Die Ermittlung der Gruppenlaufzeit

Die Gruppenlaufzeit (hier mit τ bezeichnet) ergibt sich als Quotient der Phasenänderung $\Delta\varphi$ über die Frequenzänderung $\Delta\omega$ und ist wie folgt definiert:

$$\tau\ [sec] = \frac{\Delta\varphi\ [rad]}{\Delta\omega\ [sec^{-1}]}$$

Das kann leicht umgeformt werden in Grad über Hz:

$$\tau\ [sec] = \frac{\Delta\varphi\ [rad]}{\Delta\omega\ [sec^{-1}]} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi * 2\pi \quad [grd]}{360[grd] * 2\pi * \Delta f\ [Hz]}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau\ [sec] = \frac{\Delta\varphi\ [grd]}{360[grd] * \Delta f\ [Hz]}}$$

Beispiel:

Ein Filter weist in einem Bereich eine Phasensteilheit von 1 Grad pro Hz auf. Die Gruppenlaufzeit in diesem Bereich wäre dann 1/360 sec = ca. 2,78 msec.

Plausibilitätskontrolle

In dem gemessenen 4-Pol – Quarzfilter von DK7JB liegt die Phasenänderung (zur Vereinfachung mal linear betrachtet) grob bei rund 500 Grad über 2000 Hz. Das ergibt eine mittlere Gruppenlaufzeit von : 1/(4*360) = ca. 695 µsec.

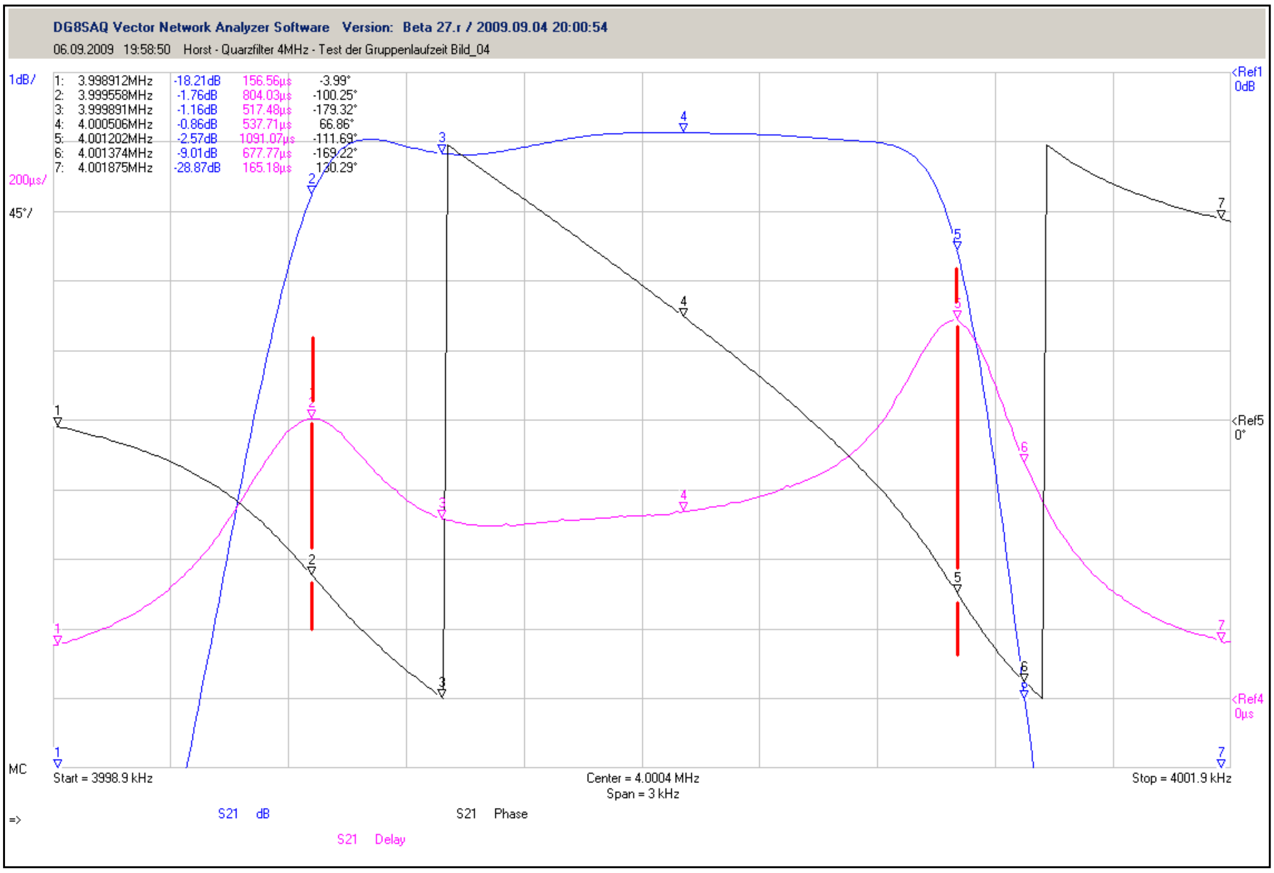
Haut also mit der gemessenen Variation der Laufzeit von 500 bis 1000 µsec prima hin.

Die obige Gleichung ist leicht zu merken.

Auch einfach: Je steiler der Phasenverlauf, desto größer die Gruppenlaufzeit in diesem Bereich. Diese Korrelation ist im Screenshot sehr schön zu sehen (siehe nächste Seite).

73, Horst

P.S.
Die Spitzen der Laufzeit sind bei diesen Quarz-Ladderfiltern immer unterschiedlich hoch (die GLZ ist auf der höherfrequenten Seite immer größer). Das liegt wieder mal am Einfluß von Cp, bzw. der dadurch hervorgerufenen Asymmetrie.



Die beiden vertikalen roten Linien (Punkte 2 und 5) zeigen die Übereinstimmung der höchsten Gruppenlaufzeit-Werte mit dem jeweils steilsten Phasenverlauf.