

6. Tragvorrichtungen

Niemand möchte sein SE20 dauernd in der Hand herumtragen. Viele Einsätze erfordern es sogar, dass beide Hände zur Arbeit frei bleiben.

Durch Kombination von Tasche und entsprechenden Tragriemen kann der Anwender die für seine Anwendung bestgeeignete Trageinrichtung selbst zusammenstellen.

Entsprechend den verschiedenen Gerätegrößen und deren Kombinationsmöglichkeiten mit den verschiedenen Akkumulatoren werden für die Geräte «A» und «B» drei verschiedene Tragtaschengrößen angeboten (T20-K, T20-M, T20-G).

Zu den Traggeschirren gehören der Schultertragriemen, der Handtragriemen und der Brusttragriemen.

Soll das SE20 am Gürtel befestigt werden, wird die Gurttragschlaufe oder der Gurttragbügel verwendet.

7. In vielen Funknetzen unentbehrlich: der Selektivruf

In grösseren Funknetzen, oder dann, wenn mehrere Teilnehmer die gleiche Trägerfrequenz benutzen, ist der Selektivruf das geeignetste Mittel, um einen geordneten Funkverkehr zu ermöglichen. Zurzeit sind vor allem zwei Systeme im Gebrauch:

- der Tonsquelch und das
- Fünftonfolgesystem.

Wir haben für beide Selektivrufsysteme die nötigen Zusatzschaltungen.

7.1 Wie funktioniert der Tonsquelch?

Gleichzeitig mit der Sprache wird ein in der Frequenz unterhalb des Sprachbandes liegender Ton ausgesendet. Die Frequenz dieses Tones entspricht der Adresse oder Identifikation.

Das empfangende Gerät lässt das Sprachsignal nur dann zum Lautsprecher passieren, wenn die Frequenz des gleichzeitig empfangenen Tones (Adresse) richtig ist.

7.2 Was ist das Fünftonfolgesystem?

Um einen bestimmten Teilnehmer in einem Funknetz aufzurufen, sendet der Rufende eine Folge von fünf sich unmittelbar folgenden kurzen Ruftönen aus. Nur derjenige Empfänger wird einen Anruf signalisieren, dessen Selektivrufauswerter auf die entsprechende Tonfolge programmiert ist.

Zum SE20 steht ein kombinierter Fünftonfolgegeber und Auswerter zur Verfügung. Nebst der eigentlichen Ruf-funktion können noch weitere Funktionen, wie automatische Rufquittung und Kennung, realisiert werden.

Mit zusätzlichen Drehschaltern auf der Geräteoberseite ist es ausserdem möglich, die letzte Ziffer der fünfstelligen Adresse frei zu wählen oder das Selektivrufsystem auszuschalten.

Der Selektivruf ist mit den Frequenzen nach ZVEI oder mit derjenigen nach CCIR lieferbar.

Die Schaltungstechnik

von A. Kaufmann, Solothurn

Die gesamte Schaltung des SE20 ist in der Grundausführung in 24 Modulen untergebracht. Nach ihrer Funktion können sie in drei Gruppen aufgeteilt werden:

- Der *Sender*. Er arbeitet mit einem Phasenregelkreis (PLL) direkt auf der Sendefrequenz.
- Der *Empfänger mit Einfachüberlagerung*.
- Die *Frequenzaufbereitung*. Sie liefert für jeden Kanal die Lokaloszillatorfrequenz an Sender und Empfänger.

Ein zusätzliches Modul, der Stabilisator DA12, speist die drei Funktionsgruppen mit einer geregelten Spannung von 5 V. Diese Spannung ist dank einem temperaturkompensierten Referenzelement praktisch unabhängig von der Betriebstemperatur und vom Ladezustand des Akkumulators. Der Ladezustand wird vom Stabilisator dauernd überwacht. Sinkt die Speisespannung unter 6,5 V, so wird dies durch eine blinkende Leuchtdiode angezeigt. Dank der Stabilisierung weisen die elektrischen Daten des SE20 eine aussergewöhnliche Konstanz auf.

Die Aufgabe und Funktionsweise der einzelnen Module soll nun anhand des Blockschemas (Bild 1) näher beschrieben werden.

1. Der Sender

Das Modulationssignal gelangt vom Mikrofon zum Modulationsverstärker DA07. Dieser enthält bei Phasenmodulation (PM) zudem das Preemphasingglied. Im Modul DA09 wird das Modulationssignal für den jeweiligen Spitzenhub begrenzt. Die entstehenden Oberwellen werden durch ein Tiefpassfilter im DA07 unterdrückt. Das begrenzte und gefilterte Signal moduliert nun den 21,4-MHz-Quarzoszillator DG01 im Senderregelkreis.

Wie funktioniert dieser Senderregelkreis?

Der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) DG02 schwingt direkt auf der Sendefrequenz. Er liefert 1 mW an die Sendervorstufe. Ein Teil dieses Signals wird dem Sendermischer DU04 zugeführt und dort mit dem von der Frequenzaufbereitung gelieferten Lokaloszillator-signal gemischt. Die entstehende Differenzfrequenz von 21,4 MHz (Sender-ZF) wird im Phasendetektor DU03 mit dem Signal des modulierten Quarzoszillators DG01 verglichen. Die Ausgangsspannung des Phasendetektors ist proportional zur Phasendifferenz der beiden 21,4-MHz-Signale. Die Spannung wird im

Loopverstärker DA17 verstärkt und als Steuerspannung dem VCO DG02 zugeführt.

Die Fanglogik DA18 überwacht die Synchronisation des Phasenregelkreises. Ist die Sender-ZF nicht 21,4 MHz, so sperrt die Fanglogik den Sender und leitet eine erneute Synchronisation des Regelkreises ein.

Die regelbare Sendervorstufe DA10 verstärkt das Ausgangssignal des VCO auf ca. 300 mW. Die einstufige Senderendstufe DA11 liefert die Sendeleistung von 1 oder 2,5 W. Sie enthält zudem einen Richtkoppler, der eine der Sendeleistung proportionale Spannung an den Leistungsregler DA15 abgibt. Dieser regelt die Verstärkung der Sendervorstufe DA10. Ein Tiefpassfilter in der Senderendstufe sorgt für eine gute Unterdrückung der unerwünschten Oberwellen.

2. Der Empfänger

Das Empfangssignal gelangt von der Antenne über den Antennenumschalter zum HF-Teil DU12. Das allseitig geschlossene Metallgehäuse enthält alle zum HF-Teil gehörenden Schaltungen, nämlich HF-Filter, HF-Verstärker, Mischer, Lokaloszillator-Endstufe und Lokaloszillator-Filter. Das abstimmbare fünfkreisige Helix-Bandfilter ermöglicht die sehr grosse Schaltbreite von 6 MHz und unterdrückt die Spiegelfrequenz wirksam. Der intermodulationsarme HF-Verstärker ist zwischen zwei Filterkreise geschaltet. Er gleicht die Filterverluste aus und ermöglicht eine gute Empfanglichkeit. Im Mischer wird das Empfangssignal auf die Zwischenfrequenz von 21,4 MHz umgesetzt.

Der verwendete Mischer garantiert ein gutes Gross-Signalverhalten bei kleinem Stromverbrauch. Das im Mischer benötigte Lokaloszillatorsignal gelangt von der Frequenzaufbereitung über ein Helix-Bandfilter zum Mischer.

Der Zwischenfrequenzteil (ZF-Teil) besteht aus zwei vierpoligen monolithischen Quarzfiltern DZ02, den ZF-Verstärkern DA01 und DA02 sowie dem Begrenzer/Diskriminator DU02. Die beiden Quarzfilter sorgen für die nötige Nachbarkanalselektion von ca. 80 dB. Die totale Verstärkung von 140 dB – dies entspricht einer Spannungsverstärkung von über 10 Millionen – ist auf die beiden ZF-Verstärker und den Begrenzer verteilt. Zur Demodulation des 21,4-MHz-ZF-Signals wird ein Quarzdiskriminator eingesetzt.

Das demodulierte NF-Signal gelangt vom Diskriminator über einen Verstärker im Squelch DA04 zum NF-Filter DA05. Dieses Modul enthält die Deemphasis, ein Tiefpassfilter und eine elektronische Lautstärkeeinstellung. Die NF-Endstufe DA06 erzeugt eine Ausgangsleistung von 0,6 W am Lautsprecher. Bei nicht vorhandenem Empfangssignal wird die NF-Endstufe vom Squelch gesperrt.

3. Die Frequenzaufbereitung

Die Frequenzaufbereitung liefert die gewünschten Lokaloszillatorfrequenzen an Sender und Empfänger. Pro Simplexkanal sind eine, pro Semiduplexkanal

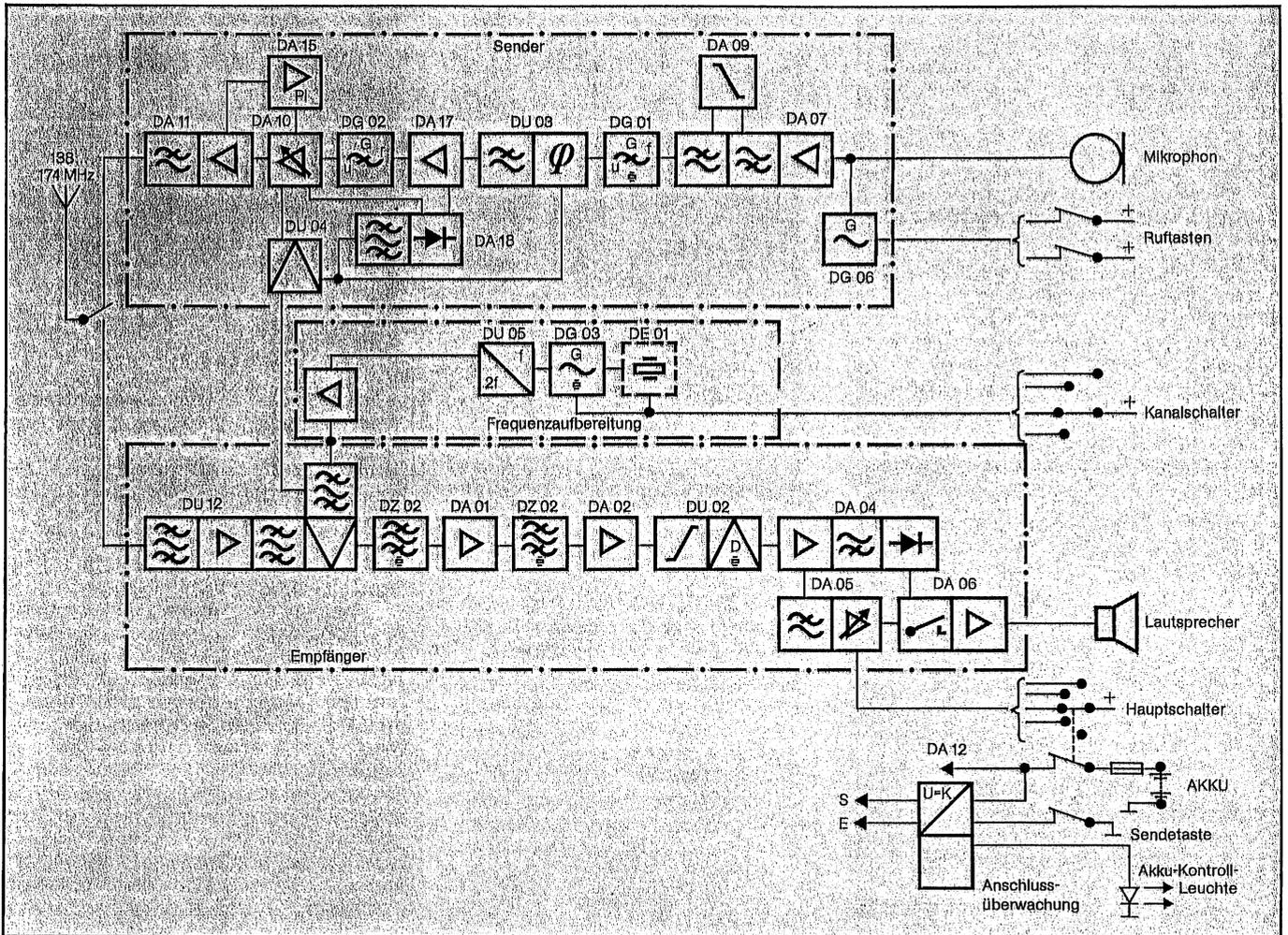


Bild 1 (oben) Blockscha des SE20

Bild 2 (rechts) Blockscha Frequenzaufbereitung, indirekte Methode

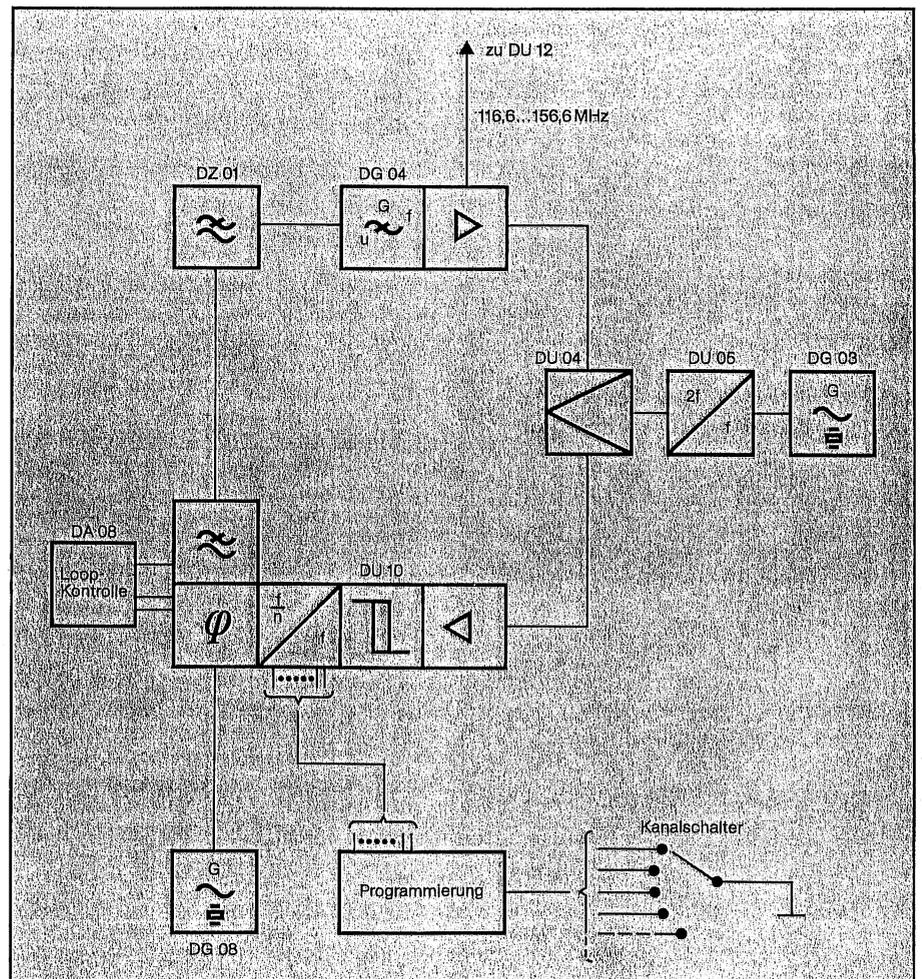
zwei verschiedene Frequenzen nötig. Um die Bedürfnisse der Kunden optimal befriedigen zu können, wurden zwei verschiedene Frequenzaufbereitungen entwickelt:

- Die *direkte Methode* für kleine Kanalzahlen.

Pro LO-Frequenz wird hier ein Schwingquarz benötigt. Der Quarzoszillator DG03 enthält die Oszillatorschaltung sowie einen Schwingquarz mit Ziehkreis zum Abstimmen auf die genaue Frequenz. Eine elektronische Umschaltung erlaubt entweder den eingebauten Quarz oder bis zu zwei externe Quarzergänzungen DE01 einzuschalten. Diese können je zwei weitere Schwingquarze mit den entsprechenden Ziehkreisen und Umschaltungen enthalten.

Die Ausgangsfrequenz des Quarzoszillators wird im Verdoppler DU05 mit einer aktiven Gegentaktschaltung verdoppelt. Nach einer Verstärkung im HF-Teil DU12 wird das Signal als Lokaloszillatorsignal dem Sender und Empfänger zugeführt.

- Die *indirekte Methode* (Synthesizer), für grosse Kanalzahlen (Bild 2). Mit einem Schwingquarz können hier bis zu 200 Kanäle realisiert werden. Der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO)



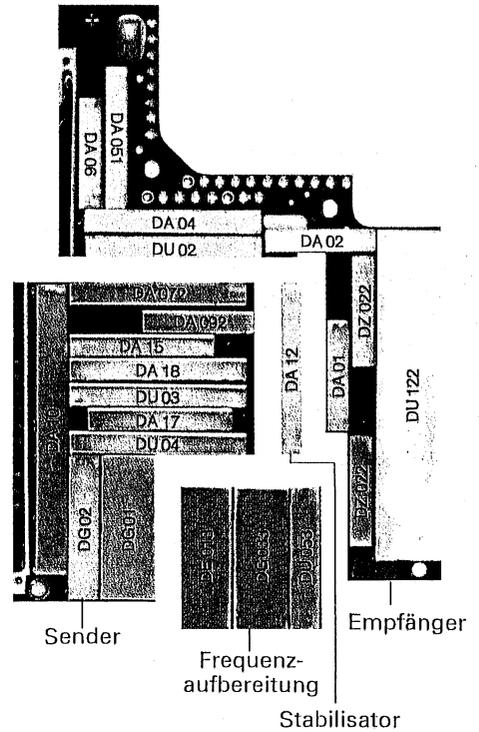
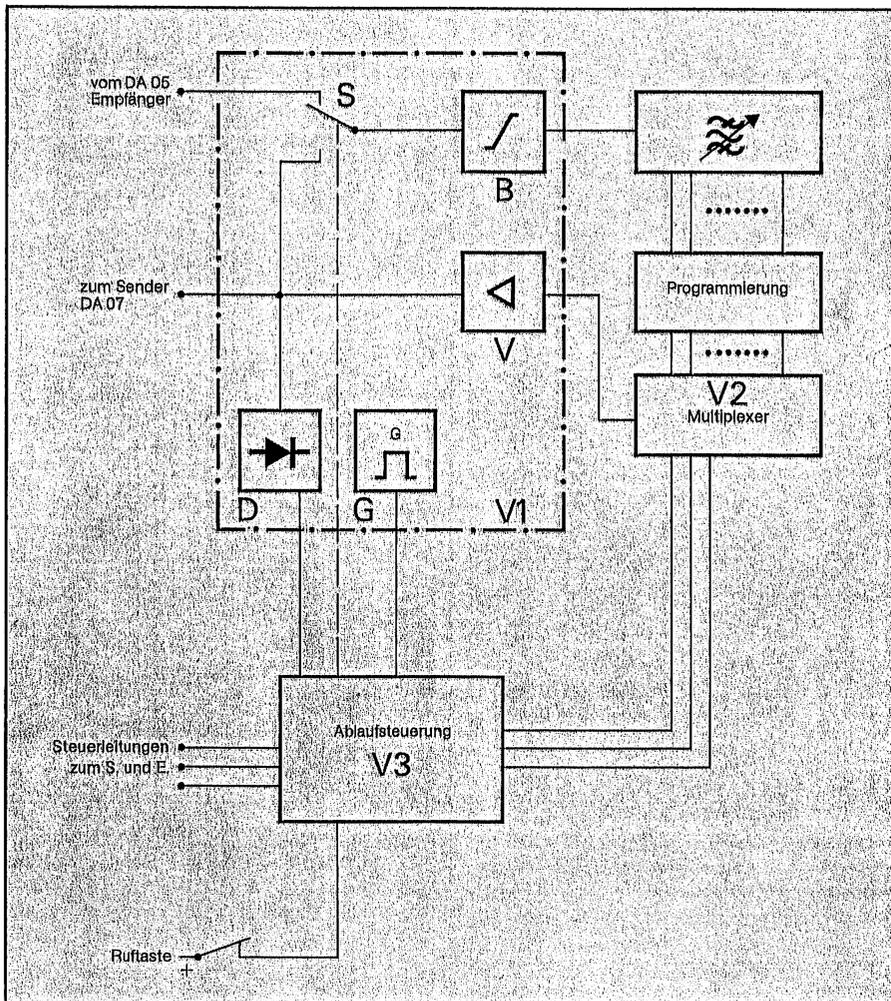


Bild 5 Leiterplatte mit gesteckten Moduln

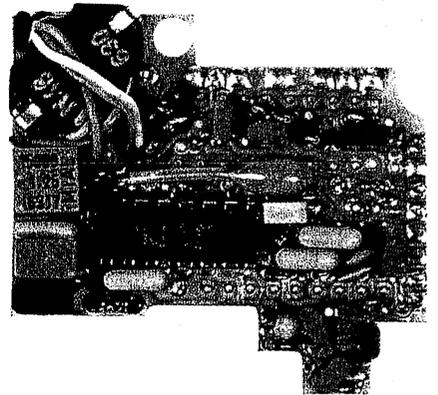


Bild 6 5-Ton-Selektivrufeinheit

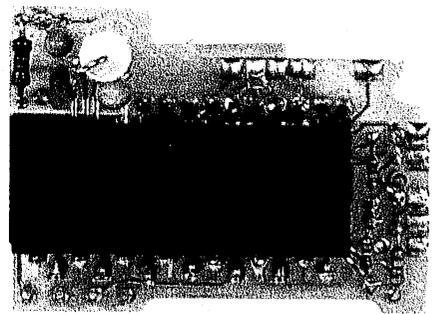


Bild 7 Tonsquelch

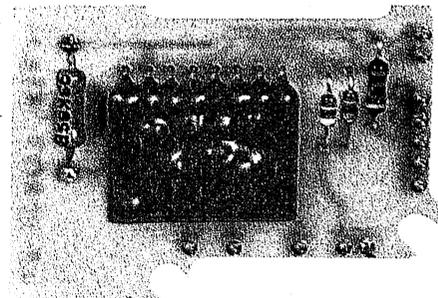


Bild 8 Rufoszillator II

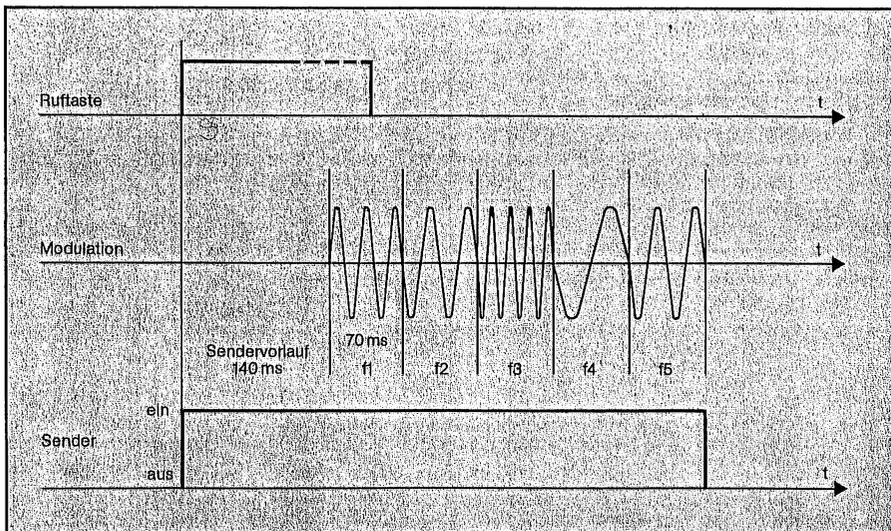


Bild 3 5-Ton-Selektivruf

Bild 4 Signal-Ablaufdiagramm

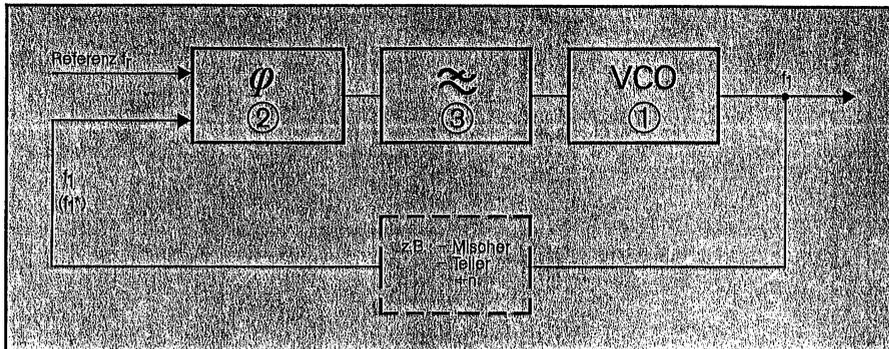
DG04 erzeugt direkt das Lokalszillatorsignal. Seine Frequenz wird durch einen Phasenregelkreis (PLL) konstant gehalten (Bild 9). Um den Stromverbrauch möglichst gering zu halten, wird das LO-Signal zuerst im Mischer DU04 auf eine tiefere Frequenz umgesetzt. Als Mischoszillator dient ein Quarzoszillator DG03 mit nachgeschaltetem Verdoppler DU05.

Im Synthesizer DU10 wird das Signal in einem C-MOS-Teiler mit einstellbarem Teilverhältnis n auf die Referenz-

frequenz geteilt. Im Phasendetektor erfolgt ein Phasenvergleich mit dem Referenzsignal. Dieses wird von einem Quarzoszillator mit eingebautem Teiler DG08 erzeugt. Das Fehlersignal aus dem Phasendetektor wird über einen Tiefpass zum Loopfilter DZ01 geführt. Der Ausgang dieses Filters steuert den VCO DG04.

Ein weiteres Modul, die Loopkontrolle DA08, sorgt für eine dauernde Überwachung des Synthesizers. Eine unerwünschte Ausgangsfrequenz ist damit ausgeschlossen.

Die gewünschte Lokalszillatortfrequenz wird durch das Teilverhältnis n eingestellt. Die Zuordnung zwischen



Kurz erklärt: der Phasenregelkreis (PLL)

Der PLL (phase locked loop) ist ein Regelsystem, welches ein Ausgangssignal f_o mit einem Referenzsignal f_{ref} nach Frequenz und Phase synchronisiert. In einem PLL sind grundsätzlich drei Einheiten:

1. Spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) (voltage controlled oscillator)
2. Phasendetektor
3. Schleifenfilter

Die beiden Signale f_o und f_{ref} werden im Phasendetektor miteinander verglichen. Das Ausgangssignal des Phasendetektors steuert über das

Schleifenfilter den Oszillator. Sobald eine Phasendifferenz zwischen f_o und f_{ref} auftritt, wird der Oszillator solange nachgeregelt, bis die Differenz wieder verschwindet.

Wird zwischen Oszillator und Phasendetektor ein Mischer oder Frequenzteiler geschaltet, so stehen f_o und f_{ref} in einem festen Verhältnis zueinander. Mit einem einstellbaren Frequenzteiler kann dieses Verhältnis und somit die Ausgangsfrequenz f_o verändert werden (*Synthesizer*). Die Synchronisation zwischen f_o und f_{ref} bleibt erhalten.

Bild 9 Der Phasenregelkreis (PLL)

Frequenz und Teilverhältnis ist in der Programmierung gespeichert. Als Speicher dient entweder eine Diodenmatrix (bis zu zehn Frequenzen) oder EPROM's (bis zu 200 Kanälen). Die Einstellung des gewünschten Kanals erfolgt durch einen oder zwei Kanalschalter.

Die indirekte Frequenzaufbereitung bietet einige Vorteile, können doch von einem Schwingquarz bis zu zweihundert Kanäle abgeleitet werden, während bei der direkten Methode für jeden Kanal ein Quarz nötig ist. Allerdings bedingt der Synthesizer einen erheblichen Schaltungsaufwand mit erhöhtem Stromverbrauch.

4. Optionen (Bilder 3 und 4)

Aus der Vielfalt der Zusatzschaltungen soll als Beispiel der 5-Ton-Selektivruf zum SE 20 näher vorgestellt werden.

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus drei integrierten Schaltungen (Analogschaltung V1, Multiplexer V2, Ablaufsteuerung V3), dem Bandfilter und dem Programmierfeld. Die Ablaufsteuerung und die Analogschaltung wurden speziell für den 5-Ton-Selektivruf des SE 20 hergestellt.

Im *Empfangsfall* funktioniert die Schaltung als Auswerter. Sie erkennt einen Anruf, wenn eine empfangene Folge von fünf Frequenzen mit dem eigenen Auswertercode vollständig übereinstimmt.

Das empfangene NF-Signal gelangt über den Umschalter S und den Begrenzer B zum Bandfilter. Dieses ist durch die Ablaufsteuerung und den Multiplexer auf die erste programmierte Frequenz f_1 eingestellt. Die Ausgangsspannung wird in

V verstärkt und zum Detektor D geführt. Übersteigt diese Spannung einen bestimmten Wert, so erkennt die Ablaufsteuerung f_1 als richtig und schaltet das Bandfilter auf f_2 um. Wird f_2 innerhalb einer vom Taktgenerator G festgelegten Zeit als richtig erkannt, schaltet die Ablaufsteuerung auf f_3 , danach gegebenenfalls auf f_4 und f_5 weiter. Sonst kehrt der Auswerter in den Ruhezustand (f_1) zurück. Werden jedoch alle fünf Frequenzen richtig ausgewertet, so löst die Ablaufsteuerung den Aufmerksamkeitston aus.

Im *Sendefall* wirkt die Schaltung als Geber. Hier sind folgende Betriebsarten möglich:

- Quittung: Unmittelbar nach einem Anruf wird automatisch der Auswertercode als Quittung gesendet.
- Kennung: Bei jedem Drücken der Taste wird der Auswertercode als Kennung gesendet.
- Ruf: Beim Drücken der Rufaste wird der Gebercode gesendet.

Die Geber- und Auswertercodes können auf dem Programmierfeld eingestellt werden.

Nach dem Auslösen des Gebers tastet die Ablaufsteuerung den Sender und schaltet nach einer kurzen Wartezeit (Sendervorlauf) den Schalter S um. Verstärker V, Begrenzer B und Bandfilter wirken nun als Oszillator. Die Frequenz f_1 ist durch die Programmierung des Bandfilters gegeben. Jeweils nach einer durch den Clockgenerator G festgelegten Zeit wird das Bandfilter auf die weiteren Frequenzen $f_2 \dots f_5$ umgeschaltet. Unmittelbar nach der letzten Frequenz f_5 fällt der Sender wieder ab, und die Schaltung kehrt in den Ruhezustand zurück.

Kleines Lexikon einiger Funkgeräteeigenschaften

Empfänger

- Empfindlichkeit = Minimal benötigte Antennenspannung für eine genügende Empfangsqualität.
- SINAD = Maß für die Empfangsqualität = Verhältnis von Signal zu Rauschen und Verzerrungen (Signal to Noise And Distortion).
- Gross-Signalverhalten = Sammelbegriff für verschiedene Funkgeräteeigenschaften, die das Verhalten des Empfängers bei starken Störsignalen angeben.
- Nachbarkanaldämpfung = Unterdrückung von Störungen durch ein starkes Signal im oberen oder unteren Nachbarkanal.
- Nebenempfangsstellen = Starke Signale mit unerwünschter Frequenz, die ein Nutzsignal vortäuschen.
- Spiegelfrequenz = Sonderfall einer Nebenempfangsstelle im Abstand der zweifachen Zwischenfrequenz von der Empfangsfrequenz.
- Intermodulation = Zwei Störsignale in benachbarten Kanälen täuschen durch Mischung im Empfänger ein Nutzsignal vor.
- Blocking = Verminderung der Empfindlichkeit durch ein starkes Störsignal.
- Gleichkanalunterdrückung = Fähigkeit des Empfängers, ein Störsignal auf der Empfangsfrequenz gegenüber dem Nutzsignal zu unterdrücken.

Sender

- Nachbarkanalleistung = Anteile der Sendeleistung (Senderrauschen und Modulationsspektrum), die in den oberen oder unteren Nachbarkanal fallen und so benachbarte Funkanlagen stören können.
- Oberwellen = Unerwünschte Ausstrahlungen, deren Frequenz ein Vielfaches der Sendefrequenz beträgt.
- Nebenwellen = Zusätzlich zu den Oberwellen vorhandene unerwünschte Ausstrahlungen.

Allgemeines

- Schaltbreite = Maximal mögliche Differenz zwischen zwei Send- oder Empfangsfrequenzen.
- Simplex = Sendefrequenz und Empfangsfrequenz sind gleich.
- Semiduplex = Sendefrequenz und Empfangsfrequenz sind um den Duplexabstand verschieden. Gleichzeitiges Senden und Empfangen ist aber nicht möglich.
- Duplex = Gleichzeitiges Senden und Empfangen ist möglich.
- dB (Dezibel) = Bestimmte logarithmische Verhältnisse zweier Spannungen oder Leistungen.