



# HF-Verstärker RFA 401 Teil 1

**Die Verstärkung von hochfrequenten Signalen über einen weiten Frequenzbereich bei sehr guter Verstärkungslinearität zeichnet den HF-Verstärker RFA 401 besonders aus. Der kompakte Aufbau in einem kleinen Metallgehäuse ermöglicht dabei den universellen Einsatz in Werkstatt und Labor und kann auch von auf dem Gebiet der HF-Technik weniger erfahrenen Anwendern leicht durchgeführt werden.**

## Allgemeines

Die meisten HF-Techniker kennen das Problem: ein zu verarbeitendes HF-Signal ist zu klein für den Eingang einer nachfolgenden Stufe und ein passender Verstärker ist gerade nicht zur Hand. Die zu verarbeitende Signalfrequenz liegt außerhalb des Frequenzbereiches des Verstärkers, den man noch aus den letzten „Fundgruben“ der Werkstatt hervorholt. Solche Hindernisse treten immer wieder auf. So verfliegt der einstig vorhandene Elan, den man für ein neues Projekte an den Tag legt, durch

solche Rückschläge sehr schnell.

Hier leistet der HF-Verstärker RFA 401 mit seinen guten technischen Daten hilfreiche Dienste. Mit 26 dB (typ.) Verstärkung

über einen Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,3 GHz und +10 dBm maximalem Ausgangspegel läßt sich fast jede notwendige HF-Signalpegelanhebung durchführen. Außerdem wird durch den Einbau in einem robusten Metallgehäuse und die Steckbarkeit aller Ein- und Ausgangsbuchsen ein rascher und unkomplizierter Einsatz ermöglicht.

Der HF-Verstärker RFA 401 kann aufgrund seines ebenen Frequenzganges ( $\Delta V \leq 2,5$  dB) auch sehr gut in der Hochfrequenz-Meßtechnik eingesetzt werden. Sollen kleine Signalpegel meßtechnisch erfaßt werden, so reicht bei vielen Meßgeräten die Eingangsempfindlichkeit des Meßequipments nicht aus. Es ist eine Vorverstärkung des zu messenden Signales notwendig. Dies tritt besonders häufig bei einfachen Spektrum-Analysern auf, die nicht in der Lage sind, sehr kleine Signalpegel darzustellen.

Vor diesem Problem stehen oftmals Meßtechniker, die sich mit EMV-Messungen beschäftigen, bzw. Entwickler, die im frühen Stadium eines Entwicklungsprojektes durch Pre-compliance-Messungen oder Schnüffelsonden-Messungen Aussagen über die Störaussendungen des Prototypen machen wollen. Hier reicht die Eingangsempfindlichkeit des in diesem Bereich meistens eingesetzten low-cost-Meßequipments, z. B. eines einfachen Spektrum-Analyzers, nicht aus. Die Störsignale gehen im Rauschsockel unter, werden dann bei der späteren Abnahmemessung mit professionellem Equipment und ausreichender Eingangsempfindlichkeit jedoch aufgespürt.

Hier ist dann der Einsatz eines rauscharmen Vorverstärkers, wie z. B. des RFA 401, notwendig, der die zu messenden Signale „aus dem Rauschen hochzieht“ und so Antennensignale oder Signale von Schnüffelsonden auch auf einfachen Spektrum-Analysern sichtbar macht.

Weiterhin kann der HF-Verstärker RFA 401 als Zwischenverstärker dienen. So können z. B. Kabeldämpfungen ausgeglichen werden, die beim Einsatz von einfachen Kabeln, wie z. B. RG 58, im Frequenzbereich oberhalb 500 MHz schnell 20 dB und mehr erreichen. Oder aber auch die Kompensation von Dämpfungen durch eine Signalteilung in der HF-Technik mit Lei-

## Technische Daten

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Frequenzbereich:        | 10 MHz - 1,3 GHz                             |
| Verstärkung:            | $V = 23$ dB (min.)                           |
| Verstärkungslinearität: | $\Delta V \leq \pm 2,5$ dB                   |
| Wellenwiderstand:       | $Z_0 = 50 \Omega$                            |
| max. Ausgangspegel:     | $L_{Pmax} = +10$ dBm, 10 mW an $50 \Omega$   |
| Kontaktierung:          | BNC-Buchsen (HF), 3,5 mm Klinken-Buchse (DC) |
| Spannungsversorgung:    | $U_{DC} = 12V$ bis 18V                       |
| Stromaufnahme:          | $I_{max} = 60$ mA                            |
| Abmessungen:            | 90 x 58 x 35 mm                              |

stungsteilern, Richtkopplern usw. lassen sich mit dem RFA 401 einfach und schnell durchführen.

Daneben bietet dieser HF-Verstärker für den Funkamateur unzählige Einsatzmöglichkeiten. Pegelanpassungen, um HF-Leistungsverstärker mit entsprechenden Signalpegeln anzusteuern und somit deren optimalen Arbeitspunkt zu treffen oder das Vorverstärken von Antennensignalen sind nur einige Anwendungsbeispiele.

Durch den weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,3 GHz, die einfache Installation über Steckverbinder (BNC-Buchsen an den HF-Anschlüssen und 3,5mm-Klinkebuchse für die DC-Versorgung) und die große Verstärkung ist eine universelle Einsatzbarkeit des RFA 401 gewährleistet.

Bei der Entwicklung dieses HF-Verstärkers wurde besonderer Wert auf einen kompakten Aufbau in einem robusten Gehäuse gelegt. Der lineare Verlauf der Verstärkung über der Frequenz, wie er in der Frequenzgang-Darstellung in Abbildung 1 zu sehen ist, zeigt ein weiteres Leistungsmerkmal. Bei der Darstellung des Frequenzganges muß beachtet werden, daß die Skalierung 5 dB/DIV beträgt. Die wesentlichen technischen Daten können aus dem Diagramm abgelesen werden. So beträgt die Verstärkung bei  $f = 900 \text{ MHz}$ ,  $V = 27 \text{ dB}$  bei einer Linearität von  $\Delta V \leq \pm 2 \text{ dB}$ . Die obere Grenzfrequenz kann für den hier gemessenen Aufbau mit  $f_{go} \approx 1,6 \text{ GHz}$  angegeben werden. Da diese ermittelten technischen Daten aber aufgrund von Bauteiltoleranzen und Unterschieden

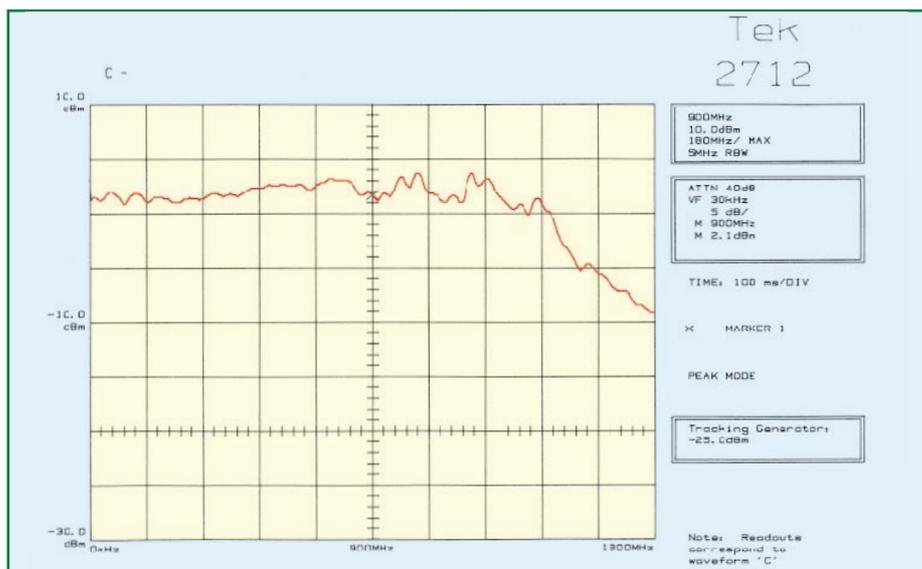
im Aufbau nicht für alle aufgebauten Geräte garantiert werden können, sind die angegebenen technischen Daten für den RFA 401 auf die entsprechenden worst-case-Daten korrigiert.

Im wesentlichen werden die technischen Daten dieses HF-Verstärkers durch die Daten des eingesetzten Verstärkerbausteines bestimmt. Der hier eingesetzte INA 10386 ist ein sog. MMIC-Gain-Block. Da diese Gain-Blocks in der HF-Technik aufgrund ihrer relativ einfachen Handhabung oft Einsatz finden, wollen wir im folgenden diese Bauteile näher betrachten.

Im wesentlichen werden die technischen Daten dieses HF-Verstärkers durch die Daten des eingesetzten Verstärkerbausteines bestimmt. Der hier eingesetzte INA 10386 ist ein sog. MMIC-Gain-Block. Da diese Gain-Blocks in der HF-Technik aufgrund ihrer relativ einfachen Handhabung oft Einsatz finden, wollen wir im folgenden diese Bauteile näher betrachten.

### MMIC-Gain-Block

Die Abkürzung MMIC steht für Monolithic Microwave Integrated Circuit. Hiermit wird das Herstellungsverfahren beschrieben. Diese Technik der monolithisch



**Bild 1: Frequenzgang des RFA 401**

integrierten HF-Schaltkreise basiert auf der Integration von passiven und aktiven Komponenten auf dem selben Substrat. Durch diese Integration aller passiven und aktiven Elemente eines Verstärkers entsteht dann ein solcher MMIC-Gain-Block.

Diesen kann man sich vereinfacht als ein- oder mehrstufige Transistor-Verstärker auf einem Substrat vorstellen, die ne-

fall mit einem sehr weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,3 GHz ist der Einsatz eines integrierten Verstärkerblockes, d. h. eines MMIC-Gain-Blocks, eine besonders gute Lösung.

Um die von dem hier eingesetzten Verstärkerbaustein erreichten technischen Daten mit einem konventionellem Aufbau erreichen zu können, ist ein deutlich höherer Entwicklungs-

aufwand notwendig. Vor allem eignet sich eine solche konventionelle Schaltung weniger gut für den Eigenbau, da die Gefahr von Bestückungsfehlern mit steigender Bauteilanzahl steigt und auch der individuelle Aufbau die technischen Daten beeinflusst und somit

die gesamte Schaltung weniger gut reproduzierbar macht.

Bevor wir uns im nächsten Kapitel mit der konkreten Schaltung beschäftigen, stellen wir hier kurz die wichtigen technischen Daten des verwendeten HF-Verstärkerbausteines vom Typ INA10386 dar.

Dieser Baustein besitzt eine Verstärkung von typ.  $V = 26 \text{ dB}$  über einen Frequenzbereich von DC - 1,8 GHz (-3dB). Die Gain Flatness ist mit  $\Delta V = \pm 1 \text{ dB}$  angegeben. Das Ein- und Ausgangsstellwellenverhältnis ist jeweils mit  $\text{VSWR} = 1,5 : 1$  angegeben, was einem Reflexionsfaktor von 14 dB entspricht. Weiterhin ist die Rauschzahl mit 3,8 dB bei 1,5 GHz und der 1dB-Kompressionspunkt mit +10 dBm definiert. Im zweiten Teil dieses Artikels wenden wir uns der konkreten Schaltung und dem Nachbau des HF-Verstärkers RFA 401 zu.

ELV

## **Eine Pegelanhebung hochfrequenter Signale um 26 dB in einem Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,3 GHz ermöglicht der in 50Ω-Technik aufgebaute RFA 401**

ben diesen aktiven Komponenten auch noch die Außenbeschaltung für die Arbeitspunktstabilisierung und die ein- und ausgangsseitige Anpassung beinhalten. Die meisten dieser MMIC-Gain-Blocks sind ein- und ausgangsseitig auf  $50 \Omega$  angepaßt und benötigen daher keine aufwendigen separaten Anpaßschaltungen.

Aufgrund des kompakten Aufbaus lassen sich mit diesen Verstärkerblöcken sehr gute technische Daten erreichen. Vor allem die Bandbreite einer solchen integrierten Schaltung läßt sich in konventioneller Technik kaum erreichen. Für spezielle Anforderungen, wie z. B. extrem gute Rauschzahlen etc., kommt man jedoch nicht um einen konventionellen Aufbau herum, der dann aber unter anderem den Nachteil eines wesentlich höheren Entwicklungsaufwandes besitzt.

Für den hier vorgestellten Anwendungs-