

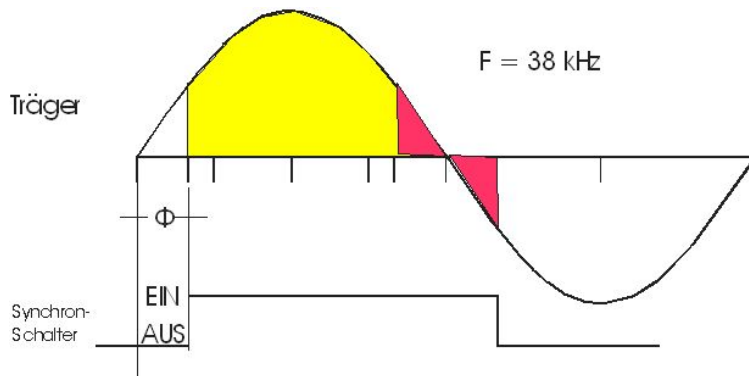
Auswirkung eines Phasenfehlers zwischen Pilotton und Seitenband – Signal im Stereodekoder.

1. Amplitudenfehler

Die Ausgangsspannung am Synchrongleichrichter ergibt sich wie folgt:

U_a := gleichgerichtete Ausgangsspannung (Modulation oder NF)

φ := Phasenwinkel zwischen Träger (f-Pilot-Ton * 2) und zu demodulierendes
Seitenbandsignal (L- R)



$$U_a = U_s \int_{\varphi}^{\varphi+180} \sin(\alpha) d\alpha = U_s * (-\cos(\varphi+180) + \cos(\varphi))$$

$$U_a = U_s \cos(\varphi)$$

Die Spannung U_m ist also nur bei $\varphi = 0$ exakt 1, bei Winkeln >0 , < 90 immer kleiner. Noch größere Winkelabweichungen sollen jetzt nicht betrachtet werden.

Die Ausgangsspannung des linken und rechten Kanals ergibt sich bekanntermaßen wie folgt:

$$\text{Summensignal} + \text{Differenzsignal} = (L + R) + (L - R) = 2 * L$$

$$\text{Summensignal} - \text{Differenzsignal} = (L + R) - (L - R) = 2 * R$$

Durch den Phasenfehler muß die Gleichung jetzt so erweitert werden:

$$\text{Links} = (L + R) + \cos(\varphi) (L - R) = L (1 + \cos(\varphi)) + R (1 - \cos(\varphi)).$$

$$\text{Rechts} = (L + R) - \cos(\varphi) (L - R) = L (1 - \cos(\varphi)) + R (1 + \cos(\varphi)).$$

Wir sehen, im Extremfall bei 90° ist der $\cos(\varphi) = 0$, Links und Rechts wird zu $L+R$, also Mono.

Da der Pilotton auf der halben Frequenz (19 kHz) übertragen wird, verdoppelt sich hier das Problem. Bereits bei einem Winkel von 45° ist nur noch Mono zu hören.

Man kann jetzt den Fehler in dB ausdrücken, d.h. wie groß ist das Fehler- zum Nutzsignal für verschiedene Winkel.

Phasenfehler Pilotton	Ph-Fehler Träger	cosinus	Fehler (dB)
0	0	1,00	
5	10	0,98	-42,32
10	20	0,94	-30,15
15	30	0,87	-22,88
20	40	0,77	-17,56
25	50	0,64	-13,25
30	60	0,50	-9,54
35	70	0,34	-6,19
40	80	0,17	-3,05
45	90	0,00	0,00

Bei 15° ist der falsche Kanal bereits mit ca. 10% Lautstärke zu hören. Vielleicht akzeptiert man das bei einem Konzert, wenn man aber eine zweisprachige Übertragung macht (links deutsch, rechts englisch) wäre das schon sehr lästig.

Weitere Probleme bei der Kanaltrennung.

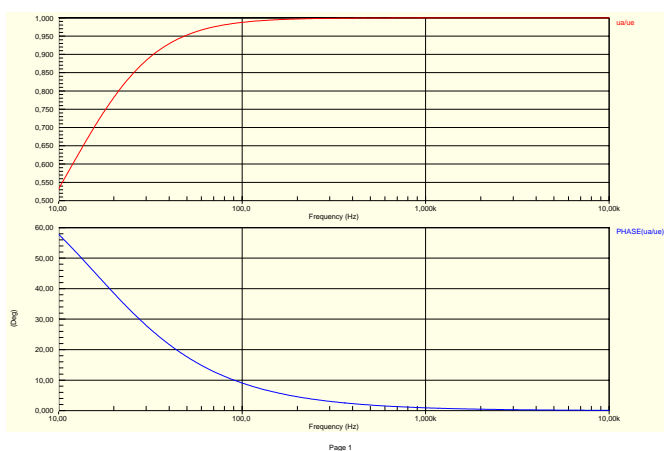
2. Phasenfehler

Die unter 1 beschriebenen Effekte führen zu einem Amplitudenfehler des Differenzsignals zum Summensignal.

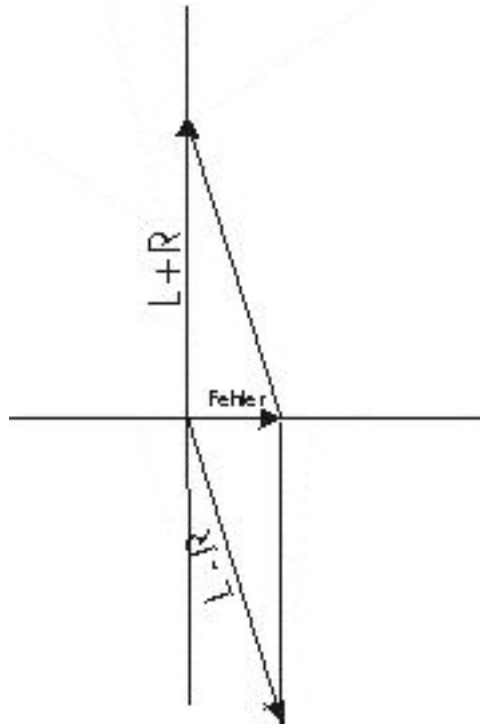
Es gibt aber auch noch einen Phasenfehler des Summen zum Differenzsignal. Darauf verweist ein Bericht von Grundig [1] den ich von Herrn Knoll erhalten habe.

Das Summensignal hat einen Frequenzbereich von 30 – 15 kHz, das Differenzsignal 23kHz – 53kHz. Dabei durchlaufen beide Signale exakt die gleiche Übertragungstrecke. Trotzdem gibt es eine Vielzahl von Effekten, die zu einer Phasenverschiebung dieser Signale führen können.

Im einfachsten Fall ist das ein Koppelkondensator zwischen den Stufen. Zusammen mit dem Eingangswiderstand der nächsten Stufe entsteht ein Hochpass.



Plot mit einem CR Glied von 10nF/1M. Das würde dann schon zu einem deutlichen Fehler bei der Kanaltrennung führen.



Wenn diese Fehler systematischer Natur sind, kann man das natürlich durch eine entsprechende Dimensionierung oder einen Abgleich wieder kompensieren. Ein Teil dieser Fehler kann auch auf dem Übertragungsweg passieren, auf den man keinen Einfluss hat.

Ein Beispiel für dieses Problem ist die Phasenverschiebung zwischen dem Quadratursignal und des Hilfsträgers beim Farbfernsehen. Deshalb hat der Herr Bruch das Pal-System erfunden, damit wir nicht wie die Amerikaner ständig den Farbton einstellen müssen, aber das wäre ein anderer Bericht.

Georg Beckmann für Radiomuseum.org
 [1] TI # 3 Hans.M.Knoll 1969