

## Kabel-Entzerrer

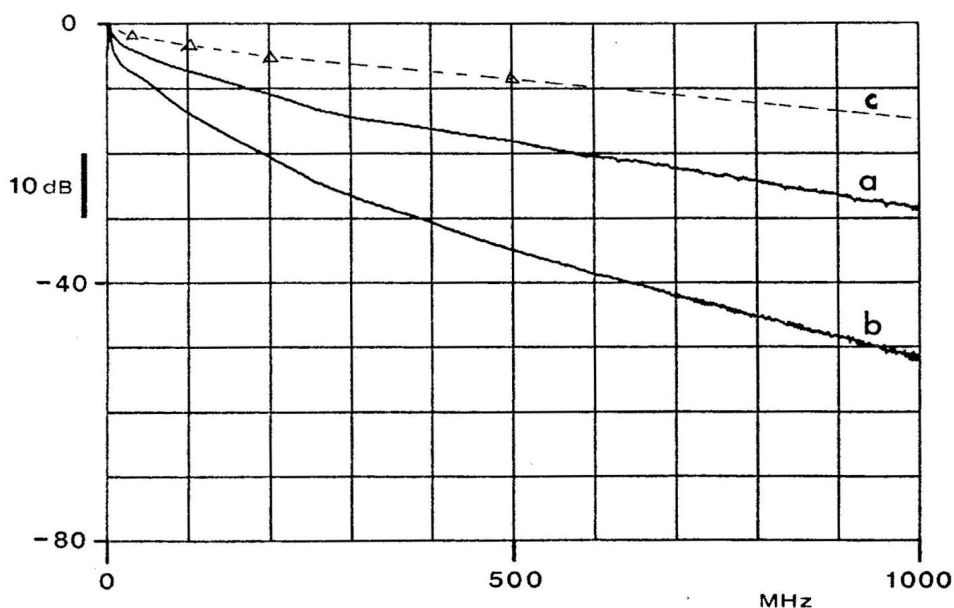
Von Nothart Rohde / Mai 2000

-1-

Hängt Ihr kürzlich entwickelter Breitbandverstärker auf der rechten Seite zu weit nach unten oder sind die Kabel nun doch zu lang? Kein Problem, denn da lässt sich mit einem ungewöhnlich beschalteten Gain-Block preisgünstig Abhilfe schaffen.

Es ist allgemein bekannt, dass (Koaxial)-Kabel eine merkliche Dämpfung haben, die lästigerweise frequenzabhängig ist. Das verzerrt die Kurvenform von breitbandigen Signalen, etwa Videosignalen, und ganz besonders die schnellen Bitfolgen. Den Antennenbauern ist das bekannt und es wird oben auf dem Hochhaus tüchtig vorverstärkt. Allerdings hat man dort den Vorteil, dass definierte Verstärkung nur in vergleichsweise schmalen Frequenzbändern notwendig ist.

Im zunächst angesprochenen Bereich und in der allgemeinen Messtechnik gilt diese Erleichterung nicht und man tut gut daran, sich die hohe Dämpfung der Kabel bewusst zu machen. **Bild 1** zeigt die Dämpfung von 3 üblichen Laborkabeln. Eigentlich sollten 100 m nachgemessen werden, aber der Typ RG 174 hat bei 1 GHz über 100 dB Dämpfung, was den Messplatz überfordert hätte.



**Bild 1** Dämpfungsverlauf von verschiedenen Koaxialkabeln mit einer Länge von 50 m. RG 58 (a) und RG 174 (b) wurde nachgemessen. Bei RG 213 (c) handelt es sich um interpolierte Tabellenwerte.

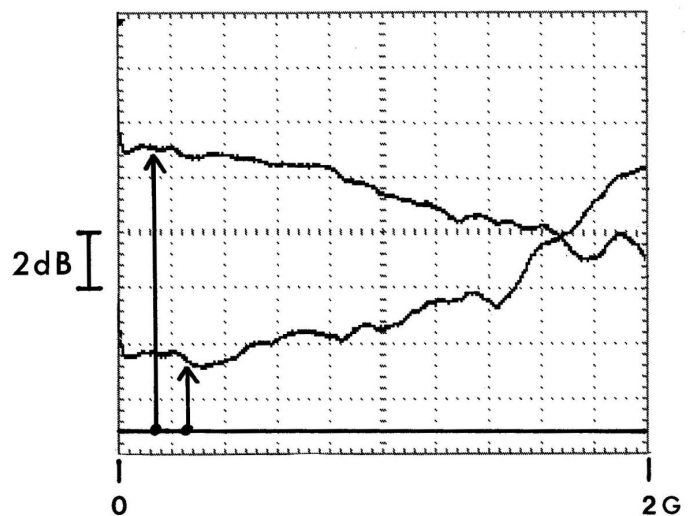
Für breitbandige Messgeräte kann sogar die frequenzabhängige Dämpfung quer über der Platine oder in den internen Koaxialkabeln lästig sein. Leider ist die Dämpfungszunahme nicht so ausgeprägt, dass sie mit üblichen passiven Gliedern kompensierbar wäre. Bild 1 entnimmt man, dass sie näherungsweise logarithmisch linear verläuft. Das wird seit jeher in Spektrumanalysatoren genutzt, indem man auf dem Bildschirm das logarithmisch dargestellte Spektrum nach rechts hin mit einem Sägezahnsignal zunehmend leicht anhebt.

Ein eher zufällig gewonnenes Ergebnis bei integrierten Breitbandverstärkern (etwa MSA 07 oder auch MSA 06) hat schon vor längerer Zeit zu einer vollkommen anderen Lösung des Problems geführt. Es wurden mit ähnlichem Ergebnis auch GaAs-Teile untersucht (SNA 286, SNA 386). Die Methode ist wohl auf alle Gainblocks anwendbar, die intern aus einem Darlingtont transistor mit Zusätzen bestehen. Ergänzt man diese Teile mit einer externen Gegenkopplung und gibt dem Pfad eine gewisse Länge, entsteht bei höheren Frequenzen eine Mitkopplung, die die interne Gegenkopplung abschwächt und den Frequenzgang anhebt.

**Bild 2** zeigt den Frequenzgang bei einem MSA 07.

**Bild 2**

Frequenzgang eines MSA 07-Verstärkes. Erste Kurve unbeschaltet, zweite mit 100 Ohm in der Gegenkopplung.

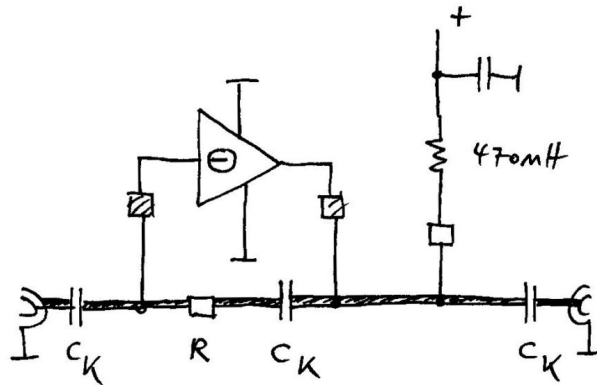


Durch Wahl des Rückkopplungswiderstandes lässt sich der Frequenzgang einstellen und es spricht nichts dagegen, ihn mit einem variablen Widerstand (PIN-Diode) einstellbar zu machen. Die Kurvenschar der möglichen Frequenzgänge haben einen gemeinsamen Schnittpunkt, der bei den MSA-Typen bei 1,2 ... 1,7 GHz und bei den SNA-Typen 2,0 ... 2,2 GHz liegt. SiGe wurde bisher nicht untersucht. Aus Gründen der Stabilität sollte man die Anhebung des Frequenzgangs nicht übertreiben. Auch die korrekte Anpassung an Kabel wird leiden, so dass diese Stufen besonders ideal sind, wenn ein Verstärker aus mehreren Stufen besteht, die nur zum Teil so beschaltet sind. Um auf Bild 1 zurückzukommen : mit einem MSA 06 und 150 Ohm in der Gegenkopplung könnte man den Frequenzgang von bis zu 15 m RG 58 kompensieren / entzerren.

**Bild 3** zeigt das vergleichsweise simple Schaltbild, wobei die Einstellung des Betriebsstromes dem entsprechenden Datenblatt entnommen werden kann. Das Layout nach **Bild 4** ist Bestandteil der Schaltung. Es war aber nie kritisch und ist daher nur als Vorschlag anzusehen.

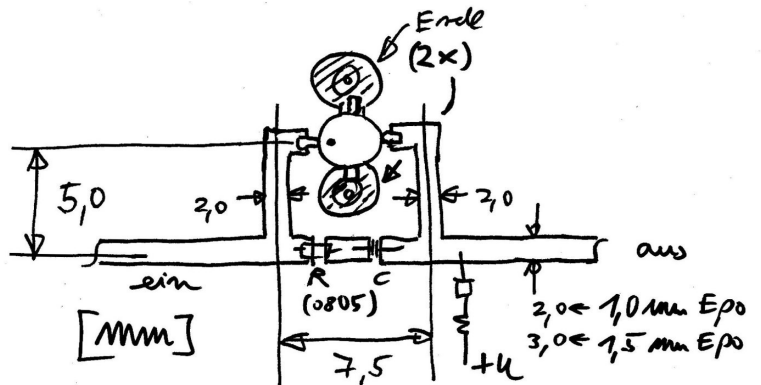
**Bild 3**

Grundsätzliche Schaltung des Entzerrers. Die Umwegleitung ist durch 2 Induktivitäten angedeutet.



**Bild 4**

Layoutvorschlag für 1,0 / 1,5 mm FR 4 und durchgehender Massefläche (nicht zu vergessen!).



Besonderheit der Struktur ist, dass der Verstärker aus der 50 Ohm-Leitung seitlich herausgeschoben ist.