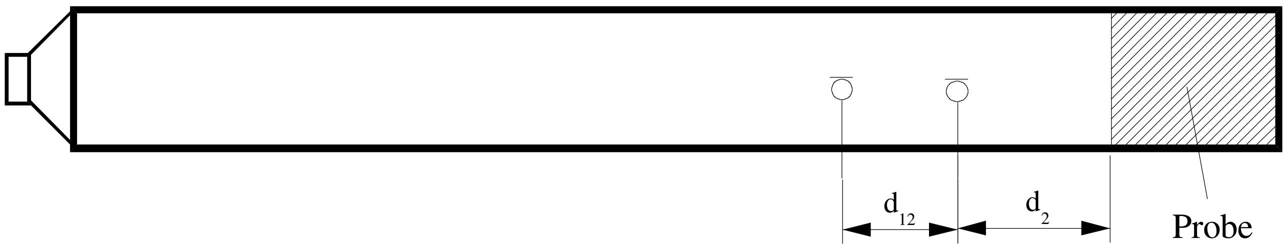
Testsignale zur Messung von Übertragungsfunktionen

- Messung des Reflexionsfaktors bei senkrechtem Schalleinfall im Kundt'schen Rohr:



$$R(\omega) = \frac{H(\omega) - e^{-j\omega d_{12}/c}}{e^{+j\omega d_{12}/c} - H(\omega)}$$

Meßmethoden

- Monofrequent:
  - Messung von Amplitude und Phase
  - einfache Meßtechnik, zeitaufwendig
- Sweep:
  - Messung des Amplitudengangs
  - Phasenmessung nur mit Zusatzaufwand
- Rauschsignale:
  - Messung von Amplitude und Phase
  - aufwendige Meßtechnik, schnell

FFT–basierte Meßmethoden

- sehr effizient
- problematisch bei nichtperiodischen Signalen
  - Verwendung von Fensterfunktionen
  - Mittelung im Frequenzbereich
- Berechnung der Übertragungsfunktion im Frequenzbereich:

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)}$$

Anforderungen an das Testsignal

- Spektrum frei wählbar
- periodisch
- maximaler Effektivwert
- minimaler Spitzenwert

⇨ Anforderungen teilweise im Zeit– und Frequenzbereich definiert

Gleichverteilte Zufallszahlen

- nicht periodisch
- kontinuierliches Spektrum

⇨ Fensterfunktionen notwendig

- spektrale Verteilung weiß
- Probleme bei Strecken mit Totzeit

Periodisch wiederholte Zufallszahlen

- periodisch
- Linienspektrum
- spektrale Verteilung annähernd weiß
- Spektrum abhängig von Zufallsprozess
- keine anderen spektralen Verteilungen möglich

Periodische Pulssequenzen

- spektrale Verteilung beliebig
- Phase = 0

⇨ periodischer Impuls

– großer Spitzenwert

– kleiner Effektivwert

Periode Samples	Frequenzbereich Hz	spektrale Verteilung weiß	rosa
4096	16 Hz – 16 kHz	0.0183	0.0248
16384	16 Hz – 16 kHz	0.0065	0.0088
4096	1 kHz Oktavband	0.0870	0.0785
16384	1 kHz Oktavband	0.0309	0.0310

Periodisches Rauschen

- spektrale Verteilung beliebig
- Phase = zufällig
- guter Effektivwert, brauchbarer Spitzenwert jedoch nicht vorhersehbar

Periode Samples	Frequenzbereich Hz	spektrale Verteilung weiß	rosa
4096	16 Hz – 16 kHz	0.2668	0.2750
16384	16 Hz – 16 kHz	0.2322	0.2391
4096	1 kHz Oktavband	0.3111	0.3022
16384	1 kHz Oktavband	0.2592	0.2578

Optimierte Signale

- Spektrum beliebig
- Phase optimiert

$$\varphi(\Omega) = \frac{-\int_0^{\Omega} \int_0^{\omega} |A(w)|^2 \, dw \, d\omega}{1/T \int_w |A(w)|^2 \, dw}$$

- großer Effektivwert, kleiner Spitzenwert

Frequenzbereich	spektrale Verteilung	
Hz	weiß	rosa
16 Hz – 16 kHz	0.5954	0.5251
16 Hz – 16 kHz	0.5616	0.5350
1 kHz Oktavbanc	0.5295	0.5203
1 kHz Oktavbanc	0.5341	0.5108

Optimierung der Phase

- Optimale Phase für 'linearen Sweep' (weißes Spektrum): $\varphi(i) = -2\pi i^2/N$

⇨ Gruppenlaufzeit $\tau = -d\varphi/di$ linear!

- Annahme: $|A(\omega)|^2 = K\, dt/d\omega$
  - Integration
  - Anpassung der Periodendauer über Konstante K

Signalformen