

Herwig Feichtinger

2-m-FM-Handfunksprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer

Seit langem sucht man in der Amateur- und in der kommerziellen Sprechfunktechnik nach Lösungen, die große Anzahl von Quarzen pro Gerät (meist zwei je Kanal) zu reduzieren. Für Anlagen, die als Fest- oder Mobilstationen verwendet werden, fand man bereits vor Jahren das Frequenzsynthesizerprinzip, das digital viele Kanäle in einem bestimmten Raster (z.B. 25 kHz) erzeugt. Der nachfolgende Beitrag soll als Anregung für eigene Überlegungen und Entwicklungen auf diesem Gebiet dienen:

Für tragbare Funksprechgeräte schied das Synthesizer-Verfahren bisher leider aus, da die verwendeten integrierten Schaltungen in TTL-Technologie eine für kleine Batterien unzumutbar hohe Stromaufnahme bedingten; so benötigt ein herkömmlicher 2-m-FM-Synthesizer bei Empfang etwa 300 mA. Erst durch die in neuerer Zeit verfügbaren CMOS-IS ist es möglich, den Stromverbrauch zu senken. Das hier vorgestellte Gerät benötigt beispielsweise nur 25 mA bei geschlossener Rauschsperrle, ein Wert also, der mit quarzbestückten Geräten sehr wohl vergleichbar ist.

Allerdings ist das Konzept von TTL-Synthesizern nicht so ohne weiteres auf die CMOS-Technologie zu übertragen; bei letzteren sind die Gatterlaufzeiten wesentlich größer und die maximal verarbeitbare Taktfrequenz um ein Vielfaches niedriger.

Das Prinzip der Frequenzaufbereitung

Zunächst sei an die grundsätzliche Arbeitsweise von Synthesizer-Aufbereitungen erinnert, Bild 1 soll die Funktion erläutern. Ein auf der gewünschten Endfrequenz schwingender VCO (hier ein kapazitätsdiodenabgestimmter Oszillator) wird mit einem quarzgesteuerten Oszillator (RMO = Rückmischoszillator) gemischt. Die entstehende Differenzfrequenz ist tief genug, um von der nachfolgenden digitalen program-

mierbaren Teilerkette verarbeitet werden zu können. Am Ausgang dieses Teilers erscheint dann die Rückmischfrequenz, dividiert durch das von den Kodierschaltern einprogrammierte Teilverhältnis.

Diese neue Frequenz wird in einem Phasenvergleich mit der Rasterfrequenz (die gleich dem Abstand der schaltbaren Kanäle ist) verglichen. Die entstehende Regelspannung wird durch einen geeignet dimensionierten Tiefpaß von Wechselspannungsresten befreit und dem VCO zugeführt. Im eingeregelter Zustand ist die VCO-Frequenz dann

$$f_{vco} = f_{rmo} + n \cdot f_r$$

Darin bedeuten:

f_{rmo} = Frequenz des Rückmischoszillators,

n = eingestelltes Teilungsverhältnis,

f_r = Rasterfrequenz.

Abweichend von diesem Konzept wäre es auch möglich, sowohl die Rückmischfrequenz als auch die Rasterfrequenz vor deren weiterer Verarbeitung durch einen konstanten Faktor zu teilen. Obwohl dann weniger Probleme mit der maximalen Taktfrequenz des programmierbaren Teilers entstünden, wäre jedoch wegen der größeren Tiefpaß-Zeitkonstante in der Regelleitung die Einschwingzeit des Systems (die Zeit also, die von der Regelung zum Umschalten eines Kanals benötigt wird) entsprechend größer. Im vorliegenden Gerät wurde daher auf diese Vorteilung verzichtet; das bedingte natürlich eine geeignete Wahl der Rückmischfre-

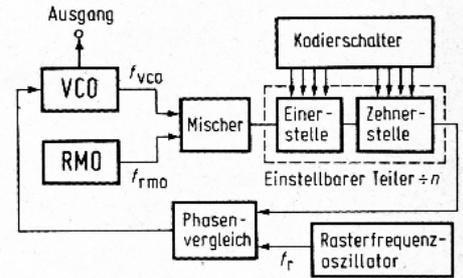


Bild 1. Synthesizer-Prinzip

quenz, um auch mit den relativ großen Gatterlaufzeiten der CMOS-Bausteine auszukommen.

Der VCO erzeugt in der Betriebsart „Senden“ direkt die Endfrequenz, also einen bestimmten Kanal im 25-kHz-Raster zwischen 144 MHz und 146 MHz. Da der Rückmischoszillator auf 143,5 MHz schwingt, ergibt sich die Differenz- bzw. Rückmischfrequenz zu 0,5...2,5 MHz. Bei Empfang sind VCO und Rückmischoszillator jeweils um den Betrag der Empfänger-Zwischenfrequenz 10,7 MHz tiefer, es ergibt sich aber der gleiche Rückmischfrequenzbereich wie bei Senden. Da für die Rückmischoszillatoren keine Quarze erhältlich sind, die direkt auf 143,5 bzw. 132,8 MHz schwingen, wird die halbe Frequenz als Quarzfrequenz gewählt (71,75 bzw. 66,4 MHz). Eine Verdopplerstufe ist nicht notwendig, da der Rückmischer auch mit der zweiten Harmonischen zufriedenstellend arbeitet.

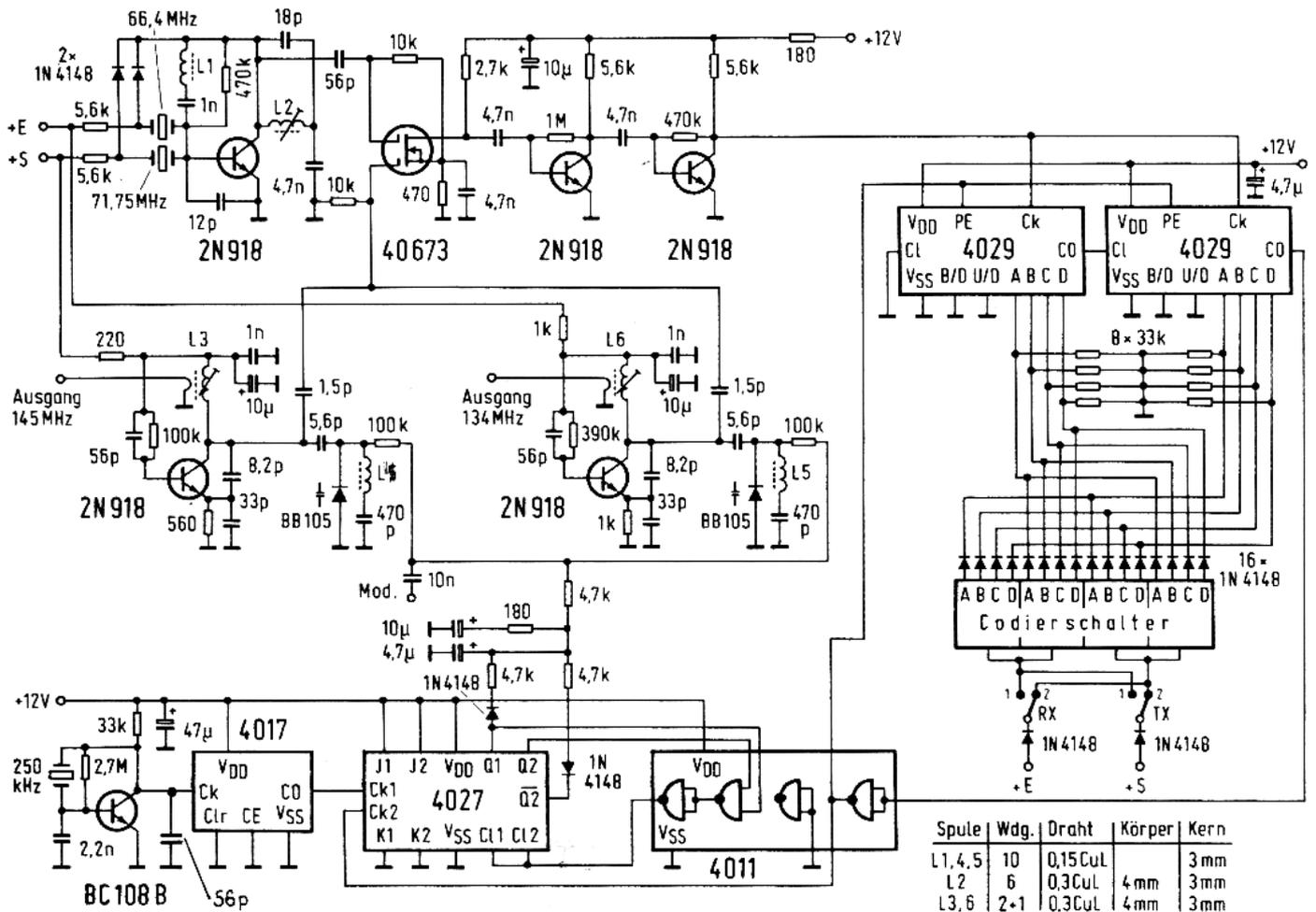
Die Schaltung des Mustergeräts

Bild 2 zeigt die Schaltung der Synthesizer-Frequenzaufbereitung. Bei der Konzeption wurde speziell auf geringen Stromverbrauch, geringen Aufwand und wenig Platzbedarf Wert gelegt.

Für Senden und Empfang sind zwei getrennte VCOs vorhanden. Das hat den Vorteil, daß der Empfangs-VCO auf geringen Stromverbrauch und der Sende-VCO auf genügende Ausgangsleistung ausgelegt werden kann. Hingegen ist nur ein Rückmischoszillator vorhanden, dessen zwei Quarze mit Dioden umgeschaltet werden. Um eine geringe Leistungsaufnahme zu erzielen, speist der durch die Schaltdioden fließende Strom gleichzeitig den Oszillatortransistor.

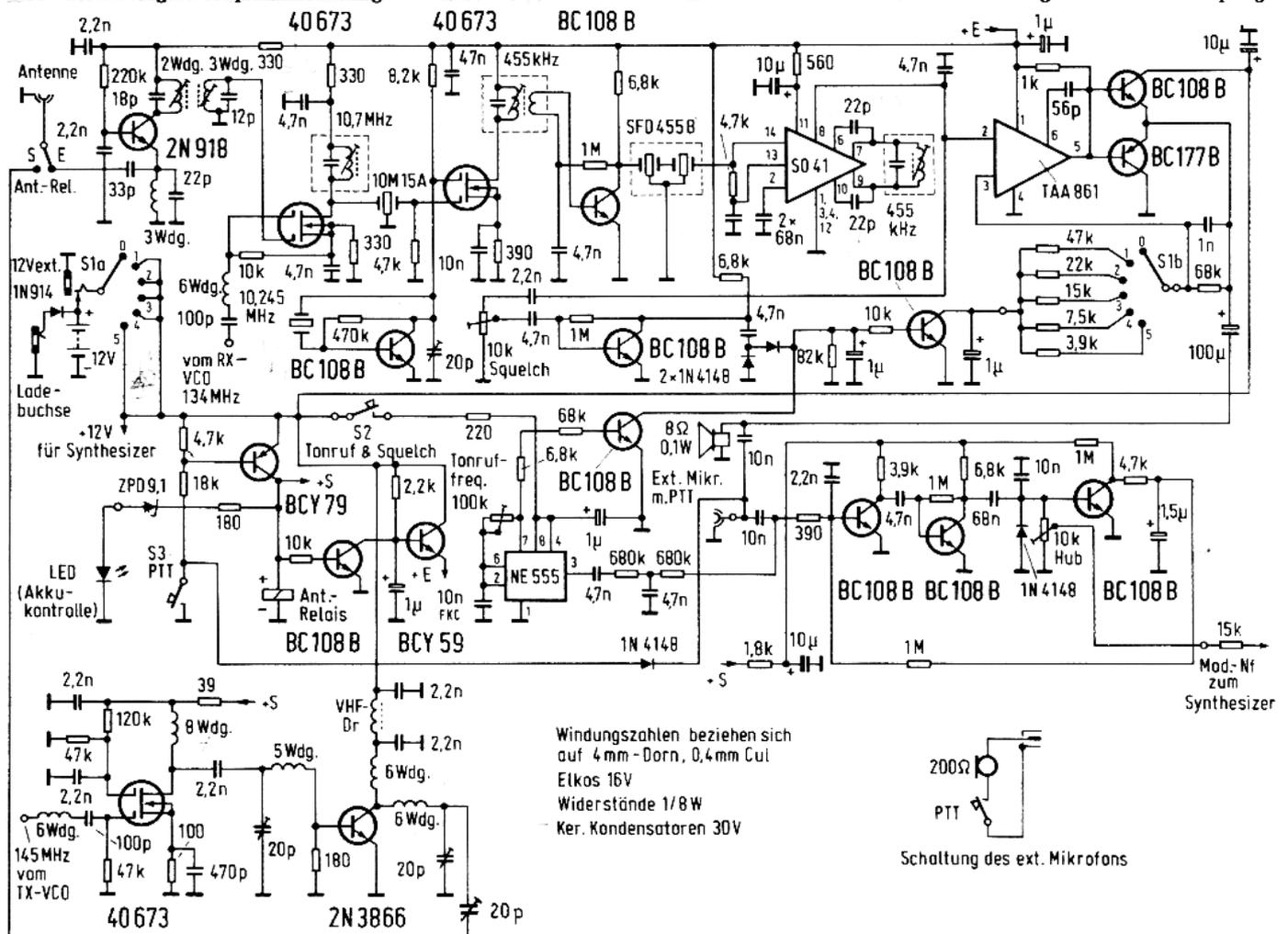
Der Rückmischer arbeitet mit einem Dual-Gate-MOSFET, an dessen Gate 1 die jeweilige VCO-Frequenz und am Gate 2 die Rückmischoszillator-Frequenz eingespeist werden. Um die entstehende Differenzfrequenz auf CMOS-Logikpegel zu bringen, folgt ein zweistufiger Rückmischerverstärker.

Der programmierbare Teiler arbeitet synchron, d.h. Einer- und Zehnerleiter erhalten die Rückmischfrequenz. Wenn der Einerteiler bis Null gezählt hat, gibt er einen Übertragsimpuls an den Zehnerleiter. Die Teilung durch „n“ geschieht nach folgendem Schema: Zunächst wird von den Kodierschaltern eine zweistellige BCD-Information in den Zähler übernommen; der Zählerstand ist gleich der eingestellten Kanalnummer. Von diesem Zählerstand wird nun mit der



▲ Bild 2. Schaltung der Frequenzaufbereitung

▼ Bild 3. Schaltung von Sender und Empfänger



Rückmischfrequenz abwärts bis Null gezählt. Sobald die Null erreicht ist, erzeugt nun auch der Zehnteiler einen Übertragsimpuls. Dieser wird ausgenutzt, um erneut die Kodierschalterinformation in den Zähler zu übernehmen, und der Zyklus beginnt von vorn. Da der Übertragsimpuls nur in negierter Form zur Verfügung steht, ist hierzu noch eine Inverterstufe notwendig, die hier aus einem NAND-Gatter gebildet wird.

Die Rasterfrequenz (25 kHz) wird aus einem 250-kHz-Quarzoszillator gewonnen, dessen Ausgangsfrequenz mit einem Johnson-Zähler durch 10 geteilt wird.

Der Phasenvergleich arbeitet mit zwei JK-Flipflops und zwei weiteren NAND-Gattern, von denen eines wieder als Inverter dient. Es würde zu weit führen, die Arbeitsweise dieses Vergleichers genau zu erläutern; nur soviel sei gesagt: Wenn die aus dem programmierbaren Teiler kommende Frequenz höher als die Rasterfrequenz ist, werden die Tiefpaß-Kondensatoren entladen; wenn sie dagegen niedriger ist, werden diese am Phasenvergleich-Ausgang befindlichen Kondensatoren aufgeladen. Im eingeregelteten Zustand ist der Ausgang hochohmig, da beide Dioden sperren.

Der Tiefpaß ist kein einfacher RC-Tiefpaß, sondern eine Schaltung, bei der durch Hinzufügen von einem weiteren RC-Glied (R und C in Reihe) der Phasengang der Regelschleife verbessert wird. Das ist notwendig, weil sonst leicht Regelschwingungen auftreten können oder zumindest das Einschwingverhalten verschlechtert wird.

Um die Ausgangsfrequenz frequenzmodulieren zu können, wird über einen Koppelkondensator in der Betriebsart Senden die Modulations-Nf in die Regelleitung eingespeist. Das bedingt, daß die Regelschleife nicht zu schnell bzw. die Tiefpaßgrenzfrequenz nicht zu hoch ist, weil ja sonst die FM ausgeregelt wird. Aus diesem Grund existiert auch eine untere Modulationsgrenzfrequenz, unterhalb der die Regelung hubverringert und klirrfaktorhöhernd wirkt. Beim Mustergerät ist diese untere Grenzfrequenz etwa 300 Hz, ein für Sprachübertragung völlig ausreichender Wert.

Doch noch einmal zurück zu den Kodierschaltern: Wie man sich leicht ausrechnen kann, entspricht der untersten Rückmischfrequenz von 0,5 MHz das Teilverhältnis $n = 20$ und der obersten (2,5 MHz) $n = 100$. Die Zahl läßt sich mit zweistelligen Kodierschaltern natürlich nicht mehr einstellen; der oberste schaltbare Kanal hat die Nummer 99, das entspricht der Endfrequenz 145,975 MHz und der Rückmischfrequenz 2,475 MHz.

Um auch über Relaisstellen arbeiten zu können, ohne auf einen bestimmten Abstand zwischen Sende- und Empfangsfrequenz („Shift“) festgelegt zu sein, enthält das Mustergerät zwei Kodierschalter-Paare, die mit Hilfe zweier Kippschalter beliebig für Senden und Empfang vertauscht werden können; dadurch ist man in der Lage, entweder auf einem Kodierschalter-Paar transceive zu

arbeiten oder ein Paar für Senden, das andere für Empfang oder umgekehrt zu verwenden. Die hierfür notwendige „ODER“-Verknüpfung wird mit 18 Dioden realisiert.

Empfänger- und Senderschaltung

Beim Empfänger (Bild 3) wurde auf das bewährte Doppelsuperprinzip zurückgegriffen, da es mit unkritischen und preiswerten Bauelementen auskommt und z.B. keine teuren mehrpoligen Quarzfilter und Diskriminatoren benötigt.

Die Hf-Vorstufe arbeitet mit einem bipolaren Transistor, der auch bei einem geringen Speisestrom noch eine günstige Rauschzahl sowie eine genügend hohe Verstärkung besitzt. Nach dem zweikreisigen Bandfilter folgt ein Dual-Gate-MOSFET-Mischer, an dessen Gate 2 die Empfänger-VCO-Frequenz eingespeist wird. Zur Selektion der ersten Zf (10,7 MHz) dient ein monolithisches Quarzfilter, das sehr klein (Gehäuse HC-18/U) und preisgünstig (ca. 20 DM) ist. Auch in der zweiten Mischstufe wird wieder ein MOSFET verwendet, der aus einem 10,245-MHz-Quarzoszillator und der 1. Zf die zweite Zf von 455 kHz erzeugt. Auf dieser Frequenz sind für die weitere Selektion noch ein Schwingkreis am Drain des 2. Mixers und ein nach einer Verstärkerstufe folgendes Keramikfilter maßgeblich. Ein Begrenzerverstärker und ein FM-Koinzidenzdemodulator sind in der integrierten Schaltung SO 41 von Siemens integriert. Sie ähnelt der bekannten TBA 120, benötigt jedoch nur etwa 5 mA Speisestrom, was sie besonders für tragbare Geräte geeignet macht.

Ein Operationsverstärker TAA 861 dient zusammen mit zwei komplementären Endtransistoren als Nf-Verstärker. Er kann durch Veränderung der Gegenkopplung mit einem Drehschalter in der Verstärkung eingestellt werden; dieser Schalter ermöglicht neben einer „AUS“-Stellung fünf verschiedene, durch Festwiderstände genau definierte Lautstärkestellungen in Abstufungen von etwa 6 dB.

Der Arbeitspunkt des Nf-Verstärkers kann durch eine Rauschsperrung so verlagert werden, daß die Verstärkung Null wird, sobald das Rauschspektrum in der Gegend von 10 kHz einen mit einem Trimpoti einstellbaren Pegel überschreitet.

Der Aufwand für den Sender ist vergleichsweise gering. Wegen der relativ hohen Sender-VCO-Ausgangsleistung (5 mW) genügen zwei Stufen, nämlich ein MOSFET als Treiber und ein 2N3866 als Endstufe, um die gewünschte Ausgangsleistung von 0,5 W zu erzielen. Mit Rücksichtnahme auf die Batteriekapazität (im Muster 225 mAh) wurde absichtlich keine höhere Ausgangsleistung gewählt.

Der Modulationsverstärker besitzt eine Regelcharakteristik, die bei zu naher oder zu lauter Besprechung die Mikrofonvorverstärkung verringert, so daß ein konstanter Spitzenhub ohne Verzerrung erzielt wird. Wenn



Bild 4. Das Gerät des Verfassers (Aufnahme: Leutmayr)

kein externes Mikrofon verwendet wird, dient der eingebaute Lautsprecher als Mikrofon; sein Frequenzgang wird im Modulationsverstärker durch Hochpaß korrigiert.

Für die Auftastung von Relaisstellen enthält das Gerät einen Tonrufozillator mit dem integrierten Timer 555. Bei Empfang dient die Tonruftaste dazu, die Rauschsperrung zu öffnen, um auch sehr schwach ankommende Stationen empfangen zu können.

Die Sende-Empfangsumschaltung enthält mehrere Transistoren, die die Betriebsspannungen für Sender und Empfänger sowie für die Synthesizeraufbereitung schalten. Wegen seiner hohen Zuverlässigkeit wird für die Antennenumschaltung ein kleines Reedrelais verwendet.

Mechanischer Aufbau

Der Frequenzsynthesizer und der Sende- und Empfangsteil sitzen auf zwei getrennten Platinen, bei denen die Bestückungsseite durchgehend kupferkaschiert ist; nur die Bauelementelöcher, die nicht nach Masse führen, wurden freigeätzt, die übrigen wurden beiderseitig (d.h. auf der Bauelemente- und der Leiterbahnseite) verlötet.

Beide Platinen sind herausklappbar auf zwei Seitenleisten befestigt, an denen auch die Frontplatte mit allen Bedienungselementen außer Sprech- und Tonruftaste sowie die Rückplatte mit Netzteil- und Ladebuchse angeschraubt sind. Zwei U-Halbschalen verschließen das Gerät hermetisch dicht. Die Tabelle nennt die technischen Daten des Mustergeräts.

Tabelle der technischen Daten des Mustergeräts

| | |
|-------------------------|---|
| Frequenzbereich | 144,0 (=Kanal 20)...145,975 MHz (=Kanal 99) |
| Kanalabstand | 25 kHz |
| Modulationsart | FM |
| Betriebsspannung | 12 V (min. 10 V, max. 15 V) |
| Größe o. Bedienungsgel. | 4,2 x 7,7 x 18,7 cm |
| Gewicht m. Akku | 0,8 kp |
| Sender | |
| Ausgangsleist. | 0,5 W |
| Nebenwellen | max. -60 dB |
| Stromverbrauch | 155 mA |
| Empfänger | |
| Empfindlichkeit | 0,25 µV für 10 dB $\frac{S+N}{N}$ |
| Bandbreite | 12 kHz bei -6 dB $\frac{S+N}{N}$ |
| Nf-Ausgangsleist. | 0,3 W an 8 Ω |
| Stromverbrauch | bei geschlossener Rauschsperrung: 25 mA bei geöffneter Rauschsperrung, keine Nf: 30 mA |

Die Beschreibung eines FM-Handfunksprechgeräts mit einem CMOS-Frequenzsynthesizer in FUNKSCHAU 1976, Heft 18, zog ein derart großes Leserecho nach sich, daß sich Redaktion und Verfasser entschlossen, hierzu im Rahmen des Franzis-Platinenservice die Platinen 7 + 8 herauszubringen und parallel dazu diese Nachbauanleitung zu veröffentlichen.

Herwig Feichtinger

2-m-FM-Handfunksprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer

2. Teil: Tips für den Nachbau

Einleitend sei aber bemerkt: Der Bau eines so komplexen Gerätes setzt einige Erfahrung auf dem Gebiet der Hf-Technik voraus; ferner sind zum Abgleich verschiedene Meßgeräte – 10-MHz-Oszillograf, 200-MHz-Frequenzzähler, Wattmeter – erforderlich, über die sicher nicht jeder Hobby-Elektroniker verfügt. Ein passendes Wattmeter wurde bereits in Heft 1/77, S. 38, beschrieben.

Wie bereits in der Beschreibung der Schaltung [1] erwähnt, enthält das Gerät zwei Platinen: eine für die Synthesizer-Frequenzauflbereitung und eine Platine, die Sender, Empfänger und Send-Empfangs-Umschaltung beinhaltet (Bild 1).

Aufbau

Um die Notwendigkeit umständlicher Abschirmmaßnahmen zu umgehen, ist die Bestückungsseite dieser Platinen (FS 7 + 8) mit einer durchgehenden Massefläche versehen, die nur an den Bauelementelöchern, die nicht nach Masse führen, freigeätzt ist. Für Hf-Schaltungen hat sich diese Aufbauemethode sehr bewährt. Bei der Bestückung ist aber zu beachten: Die meist stehenden Bauelemente sind so in die Platine zu stecken, daß das längere Drahtende nach Masse führt. Dieses ist dann auch auf der Bestückungsseite zu verlöten.

Bild 2 zeigt den Bestückungsplan für die Synthesizer-Platine (Bild 3), die Sender-Empfänger-Platine zeigt Bild 4, den Bestückungsplan hierzu Bild 5. Die Bezugsquellen für die wichtigsten Spezialteile sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Auf der Synthesizer-Platine werden Vogt-Spulenbausätze ohne Kernschalen verwendet. Die dem jeweiligen Kreis zuge-

hörige Koppelwicklung (nur bei den VCOs vorhanden) wird in die unterste Wickelkammer gelegt, ihre Enden werden zu den beiden Stiften auf der Seite des Abgleichloches geführt. Die Schwingkreiswicklung sitzt in der größeren, mittleren Kammer und ist mit den beiden übrigen Stiften verbunden; der Wicklungssinn spielt dabei keine Rolle. Die Spulen L1, L4 und L5 werden

eingesteckt werden. Diese IS sind äußerst empfindlich gegenüber statischer Aufladung. Anschlüsse nicht mit den Fingern berühren! Bewährt hat sich die Methode, vor dem Entfernen der Al-Folie einen dünnen Draht auf beiden Seiten durch die Anschlüsse zu fädeln und ihn erst nach dem Einsetzen in die Fassung wieder zu entfernen.

Dieses 80-Kanal-Handfunkgerät für das 2-m-Band können sich versierte Amateure selbst bauen. Im Franzis-Platinenservice stehen hierzu die Platinen FS 7 und FS 8 zur Verfügung



Herwig Feichtinger wurde 1952 in Landsberg am Lech geboren und wuchs in Oberstdorf auf, wo er das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium besuchte. Seit 1972 studiert er an der Fachhochschule in München Nachrichtentechnik. Zu diesem Zeitpunkt begann er auch

mit dem Schreiben von Fachaufsätzen, seit 1973 auch für die FUNKSCHAU. Zu seinen Hobbys gehören Amateurfunk und Musik.

ohne Körper direkt auf kurze 3-mm-Ferritkerne gewickelt (Bild 6 zeigt den Aufbau der verwendeten Spulen).

Man beginnt bei der Bestückung am besten mit den IS-Fassungen (besonders bei CMOS-IS ist die Verwendung von Fassung sehr empfehlenswert), den bipolaren Transistoren und den Dioden. Nach dem Einlöten der passiven Bauelemente können dann auch die Spulen, das Relais und die Filter eingestzt werden. Erst danach sollten, nach einer nochmaligen Kontrolle, die CMOS-IS

Abgleich der Platinen

Nachdem die 16 Dioden in die Codierschalter eingelötet sind und die Verbindungen von ihnen zur Synthesizer-Platine hergestellt sind, empfiehlt es sich, zunächst die Frequenzauflbereitung abzugleichen, ohne die Sender-Empfänger-Platine anschließen. Zu diesem Zweck werden an den Betriebsspannungseingang und an „+E“ +12 V gelegt. Die Stromaufnahme muß etwa 10 mA betragen.

Zuerst sollte der Rückmischoszillator abgeglichen werden. Dazu ist ein UKW-Fre-

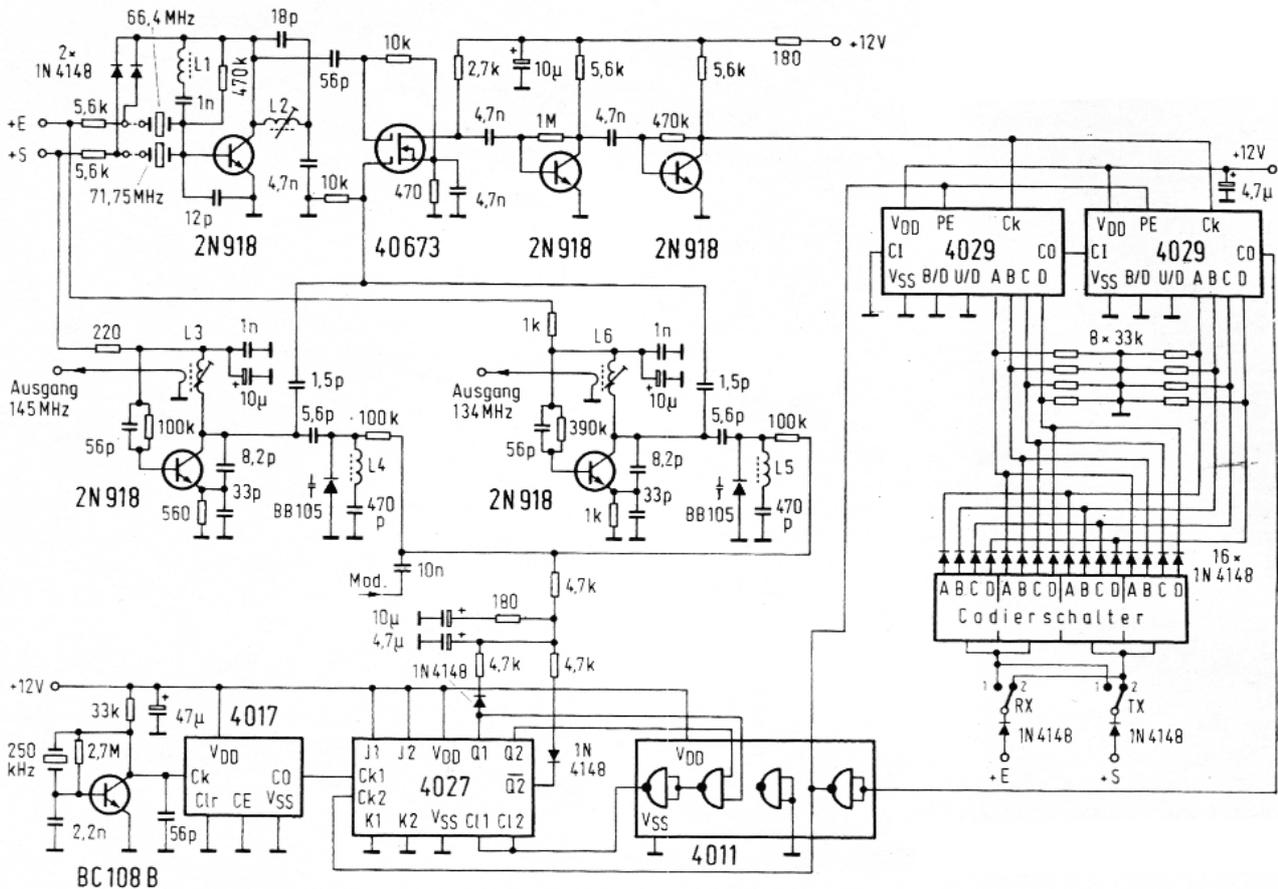
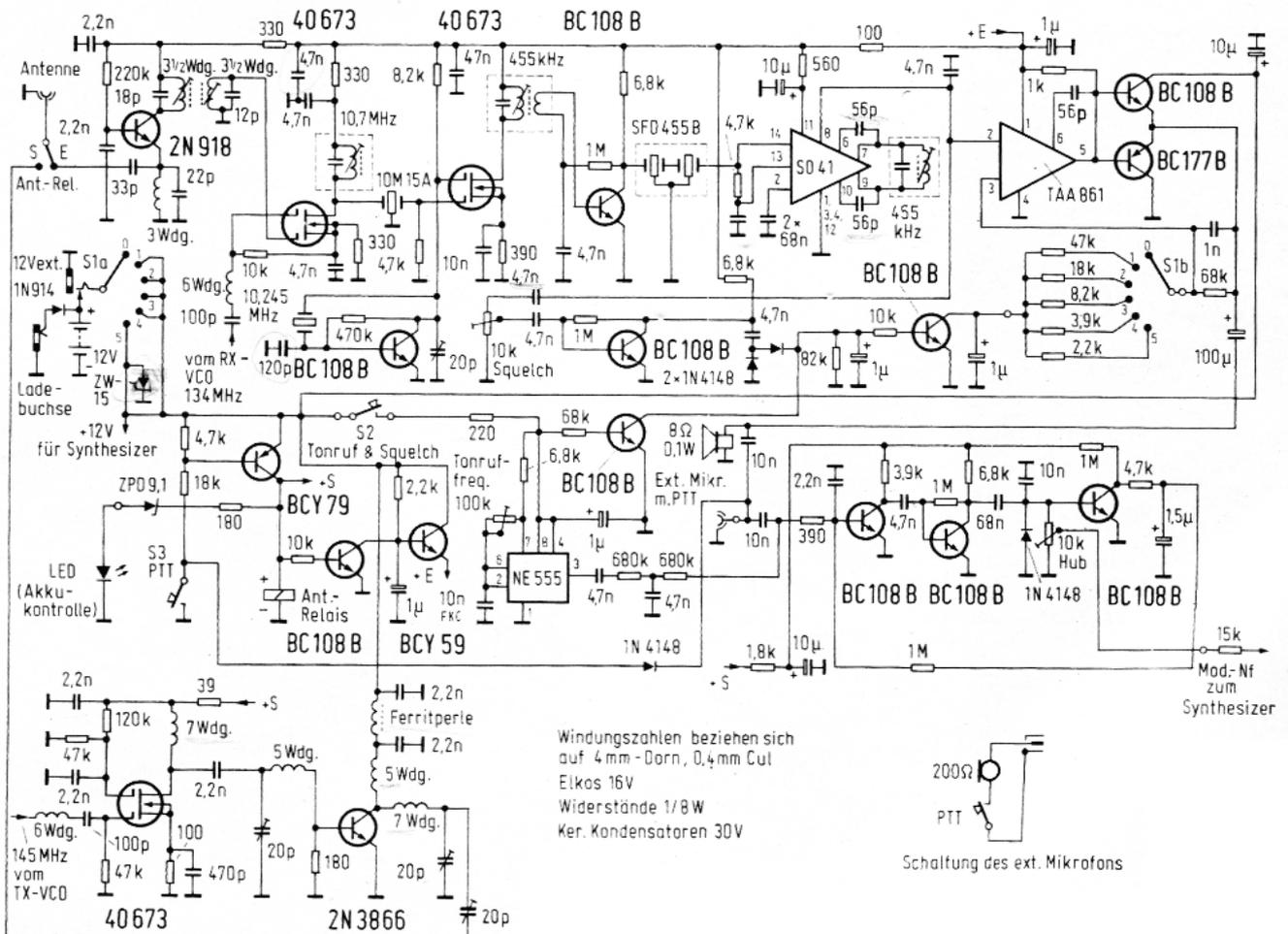


Bild 1. Schaltung des Handfunksprechergeräts. Sie weist gegenüber der in Heft 18/76 veröffentlichten Schaltung einige Verbesserungen auf (Oben: Synthesizer. Unten: Sender/Empfänger)



Einbau der Platinen in ein Gehäuse

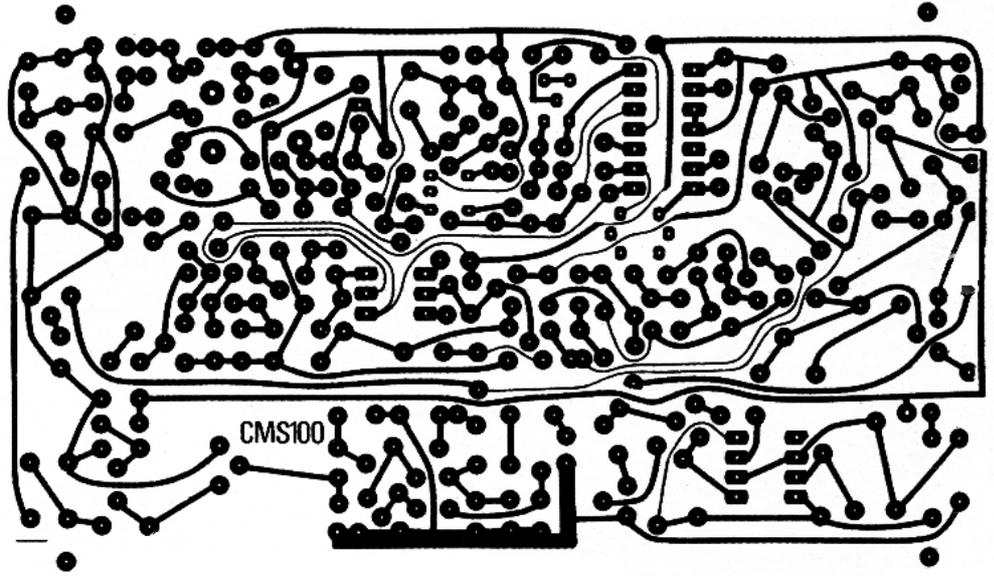
Wegen der durchgehenden Massefläche auf den beiden Platinen treten beim Zusammenbau des Geräts meist keine Abschirmprobleme auf. Es ist aber erforderlich, ein Metallgehäuse zu verwenden, dessen einzelne Teile einwandfrei leitend miteinander verbunden sind. undefinierte Übergangswiderstände können zu hörbaren Kratzgeräuschen, besonders auf der Sendermodulation, und zu Hf-Rückwirkungen von der (meist aufgesteckten) Antenne in die Frequenzaufbereitung führen.

Falls bei großer eingestellter Lautstärke eine „akustische“ Rückkopplung vom Lautsprecher auf den Empfänger-VCO auftritt, kann diese meist durch gegenseitiges Verkleben der VCO-Bauelemente mit handelsüblichem Alleskleber beseitigt werden. Der Effekt kann auftreten, weil mechanische Erschütterungen, die durch den Lautsprecher hervorgerufen werden, die quasi als Kondensatormikrofon wirkenden Bauelemente in ihren Werten beeinflussen und so eine Frequenzmodulation der VCO-Frequenz ergeben.

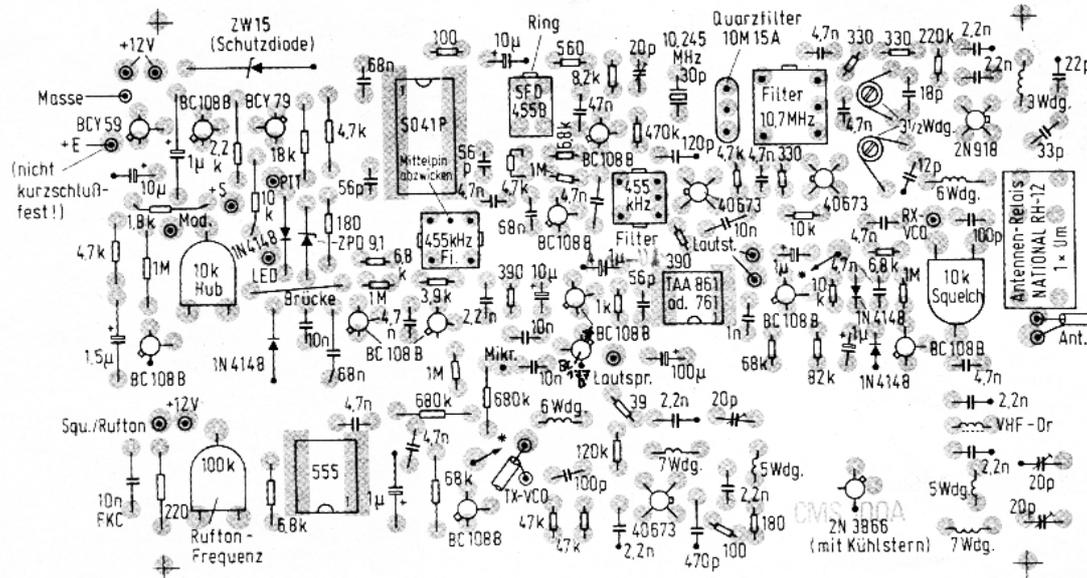
Ferner ist darauf zu achten, daß für die Sende- und die Tonruftaste nur Ausführungen mit einwandfreier Kontaktgabe verwendet werden. Wegen der elektronischen Sende-Empfangs-Umschaltung führen auch hier undefinierte Übergangswiderstände zu Kratzgeräuschen auf der Sendermodulation. Synthesizer sind erfahrungsgemäß besonders empfindlich gegenüber Störspannungen auf der Betriebsspannung. Das gilt auch für das hier beschriebene Gerät, denn aus Platzgründen sind in der Schaltung relativ wenige Siebmittel vorhanden (was ja bei Bat-

Bezugsquellen der wichtigsten Spezialteile

- Relais National RH-12, 1xUM, 12 V
Fa. SDS, Fichtenstr. 5, Deisenhofen
- Quarzfilter 10 M 15 A
Erika Helpert, Oberer Kirchwiesenweg 7 a,
6000 Frankfurt 56
- Keramikfilter SFD 455 B
Radio-Rim, Bayerstr. 25, 8000 München 2
- Miniaturfilter 10,7 MHz „FM-2“ und
Subminiaturfilter 455 kHz „AM-2“
Fa. CONRAD, Fach F 107, 8452 Hirschau
- Subminiatur-Trimmer 6-22 pF, Typ 5S-Triko-03
Fa. Bürklin, Schillerstr. 40, 8000 München
- Kodierschalter CHERRY T-50, vierstellig mit
Endkappen, BCD
Fa. Bürklin (s.o.)
- Alle Spezialteile inkl. der Quarze, Bausätze
sowie Fertigeräte liefert die Fa. Josef Frank,
Wasserburger Landstr. 120,
8000 München 82, Tel. 4 30 27 71



▲ Bild 4. Die Platine Sender/Empfänger FS 7



◀ Bild 5. Bestückungsplan Sender/Empfänger

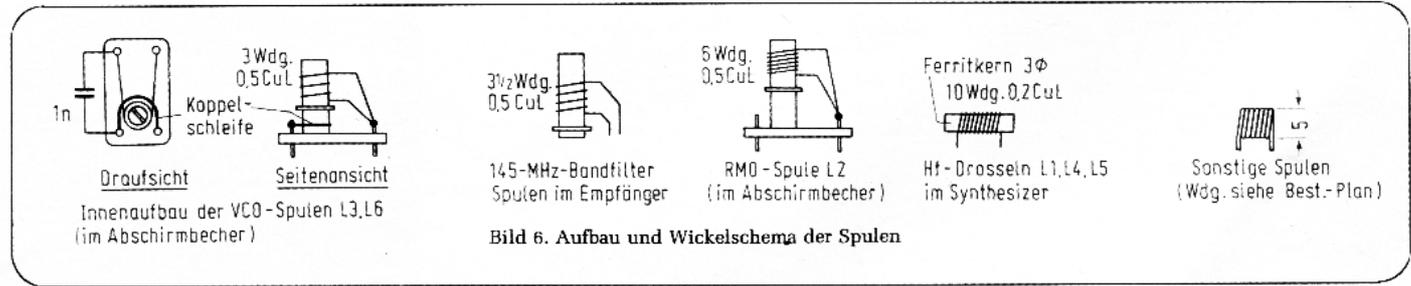


Bild 6. Aufbau und Wickelschema der Spulen

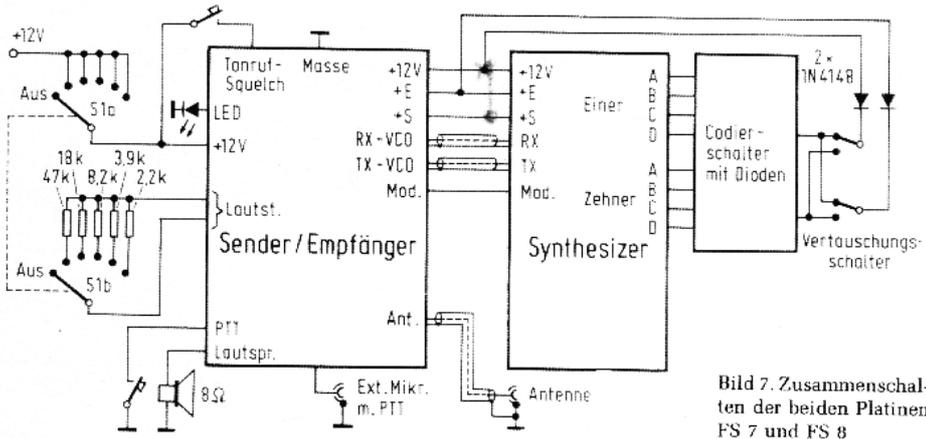


Bild 7. Zusammenschalten der beiden Platinen FS 7 und FS 8

teriebtrieb auch völlig unproblematisch ist). Bei der Verwendung externer Spannungsquellen, wie Netzgeräte oder Kfz-Bordnetze, ist daher eine ausreichende Sicherung von großer Bedeutung.

Falls über eine Schaltbuchse der geräteeigene Lautsprecher abgeschaltet wird, ist diese bei Senden auch wieder als Mikrofon wirksam. Solch ein externer Mikrofonlautsprecher kann besonders bei Mobilbetrieb nützlich sein. Die Leitung der Sendetaste wird dann einfach über einen 10-k Ω -Vorwiderstand an den Eingang für das externe Mikrofon geführt, so daß keine zusätzliche Buchse benötigt wird.

Im Mustergerät fand als Stromversorgung ein NiCd-Akku mit 225 mAh Kapazität Verwendung (DKZ 225). Mit ihm ergibt sich eine durchschnittliche Betriebsdauer von etwa fünf Stunden je Ladung. Wenn die Spannung unter 11 V sinkt, ist der Akku praktisch leer, bei Senden leuchtet die LED dann nicht mehr auf und signalisiert dadurch die Notwendigkeit des Aufladens. Das sollte etwa 14 Stunden lang mit einem Strom von 23 mA geschehen.

Wenn das Absinken der Spannung nicht beachtet wird, arbeitet ab etwa 10 V der pro-

grammierbare Teiler nicht mehr einwandfrei. In der oberen Bandhälfte, also dort, wo die höchste Rückmischfrequenz auftritt, rastet der Synthesizer dann nicht mehr auf der Sollfrequenz, sondern z.B. einen Kanal zu hoch.

Wenn sich dieser Effekt bereits im normalen Betriebsspannungsbereich bemerkbar macht, sind die verwendeten Teiler (4029) u.U. zu langsam. Dieser Effekt ergab sich beim Mustergerät vor allem bei IS der Herstellerfirma Texas Instruments, während bei IS von Fairchild, RCA und Solitron dieser Fehler nicht auftrat. In manchen Fällen kann es jedoch erforderlich sein, einen im Teiler erzeugten „unlogischen“ Störimpuls durch einen kleinen Kondensator von etwa 56 pF von Pin 1 nach Pin 16 zu dämpfen (2).

Es ist leicht zu erkennen, daß der Bau solch eines Handfunksprechgeräts mit CMOS-Synthesizer manche Probleme aufwirft, die teilweise von TTL-Synthesizern nicht bekannt sind, sondern erstens aus den besonderen Eigenarten der CMOS-IS und zweitens aus der besonders geringen Gerätegröße resultieren. Trotzdem ist gerade hier der Selbstbau lohnend, da vergleichbare Geräte noch nicht im Handel sind.

Selbstbau einer Wendelantenne

Wendelantennen erfreuen sich in letzter Zeit weiter Verbreitung; sie haben zwar gegenüber einem Viertelwellenstab einen Verlust von etwa 3...4 dB, sind aber sehr handlich.

Als Ausgangsmaterial eignet sich am besten eine sogenannte „Schrauben-Druck-Feder“ mit einem Außendurchmesser $d = 9$ mm, einem Windungsabstand $a = 2,5$ mm und einer Drahtstärke von etwa 1,5 mm. Bild 10 zeigt, wie die Feder mit dem Stift eines BNC-Steckers durch Anlöten eines kurzen Drahtes verbunden werden kann. Die notwendige Länge der Feder beträgt etwa 15 cm; es empfiehlt sich aber, von einem etwa 20 cm langen Stück auszugehen und durch stufenweises Abschneiden in Verbindung mit einem Stehwellen-Meßgerät den genauen Wert zu ermitteln. Die Verstimmung durch ein späteres Überziehen

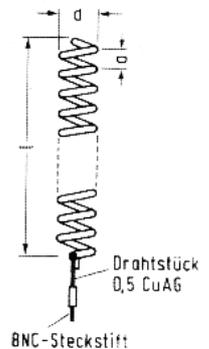


Bild 10. Wendelantennen kann man auch selbst bauen

mit Schrumfschlauch ist praktisch vernachlässigbar. Vorher muß aber der Antennenfuß (etwa die unterste halbe Windung) in den BNC-Stecker eingegossen werden, wofür sich handelsübliche Epoxid-Kleber wie z.B. „UHU-Plus“ bestens eignen. Aus Gründen der mechanischen Stabilität sollte der Schrumfschlauch bis über den Ansatz des BNC-Steckers gezogen werden.

Literatur

- [1] Handfunksprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer. FUNK-SCHAU 1976, Heft 18
- [2] Datenblatt CD 4029 A, RCA, File No. 931

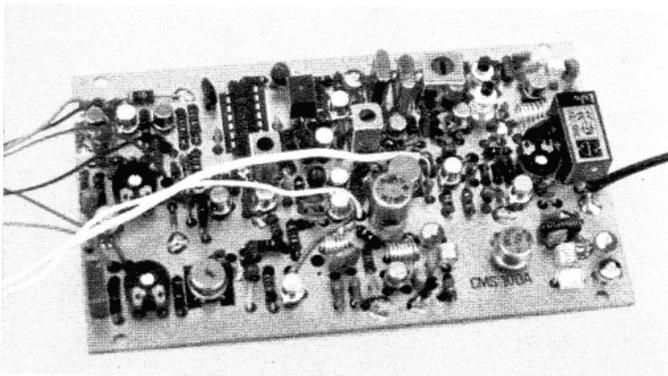


Bild 8. Fertig bestückte Platine Sender/Empfänger

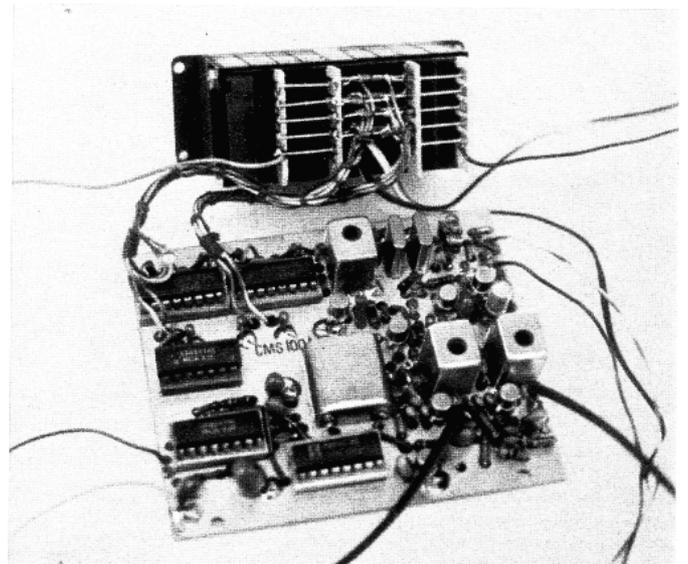
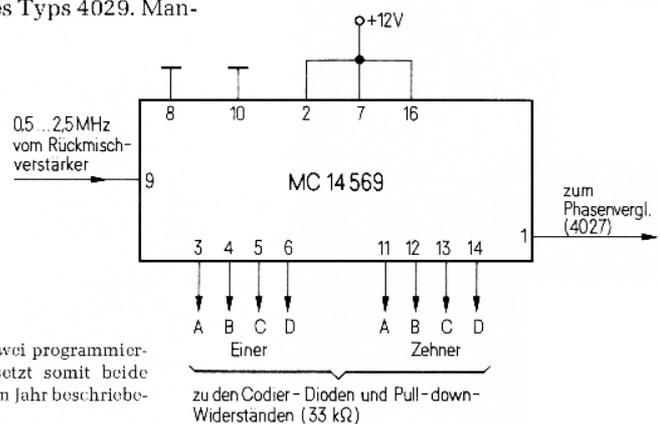


Bild 9. ► Synthesizerplatine Codierschalter

Verbessertes 80-Kanal-Handfunkprechgerät

Das in [1] ausführlich besprochene 2-m-FM-Handfunkprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer verwendete im programmierbaren Teiler der PLL-Schaltung zwei IS des Typs 4029. Man-

che Nachbauer hatten damit Schwierigkeiten, weil einige IS nicht schnell genug waren, um die höchste Rück-



Die IS MC 14569 enthält zwei programmierbare BCD-Zähler und ersetzt somit beide 4029 in dem vor etwa einem Jahr beschriebenen CMOS-Synthesizer

mischfrequenz von 2,5 MHz auch bei absinkender Betriebsspannung noch zu verarbeiten.

Die Technik aber schritt fort, und mit dem CMOS-Baustein MC 14569 steht in einem 16-Pin-DIL-Gehäuse ein zweistelliger BCD-Counter zur Verfügung, der beide 4029 ersetzt und auch bei 8 V Betriebsspannung noch ohne weiteres 2,5 MHz schafft.

Das Bild zeigt, wie der neue Baustein in den CMOS-Synthesizer eingesetzt werden kann. Der nun nicht mehr benötigte Inverter in der IS 4011 muß abgetrennt werden, sein Eingang (bzw. die beiden Eingänge des NAND-Gatters) muß an Masse oder an 12 V gelegt wer-

den. Die 33-k Ω -Widerstände an den BCD-Eingängen sind nach wie vor erforderlich.

Der MC 14569 kann entweder – wenn man die Leiterbahnführung ändert – auf der bereits in [1] abgedruckten Platine oder auch auf einer entsprechend neu ausgelegten Platinenversion eingebaut werden, die von der Fa. Frank, Wasserburger Landstr. 120, 8000 München 82, vertrieben wird. H. Feichtinger

Literatur

- [1] 2-m-Handfunksprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer. FUNKSCHAU 1976, Heft 18, und 1977, Heft 2
- [2] Datenblatt MC 14569 der Fa. Motorola