

Breitbandige Leistungsaddierer/-teiler und Hybrid-Combiner



Bei der Messung von Intermodulationsabständen von Endstufen, Interceptpunkten von Empfängern u.ä. ist es notwendig, zwei HF- oder NF-Generatoren parallel auf einen Geräteeingang zu schalten. Damit in den Prüfgeneratoren selbst nicht zusätzliche unerwünschte Mischprodukte entstehen, ist auf eine ausreichende gegenseitige Entkopplung der Generatoren zu achten. Das kann durch ohmsche Addierer oder auch Hybridcombiner erfolgen.

1. Leistungsaddierer

Die Leistungsaddition findet mit der bekannten 6dB-Schaltung mit drei Widerständen je 16,666 Ohm statt. Zusätzlich sind an den Eingängen dann noch 4dB- oder 14dB-Dämpfungsglieder vorgeschaltet, so daß sich insgesamt 10dB oder 20dB Durchgangsdämpfung ergeben. Zwischen den Eingängen sind somit bei der 10dB-Version $4+6+4\text{dB} = 14\text{dB}$ und bei der 20dB-Version $14 + 6 + 14\text{dB} = 34\text{dB}$ wirksam. Aufgrund des unsymmetrischen Aufbaus ist die Entkopplung zwischen den Eingängen größer als zwischen Ein- und Ausgang, bei der 20dB-Version werden somit 34dB Entkopplung der Eingänge erreicht! Viele Prüfgeneratoren haben im Ausgang noch zusätzliche schaltbare Dämpfungsglieder, so daß die Entkopplung der nichtlinearen Ausgangsstufen ausreichend ist. Die erreichbare 3dB-Bandbreite beträgt mind. 500MHz, verwendbar ist die Schaltung bis über 1GHz.

Es ergibt sich für die beiden Varianten eine Schaltung nach Bild 1.

Technische Daten	Variante 10dB	Variante 20dB
Dämpfung von jedem Eingang zum Ausgang	10 dB	20 dB
Dämpfung von Eingang zu Eingang	14 dB	34 dB
Belastbarkeit (Summe aller Eingänge)	0,5W	0,5W
Bandbreite (3dB-Fehler)	DC ... 500MHz	DC ... 500MHz

Tabelle 1 Daten der Addierer

Im Schaltbild (Bild 1) sind die Sollwerte der Widerstände vermerkt, bei Bedarf können sie vor dem Einbau ausgemessen werden.

Es dürfen nur Metallfilmwiderstände verwendet werden, keine gewendelten Kohlewiderstände! Der Einbau erfolgt in ein Metallgehäuse ca. 5x5x3cm; für die Beschriftung des Gehäusedeckels kann selbstklebende Folie (Laserdrucker) verwendet werden (Bild 2 und 8).

Soll eine NF-Version für z.B. 600 Ohm gebaut werden, so sind alle Widerstände mit 12 (= 600/50) zu multiplizieren.

Eine typische Anwendung ist in Bild 3 gezeigt: Bei der Messung des Interceptpunktes eines Empfängers werden 2 HF-Generatoren parallel auf den Empfängereingang geschaltet.

Der Addierer kann auch als Leistungsteiler betrieben werden, die Leistung wird am Ausgang eingespeist und an den beiden Eingängen entnommen, die Dämpfungswerte gelten entsprechend.

Die angegebenen Dämpfungswerte gelten nur bei korrektem Abschluß mit 50 Ohm an allen drei Anschlüssen.

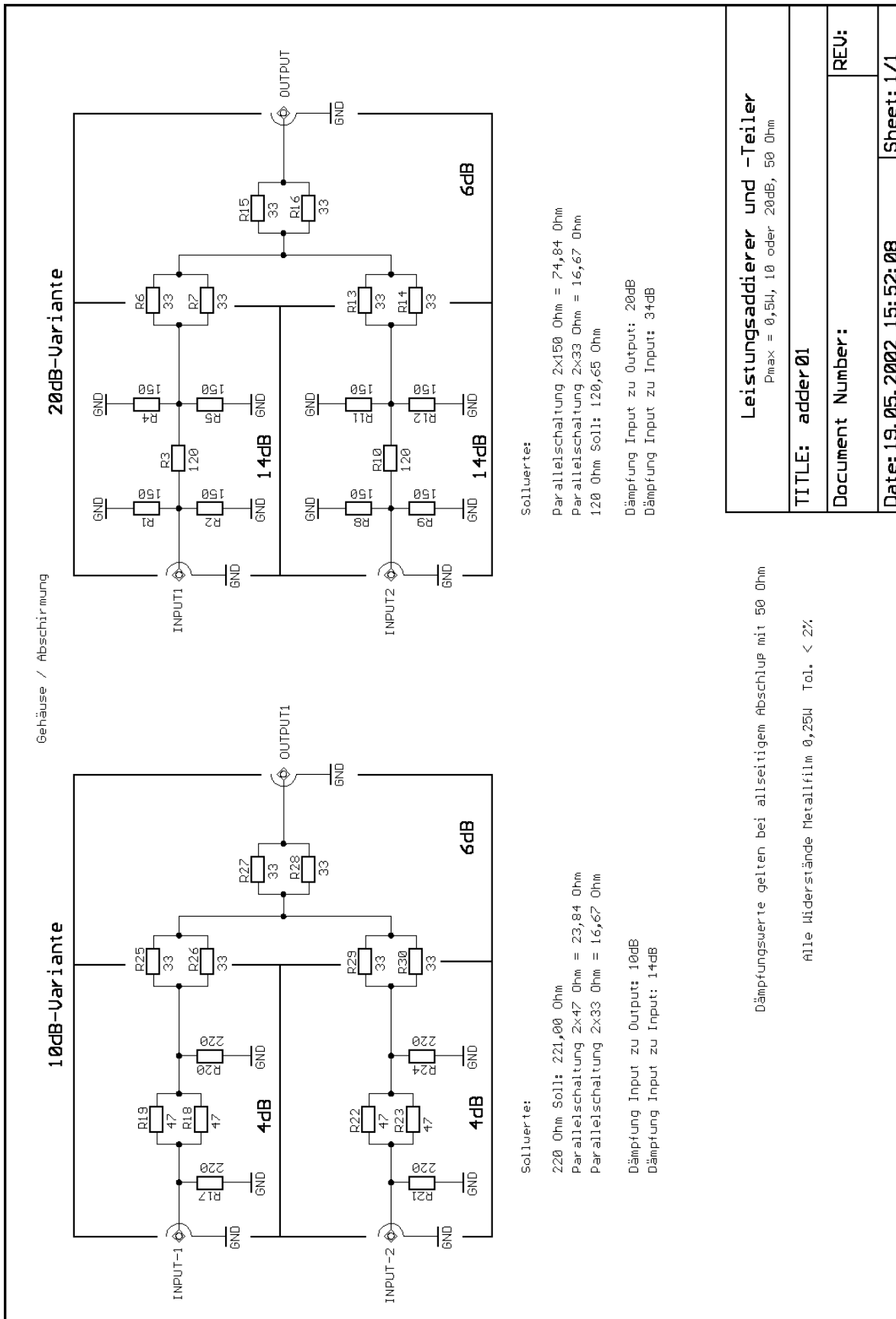


Bild 1 Schaltung des Leistungsaddierers (2 Varianten)

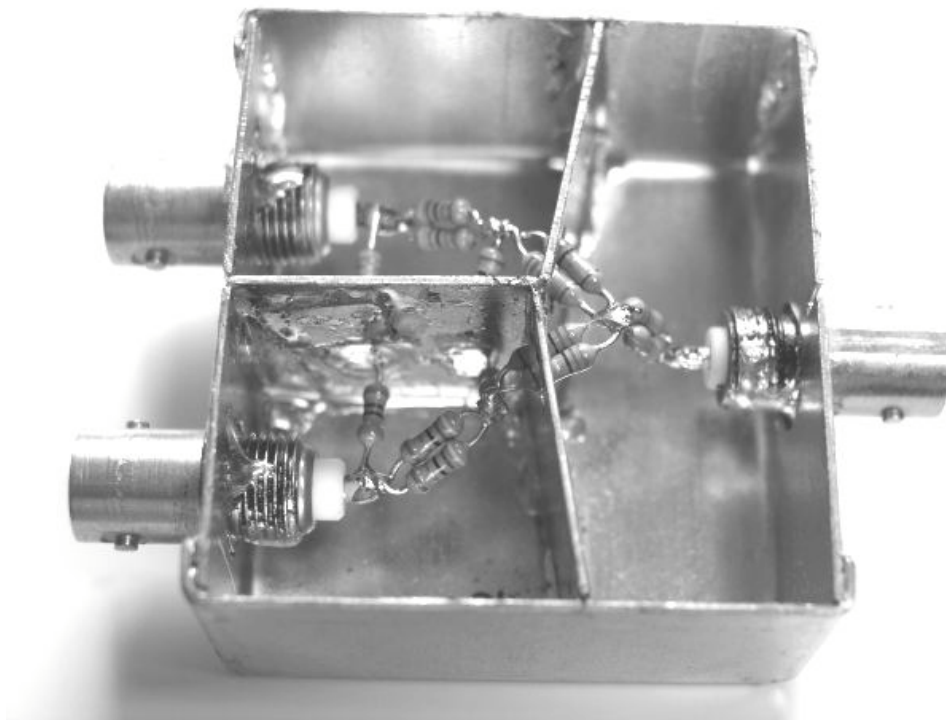


Bild 2 Innenaufbau des Leistungsaddierers

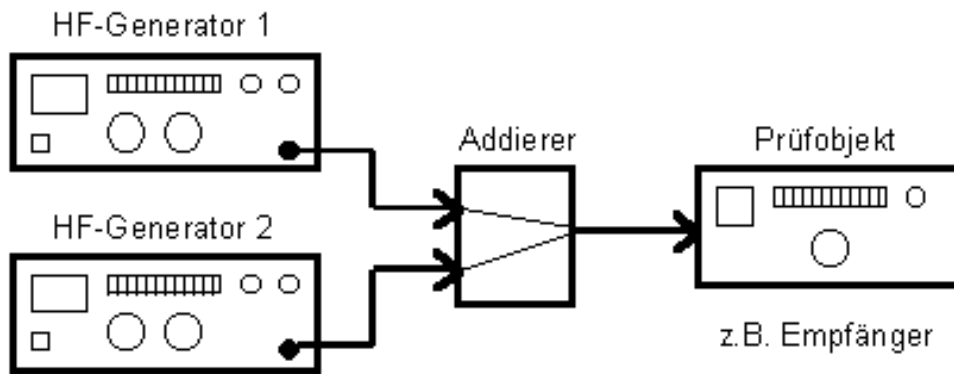


Bild 3 Anwendung des Addierers

2. Hybridcombiner

Der Nachteil der unter 1. beschriebenen Addierer ist

- die relativ hohe Durchgangsdämpfung
- die relativ schlechte Entkopplung der Eingänge

Daraus folgt, daß bei der IM-Messung guter Empfänger mit hohen IP-Werten die HF-Generatoren hohe Ausgangspegel abgeben müssen und damit die Gefahr der Intermodulation zwischen den Generatoren selbst besteht.

Als Alternative bieten sich hier Hybridcombiner an, die durch eine Brückenschaltung eine theoretisch unendliche Entkopplung der HF-Generatoren und „nur“ 6dB Durchgangsdämpfung bieten (Bild 4).

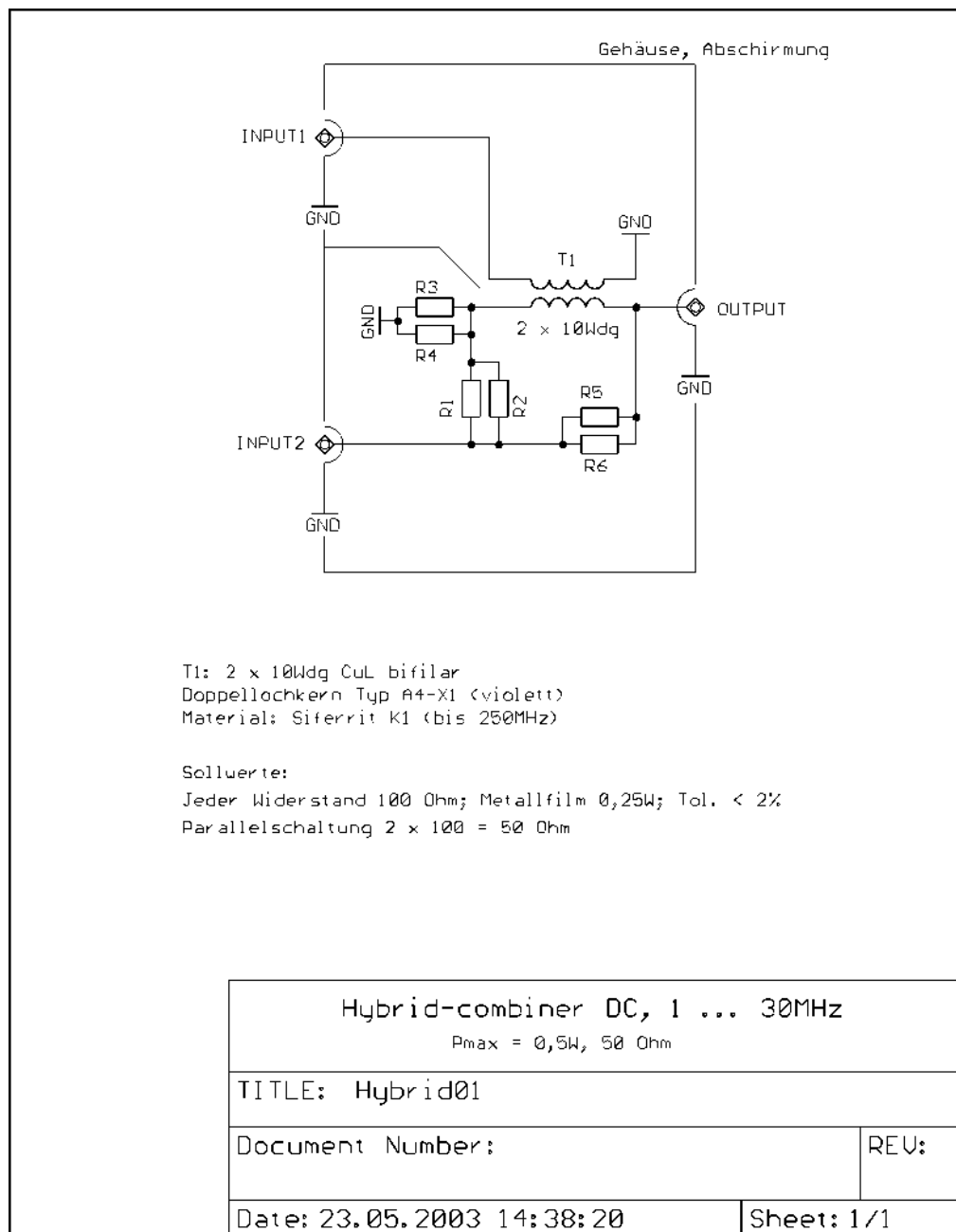


Bild 4 Schaltung des Hybridcombiners

Die Schaltung besteht aus einer Brücke, die mit 3 Widerständen (50Ohm) aufgebaut ist, der vierte Brückenzweig wird durch den Ausgang (50Ohm-Abschluß) gebildet. In die eine Brückendiagonale wird der erste Generator (mit einem Übertrager) und in die andere Brückendiagonale wird der zweite Generator direkt eingespeist. Die Entkopplung der beiden Eingänge ist somit theoretisch unendlich. Zwischen den Eingängen und dem Ausgang findet jeweils eine Spannungshalbierung statt, die -6dB entspricht.

Die Wahl des Übertragers bestimmt den Frequenzbereich und hängt vom Kernmaterial und den Wicklungsdaten ab:

Kern und -material	Wicklungsdaten	Frequenzbereich
A4-X1 (Siferrit K1)	2 x 10 Wdg	1 ... 30 MHz
A4-X1 (Siferrit K1)	2 x 8 Wdg	1,5 ... 60 MHz
A7-X17 (Siferrit U17)	2 x 3 Wdg	50 ... 450 MHz

Tabelle 2 Varianten und Daten der Hybridcombiner

Es dürfen nur Metallfilmwiderstände verwendet werden, keine gewendelten Kohlewiderstände! Der Einbau erfolgt in ein Metallgehäuse ca. 5x5x3cm; für die Beschriftung des Gehäusedeckels kann selbstklebende Folie (Laserdrucker) verwendet werden (Bild 5 und 8).

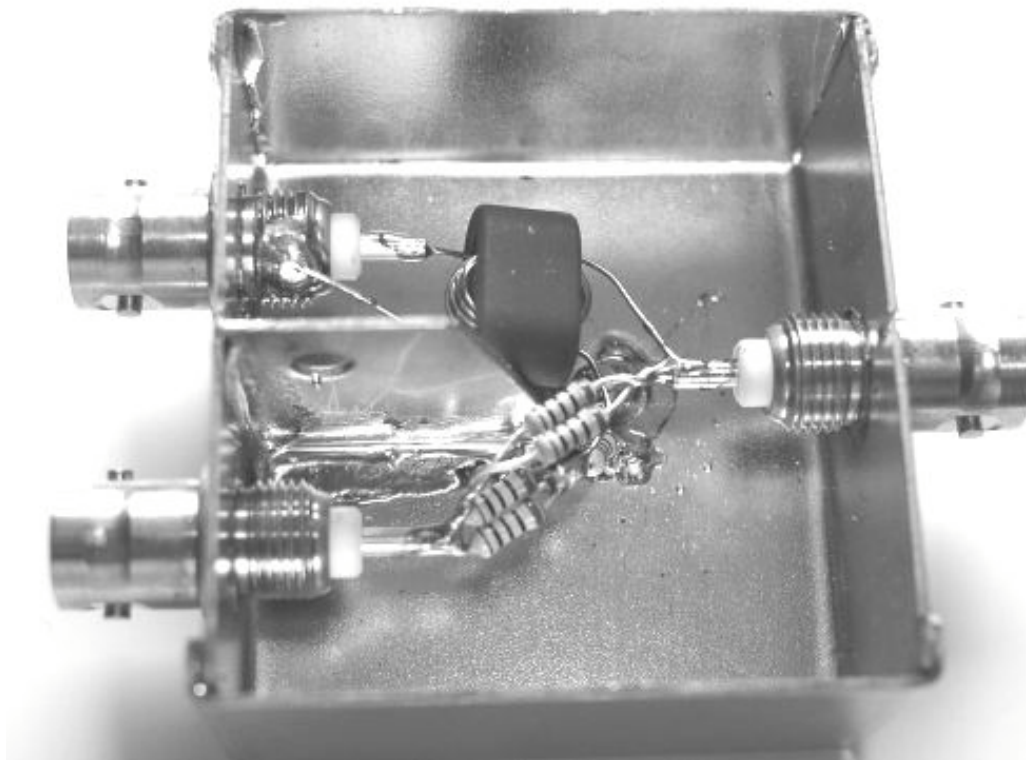


Bild 5 Innenaufbau des Hybridcombiners

Der gemessene Übertragungsfrequenzgang ist in Bild 6 dargestellt. Die Entkopplung beträgt bei 1MHz ca. 56dB und bei 30MHz noch ca. 30dB!

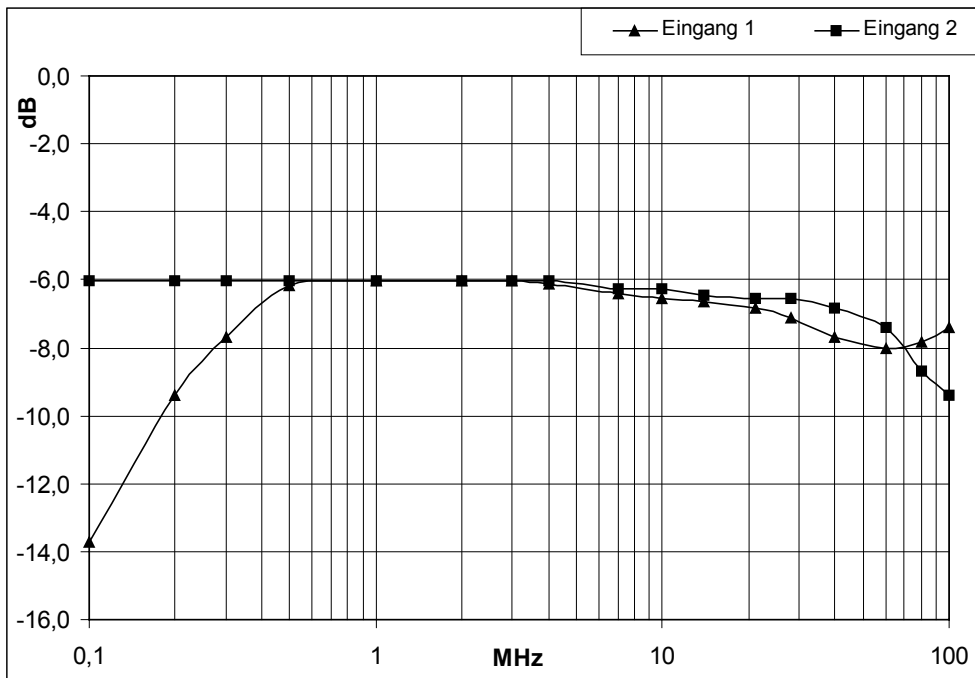


Bild 6 Frequenzgang des Hybridcombiners 1 ... 30MHz

Noch ein wichtiges Wort zur Anwendung:

Der Hybridcombiner hat nur dann eine gute Entkopplung der Eingänge, wenn der Ausgang mit 50Ohm abgeschlossen ist – aber welcher Empfänger hat schon 50Ohm?

Dieser Effekt sollte nicht unterschätzt werden, schon kleinste Abweichungen oder auch Blindanteile bewirken eine schlechte Entkopplung. Im Zweifelsfall empfiehlt sich ein 50Ohm-Dämpfungsglied (z.B. 10dB), um in etwa die 50Ohm zu erreichen (Bild 7).

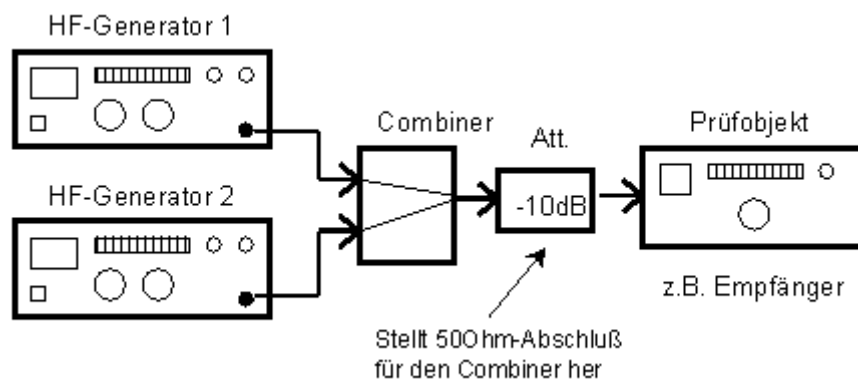


Bild 7 Hybridcombiner mit Dämpfungsglied

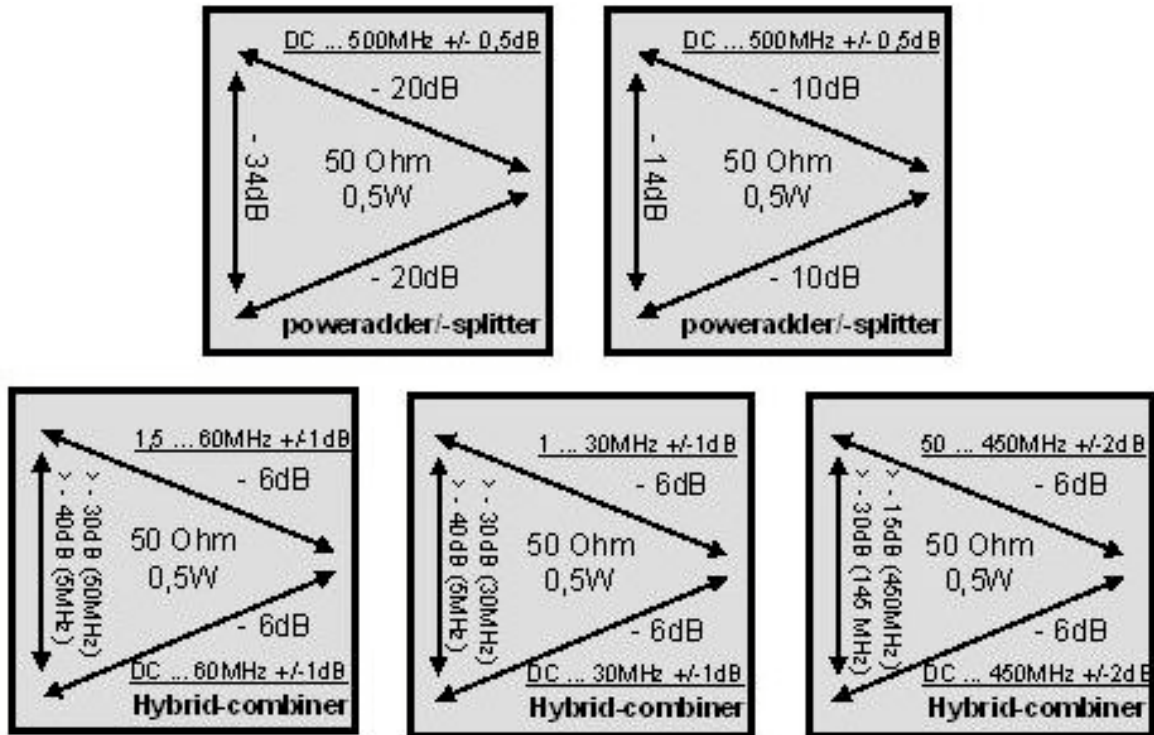


Bild 8 Folien für Beschriftungen

...

Stefan Steger, DL7MAJ, Gulbranssonstr. 20, D-81477 München Tel.: 089/7900920
 e-Mail: stefan.steger@t-online.de oder dl7maj@darc.de
 Homepage: www.dl7maj.de