



# Hochfrequenz-Signalgenerator HFG 9300 Teil 5

**Der große Frequenzbereich und der in weitem Bereich einstellbare Ausgangspegel sind die wesentlichen Leistungsmerkmale des HFG 9300. Dieser erzeugt Sinussignale im Bereich von 10 MHz bis 300 MHz und lässt eine Variation des Ausgangspegels von 0 dBm bis -60 dBm (typ.) zu. Die Möglichkeit der Amplituden- und Frequenzmodulation stellt weitere Features eines Hochfrequenz-Signalgenerators dar, der außerdem durch sein sehr gutes Preis-/Leistungsverhältnis besticht.**

## Abgleich

Nach dem Einbau des Chassis ins Gehäuse folgt jetzt der Abgleich des HFG 9300. Hierzu wird neben einem Multimeter und einem Oszilloskop auch ein Spektrum-Analyzer benötigt. Außerdem ist beim Abgleich, sowie bei allen weiteren Arbeiten am geöffneten Gerät, unbedingt einen Trenntransformator vorzuschalten.

Zur ersten Inbetriebnahme des Gerätes sollten der HF-Ausgang und der Modulationssignal-Eingang unbeschaltet sein. Nach dem Einschalten des Gerätes dienen die aufleuchtenden 7-Segmentanzeigen als Einschaltkontrolle. Vor dem eigentlichen Abgleich sollten die Ausgangsspannungen des Netzteiles mit dem Multimeter geprüft werden. Tabelle 2 zeigt alle zu prüfenden Messpunkte und die dort anstehenden Spannungswerte.

Im nächsten Schritt ist die Abstimm-

spannung zu kontrollieren. Diese muss sich zwischen  $0,9\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ , wenn beide Potentiometer zur Frequenzeinstellung („Fine“ und „Coarse“) auf Linksanschlag stehen, und  $29\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$ , wenn sich beide Regler auf Rechtsanschlag befinden, einstellen lassen.

Nach der Kontrolle der DC-Spannungen, werden nun die Oszillatoren abgeglichen, beginnend mit VCO 1. Dieser Oszillator ist nach dem Einschalten automatisch aktiv. Zum Abgleich sind beide Potentiometer zur Frequenzeinstellung auf Minimum zu stellen. Anschließend wird die Signalfrequenz, die direkt auf der 4-stelligen 7-Segmentanzeige dargestellt wird, mit der abstimmbaren Induktivität L 12 auf  $9,95\text{ MHz} \pm 0,05\text{ MHz}$  eingestellt. Hierzu darf nur ein nichtmetallischer Abgleichstift verwendet werden. Die gleiche Abgleichprozedur wiederholt man dann bei den Oszillatoren VCO 2 und VCO 3. Beim Oszillator VCO 2 wird mit L 6 auf 25 MHz

$\pm 0,5\text{ MHz}$ , bei VCO 3 mit L 13 auf 60 MHz  $\pm 1\text{ MHz}$  abgeglichen. Die Vorgehensweise beim Abgleich von VCO 4 unterscheidet sich ein wenig, da hier keine abstimmbare Induktivität zum Einsatz kommt.

Die Schwingkreisinduktivität L 7 ist als gewickelte Luftspule ausgeführt. Hier erfolgt der Abgleich durch das Strecken bzw. Stauchen der Spule, d. h. durch Verändern der Spulenlänge. Wird die Spule gestreckt, verkleinert sich die Induktivität und die Resonanzfrequenz steigt. Eine Verringe-

**Tabelle 2:  
Kontrolle der Netzteilspannungen**

Messpunkt	Messwert
C 3	$5\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$
C 6	$12\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$
C 40	$30\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$
C 73	$-12\text{ V} \pm 0,5\text{ V}$
C 86	$-5\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$
C 141	$5\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$

Tabelle 3: Abgleich der VCOs

	Minimalfrequenz	Maximalfrequenz
VCO 1	9,95 MHz ± 0,05 MHz	28 MHz ± 2 MHz
VCO 2	25 MHz ± 0,5 MHz	66 MHz ± 4 MHz
VCO 3	60 MHz ± 1 MHz	155 MHz ± 5 MHz
VCO 4	130 MHz ± 1 MHz	310 MHz ± 10 MHz

zung der Signalfrequenz erreicht man durch leichtes Stauchen der Spule. Der Abgleich erfolgt auf 130 MHz ± 1 MHz.

Die Umschaltung zwischen den einzelnen Oszillatoren erfolgt dabei mit den beiden Tasten „Range ↑“ und „Range ↓“. Die Tabelle 3 gibt die Frequenzbereiche an, die die Oszillatoren beim Abgleich überstreichen müssen. Zu beachten ist, dass sich die Maximalfrequenz direkt aus der Dimensionierung der Oszillatoren ergibt – diese ist nicht separat einstellbar.

Sind die Oszillatorfrequenzen soweit eingestellt, folgt der Pegelabgleich. Hierzu ist der Spektrum-Analyzer an den HF-Ausgang anzuschließen und der Ausgang mit der Taste „Out“ zu aktivieren. Die Einstellung des Signalpegels erfolgt bei 100 MHz, d. h. VCO 3 ist einzuschalten und mit den Reglern „Coarse“ und „Fine“ ist die Frequenz 100 MHz ± 0,5 MHz einzustellen. Der Pegelregler „Level“ befindet sich auf seinem Rechtsanschlag. Die eigentliche PegelEinstellung wird dann mit dem Potentiometer R 54 vorgenommen – hiermit ist der Ausgangspegel auf 0 dBm ± 0,5 dB einzustellen.

Für eine korrekte Amplitudenmodulation ist es notwendig, dass der Ausgangssignalpegel bei eingeschalteter AM um 6 dB abgesenkt wird. Dazu ist zum einen die Pegelabsenkung einzustellen, zum anderen muss die Sollwertvorgabe der Pegelregelung angepasst werden. Im ersten Schritt erfolgt die Einstellung der Pegelabsenkung mit R 119. Dazu ist der HFG 9300 zunächst auszuschalten und der Widerstand R 65 zu überbrücken. Nach dem Wiedereinschalten ist die Ausgangsfrequenz erneut auf 100 MHz einzustellen. Da die Pegelregelung nun außer Betrieb ist, ist auch der Ausgangspegel auf seinen Maximalwert angestiegen. Anschließend sind folgende

Einstellungen zu tätigen: mit der Taste „Modulation“ die AM aktivieren und mit „Source“ auf „ext.“ wechseln. Dann ist mit dem Trimmer R 119 der Pegel auf den Wert: Maximalwert -6 dB (± 0,5 dB) einzustellen. War der Maximalwert vor dem Einschalten der AM beispielsweise bei +9,5 dBm, so muss nun mittels R 119 der Pegel auf 3,5 dBm ± 0,5 dB eingestellt werden. Danach wird der HFG 9300 wieder außer Betrieb genommen und die Brücke über R 65 entfernt.

Damit sich die Amplitudenregelung auch auf den bei AM geänderten Wert einstellt, ist auch in diesem Schaltungsteil ein Abgleichschritt erforderlich. Nach dem Wiedereinschalten des Generators sind wieder folgende Einstellungen zu vorzunehmen: Frequenz: 100 MHz, Modulation: AM, Quelle: extern. Nun muss mit R 40 der Pegel auf -6 dBm ± 0,5 dB abgeglichen werden.

Im letzten Abgleichschritt ist nur noch der Pegel des internen 1-kHz-Modulationssignalgenerators einzustellen. Das an Pin 1 von IC 25 anstehende NF-Signal wird mittels R 128 auf 1 V<sub>SS</sub> eingestellt. Die Frequenz ist durch die Bauteildimensionierung festgelegt und kann nicht beeinflusst werden. Nachdem alle Abgleichschritte erfolgreich durchgeführt wurden, erfolgt nun die Gehäuseendmontage.

### Gehäuseendmontage

Im ersten Schritt der Endmontage ist das Abschirmgehäuse zu schließen. Dazu wird der Deckel mit der Bohrung über die Gehäuseschraube rechts vorne gefädelt. Dabei ist der Deckel um 90° im Uhrzeigersinn gegenüber seiner späteren Position gedreht, d. h. der größte Teil ragt nach rechts über die Gehäuseunterhalbschale hinaus. Mit

einer 90°-Drehung gegen den Uhrzeigersinn kommt er dann in seine endgültige Position. Zu beachten ist, dass sich der Deckel im vorderen Bereich zwischen Frontplatine und Abschirmgehäuse schieben lässt. Die Fixierung erfolgt mit den Kunststoff-Kantenschutzleisten, die auf Länge geschnitten und dann rundherum aufgesteckt werden.

Vor dem Aufsetzen des Gehäuseoberbauteiles ist der passende Abstand zwischen der Platine und der Gehäuseoberhalbschale mittels Distanzrollen und Polyamidscheiben herzustellen. Dazu wird auf jede der vier Gehäuseschrauben je eine 35 mm Distanzrolle, eine 1,5 mm und eine 0,5 mm dicke Polyamidscheibe und eine 25 mm lange Distanzrolle aufgeschoben. Nach dem Aufsetzen des Gehäuseoberbauteiles, in dessen Montageöffnungen je eine M4-Mutter eingelegt wird, werden die beiden Gehäusehalbschalen miteinander verschraubt. Anschließend verschließen die einzusteckenden Fußmodule und Abdeckmodule die Montageöffnungen im Boden- bzw. Deckelteil des Gehäuses.

Im letzten Arbeitsschritt werden die Tastkappen auf die Taster gesteckt und die Drehknöpfe montiert. Zur korrekten Montage der Knöpfe sind die Potentiometerachsen zuvor auf eine verbleibende Länge von 9 mm (gemessen ab Frontplatte) zu kürzen. Damit ist der Aufbau komplett abgeschlossen und es folgt die Beschreibung der Bedienung.

### Bedienung

Die Mikrocontroller-Steuerung sorgt dafür, dass sich die Bedienung des HFG 9300 sehr einfach gestaltet. Mit den 6 Tasten und 3 Einstellreglern ist eine intuitive und schnelle Steuerung des gesamten Gerätes möglich.

### Frequenzeinstellung

Mit den Tasten „Range ↑“ und „Range ↓“ erfolgt die Umschaltung zwischen den einzelnen Oszillatoren, d. h. die Frequenzbereichsumschaltung. Nach dem Einschalten des Gerätes ist hier der Oszillator VCO 1

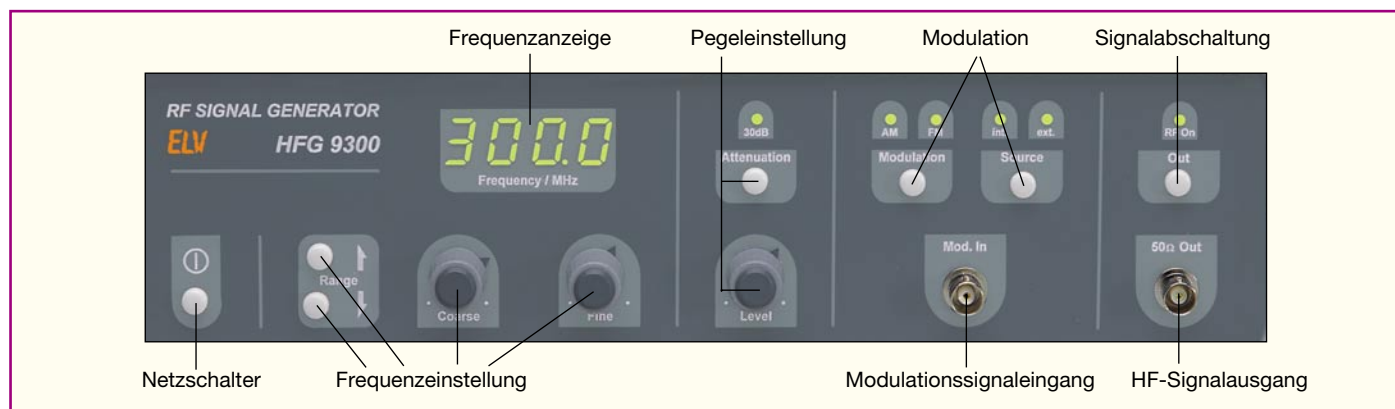


Bild 12: Innenansicht des HFG 9300




dulation um, mit der dritten Betätigung wird die Modulation wieder abgeschaltet.

### Modulationssignalquelle

Für die Amplituden- und Frequenzmodulation steht ein intern erzeugtes 1-kHz-Signal zur Verfügung. Mit der Taste „Source“ kann bei aktivierter Modulation zwischen diesem internen Signal und einem extern an der Buchse „Mod.-In“ anstehenden Modulationssignal umgeschaltet werden. Nach dem Einschalten der Modulation wird defaultmäßig der interne 1-kHz-Oszillator verwendet. Die beiden LEDs „int.“ und „ext.“ zeigen den aktuellen Status an.

### Signalabschaltung

Um das Ausgangssignal schnell mit einem Tastendruck von der Ausgangsbuchse trennen zu können, ist eine Signalabschaltung implementiert. Mit der Taste „Out“ wird die Buchse vom internen Signalweg getrennt, so dass dort kein HF-Signal mehr anliegt, und gleichzeitig impedanzmäßig korrekt mit 50  $\Omega$  abgeschlossen. Die LED „RF On“ zeigt an, ob das Ausgangssignal anliegt. Aus Sicherheitsgründen ist das Ausgangssignal nach dem Einschalten des Generators zunächst abgeschaltet. Erst eine Betätigung der Taste, die eine Toggle-Funktion besitzt, aktiviert den Signalausgang.

Da nun der Nachbau abgeschlossen und die Bedienung erläutert ist, steht dem Einsatz des neuen HFG 9300 nichts mehr im Wege. 

aktiv. Mit „Range  $\uparrow$ “ wird der jeweils nächsthöhere Frequenzbereich (Oszillator) angewählt, die Taste „Range  $\downarrow$ “ schaltet den nächstniedrigeren Frequenzbereich ein. Da sich die Frequenzbereiche der einzelnen Oszillatoren überdecken, so wie auch in Tabelle 3 dargestellt, ist gewährleistet, dass der Hochfrequenz-Signalgenerator den gesamten Bereich von 10 MHz bis 300 MHz lückenlos überstreicht.

Mit den Einstellreglern „Coarse“ und „Fine“ lässt sich die Frequenz im Rahmen der Auflösung der Frequenzanzeige exakt einstellen. Die Frequenz des Ausgangssignales wird direkt vom Frequenzzähler ermittelt und auf dem Display dargestellt. Zu beachten ist dabei, dass die Frequenzanzeige bei externer Modulation unter bestimmten Umständen (z. B. AM mit Übermodulation) schwanken kann. In diesem Falle sollte die benötigte Signalfrequenz vor dem Einschalten der Modulation eingestellt werden.

### Pegeleinstellung

Die Einstellung des Signalpegels erfolgt mit Hilfe des Potentiometers „Level“ und des 30-dB-Dämpfungsgliedes, das sich mit der Taste „Attenuation“ im Bereich von

0 dBm bis -60 dBm einschalten lässt. Der Pegelregler ermöglicht eine stufenlose Variation der Ausgangsleistung, wobei sich hiermit Dämpfungswerte von 30 dB bis 40 dB realisieren lassen. Systembedingt ist diese Dämpfung frequenzabhängig und die Pegeländerung ist nicht linear zur Potentiometerstellung, daher ist hier keine exakte Pegeleinteilung möglich. Werden Ausgangspegel kleiner -30 dBm verlangt, so ist zunächst das 30-dB-Dämpfungsglied zu aktivieren - die LED „30 dB“ zeigt dies an. Anschließend kann mit dem Level-Einsteller der Pegelbereich bis hinunter zu -60 dBm überstrichen werden.

### Modulation

Dem Anwender stehen Amplituden- und Frequenzmodulation über den gesamten Frequenzbereich zur Verfügung. Mit der Taste „Modulation“ wird zwischen unmoduliertem, amplitudenmoduliertem und frequenzmoduliertem Ausgangssignal umgeschaltet. Den aktuellen Status zeigen die zugehörigen LEDs an. Nach dem Einschalten des HFG 9300 ist die Modulation zunächst abgeschaltet. Ein Tastendruck aktiviert zuerst die Amplitudenmodulation, ein weiterer schaltet auf Frequenzmo-