

6. Übung Messtechnik (29.01.15)

Aufgabe 21: Wiener-Filter

Gegeben sei ein Messsystem gemäß Abb. 1. Die additive Störung $n(t)$ sei nicht mit dem Eingangssignal $x(t)$ korreliert. Es soll ein Wiener-Filter $H(f)$ entworfen werden, das aus $y(t)$ das Signal $x(t)$ unter minimalem quadratischem Fehler als Nebenbedingung rekonstruiert. Das so geschätzte Signal am Ausgang von $H(f)$ sei $\hat{x}(t)$.

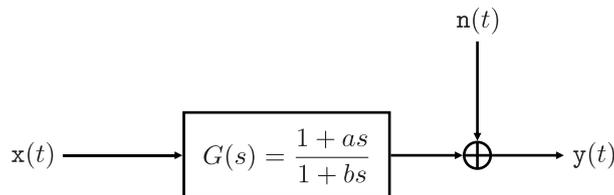


Abbildung 1: Struktur eines Messsystems.

- a) Welche messtechnisch erfassbaren Größen müssen zur Bestimmung von $H(f)$ bekannt sein? ($G(f)$ sei unbekannt). Geben Sie $H(f)$ in Abhängigkeit dieser Größen an.

$G(f)$ sei nun durch eine Systemidentifikation entsprechend Abb. 1 bekannt. Die Leistungsdichte des Eingangssignals sei konstant $S_{xx}(f) = d^2$ für $|f| \leq 10^5$ Hz und 0 sonst. Das Rauschen wird als ideales weißes Rauschen mit der konstanten Leistungsdichte $S_{nn}(f) = c^2$ angenommen.

- b) Berechnen Sie $H(f)$ bei gegebenen Konstanten $a = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ s, $b = \frac{10^{-5}}{2\pi}$ s, $c = 2$ und $d = 1$. Skizzieren Sie die Amplitudengänge von $G(f)$ und $H(f)$ in einem Bode-Diagramm.
- c) Stellen Sie die Signal- und Störübertragungsfunktionen $G_{\text{sig}}(f)$ bzw. $G_{\text{stör}}(f)$ in Abhängigkeit des frequenzabhängigen Signal-Rausch-Verhältnisses $\text{SNR} = \frac{S_{xx}(f)}{S_{nn}(f)}$ auf und beschreiben Sie anhand dessen die Wirkung des Gesamtsystems aus G und H auf die jeweiligen Signalanteile.

Aufgabe 22: Jitter-Analyse

Bei einer *DVD-Audio* seien die Musikdaten mit einer Quantisierung von 24 Bit und einer Abtastfrequenz von 96 kHz abgespeichert. Dabei sind die Musiksignale bandbegrenzt auf 20 kHz.

- a) Welcher Signal-Rausch-Verhältnis (in dB) lässt sich theoretisch mit dieser Quantisierung unter der Annahme eines linearen Quantisierungsmodells erreichen?
- b) Welche Anforderungen ergeben sich an die Abtastzeitgenauigkeit? Berechnen Sie dazu den maximalen Abtastzeitfehler unter der Annahme eines gleichverteilten Abtastzeitfehlers.

- c) Wie hoch ist die nutzbare Auflösung in Bit, wenn die Abtastzeitfehler im Intervall $-10 \text{ ps} \leq \tau \leq 10 \text{ ps}$ gleichverteilt sind?

Aufgabe 23: Quantisierungstechnische Kennwerte von A/D-Umsetzern

Ein Rauschgenerator liefere ein Signal $u(t)$ mit dem Mittelwert $\mu_u = 1,66 \text{ V}$ und der Varianz $\sigma_u^2 = 0,9 \text{ V}^2$. Dieses Signal werde nun mit verschiedenen A/D-Umsetzern quantisiert. Der Eingangsbereich der Umsetzer liege bei $\pm 5 \text{ V}$. Für die quantisierten Signale ergaben sich die folgenden statistischen Kennwerte, vgl. Tab. 1.

	Mittelwert/V	Varianz/ V^2
A/D-Umsetzer 1	1,669	1,13
A/D-Umsetzer 2	1,663	0,90
A/D-Umsetzer 3	1,661	1,40

Tabelle 1: Statistische Kennwerte der quantisierten Signale verschiedener A/D-Umsetzer.

- a) Berechnen Sie die Breite q einer Quantisierungsstufe für jeden der A/D-Umsetzer unter der Annahme eines linearen Quantisierungsmodells.
- b) Berechnen Sie aus der Breite q einer Quantisierungsstufe nach Teilaufgabe a) die Auflösung in Bit der eingesetzten A/D-Umsetzer.