

# Zur Vorspannungserzeugung im BF 1009 SW

Andreas Gröger

29.04.2017

Anlass zu den hier beschriebenen Beobachtungen war der Versuch, den BF 1009 SW als Frequenzmischer zu verwenden. Hierbei zeigte sich, dass zwar Mischprodukte entstehen, jedoch insbesondere im Bereich höherer Oszillatoramplituden ( $> ca. 1 V_s$ ) ein Abnehmen des Mischprodukts auftritt. Es erscheint geradezu, als würden die dem BF 1009 SW zugeführten Signale verschluckt.

Im Datenblatt (z.B. <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/79191/INFINEON/BF1009S.html>) wird der BF 1009 SW als „Silicon N-Channel MOSFET tetrode“ beschrieben. Darüber hinaus beinhaltet das Bauelement eine im Datenblatt nicht näher beschriebene Einrichtung zur Erzeugung einer Vorspannung am Gitter 1 - „Integrated stabilized bias network“. Eine mit dieser Vorspannungserzeugung verbundene Absicht wird nicht ausdrücklich genannt. Jedoch nennt das Datenblatt als wesentliche Anwendung die Verwendung als rauscharmer Vorverstärker bis 1 GHz. Üblicherweise sollen Vorverstärker zur Vermeidung von Kreuzmodulation u.ä. hochgradig linear sein. Es steht also zu vermuten, dass die Vorspannungserzeugung im BF 1009 SW diesem Zweck dient. Wie dies geschieht, wird im Datenblatt nicht beschrieben.

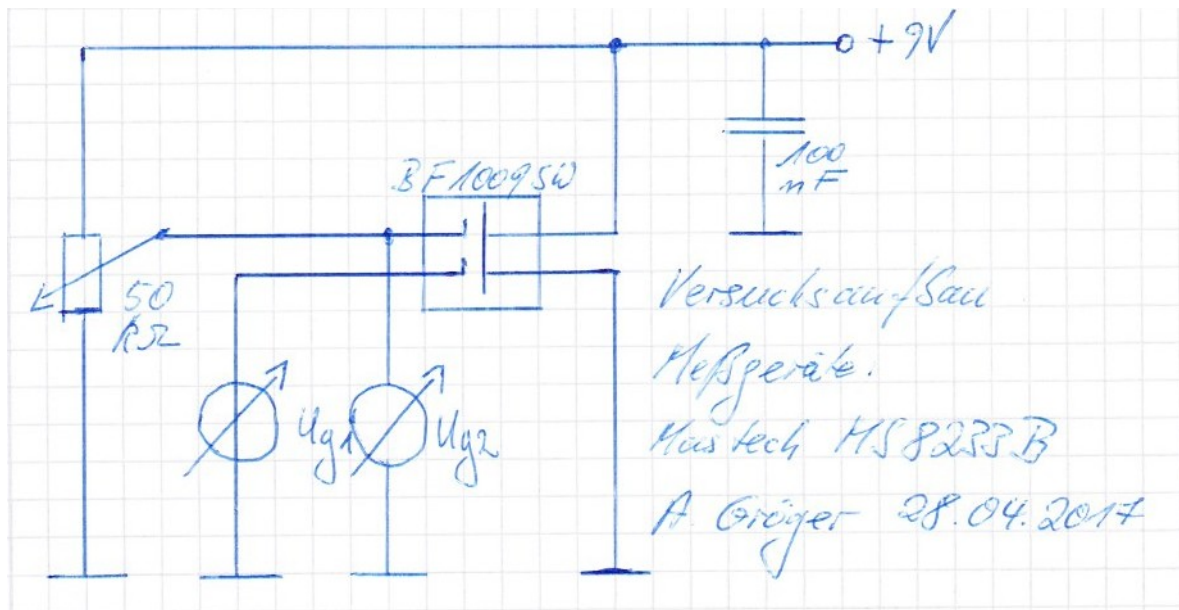
Das Datenblatt weist außerdem darauf hin, dass es nicht ratsam sei, dem Anschluss von Gitter 1 eine externe Gleichspannung zuzuführen. Das im Datenblatt gezeigte Schaltungsbeispiel verzichtet daher auch auf einen Ableitwiderstand am Gitter 1, der in einer konventionellen MOSFET-Tetrode üblich wäre.

Was aber geschieht im BF 1009 SW und wie kommt es zum Verschlucken der zugeführten Signale?

Der Hinweis, die Zufuhr externer Gleichspannungen auf Gitter 1 zu vermeiden führt zu der Vermutung, dass intern eine Gleichspannung an Gitter 1 angelegt wird, die von den übrigen Betriebsparametern abhängig ist. Bei einem regelbaren Vorverstärker ändert sich im wesentlichen die Steilheit als Funktion der zugeführten Regelspannung. Bei einer Ausführung mit MOSFET-Tetrode wird die Regelspannung üblicherweise dem Gitter 2 zugeführt. Um nun eine möglichst lineare Verstärkung zu erreichen, steht eine Vorspannung am Gitter 1 als zusätzlicher Parameter zur Verfügung.

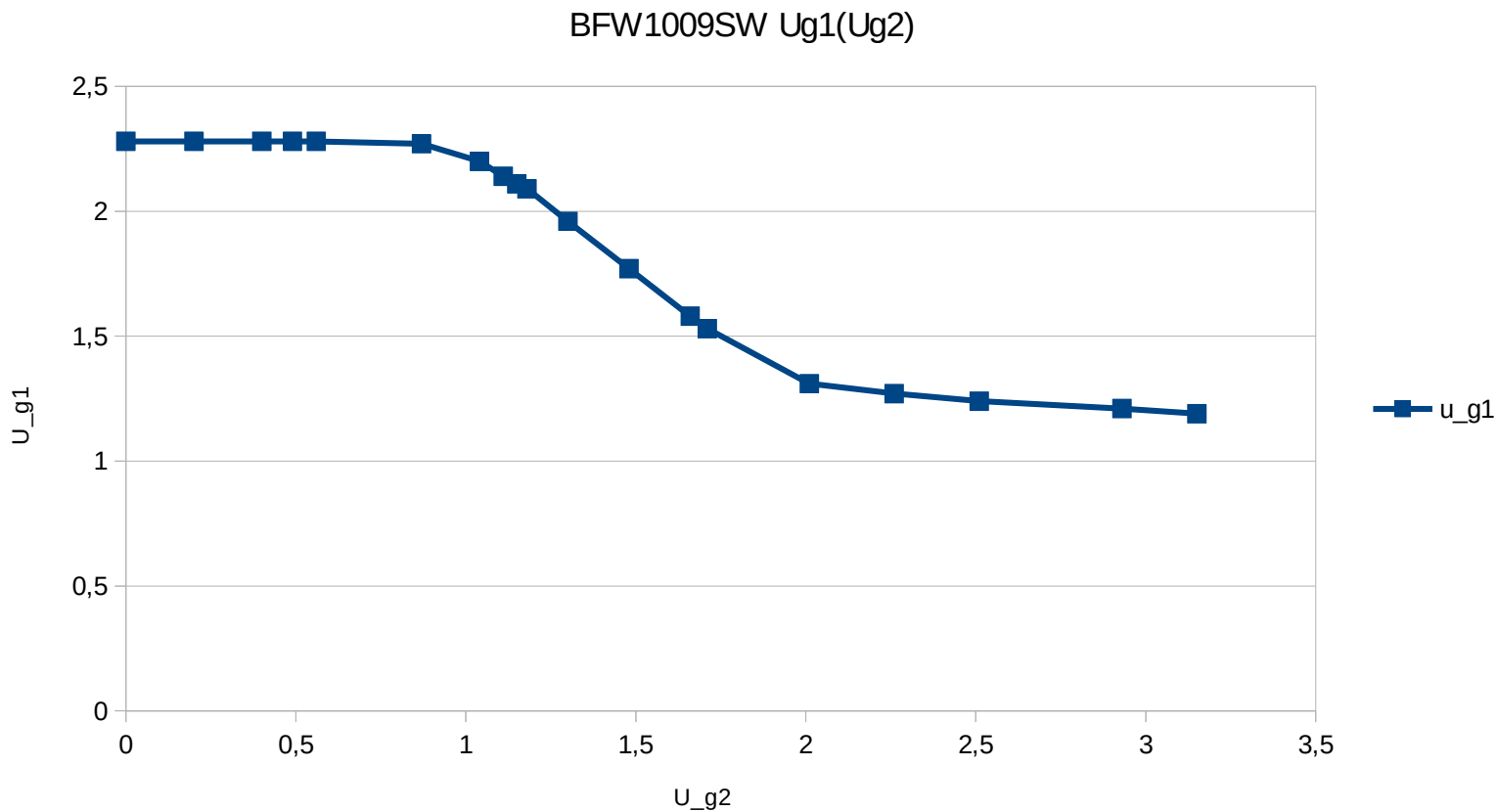
Hieraus folgt die Vermutung, dass die Vorspannungserzeugung des BF 1009 SW eine Vorspannung am Gitter 1 erzeugt und zwar als Funktion der Spannung an Gitter 2 und damit der Steilheit.

Um dies näher zu untersuchen wurde der folgende Versuchsaufbau erstellt:



Da es sich beim BF 1009 SW eben gerade nicht um einen „reinen“ MOSFET handelt, sondern aufgrund der eingebauten Vorspannungserzeugung eher schon um eine integrierte Schaltung, wurde das dargestellte unkonventionelle Schaltsymbol verwendet.

Mit dem Potentiometer wurde die an Gitter 2 angelegte Spannung verändert und dabei die an Gitter 1 anliegende Gleichspannung beobachtet. Tatsächlich zeigt sich ein Zusammenhang:



Auf den Achsen sind die Spannungen in Volt aufgetragen.

Liegt also am Gitter 2 eine Gleichspannung von etwa 1 V bis 2 V an, erscheint diese mit umgekehrtem Vorzeichen auch an Gitter 1. Dies wurde durch Einspeisen einer Wechselspannung an Gitter 2 und Beobachtung der Spannung an Gitter 1 mit Oszilloskop im Bereich von etwa 2 MHz bis 15 MHz bestätigt. Das an Gitter 1 auftretende Signal ist hierbei nicht genau gegenphasig, sondern hat noch eine kleine zusätzliche Verschiebung. Der allgemeine Trend wurde jedoch zumindest für den genannten Frequenzbereich bestätigt.

Wird also am Gitter 2 eine Wechselspannung angelegt, erscheint sie zumindest im Teilbereich von etwa 1 V bis 2 V an Gitter 2 gegenphasig an Gitter 1. An beiden Gittern wiederum steuern diese Spannungen den Ausgangsstrom, allerdings mit umgekehrtem Vorzeichen. Vermutlich liegt hierin die Ursache des zuvor beschriebenen „Verschluckens“.

Aus der Messkurve ersichtlich ist außerdem eine weitgehende Konstanz der Vorspannung an Gitter 1 für Spannungen an Gitter 2 bis etwa 0,9 Volt. Dies entspricht der Beobachtung im Mischerversuch, dass das „Verschlucken“ erst bei höheren Oszillatoramplituden einsetzt.

Es folgt hieraus, dass es offenbar wenig angeraten ist, beim BF 1009 SW eine höherfrequente Spannung an Gitter 2 anzulegen, da diese durch die Vorspannungserzeugung erheblich auf Gitter 1 zurückwirkt. Für den vorrangigen Einsatzzweck, an Gitter 2 eine Regelspannung zuzuführen, ist diese Einschränkung unerheblich. Für einen Einsatz als Mischer ist dies allerdings eine erhebliche Einschränkung, da sie wie beschrieben zu einer inhärenten Auslöschung der zugeführten Signale führt, jedenfalls mindestens teilweise bei hinreichend hohen Amplituden an Gitter 2.

Andererseits kann der Effekt durch niedrige Amplituden an Gitter 2 in Grenzen gehalten werden. Praktische Vergleiche mit einem Mischer unter Verwendung eines BF 998, also einer MOSFET-Tetrode ohne interne Vorspannungserzeugung zeigen jedoch beim BF 1009 SW ein deutlich höheres

Rauschen sowie höhere Amplituden unerwünschter Mischprodukte, beides vermutlich als Folge von Wechselwirkungen über die interne Vorspannungserzeugung.

Es ist also zwar möglich, den BF 1009 SW mit Einschränkungen als Mischer einzusetzen, ein MOSFET ohne eingebaute Vorspannungserzeugung ist jedoch die eindeutig bessere Wahl. Es ist zu vermuten, dass die beschriebene Wechselwirkung über die Vorspannungserzeugung auch das an anderer Stelle (<https://www.mikrocontroller.net/topic/130931?goto=new#new>) beschriebene „merkwürdige“ Verhalten ist.

Nicht aufgeklärt werden konnte die Schaltung der Vorspannungserzeugung. Möge allerdings die obenstehende Messkurve eine Hilfestellung sein, wenn der BF 1009 SW verwendet wird. Vielleicht ergeben sich daraus bei kreativem Einsatz auch im positiven Sinne weitere Verwendungsmöglichkeiten.