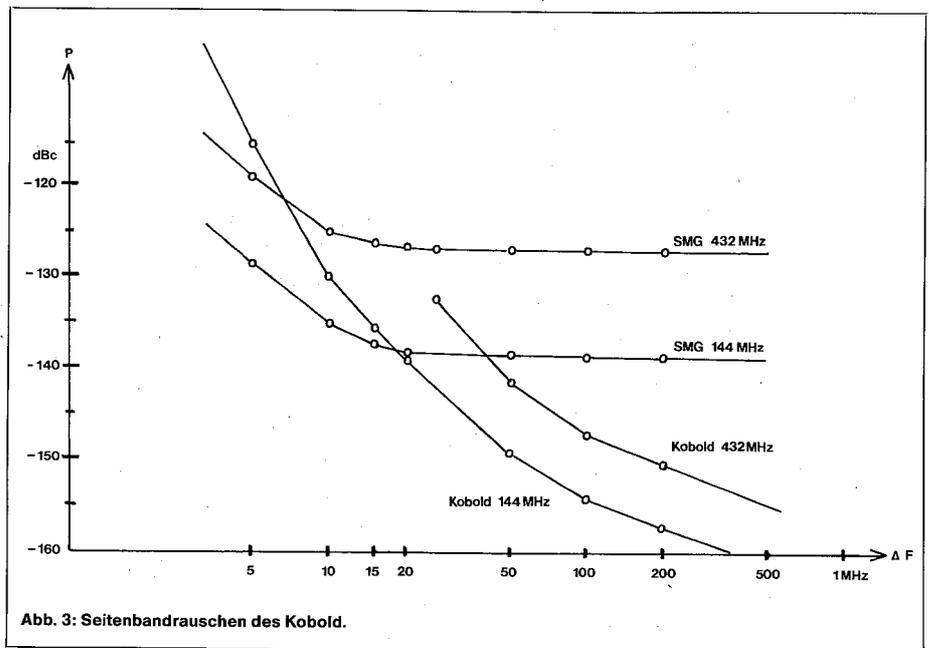


Abb. 3: Seitenbandrauschen des Kobold.

de R4 und R5, die der Breitbandigkeit dienen, den Pufferstufen zugeführt. T2 dient ausschließlich als Puffer für die beiden Ausgangssignalbuchen, während T3 den Vorteiler IC1 über Ringkern L3 versorgt. Gesteuert von der Sendetaste PTT wird jeweils einer der beiden PIN-Schaltdioden D7 bzw. D8 Spannung zugeführt, so daß sie durchschaltet und das Signal der entsprechenden Buchse zuleitet. Das ganze entspricht in der elektrischen Funktion einem HF-Umschaltrelais. Falls der Synthesizer nur für Empfang verwendet wird (z. B. Meteorat), entfällt dieser Mechanismus, über C10 wird dann lediglich eine Buchse angeschlossen.

Digitalteil: Da über das Prinzip des Dual-Modulus-Synthesizers in der cq-DL bereits mehrfach referiert wurde, kann die weitere Beschreibung etwas gestrafft werden.

Von der Pufferstufe kommend, gelangt das Signal an die Pins 5 und 6 des Vorteiliers IC1. Der SP 8793 teilt die angelieferte Frequenz durch 40 bzw. 41 und liefert sie bei IC2 ab. Durch eingespeicherte Teilerfaktoren im IC2 wird die Herunterteilung soweit fortgesetzt, bis die „Phasenvergleichsfrequenz“, auch Loopfrequenz genannt, erreicht wird. In unserem Beispiel ist dies 5 kHz. Diese 5 kHz bilden zugleich den kleinstmöglichen Rasterschritt des Synthesizers.

Um auch ein 12,5-kHz-Raster erfassen zu können, wäre es wünschenswert, einen 2,5-kHz-Schritt zu haben. Zwar wäre es möglich, im IC2 durch eine weitere Teilung durch 2 auf 2,5 kHz zu gelangen und dort auch den Phasenvergleich durchzuführen, da jedoch die Isolation zwischen Digitalteil und VCO nie unendlich groß ist, entstehen durch die Phasenvergleichsfrequenz von 2,5 kHz (aber auch bei jeder anderen Absolutgröße dieser Frequenz) Modulationsseitenbänder im VCO-Signal bei +/- 2,5 kHz und Vielfachen davon. Die relativ stark ausgeprägte erste Spektrallinie bei +/- 2,5 kHz taucht dann in der Mo-

dulation des Senders als „Pfeifen“ auf und kann nicht mehr eliminiert werden.

Bei einem Phasenvergleich auf 5 kHz hat man den Vorteil, daß das Pfeifen auf 5 kHz liegt und in der Regel durch den NF-Frequenzgang des RX (300 bis 3200 Hz!) beseitigt wird. Im übrigen zeigt dieses Beispiel, wie wichtig eine hochisolierende Pufferstufe zwischen VCO und Vorteiler ist. Der 2,5-kHz-Schritt wird daher durch „Ziehen“ des Referenzquarzes erreicht.

Im IC2 enthalten ist ein Mutteroszillator mit dem Quarz Q = 5,120 MHz. Diese Quarzfrequenz wird durch eine gesonderte Teilerkette bis auf 5 kHz heruntergeteilt und dann mit den 5 kHz des eigentlichen Signalpfades verglichen. Weichen die 5 kHz des Signalpfades aus irgendwelchen Gründen vom Sollwert ab, entsteht eine geänderte Regelspannung an den Pins 1 und 2 des IC2, die letztendlich über den Integrator IC4 den Kapazitätsdioden D1 bis D3 im VCO wieder zugeführt wird und damit diesen wieder auf die Sollfrequenz zieht.

Die Genauigkeit der Synthesizerkanäle hängt vom Mutterquarz Q ab, der mittels seiner Ziehkapazitäten C48 (und ggf. C33) auf seinen Sollwert gestellt wird.

Der 2,5-kHz-Schritt im 2-m-Band wird wie folgt erreicht: Im Normalfall liegen 5 Volt über R50 an Diode D6 und schalten sie durch. Damit liegen die Kondensatoren C50 und C51 zusätzlich parallel zu C48. In diesem Zustand wird mittels des Ziehtrimmers die Sollfrequenz, z. B. 145,500, eingestellt. Durch Öffnen des Schalters „+ 2,5 kHz“ werden C50 und C51 abgetrennt, und der Mutterquarz schwingt geringfügig höher, die Ausgangsfrequenz des Synthesizers wird dann in unserem Beispiel auf 145,5025 steigen.

Bei Meteorat und im 70-cm-Band ist dieser Zusatz entbehrlich, Dioden D6, R50 usw. entfallen.

Jede Frequenz, die der Synthesizer liefern soll, erfordert das Einlesen von Daten

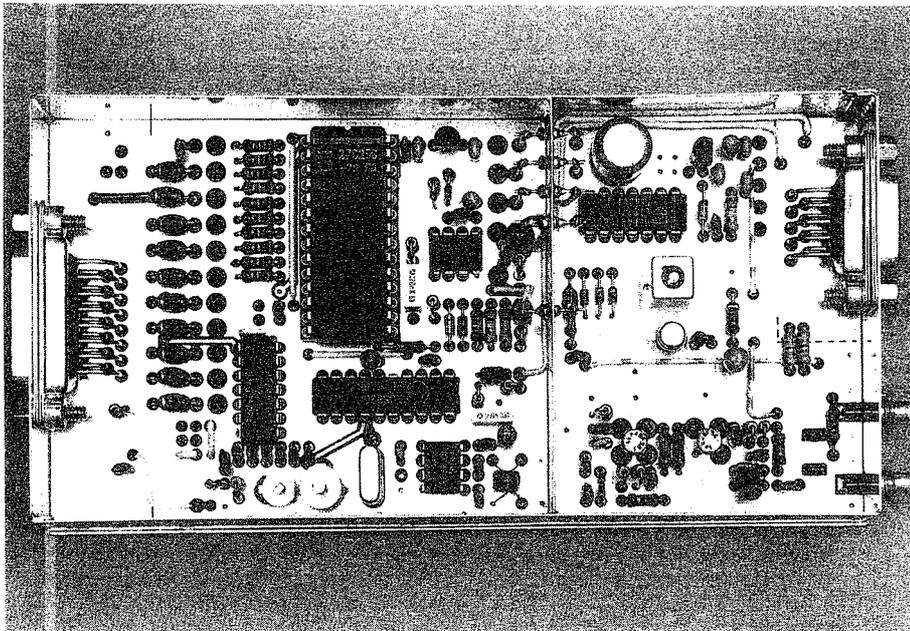


Abb. 4: Aufbau des Synthesizers.

aus einem Datenspeicher in den eigentlichen Synthesizer-Chip. Als Datenspeicher dient ein CMOS-EPROM mit 256 kB, welches natürlich für die verschiedenen Verwendungszwecke (Meteosat, 2 m, 70 cm) verschiedene Dateninhalte hat. Jeder Kanal bzw. Kanalwechsel erfordert das Transferieren von insgesamt 32 Bit, die als Datentelegramm in Form von 8 Datenwörtern zu je 4 Bit ins IC2 marschieren. Die vier Datenleitungen, die die vier Bit parallel liefern, liegen an den Datenausgängen D0, D1, D2 und D3 des EPROMs. D4 bis D7 werden nicht benutzt. Die Reihenfolge der Datenworte organisiert sich das IC2 selbst, indem es entsprechende Signale an die Adressen A10, A11, A12 des EPROMs liefert (3 Bit = 8 Möglichkeiten).

Ein Lesevorgang muß nur in folgenden Fällen geschehen:

- a) beim Einschalten des Gerätes
- b) beim Kanalwechsel durch irgendeinen Kodierschalter
- c) beim Umschalten von Empfang auf Senden und umgekehrt
- d) beim Einschalten der Relais-Ablage bzw. beim Abschalten.

Die Daten werden im IC2 zwischengespeichert und dort genutzt, bis sie durch einen neuen Datensatz ausgetauscht werden. Ein Lesevorgang wird durch einen Impuls, ob positiv oder negativ, am Pin 14 des IC2 ausgelöst. Betrachten wir nun noch die Erzeugung dieser Impulse durch die oben aufgeführten Fälle a) bis d): Fall a) erledigt das IC in eigener Regie, wir müssen hier nichts unternehmen.

Fall b) liegt schwieriger, hier kann wahlweise der 1-MHz-Schalter, der 100-kHz-Schalter, der 10-kHz-Schalter oder der 5-kHz-Schalter betätigt werden. Demzufolge geht auch von jedem dieser Schalter eine „Fühlerleitung“ zum Schmitt-Trigger IC5. Wechselt der Pegel an einer der vier Leitungen von 0 auf 5 Volt oder von 5 Volt auf 0 Volt, so erzeugt der Schmitt-Trigger an seinem Ausgang das Komplement (Invertierung), über die Kondensatoren C41 bis

C46 entsteht ein Impuls, welcher den Lesevorgang auslöst.

Fall c) und d) werden durch zwei weitere Gatter des Schmitt-Triggers (13–12 und 11–10) in gleicher Weise erledigt.

Bleibt noch nachzutragen, daß die Daten für „Senden“ durch ein HIGH an Adresse 14 erzeugt werden, es kommt von Pin 6 des IC6. LOW an Adresse 14 bedeutet „Empfang“.

Sollte aus irgendwelchen Gründen die Regelschleife nicht einrasten, so wird über den Schalttransistor T4 eine rote Leuchtdiode aktiviert. Sie blitzt übrigens bei Kanalwechsel und beim Umschalten von PTT kurz auf. Doppeldiode D10 sorgt dafür, daß die Regelschleife schnell, d. h. in etwa 30 ms, einrastet.

Wenn man mehrere Frequenzen im Band schnell absuchen will, wird das Eintippen mittels Kodierschalter doch etwas mühsam. Es wurde daher noch ein zum Synthesizer passender Auf-/Abwärtszähler entwickelt, womit der Abstimmvorgang sehr erleichtert wird, außerdem bietet der Zähler eine SCAN-Funktion, das heißt, auf Knopfdruck läuft der Synthesizer über das ganze Band und hält auf einem belegten Kanal an.

Bei Anschluß dieses Zählers 050 ist zu beachten, daß alle „Fühlerleitungen“ von den Kodierschaltern bzw. von deren Anschlüssen außer Betrieb genommen werden und nur ein „Fühler“ für das niedrigstwertige Bit übrigbleibt. Das niedrigstwertige Bit (bei 2-m-Betrieb) liegt an Pin 1 der 15-Pol-Buchse.

Hier nun auch die Erklärung für den zusätzlichen Schmitt-Trigger-Baustein IC9, der übrigens **nur** in der 2-m-Version und nur bei Zählerbetrieb benötigt wird: Ein HIGH-Signal am Widerstand R50 bzw. an Diode D6 bewirkt ja die niedrigere Frequenz, während ein LOW die höhere Frequenz bedeutet. Dies ist genau umgekehrt zu einem BCD-Zähler, wo beim niedrigsten Bit eine Null den niedrigeren Wert und die Eins den höheren Wert bedeutet. Damit die Zählerlogik mit den Verhältnis-

sen im Synthesizer übereinstimmt, ist daher in diesem Sonderfall ein Inverter, sprich Schmitt-Trigger IC9, eingeschleift. Die „Fühlerleitung“ wird an seinem Ausgang angeschlossen.

Die Fühlerleitungen zu den Kriterien „Senden“ und „Shift“ in Form der Gatter 13–12 und 11–10 beim IC5 müssen in jedem Fall erhalten bleiben. Bei den nicht-benutzten RC-Gliedern (bei R45–49 und C36–40) ist der Widerstand zu entfernen und der Kondensator von 0,33 µF durch einen Kurzschlußbügel zu ersetzen, damit unbenutzte Gattereingänge von IC5 definitiv auf Masse liegen.

Ein Schalter mit drei Stellungen, angeschlossen an die Pins 4, 5 und 6 der neunpoligen Sub-D-Buchse, ergibt folgende Betriebsmöglichkeiten für den Synthesizer:

- Simplex, d. h. Senden und Empfangen auf gleicher Frequenz
- Relaisbetrieb, d. h. Senden 600 kHz niedriger
- Hören auf Relaiseingabe

Abschließend noch eine Erklärung für die in der Digitalkammer ersichtlicher Steckverbinder: Wir haben als Option noch eine aufsteckbare Subplatine geplant, die ein weiteres EPROM, einen Digital-Analog-Wandler, eine Referenzspannungsquelle sowie zwei OPAMPs enthält. Damit sollten die DC-Werte der Regelspannungskennlinie digital abgespeichert, über den D/A-Wandler rückverwandelt und der Regelspannung zugemischt werden können. Damit lassen sich schnellere Einrastzeiten der Regelschleife erzielen und die Werte für das Seitenbandrauschen noch weiter verbessern. Ob dies bei den ohnehin schon sehr guten technischen Daten des Synthesizers lohnt, ist eine Frage, die wir zur Zeit noch nicht beantworten können.

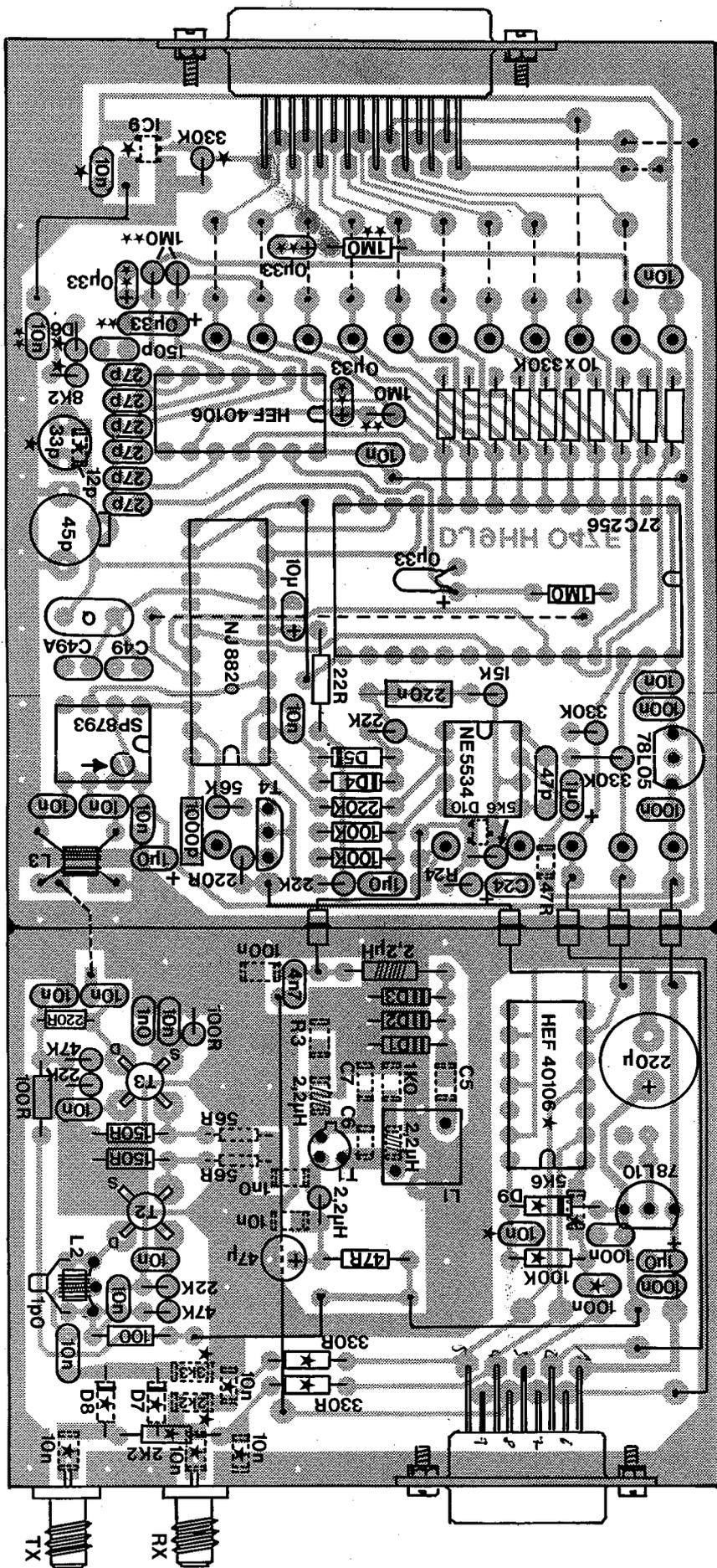
Noch ein Wort zur Modulation: Der Synthesizer kann durch Aufprägen eines NF-Signals auf die Regelspannung frequenzmoduliert werden (Eingang ist Pin 8 des neunpoligen Steckers). Bedingt durch das Züchten auf geringstes Seitenbandrauschen liegt am Einspeisepunkt der NF ein Kondensator (C1) von 100 nF nach Masse. Die übliche Einkopplung auf die Regelspannung mittels eines hochohmigen Widerstandes ist daher hier nicht mehr anwendbar. Es entstünde ein NF-Tiefpaß mit einer derart niedrigen Grenzfrequenz, daß alle Modulationsversuche zunichte würden. Einkoppelt wird daher mittels C8, der Ausgang des Modulators muß niederohmig sein ($R_a < 50 \text{ Ohm}$).

1.1. Aufbau

Die Baugruppe „Synthesizer“ ist in einem Standardweißblechgehäuse mit den Abmaßen 145 x 74 x 30 mm untergebracht. Eine Zwischenwand teilt den Digitalteil vom Analogteil, Verbindungen zwischen den beiden Abteilen sind über Durchführungskondensatoren geführt mit Ausnahme einer HF-führenden Leitung.

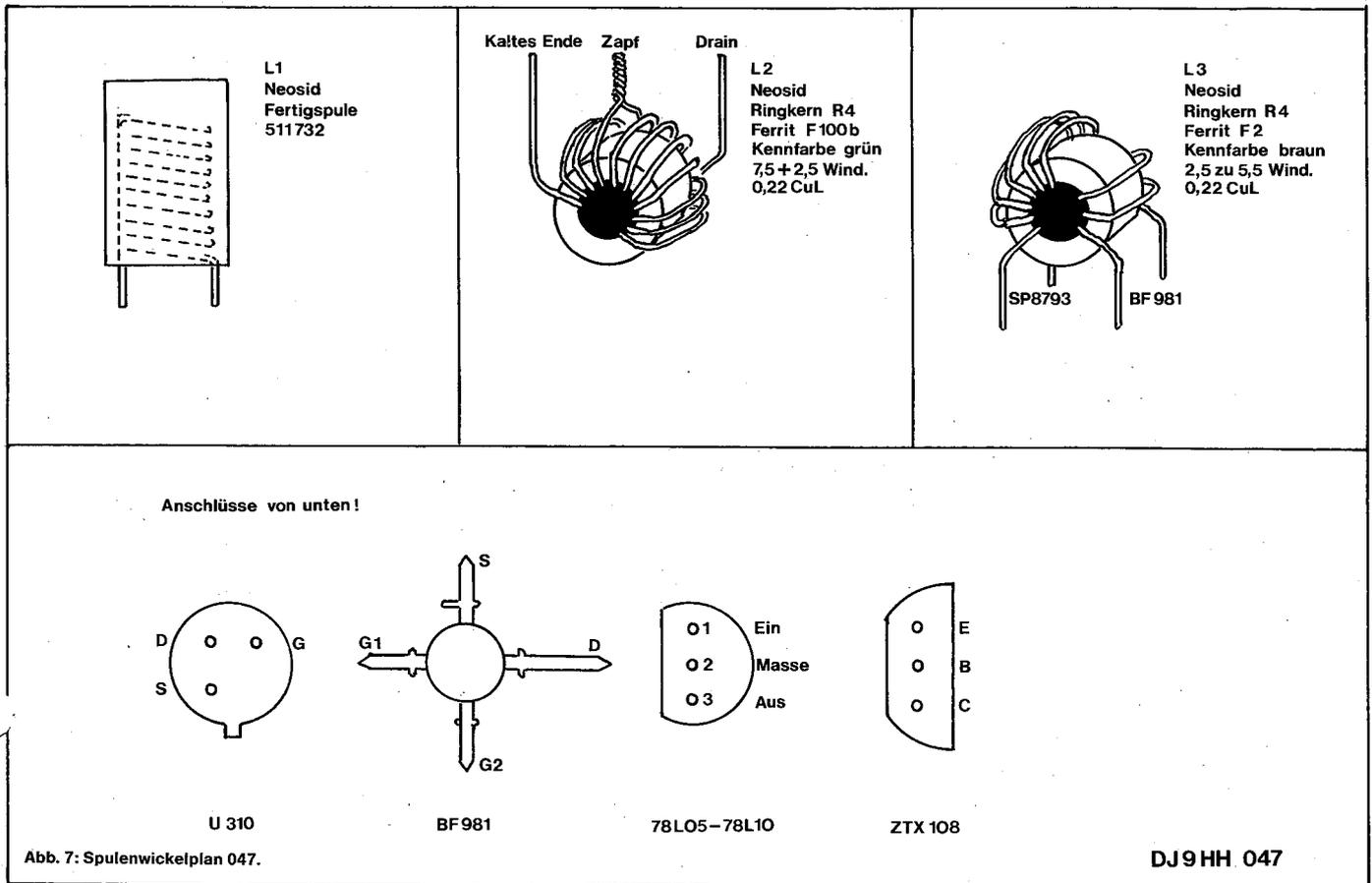
Die Anschlüsse nach außen erfolgen über eine 15-Pol- und eine 9-Pol-Sub-D-

Abb. 6: Bestückungsplan Synthesizer 047.



0,33 = 100K

- Bestückungsplan / Component Layout DJ 9HH 047 E
- [...] = Unter der Platine
 - * = Entfällt bei Meteosat
 - ** = Entfällt bei Verwendung eines Up-Down-Counters



Buchse, wobei die Ausführung mit gekröpften Anschlüssen für Leiterplatten Verwendung findet. Zumindest für die Fälle, wo man mit den Baugruppen ein Duo-bandgerät aufbauen möchte, wird für diese Buchsen die Filterausführung mit integrierten Durchführungskondensatoren empfohlen. Leider ist diese Ausführung um den Faktor 20 teurer als die Normalversion. Die Leiterplatte bietet jedoch noch die Möglichkeit, zusätzliche Abschirmwände an den Buchsen einzubauen (die Leiterplatte wird dort ein Stück abgesägt), um von den „Normalausführungen“ der Buchsen über Durchführungskondensatoren in den Zwischenwänden zu gehen.

Man lötet den Gehäuserahmen mit einem 100-Watt-Kolben zusammen und paßt zunächst die Platine ein. Die Leiterplatte wird an der gestrichelten Trennungslinie mit der Laubsäge getrennt und zunächst der Analogteil eingelötet, Voraussetzung ist natürlich, daß alle Bohrungen und Aussparungen in den Seitenwangen vollzogen sind. Unter Berücksichtigung der gekröpften Buchsen ist der Abstand der Unterkante Platine von Unterkante Rahmen etwa 6 mm. Mit Hilfe eines Back- oder Grillhandschuhs kann nun dieser rechte Teil der Leiterplatte von unten eingelötet werden. Dann setzt man die Zwischenwand und danach den linken Teil der Leiterplatte ein. Alle Stoßfugen sind auf der Unterseite zu verlöten! Vor dem Löten bitte bereits die Sub-D-Buchsen einsetzen.

Einlöten der SMC-Buchsen: Zwicken Sie die vier Beine der Buchse ab und feilen den Rand glatt ab. Umfang des vier-

eckigen Sockels leicht abfeilen und verzinnen. Buchse mit Mittelpin auf der entsprechenden Leiterbahnstelle anlöten und damit fixieren, dann erst den Rand der Buchse löten.

Beginnen Sie das Bestücken der Platine mit allen Widerständen und Kondensatoren. Die beiden 56-Ohm-Widerstände R4 und R5 (0,1 Watt) liegen auf der Unterseite und werden dort nur auf Inseln aufgelötet. Man fertigt dann die beiden Ringkerne L2 und L3 gemäß dem Spulenplan. Die Anschlußdrähte bis kurz an den Ringkern verzinnen, dann einlöten. Es folgt die Bestückung mit den Halbleitern, wobei die üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten sind.

Da naturgemäß Bestückungsunterschiede zwischen den drei Frequenzbereichen bestehen, bitte beachten:

Version 144 bis 146 MHz:

L1 = 9,5 Windungen mit Messingkern

C6 und C7 = 47 pF

R24 = 1,5 kΩ

C24 = 10 μF

C49 am Quarz = 1 x 39 pF

Lötfläche am SP 8793 (siehe Pfeil im Bestückungsplan) zusammenlöten

Version 134 bis 138 MHz:

L1 = 9,5 Windungen mit Ferritkern F100b

C6 = 56 pF, C7 = 68 pF

R24 = 1,2 kΩ

C24 = 4 μF

C49 am Quarz = 1 x 39 pF, 1 x 4,7 pF dazu parallel Lötfläche am SP 8793 zusammenlöten

Version 430 bis 440 MHz:

L1 = 3,5 Windungen mit Messingkern

C6 und C7 = 4,7 pF

C5 = 5,6 pF

Zusätzlichen Kondensator C60 (4,7 pF SMD) vom Ausgang des Auskopplungs-C C4 nach Masse legen. Transistor T1 soll nicht mehr als 1 bis 2 mm über Platine sitzen.

Als Kapazitätsdiode findet nur eine Diode BB 109 Verwendung, sie wird in das Lochpaar eingelötet, welches der Spule L1 am nächsten liegt (siehe Bestückungsplan 70 cm **Abb. 9**).

Aus Gründen der Rauschminderung wird noch ein SMD-C von 1,0 μF (Tantal) vom Verbindungspunkt Dr.2-R2 nach Masse gelegt.

Widerstand R7 (56 Ω) entfällt.

Die Auskopplung am T2 erfolgt nicht mit einem Ringkern, sondern mittels einer Luftspule aus 0,5 mm Silberdraht, davon werden 2 Windungen auf einen 4-mm-Bohrerschaft gewickelt, etwas gespreizt und so eingelötet. Außerdem wird unter der Spule eine kurze Drahtbrücke eingelötet, um die Verbindung zu C10 2,2 pF herzustellen.

Ringkern L3 entfällt bei 70 cm, es wird nur eine Brücke durch das Loch in der Zwischenwand von C18 nach C33 gelegt.

Als Vorteiler IC1 findet bei 70 cm der SP 8719 Verwendung. Die beiden rechteckigen Flächen unter seinen Pins 7 und 8 werden nicht verlötet!

Als Quarz Q wird ein 6,4 MHz eingesetzt, der Kondensator C49 am Quarz soll 47 pF betragen. Da kein Halbkanalschritt erforderlich ist, entfällt Schaltodiode D6 mit allen ihren Bauteilen.

1.2. Inbetriebnahme und Abgleich

Version Meteosat und 2 m:

Über entsprechende Sub-D-Stecker werden die externen Verbindungen wie folgt angeschlossen:

9-Pol-Sub-D

- Plus 12 Volt an Pin 1
- Masse an Pin 9
- PTT von Pin 3 nach Pin 9

15-Pol-Sub-D (2-m-Version)

- Schalter „+2,5 kHz“ Pin 1 nach Pin 8
- Schalter „+5 kHz“ Pin 9 nach Pin 8
- Kodierschalter 10 kHz
- C an + 5 Volt Pin 8
- 1er Bit an Pin 2
- 2er Bit an Pin 10
- 4er Bit an Pin 3
- 8er Bit an Pin 11
- Kodierschalter 100 kHz
- C an + Volt Pin 8
- 1er Bit an Pin 4
- 2er Bit an Pin 12
- 4er Bit an Pin 5
- 8er Bit an Pin 13
- Schalter 1 MHz zwischen Pin 6 und 8

15-Pol-Sub-D (Version Meteosat)

- Kodierschalter 10 kHz
- C an + 5 Volt Pin 8
- 1er Bit an Pin 2
- 2er Bit an Pin 10
- 4er Bit an Pin 3
- 8er Bit an Pin 11
- Kodierschalter 100 kHz
- C an + 5 Volt Pin 8
- 1er Bit an Pin 4

- 2er Bit an Pin 12
- 4er Bit an Pin 5
- 8er Bit an Pin 13
- Kodierschalter 1 MHz
- C an + 5 Volt Pin 8
- 1er Bit an Pin 6
- 2er Bit an Pin 9
- 4er Bit und 8er Bit bleiben frei

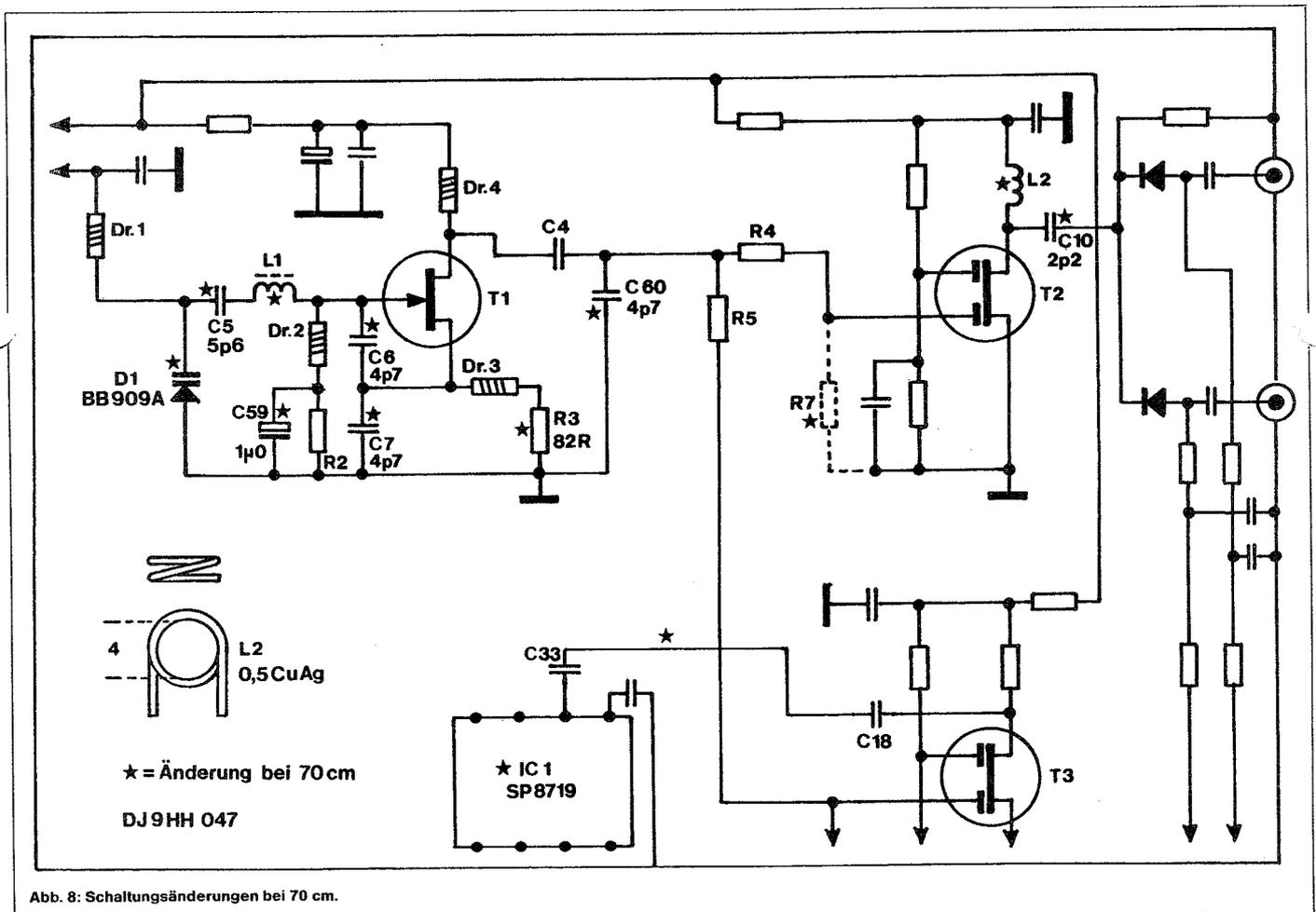
Unter Zwischenschaltung eines Multimeters im Bereich 100 mA wird nun Spannung angelegt. Vermeiden Sie bitte jedwede Fehlpolung! In einem derartigen Fall werden die Spannungsregler und weitere CMOS-ICs defekt. Ganz vorsichtige OMs können eine Verpolungsschutzdiode in Form einer 1 N 4001 oder ähnlich zwischen Pin 1 der 9-Pol-Buchse und dessen Lötage auf der Leiterplatte einfügen.

Der Stromverbrauch soll bei ca. 65 mA liegen. Überprüfen Sie die Spannungen an verschiedenen Punkten der Schaltung gemäß Spannungstabelle. Stimmt alles in etwa mit den Werten überein, kann ein Frequenzzähler an die Ausgangsbuchse „Empfänger“ angeklemt werden. Mit den Einstellorganen in folgender Stellung: Kodierschalter beliebig, 5-kHz-Schalter offen, 2,5-kHz-Schalter geschlossen, PTT auf Empfang wird die Regelspannung zum VCO am Durchführungskondensator gemessen. Ist die Spannung höher als 1,3 Volt und niedriger als ca. 8,7 Volt, so scheint der Synthesizer eingearbeitet zu sein. Dies äußert sich auch als stillstehende Anzeige am Frequenzzähler.

Dreht man am Kern L1 auf und ab, muß die Regelspannung steigen oder fallen. Stellen Sie bei 2 m ca. 3,5 V, bei Meteosat ca. 6 Volt ein. Nun wird der Mutteroszillator abgeglichen an den Trimmern C48 und C50. C50 wird voll eingedreht und an C48 zunächst auf die korrekte Frequenz gezogen. Beachten Sie, daß die am Frequenzzähler sichtbare Frequenz um 10,7 MHz niedriger liegt, als die dekadische Einstellung angibt! Sie haben zum Beispiel 145,500 eingestellt, am Zähler sollen jetzt 134,800 sichtbar werden. Durch Öffnen des Schalters „+2,5 kHz“ prüft man jetzt, ob die Frequenz auf 134,8025 ansteigt. Zumeist werden die 2,5 kHz nicht im ersten Versuch erreicht. Durch schrittweises Herausdrehen an C50 und nachfolgendem Hin- und Herschalten am Schalter, verbunden mit einem Nachgleich an C48 wird der Vorgang solange fortgesetzt, bis die Differenz 2,5 kHz stimmt und der untere Wert auf 134,800 liegt.

Betätigen Sie jetzt die PTT-Taste, so muß die Anzeige auf die Sendefrequenz springen. Ggf. den Zähler an die Sendebuchse anschließen, falls die Eingangsempfindlichkeit nicht ausreicht. Die Regelspannung im Sendefalle soll in der Größenordnung 8 Volt liegen. Die zu erwartenden bzw. einzustellenden Regelspannungen finden Sie in der Spannungstabelle.

Der Schalter für die Relaisablage sollte ein Schalter mit drei Stellungen sein (3 x



1). In Mittelstellung wird dann Simplexbetrieb ermöglicht, die beiden anderen Möglichkeiten sind „Senden 600 kHz tiefer“ und „Empfangen 600 kHz tiefer“. Mit letzteren kann man den üblichen Relaismodus arbeiten bzw. die Eingabe des Relais abhören.

Eine Überprüfung des Ausgangspegels an den HF-Buchsen und der Diodenumschaltung beendet die Inbetriebnahme. Der Pegel kann z.B. mittels eines 50-Ω-Abschlußwiderstandes am Kabel mit Hilfe eines HF-Tastkopfes gemessen werden. Er beträgt zwischen 1,5 und 1,8 Volt ss. Liegt der Ausgangspegel an der Buchse RX höher als an der Buchse TX, so kann von Ringkern L2 noch eine Drahtwindung entfernt werden (6 + 2 Windungen).

Version 70 cm:

Die 9-Pol-Buchse und die 15-Pol-Buchse werden wie folgt beschaltet:

9-Pol-Sub-D

wie bei 2 m

15-Pol-Sub-D

- Kodierschalter 100 kHz

C an + 5 Volt Pin 8

1er Bit an Pin 2

2er Bit an Pin 10

4er Bit an Pin 3

8er Bit an Pin 11

- Kodierschalter 1 MHz

C an + 5 Volt Pin 8

1er Bit an Pin 4

2er Bit an Pin 12

4er Bit an Pin 5

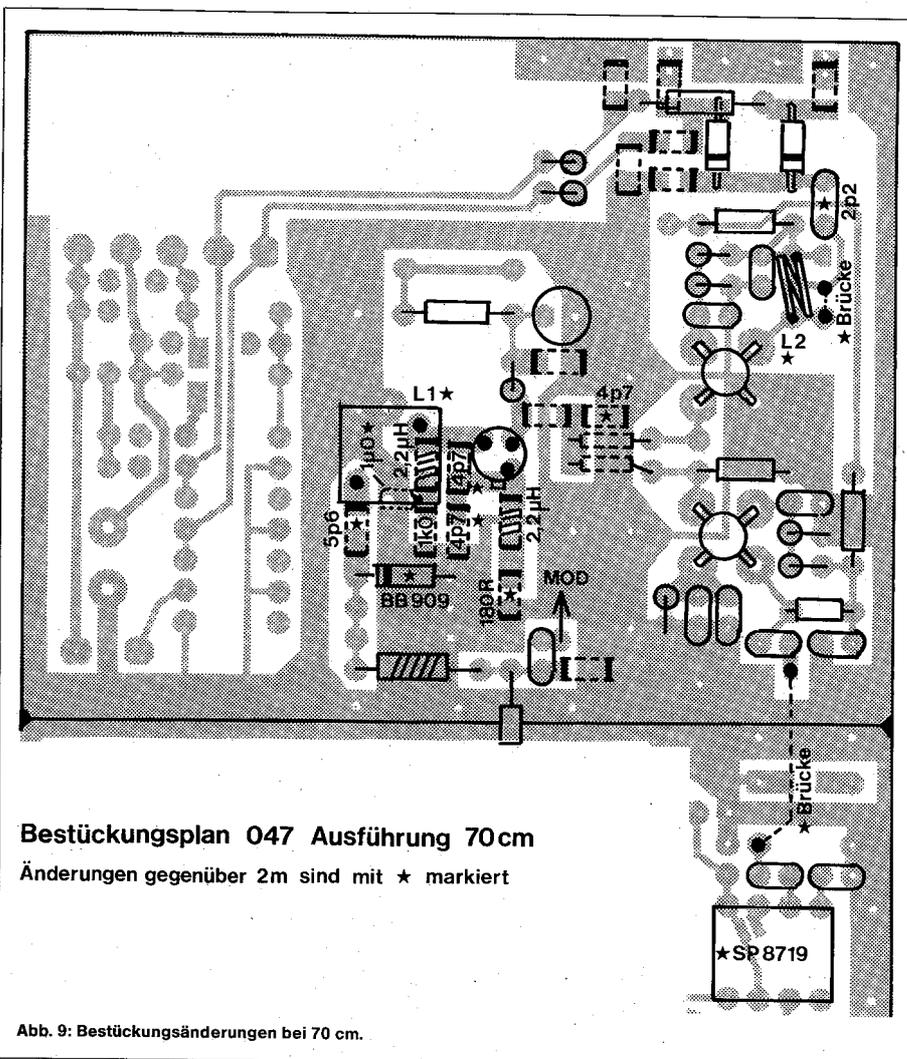
8er Bit an Pin 13

Pin 9 und Pin 6 ergeben die Stellen 00-25-50-75 kHz gemäß folgender Tabelle:

	00	25	50	75
Schalter von Pin 9 nach 8	0	X	0	X
Schalter von Pin 6 nach 8	0	0	X	X

Verwendung finden kann hierfür ein ganz normaler Kodierschalter, der am Einerbit (Pin 9) und am Zweierbit (Pin 6) beschaltet wird. Anschluß C des Kodierschalters geht wie üblich nach plus 5 Volt. Vierer- und Achterbit werden nicht beschaltet. Sinnfälliger wird das ganze noch, wenn man den Schalter zerlegt und auf der Walze statt der Folge 1-2-3 usw. mit 00-25-50-75-00-25-50 usw. beschriftet. Bequemer wird es, wenn man die Zähler- und Display-Platine 050 und 051 verwendet, wobei die Kodierschalter entfallen und die Frequenz digital angezeigt wird.

Bevor die Baugruppe endgültig in Betrieb genommen wird, sollte der Abstimmbereich des VCOs wie folgt geprüft werden: Drahtbrücke am Durchführungs-C der Regelspannung in der Digitalkammer ablöten und dort über eine Litze eine externe regelbare Spannung (Poti) von 2 bis 10 Volt zuführen. Eine Vorspannung von +5 Volt einstellen und Frequenzzähler an Buchse RX anschließen. Der Kern von L1 ist dabei zunächst entfernt. Falls der VCO und T2 ordnungsgemäß funktionieren, sollte der Zähler irgendeine Frequenz zwischen 370 und 410 MHz anzeigen. Durch Ändern der Vorspannung von +3,0 Volt bis + 10,0 Volt den Abstimmbereich des VCO ermitteln und notieren, z. B. 3,0 Volt = 371 MHz, 10,0 Volt = 405 MHz. Jetzt Messingkern in L1 eindrehen und bei einer Re-



Bestückungsplan 047 Ausführung 70 cm

Änderungen gegenüber 2m sind mit * markiert

Abb. 9: Bestückungsänderungen bei 70 cm.

Spannungstabelle

T1 (Drain, an R1 gemessen)	8,72 Volt
T2 (Drain, an R6 gemessen)	8,44 Volt
T3 (Drain, an R10 gemessen)	8,92 Volt
IC7 Pin 3	4,9 bis 5,1 Volt
IC8 Pin 3	9,8 bis 10 Volt
Regelspannung	
2 m	133,300 3,12 Volt
	145,990 9,0 Volt
Meteosat	134,000 6,10 Volt
	137,990 8,00 Volt
70 cm	408,6 3,1 Volt
	439,975 10,1 Volt

Technische Daten

Schrittweite	Ausf. 2 m	2,5 kHz	144-145,9975
	Ausf. Met.	10 kHz	134,000-137,990
	wahlweise		134,000-141,990
	Ausf. 70 cm	25 kHz	430,000-439,975
Seitenbandrauschen:	siehe Abb. 3		
Einstellung:	dekadisch mittels Kodierschalter		
	wahlweise	Up-Down-Counter	
Betriebsspannung:	12,6 Volt		
Stromaufnahme:	65 mA		
Einrastzeit:	30 ms max.		
Gehäusegröße:	145 x 75 x 30 mm		
Anschlüsse:	1 x 9-Pol, 1 x 15-Pol Sub-D, 2 x SMC		
Ausgangspegel HF:	FU	+13 dBm min.	
	TX	+13 dBm min.	
Generell:	ZF bei 2 m und Meteosat	10,7 MHz	
	ZF bei 70 cm	21,4 MHz	

Stückliste

T1	U310	Motorola, Siliconix
T2, T3	BF 981	Valvo

T4	ZTX 108 C	Ferranti
IC1	SP8793 DP	Plessey
oder	SP8719 DP	Plessey
IC2	NJ 8820 DP	Plessey
IC3	27C256	diverse
IC4	NE 5534 AN	National Semiconductor
IC5, IC6	HEF 40106 BP	Valvo
IC7	78 L 05	diverse
IC8	78 L 10	diverse
IC9	TC4 S 584 F	Toshiba SMD
D1-3	BB 909 A	Valvo
D4, 5	1 N 4148	diverse
D6	BA 244	ITT
D7, 8	BA 284	Siemens
D9	ZPD 5,1	ITT
D10	BAS 40-04	oder BAR 43 SMD
Widerstände	2,4 x 6,5 mm 5 %	
Keram. Kondensatoren	EDPU RM 2,5 mm	
C35	1000 pF Folie	RM 7,5 mm
C26	220 nF Folie	RM 7,5 mm
Tantal-Perlen Ausführung TAP oder TAG		
C55	220 µF/25 V	Töpfchen-Elko
Durchführungs-Cs zum Einlöten 1-3 nF		
Leiterplatte	DJ9HH 047 E	DJ9HH
Weißblechgehäuse	145 x 75 x 30 mm	
2 SMC-Chassisbuchsen zum Einlöten		
1 Quarz	5,120 (2 m) oder 6,400 MHz (70 cm)	
Halter	HC-42/U oder HC-42/T 10 ppm	
1 Folientrimmer	45 pF 7,5 mm	
1 Folientrimmer	33 pF 5 mm	
L1	VCO-Spule 2 m u. Meteo Neosid 511732	
	70 cm	Neosid 511631
L2	Ringkern R4	Neosid F100b grün
L3	Ringkern R4	Neosid F2 braun
1 Buchse	Sub-D 9-Pol und 1 x 15-Pol gekröpft	
1 IC-Sockel	28 Pol beste Ausführung f. EPROM	
Dr1 und Dr4		3 x 7 mm 2,2 µH
Dr2 und Dr3		SMD-Drossel 2,2 µH

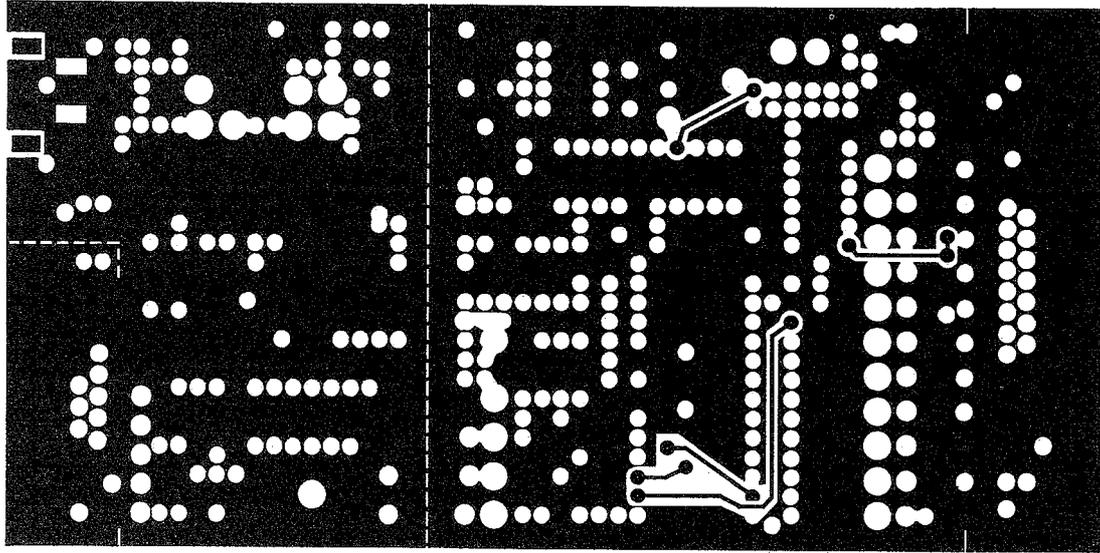


Abb. 10: Leiterplatte 047 Oberseite M 1 : 1.

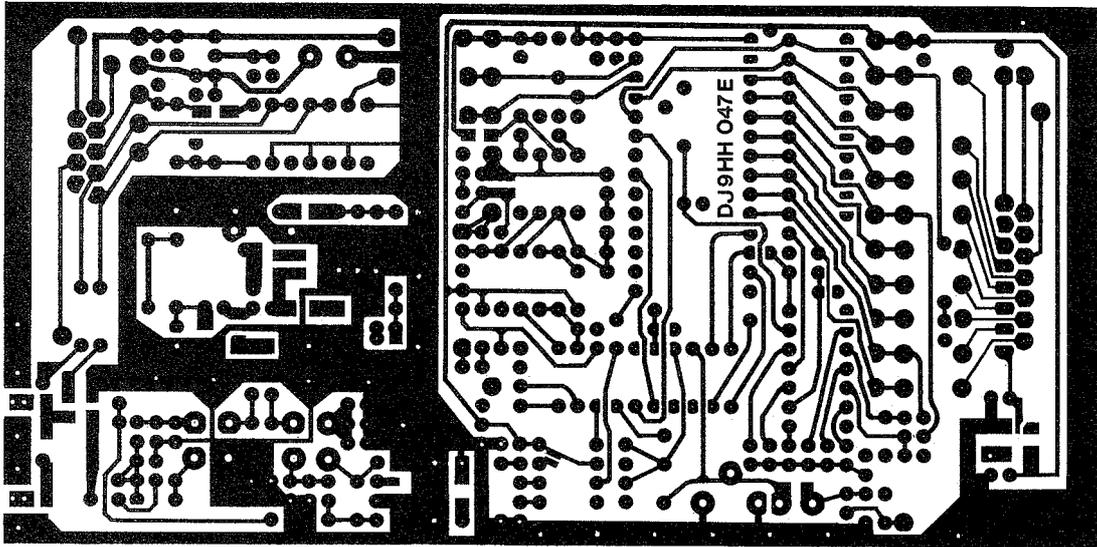


Abb. 11: Leiterplatte 047 Unterseite M 1 : 1.

gelspannung von 10,0 Volt eine Zähleranzeige von 440 MHz zu erreichen versuchen. Nebenbei bemerkt: Ein Messingkern in der Spule **erhöht** die Frequenz, ein Ferritkern **senkt** die Frequenz.

Meist wird der Messingkern bei 440 MHz ganz eingedreht werden müssen, fast bis zum Anschlag. Da dies für die Güte der Spule abträglich ist, ist es besser, durch geringfügige Vergrößerung des Kondensators C5 (5,6 pF) eine Kernstellung zu erreichen, wobei dieser gerade nur schwach in die Wicklung taucht (die Oberkante Kern entspricht dann der Oberkante Abschirmbecher). Zu diesem Zweck lötet man einen zusätzlichen SMD-Kondensator von 0,5 pF „huckepack“ auf den 5,6 pF. Die Sollabstimmung soll nun lauten: 3,0 bis 3,2 Volt = 408,6 MHz, 10,0 bis 10,2 Volt = 440,0 MHz. Die provisorische Regelspannung wird nun entfernt und die Drahtbrücke wieder an das Durchführungs-C gelötet. Falls das Digitalteil in Ordnung ist, muß nun der Synthesizer mit den oben zuletzt genannten Daten und Vorspannungen arbeiten.

Mittels Ziehtrimmer C48 am Quarz 6,400 MHz wird jetzt die zum eingestellten

Kanal entsprechende Frequenz exakt eingeregelt. Es verbleibt noch der grobe Abgleich von Luftspule L2. An Buchse TX eine Kunstlast von 50 Ω anschließen (Widerstand 47 oder 51 Ohm). Daran am heißen Ende einen HF-Tastkopf ankoppeln und mittels Zusammendrücken oder Spreizen von L2 auf Maximum ziehen. Die PTT-Taste oder -Schalter muß dabei auf „Senden“ stehen. Damit ist der Abgleich beendet.

1.3. Fehlersuche

Bleibt der Synthesizer ausgerastet (rote LED brennt ständig) und hängt die Regelspannung unverrückbar am unteren oder oberen Anschlag (eine Drehung an L1 bewirkt nichts), so muß der VCO wie oben beschrieben zunächst mit einer externen Regelspannung versorgt werden. Man prüft nun bei einer Diodenvorspannung von 4 bis 5 Volt den HF-Pegel am VCO und den Pufferstufen. Am Drain von T1 sollen etwa 1,7 bis 2 Volt HF ss anliegen, am Drain T3 ca. 300 mV und am heißen Ende der Sekundärspule L3 ca. 500 mV. Mit einem Oszilloskop kann noch am Ausgang Pin 3 des SP 8793 das Signal geprüft wer-

den, es sind etwa 3,5 MHz nachweisbar mit etwa 2,5 bis 3 Volt ss. Der Referenzfrequenzoszillator wird mit einem Tastkopf 10 : 1 an Pin 7 oder 8 des IC2 überprüft.

(Fortsetzung folgt)

Mexiko plant Start eines Amateurfunksatelliten

Ein mexikanischer Mikrosatellit soll noch in diesem Jahr in eine Erdumlaufbahn gebracht werden. Dies meldet die „Old Man“ in ihrer Novemberausgabe. Der Satellit mit der Bezeichnung UNAMSAT-1 wurde in der autonomen Universität von Mexiko konstruiert. Der Start erfolgt mit einem meteorologischen Satelliten der russischen Raumfahrtagentur.

Der Satellit besteht aus fünf Modulen. Vier dieser Module basieren auf der bestehenden Hardware und Software der Mikrosatelliten. Das fünfte Modul trägt ein Meteorexperiment. Wenn dieses Experiment nicht aktiviert ist, dient der Satellit als Packet-Radio-Station im Store-and-Forward-Betrieb.