

3 Kabelgebundene Signalübertragung

Heute werden für die Datenübertragung in Computernetzen meist **Kupferkabel** oder **Glasfaserkabel** verwendet. Die Daten selbst werden in Form von **elektrischen Signalen** übertragen. Von einem Signal spricht man, wenn man einer messbaren physikalischen Größe (etwa der elektrischen Spannung) eine Information zuordnet.

Vereinfacht gesagt, handelt es sich bei diesen Signalen um **Wechselspannungsimpulse**.

3.1 Analoge und digitale Signale

Als **Analogsignal** wird ein Signal bezeichnet, wenn seine Stärke (Amplitude) kontinuierlich jeden Wert zwischen einem Minimum und einem Maximum annehmen kann. Dieses trifft auf nahezu alle realen Prozesse oder Zustände zu. Theoretisch ist es möglich, beliebig kleine Signaländerungen zu registrieren.

Üblicherweise versteht man unter Analogsignal ein elektrisches Signal, meistens die elektrische Spannung, seltener Frequenz, Stromstärke oder Ladung. Man kennt aber auch analoge Signale auch aus mechanischen, pneumatischen, hydraulischen und anderen Systemen.

Der Hauptnachteil analoger Signale sind zufällige Variationen, die zwangsläufig auftreten, da kein System störungsfrei ist, und die im Gegensatz zu digitalen Signalen nicht mit Hilfe von Prüfbits korrigiert werden können. Hierbei gilt: je häufiger ein Signal kopiert wird oder je länger der Signalweg, desto stärker wird das Signal vom Rauschen dominiert. Diese Signalverluste und Signalverzerrungen sind unumkehrbar, da eine Verstärkung des Signals zusätzliches **Rauschen** addiert.

Ein **Digitalsignal** (von lat. *digitus* = Finger; mit Fingern wird gezählt!) überträgt eine Information, zum Beispiel eine elektrische Wechselspannung, in Form einer Zahlenkolonne, die die Information mathematisch beschreibt, im Gegensatz zum Analogsignal, das eine physikalische Größe entweder direkt überträgt oder durch eine andere physikalische Größe abbildet.

Zur Umwandlung in ein Digitalsignal muss das analoge Ausgangssignal zunächst zeitlich **quantisiert** werden, das heißt in feste Zeit-Intervalle zerlegt. Beispiel: bei der Aufnahme einer Audio-CD wird jeder Kanal (links/rechts) des Ausgangssignals 44.100-mal pro Sekunde abgetastet. Diese Frequenz von 44,1 kHz bezeichnet man als **Samplingfrequenz** oder **Abtastrate**. Details des Ausgangssignals, die feiner sind als dieses Zeitraster, können nicht erfasst werden.

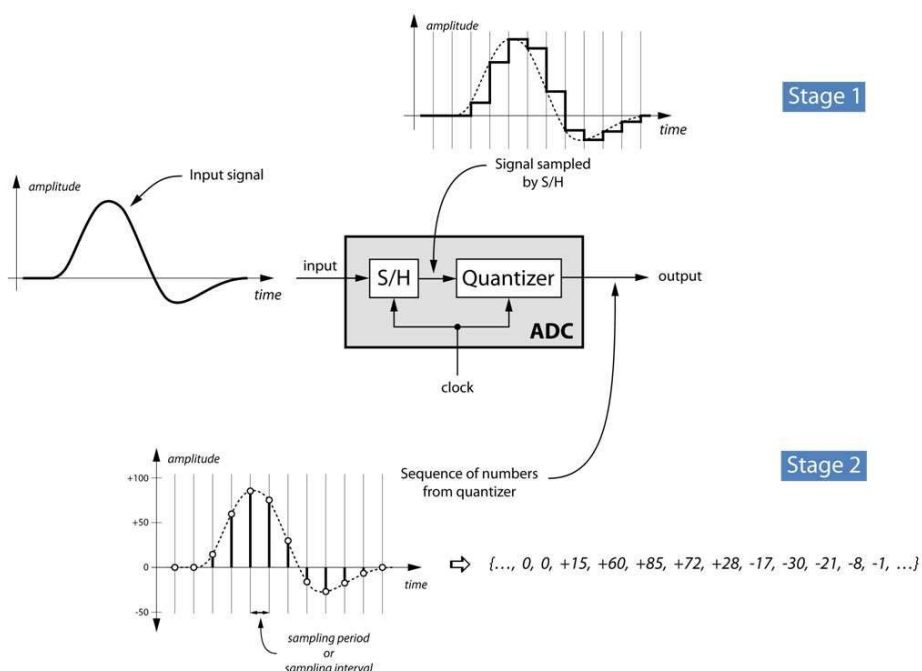


Abbildung: Digitalisierung eines Analogsignals (Quelle: www.nutaq.com)

3.2 Modulation

Für die Übertragung von Informationen mit entsprechender Geschwindigkeit wird die sogenannte **Modulation** verwendet. Das analoge oder digitale Nutzsignal verändert ein sinusförmiges Trägersignal. Geht man von einem analogen Nutzsignal aus, so spricht man von **analoger Modulation**, bei digitalen Nutzsignalen spricht man von **digitaler Modulation**.

Geräte, die Informationen auf eine Trägerfrequenz aufmodulieren und umgekehrt die aufmodulierten Informationen wieder von der Trägerfrequenz trennen können, werden als **Modems** bezeichnet (Modem = Modulator/Demodulator).

Übersicht

Man unterscheidet mehrere Arten der Modulation:

Bei der **Amplitudenmodulation** (bei digitalen Signalen: ASK = *Amplitude Shift Keying*, *Amplitudentastung*) wird die Amplitude

(Signalspannung) des Signals verändert, das eine konstante Frequenz besitzt. Im einfachsten Fall erfolgt dies durch Ein- und Austasten des Trägers. Die Grundfrequenz des Trägers ist wesentlich höher, als die Anzahl der Austastvorgänge. Es ist das einfachste Verfahren, aber Unterbrechung und Nullbits sind voneinander nicht unterscheidbar.

Bei der **Frequenzmodulation** (bei digitalen Signalen: FSK = *Frequency Shift Keying*, *Frequenzumtastung*) wird die Frequenz (Tonhöhe) bei einem Signal bei konstanter Amplitude verändert. Den Wertigkeiten "1" und "0" werden zwei verschiedene Frequenzen zugeordnet. Zum Duplexbetrieb werden unterschiedliche Trägerfrequenzen für den Hinweg (Originale) und Rückweg (Answer) verwendet. Eine Unterbrechung (Ausfall des Trägers) ist erkennbar.

Bei der **Phasenmodulation** (bei digitalen Signalen: PSK = *Phase Shift Keying*, *Phasen-*

