



10 MHz - 2 GHz HF-Verstärker

Die hohe Ausgangsleistung von bis zu 100 mW (+20 dBm) zeichnet den RFA 403 besonders aus. Es gibt nur wenige HF-Verstärker, die neben hoher Verstärkungslinearität, weitem Frequenzbereich bis hin zu 2 GHz und kompakter Bauform, noch eine hohe Ausgangsleistung und ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis bieten.

Kenndaten zur Verstärkerauswahl

Die vornehmliche Aufgabe eines Verstärkers im Allgemeinen und eines HF-Verstärkers im Speziellen ist das Ausgleichen von Pegeldifferenzen. Für die Auswahl des richtigen HF-Verstärkers gibt es verschiedene Kriterien. Bei einfachster Betrachtung hat ein HF-Verstärker die Aufgabe, ein Eingangssignal mit einem Pegel L_{Pin} um den Verstärkungsfaktor G_P zu verstärken und das Signal dann mit dem Pegel L_{Pout} an seinem Ausgang zur Verfügung zu stellen. Für die Bestimmung der notwendigen Verstärkung muss die Höhe des Eingangs- und Ausgangssignales bekannt sein.

So muss sich der Anwender schon bei der Bestimmung der Verstärkung auch über den benötigten Ausgangspegel im Klaren sein. Dabei ist zu bedenken, dass der Aus-

gangspegel eines Verstärkers nur dann vom angelegten Eingangspegel abhängig ist, wenn der Verstärker im erlaubten Betriebsbereich arbeitet. Bei einer Übersteuerung kommt es zu einem Sättigungseffekt. Wird beispielsweise in einen Verstärker mit 20 dB Verstärkung ein Eingangspegel von 0 dBm eingespeist, so kann sich nur

dann der theoretische Ausgangspegel von +20 dBm einstellen, wenn der maximal erreichbare Ausgangspegel (technisches Datum des Verstärkers) dies zulässt. Dieses technische Datum wird bei HF-Verstärkern mit „1-dB-Kompressionspunkt“ bezeichnet. Beim Einsatz eines Verstärkers mit +10 dBm maximalem Ausgangspegel stellt sich auch nur dieser Pegel ein. Dabei ist der Verstärker dann jedoch völlig übersteuert und verzerrt das Signal extrem - es entstehen (zusätzliche) Oberschwingungen. Nur ein Verstärker, dessen Maximalpegel $\geq +20$ dBm ist, arbeitet hier korrekt und ohne Verzerrungen. Somit muss neben der Verstärkung immer auch der maximal zulässige Ausgangspegel Beachtung finden.

Sind Verstärkung und Ausgangspegelbereich bestimmt, so stellt sich die Frage nach dem zu überstreichenden Frequenzbereich. Bei einem universell einsetzbaren Verstärker gilt hier: je größer desto besser. In speziellen Anwendungen, wenn es beispielsweise auf extrem hohe Verstärkung, gute Rauscheigenschaften und optimierte Anpassung ankommt, besitzt ein spezieller schmalbandiger Verstärker die besseren technischen Daten. Da das Einsatzgebiet des ELV HF-Verstärkers RFA 403 nicht auf bestimmte Frequenzbereiche beschränkt ist, sind hier auch keine bandbegrenzenden Maßnahmen eingebaut. Der Verstärker ist bis über 2 GHz einsetzbar, wobei jedoch die Verstärkung ab 1 GHz stetig abnimmt (siehe Abbildung 2).

Die in der Tabelle zusammengefassten technischen Daten des RFA 403 zeigen den weiten Anwendungsbereich des Verstärkers. Mit den Kerndaten von ca. 19 dB Verstärkung, einem 1-dB-Kompressionspunkt von +20 dBm und einem Frequenzbereich von 10 MHz bis über 2 GHz ist die universelle Einsetzbarkeit gewährleistet. Weiterhin wird durch den Einbau in ein robustes Metallgehäuse und die Ausführung der Ein- und Ausgangsbuchsen als BNC-Buchsen ein rascher und unkomplizierter Einsatz ermöglicht.

Als wesentliche Einsatzgebiete des ELV RFA 403 sind die HF-Messtechnik, die Sende- und Empfangstechnik im Amateur-

Technische Daten (typ.)

Frequenzbereich f_{min} bis f_{max} :	10 MHz bis 2 GHz
Verstärkung v :	19 dB bis 1 GHz, 10 dB @ 2GHz
Verstärkungsrippel D_v :	$\leq \pm 2$ dB bis 1 GHz
Eingangsreflexionsfaktor R_{fd} :	≥ 10 dB
Ausgangsreflexionsfaktor R_{fd} :	≥ 7 dB
Wellenwiderstand Z_0 :	50 Ω
max. Ausgangspegel L_{Pmax} :	+ 20 dBm (100 mW an 50 Ω) bis 1 GHz
Anschlüsse:	BNC-Buchsen (HF), 3,5-mm-Klinkenbuchse (DC)
Spannungsversorgung U_{DC} :	12 V bis 18 V (DC)
Stromaufnahme I_{max} :	110 mA
Abmessungen:	90 x 58 x 35 mm

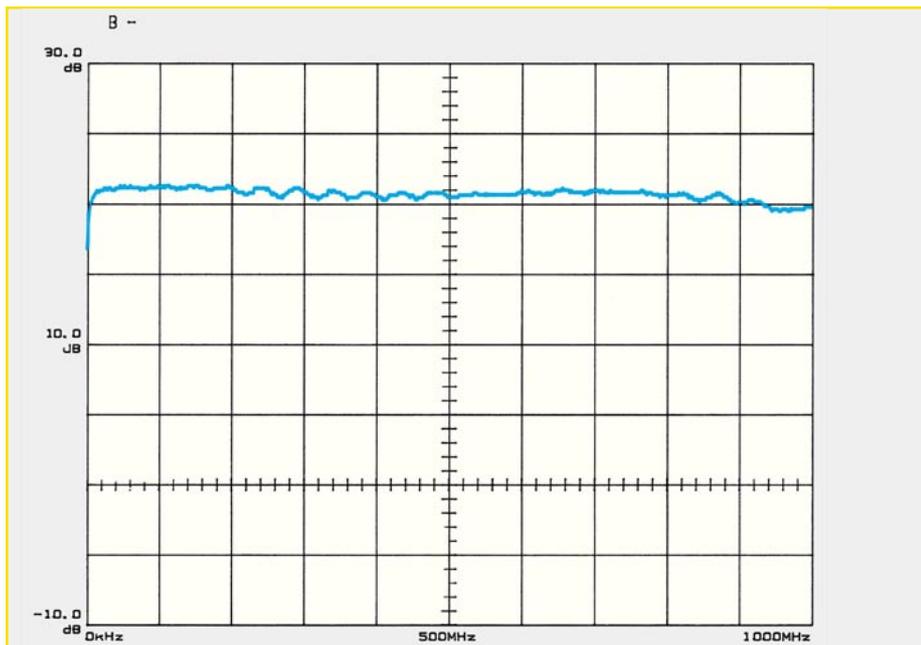


Bild 1: Frequenzgang des RFA 403 bis 1 GHz

und CB-Funkbereich und die Prüftechnik im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit zu sehen. In der Messtechnik sind die große Verstärkungslinearität und, aufgrund des hohen Ausgangspegels, die große Übersteuerungsfestigkeit von Bedeutung. Auch bei Sendeanlagen kommt der HF-Verstärker mit seiner großen Verstärkung und dem hohen Ausgangspegel, je nach zulässiger abgestrahlter Sendeleistung, als HF-Endstufe oder Vorstufe zum Einsatz.

In Verbindung mit einem Signalgenerator kann das Gerät im Bereich der Störfestigkeitsprüfung bei EMV-Tests eingesetzt werden. Für entwicklungsbegleitende Tests lassen sich mittels Nahfeldsonden einzelne Baugruppen, Platinenbereiche, Bauteile und Leiterbahnen gezielt mit einem elektromagnetischen Feld beaufschlagen.

Ein Signalgenerator (z. B. HFG 9000 oder HFG 9300) dient dabei als Signalquelle, die den Verstärker speist. Ausgangsseitig wird über eine BNC-Leitung eine Nahfeldsonde angeschlossen, die im einfachsten Fall eine Spule mit ein oder zwei Windungen am Ende einer Koaxial-Leitung ist oder als einfacher Hertzscher Dipol in Form eines kurzen Drahtstückes ausgeführt ist. Mit dieser Sonde lassen sich dann gezielt kleine Bereiche eines Gerätes bestrahlen, um so die Störfestigkeit zu prüfen.

Weiterhin kann der HF-Verstärker in größeren Kabelverteilanlagen als Verstärker zum Ausgleich von Kabeldämpfung verwendet werden. Beim Einsatz von „Einfachstkabel“ RG 58 sind hier im Frequenzbereich oberhalb 500 MHz schnell 20 dB und mehr zu kompensieren.

Daneben bietet der HF-Verstärker für den Funkamateur unzählige Einsatzmöglichkeiten: Pegelanpassungen, um HF-Leis-

tungsverstärker mit entsprechenden Signalpegeln anzusteuern und somit dessen optimalen Arbeitspunkt zu treffen oder das Vorverstärken von Antenneneingangssignalen sind nur einige wenige Anwendungsbereiche.

Die technischen Daten des RFA 403 werden im Wesentlichen durch die Daten des eingesetzten Verstärkerbausteines bestimmt. Der hier eingesetzte EC 1078 ist ein so genannter MMIC Gain Block, dessen genaue Beschreibung jetzt folgt.

MMIC Gain Block EC1078

Die Abkürzung MMIC steht für Monolithic Microwave Integrated Circuit. Diese Bezeichnung beschreibt das Herstellungs-

verfahren des ICs. In einem MMIC sind die passiven und aktiven Komponenten eines HF-Verstärkers auf einem Substratträger integriert. Prinzipiell besteht ein solcher Gain Block aus einem oder mehreren Verstärkerstufen inklusive der Arbeitspunktstabilisierung und der ein- und ausgangsseitigen Anpassung. Üblicherweise erfolgt die Anpassung auf den in der professionellen HF-Technik, HF-Messtechnik, Amateurfunktechnik usw. vorherrschenden Systemwiderstand von 50 Ω.

Diese Verstärker gibt es inzwischen in großer Zahl, für verschiedene Einsatzgebiete optimiert. Die Unterscheidung liegt in der Verstärkung, dem maximalen Ausgangspegel, dem Frequenzbereich, den Rauschparametern, der Bauform usw. Der hier zum Einsatz kommende integrierte HF-Verstärker vom Typ EC 1078 besitzt bemerkenswerte technische Daten. Die wesentlichen sind in einer Tabelle zusammengefasst.

Einen Verstärker mit solchen technischen Daten diskret aufzubauen, und das auch noch mit einer hohen Nachbausicherheit, ist extrem schwierig. Allein nur den weiten Frequenzbereich in Verbindung mit der hohen Verstärkung zu realisieren, setzt weit reichende Kenntnisse in der HF-Technik voraus und erfordert einen hohen Entwicklungsaufwand. Somit ist der Einsatz eines integrierten Verstärkerbausteines die einfachste und günstigste Lösung. Zum Betrieb eines MMIC Gain Blocks ist meist nur noch die Zuführung der Betriebsspannung notwendig.

Prinzipiell ist die Anwendung damit relativ einfach. Doch wie bei vielen Anwendungen steckt auch hier „der Teufel im Detail“: Die theoretische Anwendung ist einfach, die praktische Umsetzung in eine

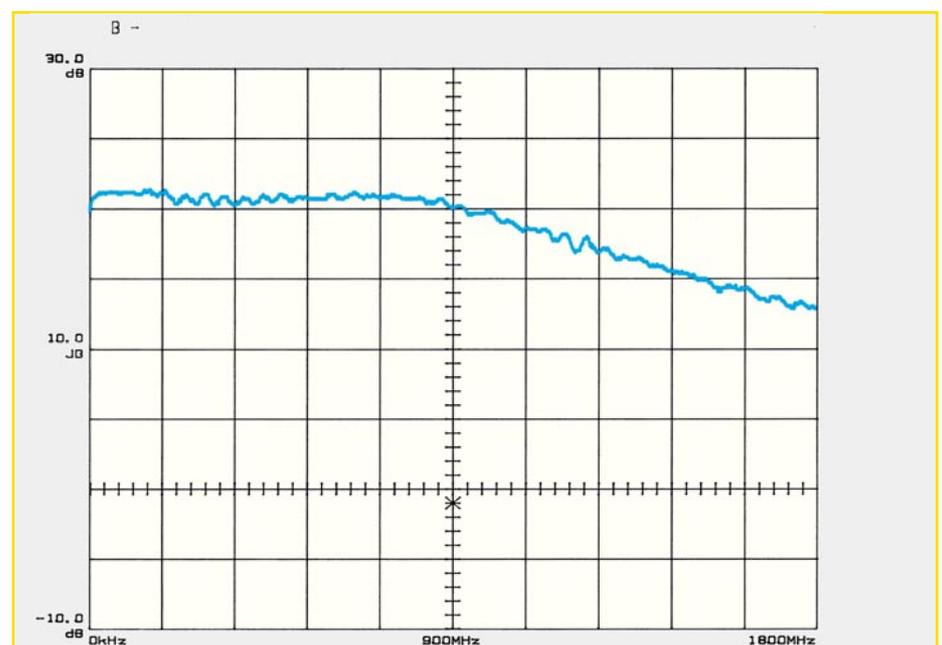


Bild 2: Frequenzgang des RFA 403 bis 1,8 GHz

**MMIC Gain Block
Typ EC 1078**

- Verstärkung: 19,5 dB bis 1 GHz
17 dB bis 2 GHz
14,5 dB bis 3 GHz
- Frequenzbereich: DC bis 3 GHz
- Ein- und Ausgangswiderstand: 50 Ω
- 1-dB-Kompressionspunkt:
21 dBm bis 1 GHz
20 dBm bis 2 GHz
17 dBm bis 3 GHz
- Eingangs-Reflexionsdämpfung:
12 dB @ 2 GHz
- Ausgangs-Reflexionsdämpfung:
8 dB @ 2 GHz
- Rauschmaß: 4,4 dB
- Stromaufnahme: 96 mA
- Gehäusebauform: SOT89

Weitere Informationen unter:
<http://www.eiccorp.com>

fertige HF-Schaltung umso schwerer. Hier kommen parasitäre Effekte des Aufbaus zum Tragen, die in keiner theoretischen Betrachtung auftauchen.

Das größte Problem bei der Anwendung solcher HF-Verstärker mit großer Verstärkung über einen weiten Frequenzbereich ist die Schwingneigung. Ein nicht optimierter Aufbau mit einem Gain Block schwingt unweigerlich – aus einem Verstärker wird so ungewollt eine Signalquelle. Scheint die im Folgenden beschriebene eigentliche Schaltung bzw. Beschaltung eines integrierten HF-Verstärkers noch so einfach, um in der praktischen Umsetzung, d. h. dem fertigen Gerät, auch die gewünschte Funktion zu erhalten, ist Erfahrung im Design von HF-Schaltungen erforderlich. Hier kommt vor allem dem Layout und der Auswahl der verwendeten Bauteile eine wesentliche Bedeutung zu.

Schaltung

Die Schaltung dieses kompakten HF-Verstärkers RFA 403 ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Kernstück bildet der MMIC Gain Block IC 2. Dieser integrierte HF-Verstärker vom Typ EC 1078 beinhaltet, wie schon erwähnt, neben den aktiven Stufen auch alle Komponenten zur Arbeitspunktstabilisierung und für die breitbandige Anpassung, sowohl eingangsseitig als auch ausgangsseitig. Durch den Einsatz des integrierten Verstärkers sind nur noch wenige zusätzliche Bauteile zur Erfüllung der Funktion erforderlich.

Das Eingangssignal wird über die Eingangsbuchse BU 1 zugeführt. Über die beiden Kondensatoren C 5 und C 6, die den Eingang gleichspannungsmäßig von IC 2 entkoppeln, gelangt das HF-Signal auf den HF-Verstärker. Ausgangsseitig steht das

verstärkte Signal an Pin 3 wieder zur Verfügung und gelangt dann, wiederum gleichspannungsmäßig mittels C 7 und C 8 entkoppelt, auf die Ausgangsbuchse BU 2.

Alle HF-Signalleitungen sind als 50-Ω-Streifenleitungen ausgeführt. Dies ist notwendig, da in der HF-Technik die Leiterbahnen nicht als einfache Verbindungen von Punkt A zu Punkt B zu sehen sind, sondern ein Bauteil darstellen. Nur so lassen sich gute Reflexionsdämpfung, lineare Verstärkung und Stabilität erreichen.

Die Koppelkapazitäten C 5 und C 6 bzw. C 7 und C 8 sind jeweils als Parallelschaltung zweier Kondensatoren ausgeführt, die im Layout so platziert sind, dass sie im eingebauten Zustand genau die Breite einer 50-Ω-Leiterbahn besitzen. So werden zusätzliche Stoßstellen im Signalweg vermieden, die unweigerlich schlechtere Ein- und Ausgangsreflexionsfaktoren nach sich ziehen. Weiterhin verringern sich durch diese Maßnahme die parasitären Eigenschaften der Kondensatoren.

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt über die 3,5-mm-Klinkenbuchse BU 3. Die hier anstehende Gleichspannung muss im Bereich von 12 V bis 18 V liegen. Über die stromkompensierte Drossel, die in der Zuleitung von der Buchse zur Platine eingefügt ist, erfolgt der Anschluss an die beiden Pins ST 1 und ST 2. Die beiden Kondensatoren C 1 und C 2 sorgen für eine Pufferung der Spannung. Mit Hilfe des Spannungsreglers IC 1 wird die 10-V-Betriebsspannung „+UB“ erzeugt. Der Ausgang des Spannungsreglers ist wiederum mit C 3 und C 4 entkoppelt.

Anschließend erfolgt die Zuführung der Versorgungsspannung an den HF-Verstärker. Hier muss sich zur Einstellung des Arbeitspunktes ein Strom von 96 mA bei einer „Kollektorspannung“ von ca. 5,6 V

an IC 2 Pin 3 ergeben. Dies erfordert einen Widerstandswert von ca. 45 Ω. Aufgrund der Verlustleistung ist dieser Widerstandswert auf die fünf Einzelwiderstände R 1 bis R 5 aufgeteilt. Diese ergeben als Reihenschaltung einen Wert von 44,6 Ω, der für den Betrieb des ICs hinreichend genau ist.

Eine weitere Aufgabe dieser Widerstände ist, in Verbindung mit den beiden Drosseln L 1 und L 2, die Entkopplung zwischen dem HF-Signalweg und dem Gleichspannungsweig. Die Drosseln sorgen für eine Entkopplung, während die zugehörigen Kondensatoren C 9 bis C 12 die „Reste“ der hochfrequenten Signale im DC-Zweig breitbandig nach Masse kurzschließen. Somit wird verhindert, dass hochfrequente Signalanteile den Spannungsregler IC 1 beeinflussen und/oder über die DC-Versorgungsleitung abgestrahlt werden.

Für die Betrachtung der Schaltung hinsichtlich ihrer HF-Eigenschaften kann ein so genanntes Kleinsignal-Ersatzschaltbild herangezogen werden. Für diese kompakte Schaltung bleibt bei der Analyse, ideale Bauteile vorausgesetzt, nur der Verstärker IC 2 als einziges Element des Ersatzschaltbildes über. Die Koppelkapazitäten C 5 bis C 8 werden als Kurzschluss betrachtet und die Drosselspulen L 1 und L 2 können als unendlicher Widerstand angesehen werden.

Theoretisch könnte das Verhalten der gesamten Verstärkerschaltung somit aufgrund der bekannten technischen Daten des EC 1078 exakt vorausbestimmt werden. So müssten sich theoretisch die technischen Daten des RFA 403 exakt mit denen des Gain Blocks IC 2 decken. Leider treten beim praktischen Aufbau parasitäre Effekte auf, die mehr oder weniger gravierende Abweichungen nach sich ziehen.

So sind beispielsweise die als ideal

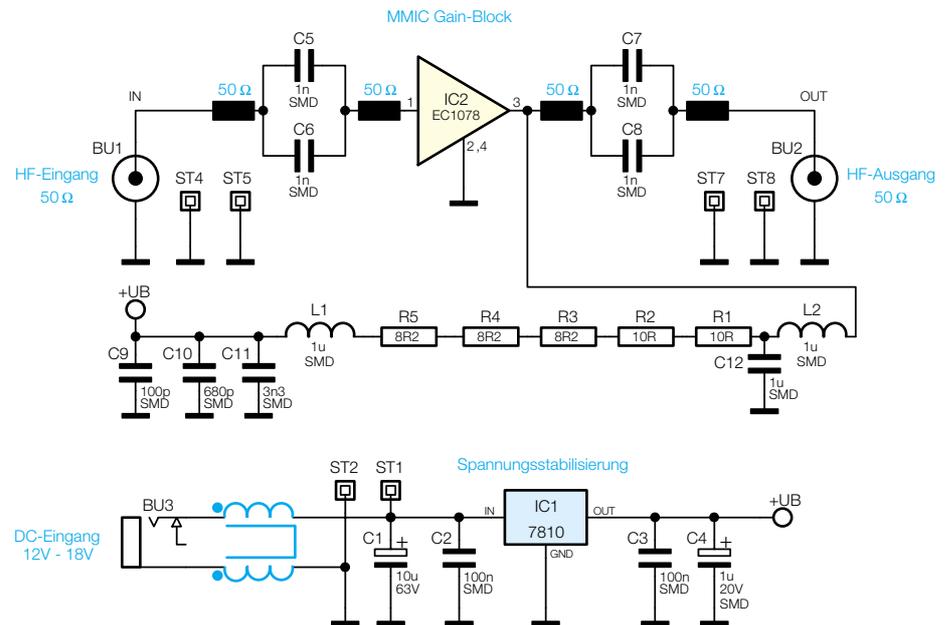
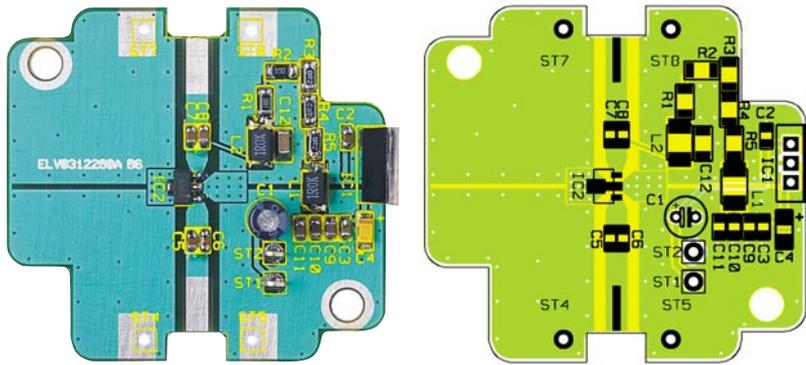


Bild 3: Schaltbild des RFA 403



Ansicht der fertig bestückten Platine des RFA 403 mit zugehörigem Bestückungsplan

angesehenen Masseverbindungen mit „Dreckeffekten“ behaftet. Eine Durchkontaktierung von einem Masseanschluss auf der Oberseite zur Bezugsmasse auf der Unterseite darf beispielsweise nicht als ideale Verbindung angesehen werden. Vielmehr wirkt sich hier die Induktivität der Durchkontaktierung aus, die mit einem Wert von ca. 0,5 nH angesetzt werden kann. Dieser Wert, der im ersten Augenblick recht unbedeutend wirkt, führt aber zu einer erheblichen Verschlechterung der Ein- und Ausgangsreflexionsfaktoren. Dies kann so weit führen, dass die Verstärkerschaltung zu schwingen beginnt. Bei der Ausführung des Layouts ist somit auf eine besonders gute Anbindung der Bauteilmasse zu achten, um Schwingneigungen des Verstärkers zu unterdrücken. Weiterhin unterbinden die getrennten Masseflächen auf der Platinoberseite etwaige Mitkopplungen und somit weitere Schwingneigung.

Neben einer guten Masseanbindung ist auch eine optimale Signalzuführung zum Verstärker-IC wichtig. Die 50-Ω-Streifenleitungen werden dazu keilförmig an den Ein- und Ausgangspin des ICs herangeführt, um zusätzliche Stoßstellen zu vermeiden.

Alle diese Designregeln, die darauf abzielen, parasitäre Effekte von Bauteilen und die Unzulänglichkeiten beim Aufbau zu minimieren, sind im Schaltbild nicht zu erkennen. Sie sind jedoch ein Hauptbestandteil der Entwicklung einer solchen Schaltung und finden sich im optimierten Layout und den speziellen Anweisungen beim Aufbau der Verstärkerstufe wieder.

Die Funktion und die technischen Daten einer Schaltung für den Hochfrequenzbereich werden in wesentlicher Form durch die Ausführung des Aufbaus bestimmt, durch die Schaltung an sich sind nur die maximal theoretisch erreichbaren technischen Daten vorgegeben. Diese können aber durch einen nicht durchdachten Aufbau beliebig verschlechtert werden.

Da die Besonderheiten des Platinenlayouts bereits in obiger Schaltungsbeschreibung mit eingeflossen sind, beschäftigt

sich die nun folgende Nachbaubeschreibung hauptsächlich mit dem eigentlichen Aufbau des RFA 403.

Nachbau

Die Trennung zwischen Schaltung und Layout ist bei HF-Schaltungen fließend. Alle zum Aufbau gehörenden Komponenten und Arbeitsschritte beeinflussen auch die Funktion. So sind z. B. hier die Leiterbahnen nicht als reine Verbindungsleitungen zu sehen und die Bauteilanordnung kann nicht beliebig sein. Daher erfordert der Aufbau besondere Sorgfalt, damit die angegebenen technischen Daten auch erreicht werden.

Die Bestückung der Platine erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdrucks, wobei auch das dargestellte Platinenfoto und die Ansicht des Innenaufbaues hilfreiche Zusatzinformationen liefern.

Die gesamte Schaltung des HF-Verstärkers RFA 403 findet auf der 50 mm x 47 mm messenden Platine Platz. Diese ist für den Einbau in das mitgelieferte Alu-Druckgussgehäuse vorgesehen. Dass es sich hierbei um ein doppelseitiges Layout mit einem durchgängigen Masselayer auf der Unterseite handelt, ist bei HF-Schaltungen selbstverständlich.

Alle Bauteile des HF-Verstärkers werden auf der Bestückungsseite montiert. Bei der Bestückung ist zu beachten, dass die Durchkontaktierungen, die keine Bauteile aufnehmen, nicht mit Lötzinn volllaufen, da hierdurch die Wirkung dieser Durchkontaktierungen nicht mehr optimal ist.

Die Bestückungsarbeiten beginnen mit dem Einbau der Kondensatoren. Hier ist besonders sorgfältig vorzugehen, da diese keinen Wertaufdruck besitzen und anschließend nur durch explizites Ausmessen identifizierbar sind. Die Koppelkondensatoren C 5 und C 6 bzw. C 7 und C 8 sind so einzusetzen, dass beide Kondensatoren nebeneinander genau die Breite der 50-Ω-Leiterbahn ausfüllen. Dazu sind beide parallel geschalteten Kondensatoren direkt nebeneinander zu platzieren und

anschließend gemeinsam anzulöten. Beim Einbau des SMD-Elektrolyt-Kondensators muss die richtige Polarität beachtet werden. Die Markierung auf dem Bauteil kennzeichnet dabei den Pluspol. Beim bedrahteten Kondensator C 1 ist der Minuspol am Bauteil markiert.

Anschließend werden die Widerstände und die Drosselspulen bestückt. Da der Spannungsregler IC 1 aufgrund der umgesetzten Verlustleistung einer Kühlung bedarf, wird dieser am Gehäuse festgeschraubt. Damit dies beim späteren Zusammenbau möglich ist, muss die Einbauhöhe exakt eingehalten werden. Das IC ist somit in einem Abstand von 16,5 mm, von der Platinenoberseite bis zur Mitte der Bohrung im IC-Kühlflansch gemessen, einzulöten. Anschließend sind die beiden Lötösen in den Bohrungen ST 1 und ST 2 einzusetzen.

Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet der Einbau des MMIC Gain Blocks IC 2. Die Einbaulage ist hier durch die Anordnung der Anschlusspins vorgegeben. Beim Einbau des Verstärkerbau-

Stückliste: HF-Verstärker RFA 403

Widerstände:

8,2Ω/SMD/1206 R3-R5
10Ω/SMD/1206 R1, R2

Kondensatoren:

100pF/SMD C9
680pF/SMD C10
1nF/SMD C5-C8
3,3nF/SMD C11
100nF/SMD C2, C3
1µF/SMD C12
1µF/20V/Tantal/SMD C4
10µF/63V C1

Halbleiter:

7810 IC1
EC1078/SMD IC2

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 1 µH L1, L2
BNC-Einbaubuchse BU1, BU2
1 Klinkenbuchse, 3,5 mm,
Mono, Einbau BU3
Lötstift mit Lötöse ST1, ST2
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
1 Fächerscheibe, M3
1 Mutter, M3
1 Ferrit-Ringkern, 8 x 3 mm,
4 mm Innen ø
2 Masseanschlussbleche
1 Alu-Gehäuse, bearbeitet und
bedruckt, komplett
6 cm flexible Leitung,
ST1 x 0,22 mm², rot
6 cm flexible Leitung,
ST1 x 0,22 mm², schwarz



Bild 4: Fertig gewickelte stromkompensierte Ringkerndrossel

steines ist besonders vorsichtig vorzugehen, da das IC aufgrund seiner kleinen Bauform nur eine kleine Wärmeableitfähigkeit besitzt und deshalb durch zu langes oder zu heißes Lötten leicht zerstört werden kann.

Vor dem Einbau der Platine ins Gehäuse muss die Verbindungsleitung für den DC-Zweig zwischen ST 1, ST 2 und der Klinkebuchse vorbereitet werden. Dazu ist die im Schaltbild eingezeichnete und in Bild 4 dargestellte stromkompensierte Drossel zu wickeln: Die beiden Leitungen sind zunächst so von innen durch den Ferritringkern zu stecken, dass beide Enden ca. 1,5 cm herausragen. Die Wicklungen werden anschließend mit den längeren Enden ausgeführt. Zum Wickeln der stromkompensierten Spule ist zunächst die rote Leitung in eine Richtung um den Ringkern zu wickeln. Die schwarze Leitung wird dann in gleicher Weise gewickelt, sodass sich die beiden Enden auf der gegenüberliegenden Seite des Ringkerns wieder treffen (vgl. Abbildung 4). Zu beachten ist, dass die Wicklungen eng geführt werden, da der innere Kerndurchmesser durch die durchzusteckenden 2 mal 3 Leitungen nahezu voll ausgefüllt ist. Das Abisolieren aller vier Leitungen auf 4 mm Länge und das Verzinnen der Enden schließt die Vorbereitung der Drosselspule ab.

Ist die Platine so weit aufgebaut, so

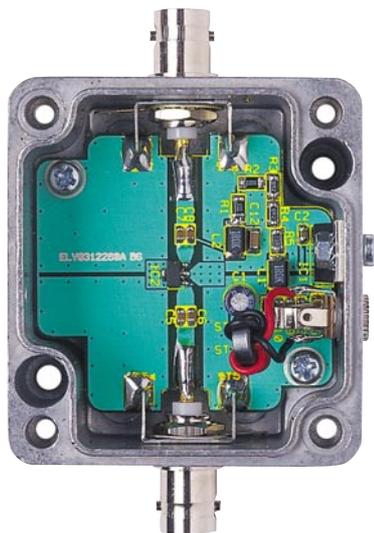


Bild 5: Innenansicht des fertig aufgebauten RFA 403

sollte vor der nun folgenden Gehäusemontage die Platine auf Kurzschlüsse, Bestückungsfehler und kalte Lötstellen hin untersucht werden.

Gehäuseeinbau

Die Platine ist für den Einbau in das Alu-Druckguss-Metallgehäuse mit den Außenabmessungen 64 x 58 x 35 mm vorgesehen. Für diese Anwendung ist das Alu-Druckguss-Gehäuse hervorragend geeignet, da die Verstärkerschaltung so elektrisch abgeschirmt und für den rauen Laboreinsatz mechanisch geschützt ist.

Im ersten Schritt der Gehäuseendmontage erfolgt der Einbau der Platine. Diese wird ins Gehäuse eingesetzt, exakt mittig über den Befestigungsbohrungen ausgerichtet und dann mit den Schrauben 3,5 x 6 mm und unterlegten Fächerscheiben fixiert. Danach ist der Spannungsregler zu befestigen. Dieser wird mit einer von außen durchzusteckenden Schraube M3 x 8 mm und von innen aufzuschraubender Mutter mit Zahnscheibe montiert.

Zum Einbau der BNC-Buchsen sind zunächst die im Inneren des Gehäuses befindlichen Teile vor der entsprechenden Bohrung zu positionieren. Dies sind Masseanschlussblech, Zahnscheibe und Mutter in angegebener Reihenfolge, wobei das in Abbildung 6 dargestellte Masseanschlussblech mit der breiten Seite zum Gehäusedeckel zeigt. Zum Einbau wird die BNC-Buchse von außen durch die Gehäusebohrung, das Masseanschlussblech und die Zahnscheibe geführt und in die Mutter eingedreht. Beim Festziehen der Buchse ist darauf zu achten, dass das Masseanschlussblech korrekt horizontal ausgerichtet ist, da sonst die Verbindung zur Platine nicht ordnungsgemäß erfolgen kann, und dass der Mittenkontakt der Buchse ordnungsgemäß auf der 50-Ω-Leiterbahn aufliegt.

Die Masseverbindung zwischen Platine und Buchse bzw. Gehäuse erfolgt durch die beiden seitlichen Laschen des Masseanschlussbleches. Diese sind zunächst so um 90° zur Platine abzuwinkeln, dass es möglich ist, sie an die mit ST 4, ST 5, ST 7 und ST 8 bezeichneten Löt pads anzulöten. Das Anlöten geschieht dann sehr sorgfältig unter Zugabe von ausreichend Lötzinn, da diese Verbindung sehr wichtig für gute Ein- und Ausgangsreflexionsfaktoren ist. Anschließend werden die auf den entsprechenden Pads aufliegenden „heißen“ Anschlüsse (Mittenkontakte) der BNC-Buchsen verlötet.

Nachdem die kritischen HF-Verbindungen fertiggestellt sind, erfolgt der Einbau der 3,5-mm-Klinkebuchse zur Spannungsversorgung. Hier müssen aber zunächst die Verbindungsleitungen mit der eingewickel-

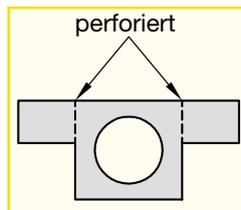


Bild 6: Masseanschlussblech zur Buchsenmontage

ten stromkompensierten Drossel an die Buchse angelötet werden. Die schwarze Leitung findet dabei an dem Kontakt, der den Massepin des einzusteckenden Klinkesteckers abgreift, Anschluss. Folglich ist die rote Leitung an den den „Plus-Kontakt“ abgreifenden Anschluss zu löten.

Zum Einbau ins Gehäuse wird die Buchse mit den angeschlossenen Leitungen von innen durch die Bohrung gesteckt und mit der von außen aufzuschraubenden Rändelmutter fixiert (siehe Abbildung 5). Die elektrische Verbindung zur Platine erfolgt dann mit dem Anlöten der Leitungen an die Lötstifte ST 1 und ST 2, wobei die schwarze Leitung zu ST 2 und die rote zu ST 1 gehört. Somit ist der Gehäuseeinbau abgeschlossen und es folgt die erste Inbetriebnahme.

Inbetriebnahme/Bedienung

Zur Inbetriebnahme des HF-Verstärkers RFA 403 wird an der Klinkebuchse, dem Versorgungsspannungseingang, eine Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 18 V polungsrichtig angeschlossen. Anschließend ist mit einem Multimeter die +10-V-Ausgangsspannung des Spannungsreglers zu kontrollieren. Durch eine weitere Messung an Pin 3 des HF-Verstärkers IC 2 kann noch die „Kollektorspannung“ geprüft werden, die in einem Bereich von 5,2 V bis 5,9 V liegen muss. Stehen diese Spannungen ordnungsgemäß an, so kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass der HF-Verstärker ordnungsgemäß arbeitet.

Das Aufschrauben des Gehäusedeckels schließt die Aufbauarbeiten endgültig ab. Dazu ist zunächst in die Nut auf der Unterseite des Deckels das Dichtungsband einzulegen. Mit Hilfe der vier Senkkopfschrauben wird dann der Gehäusedeckel angeschraubt.

Steht entsprechendes Messequipment zur Verfügung, kann zur Endkontrolle der Frequenzgang der Schaltung aufgenommen und die Verstärkung geprüft werden. Das am BNC-Eingang BU 1 eingespeiste Signal erscheint um ca. 19 dB (bis 1 GHz) verstärkt an der Ausgangsbuchse BU 2. Wobei der Frequenzgang ähnlich wie in Abbildung 1 dargestellt aussehen sollte. Kleine Abweichungen sind hier aufgrund der individuellen Aufbauweise möglich. Somit ist der HF-Verstärker RFA 403 fertig aufgebaut und kann in einem seiner vielen Einsatzgebiete Verwendung finden. 