

Grundlagen der Empfangstechnik

Teil 4

Im vierten Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen die komplette Schaltung eines FM-UKW-Empfängers vor. Die ausgereifte Konstruktion dieses qualitativ guten Radios ist in der modernen SMD-Technik durchgeführt. Für den interessierten Leser besteht somit die Möglichkeit, ein hochwertiges UKW-Radio in SMD-Technik selbst zu erstellen — etwas Praxis im Aufbau elektronischer Schaltungen vorausgesetzt.

Dipl.-Phys. Wolfgang Zetzmann
im Hause Valvo, Hamburg

Allgemeines

Nach der Vorstellung des ersten Ein-Chip-FM-Empfängers TDA 7000, der mit einem gänzlich neuen Empfangskonzept realisiert wurde, hat Valvo an diesem Konzept weitergearbeitet. Es folgte der Ein-Chip-Empfänger TDA 7021 T mit höherem Integrationsgrad und neuen Möglichkeiten. Parallel zu diesem Empfänger wurden auch peripherielose Endstufen entwickelt, von denen der kleinste, der TDA 7050 T für Kopfhörer, sogar im SMD 8-Pin-Gehäuse hergestellt wird.

Mit diesen ICs und konsequentem Einsatz der SMD-Technik ist es möglich geworden, ein UKW-Radio hoher Empfangsleistung auf einer minimalen Fläche unterzubringen. Insbesondere ist eine extrem niedrige Bauhöhe erreichbar.

Vor der ausführlichen Beschreibung des Nachbaues soll zunächst die Funktion der ICs beschrieben werden.

Der Ein-Chip-FM-Empfänger TDA 7021 T

Für die Leser, die sich bisher noch nicht mit dem Innenleben des TDA 7000 beschäftigt haben, wollen wir an dieser Stelle die Funktionen des TDA 7021 T am Blockschaltbild, wie von Valvo publiziert, besprechen.

Die Antennenspannung wird über ein Bandfilter, zur Aussiebung von nicht im UKW-Band gelegenen Sendern, an Pin 12 und 13 der Mischerstufe zugeführt. An dem Mischer wird das HF-Signal mit der Oszillatorspannung, deren Frequenz durch den Schwingkreis an den Pins 4 und 5 bestimmt wird, multipliziert. Hierdurch werden Summen- und Differenz-Frequenz am Mischerausgang erzeugt.

Da der Oszillator nur 76 kHz neben (unterhalb) der Eingangsfrequenz schwingt, setzt sich das Mischerausgangssignal aus den Frequenzen 76 kHz und ungefähr $2 \times f_c$ (doppelte Empfangsfrequenz) zusammen.

Dieser große Abstand ermöglicht es, daß die ZF von 76 kHz durch einfache aktive Tiefpaßfilter mit nur drei externen Kondensatoren an den Pins 7, 8, 10 und 11 ausreichend selektiert werden kann. Die notwendigen Widerstände sowie einige Kapazitäten, sind bereits integriert.

Hinter dieser Selektion folgt ein Begrenzerverstärker mit zusätzlichem Pegeldetektor, der an Pin 9 einen pegelabhängigen

Strom liefert. Der Ausgangsstrom ist bei fehlendem Sender hoch (ca. 0,16 mA) und nimmt mit zunehmendem Pegel ab. Dieser ungewöhnliche Verlauf wurde gewählt, um bei Empfangsbetrieb eine geringstmögliche Stromaufnahme zu erreichen.

Nach der Begrenzung wird das ZF-Signal zwei Demodulatoren zugeführt.

Der eine, im Blockschaltbild als Demodulator bezeichnet, ist ein Quadraturdemodulator, der aus der Frequenzmodulation der ZF das Niederfrequenzsignal zurückgewinnt und zusätzlich eine AFC erzeugt. Diese Signale sind an Pin 1 über einen internen Widerstand meßbar, der zusammen mit einem externen Kondensator einen Tiefpaß zur ZF-Unterdrückung darstellt.

Der zweite Demodulator, im Blockschaltbild als Mute-Detektor bezeichnet, ist ein Koinzidenz- oder Korrelations-Detektor, der eine Information über die Signalqualität liefert, z. B. Rauschanteil oder Spiegelpflicht. Mit dieser Information, einer Steuerspannung, wird wie im Schaltbild angedeutet, die Amplitude des NF-Signales eingestellt. Bei „schlechtem“ Signal erfolgt eine NF-Abschwächung um etwa 20 dB.

Nach diesem Steller gelangt das Signal über einen Impedanzwandler auf den Ausgangsverstärker, der als gegengekoppelter Operationsverstärker ausgeführt ist. Da die Gegenkopplung extern zugänglich ist, kann dieser Verstärker auch mit einer frequenzabhängigen Verstärkung versehen werden, wie im Blockdiagramm angedeutet. Diese Möglichkeit wird benötigt, wenn die Schaltung für Stereoempfang vorgesehen ist.

Wäre dies alles, was in dem IC TDA 7021 T integriert ist, so wird deutlich, daß mit dieser Schaltung bei dem nominalen FM-Hub von ± 75 kHz und damit einer notwendigen ZF-Bandbreite von etwa 150 kHz ein vernünftiger FM-Empfang nicht möglich wäre. Hier wurde von Valvo ein besonderer Trick angewendet, nämlich die sogenannte Hubreduzierung.

Durch die Rückführung des NF-Signales (wie an Pin 1 der Schaltung aus dem FM-Demodulator geliefert) zur Oszillatorstufe wird eine Mitkopplung der Oszillatorfrequenz bewirkt. Diese Modulation wird durch die Integration von Kapazitätsdioden parallel zum externen Schwingkreis erreicht. Die Kapazitätswerte bzw. die Spannungsrückführung wurden so ausgelegt, daß sich mit einer externen Induktivität

von etwa $L = 56$ nH für UKW eine Hubreduzierung um 1:5, also ± 15 kHz, ergibt. Dieser Hub liegt damit deutlich unter der ZF-Bandbreite und kann mit minimalem Klirrgrad demoduliert werden.

Durch diese Rückführung wird auch eine AFC erreicht, wie sie bei mechanischer Abstimmung notwendig ist.

Die Unterschiede zum TDA 7000 sind hiermit klar:

- Die ZF wurde von 70 kHz auf 76 kHz angehoben
- Die Stell- oder Mutestufe wurde geändert
- Ein Teil der Selektion wurde integriert
- Ein zusätzlicher Ausgangsverstärker ist integriert
- Eine Pegel- oder Feldstärkeanzeige ist verfügbar
- Der Betriebsspannungsbereich ist auf 1,8–6 V erniedrigt.

Der NF-Verstärker TDA 7050 T

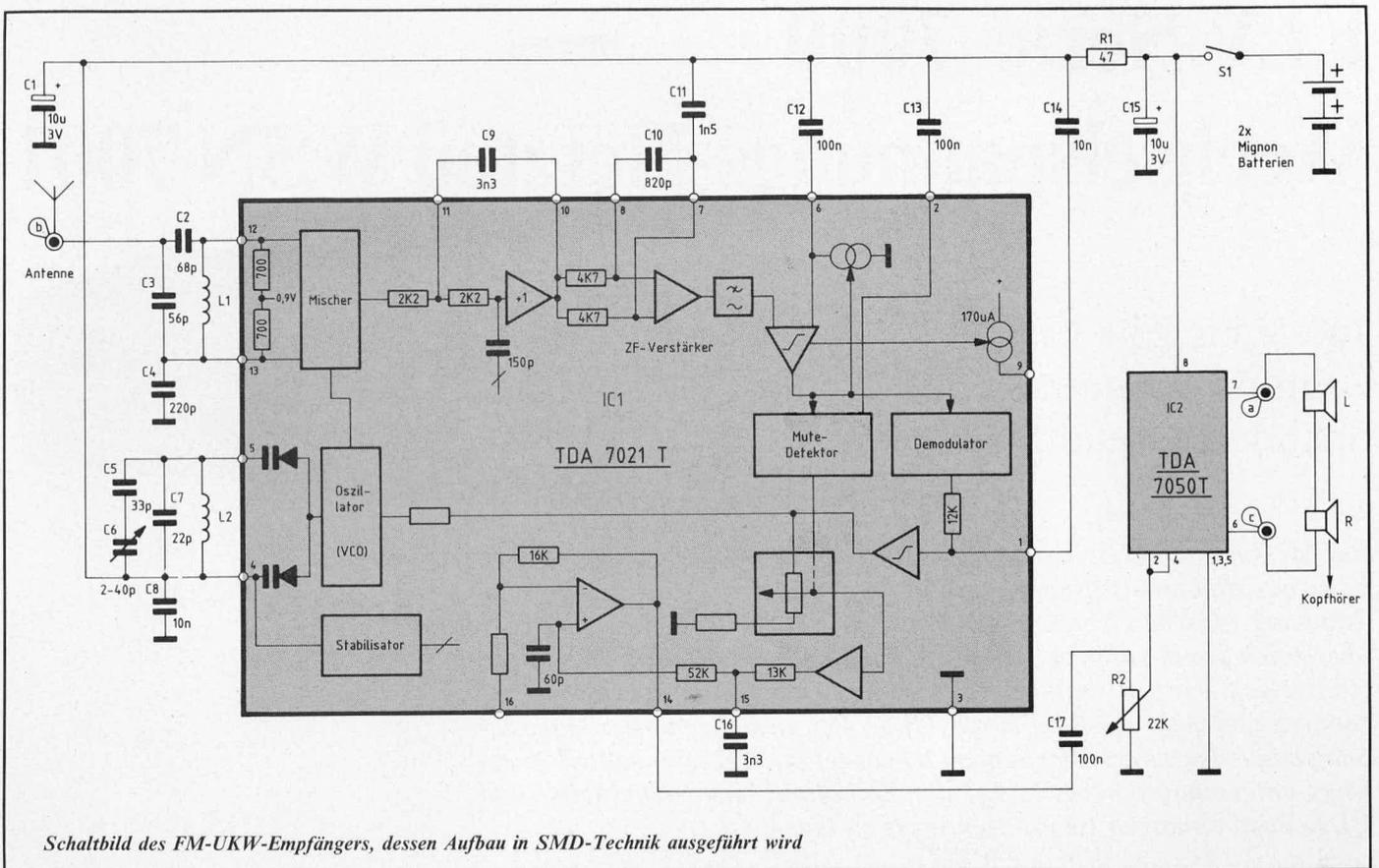
In diesem Verstärker-IC wurde der Traum aller Verstärkerbauer realisiert, eine hochwertige Endstufe (wahlweise für Mono oder Stereo) ohne zusätzliche Bauteile für Frequenzgang etc. aufzubauen.

Dies geht soweit, daß in der Mono-Brückenschaltung nicht einmal Ausgangskondensatoren benötigt werden.

Da die komplett herausgeführten Differenzeingänge Massepotential haben, werden auch hier (vom Lautstärkepoti her) keine Trennkondensatoren oder Vorspannungswiderstände gebraucht. An dieser Stelle sei verraten, daß Valvo bereits weitere Endstufenschaltungen in diesem Prinzip auch für höhere Leistungsklassen entwickelt hat.

Der Betriebsspannungsbereich des TDA 7050 T liegt bei 1,6 bis 6 V. Die maximale Ausgangsleistung beträgt in Brückenschaltung an einem Lastwiderstand von 32Ω $N = 135$ mW bei 3 V Betriebsspannung. Für einen Kopfhörer stellt dies eine durchaus respektable Leistung und damit Lautstärke dar.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ folgt die ausführliche Beschreibung des Nachbaues. Hierbei handelt es sich um die erste im „ELV journal“ veröffentlichte Schaltung, die mit SMD-Bauelementen realisiert wird und ohne weiteres für den Aufbau im Hobbylabor geeignet ist.



Schaltbild des FM-UKW-Empfängers, dessen Aufbau in SMD-Technik ausgeführt wird