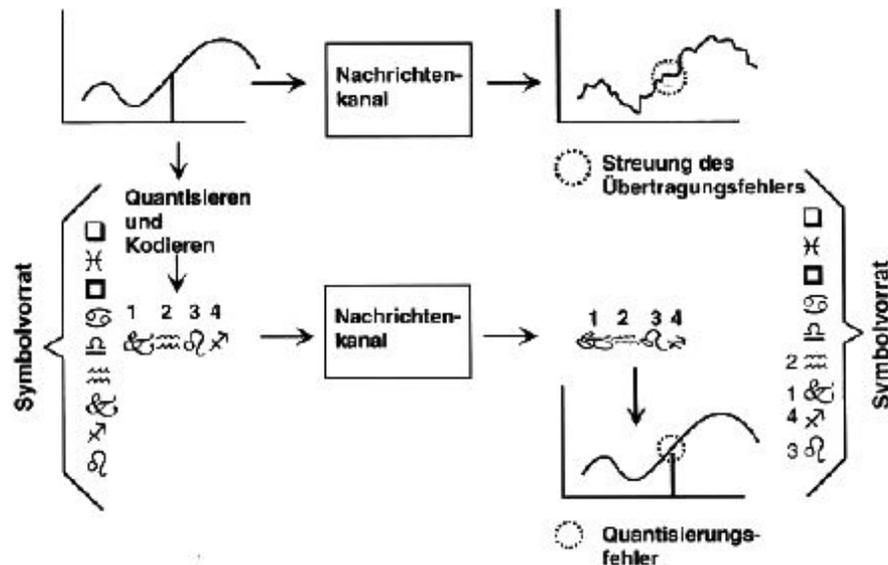


1. Worin liegt die Bedeutung von digitalen Kommunikationssystemen? Was ist das wesentliche Prinzip der digitalen Übertragungsverfahren? Was sind die Vorteile der digitalen Übertragungsverfahren? (mit Skizze)



Digitale Kommunikation

- Quellkodierung: Entfernung von Redundanz bzw. Irrelevanz
- Leitungskodierung: Signalformung für die Übertragung
- Kanalkodierung: Hinzufügen von zusätzlicher Information um die effektive Fehlerrate zu reduzieren

Vorteile der digitalen Übertragungstechnik:

- Geringer Bandbreitenbedarf bei Verwendung von Datenkompression (Quellkodierung)
- Geringere Fehlerraten durch Kanalkodierung (Fehlerschutz)
- Geringere Sendeleistung erforderlich

2. Erläutern Sie das Abtasttheorem. Was ist Pseudozufallsfolge? Wofür kann man sie verwenden?

Das Nyquist-Shannonsche **Abtasttheorem**, benannt nach Harry Nyquist und Claude Shannon, ist ein grundlegendes Theorem der Nachrichtentechnik und Informationstheorie. Es besagt, dass ein kontinuierliches Signal mit einer Minimalfrequenz von 0 Hz und einer Maximalfrequenz f_{\max} mit einer Frequenz größer als $2 \cdot f_{\max}$ abgetastet werden muss, damit man aus dem so erhaltenen zeitdiskreten Signal das Ursprungssignal ohne Informationsverlust wieder rekonstruieren kann:

$$f_{\text{abtast}} > 2 \cdot f_{\max}$$

In der Praxis bedeutet das Abtasttheorem, dass man vor der Abtastung die maximale Frequenz kennen oder herausfinden muss und dass dann das Signal mit mehr als der doppelten Frequenz abgetastet werden muss, wenn man das Signal wieder vollständig rekonstruieren will.

Als Pseudozufallszahlen bezeichnet man Zahlenfolgen, die durch einen deterministischen Algorithmus (Pseudozufallszahlengenerator) berechnet werden (und somit nicht zufällig sind), aber (für hinreichend kurze Sequenzen) zufällig aussehen. Bei jedem Start der

Zufallszahlenberechnung mit gleichem Startwert wird die gleiche Zahlenfolge erzeugt (weswegen diese Zahlen weit davon entfernt sind, wirklich zufällig zu sein). Pseudozufallszahlen erzeugt man mit Pseudozufallszahlengeneratoren.

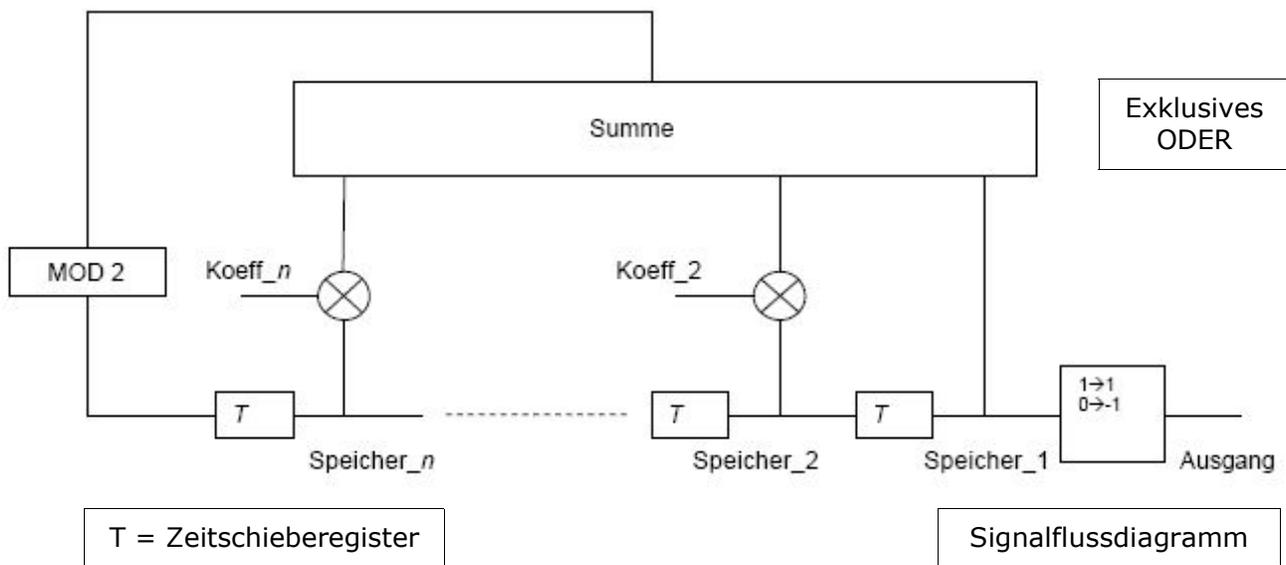
Pseudozufallsfolgen werden dafür verwendet, wenn man zufällig für eine Kanalcodierung (wie bei CDMA) eine Zufallszahl(folge) benötigt. Wie oben gelesen, kann man braucht man zur Entschlüsselung nur den Startwert und den Algorithmus bzw. die Schrittweite an den Decoder übermitteln.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Abtasttheorem>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pseudozufallszahl>

3. Wie kann eine Pseudozufallsfolge erzeugt werden? (inkl. Skizze)

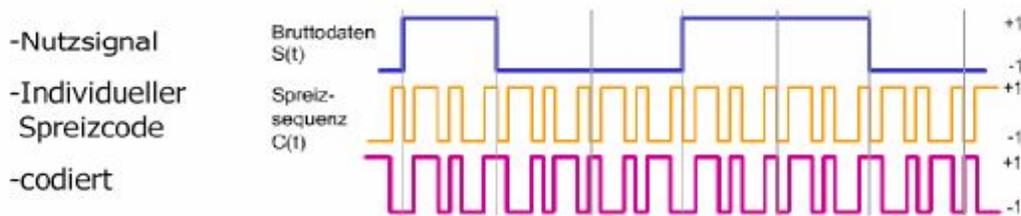
Eine Pseudozufallsfolge wird durch rückgekoppelte Schieberegister erzeugt.



4. Erklären Sie CDMA?

CDMA – Code Division Multiple Access.

- Direct Sequence Technik
- Frequency Hopping Technik
- Time Hopping Technik
- Erste Demonstration 1989 in San Diego
- Basis von 2 Verfahren, auf die man sich bei IMT-2000 geeinigt hat
- W-CDMA (auch Synonym für UMTS)



-Bruttodatenrate <-> Chipdatenrate

-Verhältnis wird auch Spreizfaktor genannt

5. Vor- und Nachteile von CDMA?

Vorteile

- sehr flexible Anpassung an unterschiedliche Datenraten
- gute Ausnutzung der Systemkapazität
- kontinuierliche Übertragung
- hohe Abhörsicherheit
- alle Nutzer verwenden die gleiche Frequenz -> keine Frequenzplanung
- Geringere Sendeleistung -> kleinere Geräte

Nachteile

- jede Kanalbelegung erzeugt Störleistung für alle anderen Kanäle
- hochgenaue Leistungsregelung im Up- und Downlink notwendig
- hochlineare Leistungsverstärker notwendig
- durch Soft-Handover mehrere aktive Kanäle (Festnetz-Kapazität)
- Versorgungsbereich einer Zelle verringert sich mit zunehmender Last

6. Was ist eine Pseudozufallsfolge?

Siehe (2)

7. Wie können Pseudozufallsfolgen technisch erzeugt werden?

Siehe (3)

endlicher Generator

Um eine Folge von N Zahlen zwischen 0 und m zu erzeugen, wähle man ein k größer als m^2 , ein p größer als $(k + N)^2$ und nicht durch kleine Primzahlen teilbar (wobei klein hier bedeutet: kleiner als m).

$$a_n = (p \bmod (k + n)) \bmod m$$

periodischer Generator

Man nehme Startzahlen a_0, p, b und m , wobei m die größte dieser Zahlen ist.

$$a_n = (a_{n-1}p + b) \pmod m$$

Ein weiteres Beispiel stellt der Mersenne Twister dar.

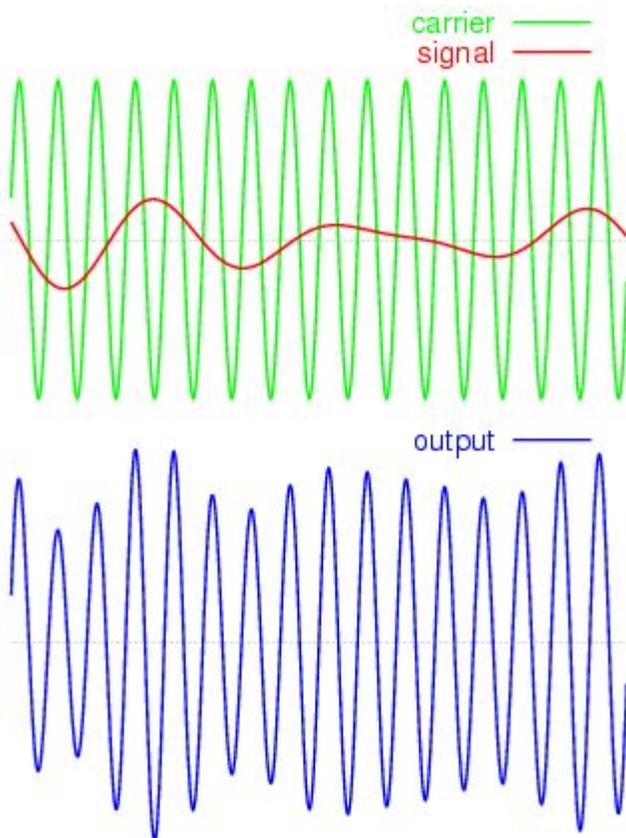
nicht-periodischer/unendlicher Generator

Man nehme die Nachkommastellen einer Wurzel einer ganzen Zahl als Zufallszahlen. Hierbei ist selbstverständlich darauf zu achten, dass die resultierende Wurzel eine irrationale Zahl ist, das

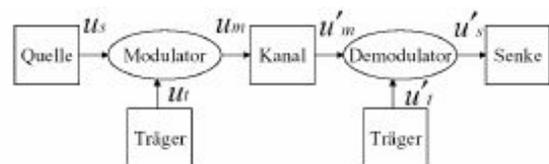
heißt, dass gilt: $\sqrt{n} = s, \quad s^2 \notin \mathbb{N}$. Klassischerweise kann man auch die Kreiszahl Pi verwenden.

8. Was verstehen Sie unter Modulation?

Die Modulation in der Technik ist ein Vorgang, bei dem ein oder mehrere Merkmale einer Trägerschwingung entsprechend dem Verlauf einer modulierenden Schwingung verändert werden.



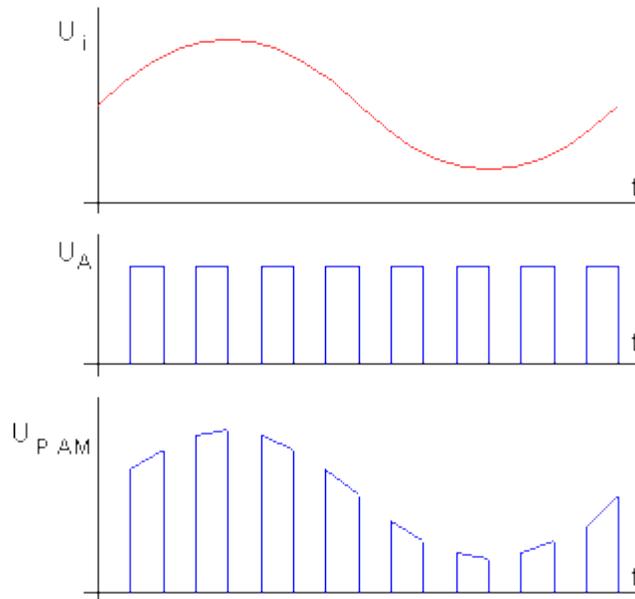
Bei der drahtlosen Übertragung von Information mittels hoher Frequenzen (z.B. Rundfunk, Fernsehen) besteht die Notwendigkeit, ein Signal hoher Frequenz, wie es von einem Sender abgestrahlt wird, so zu beeinflussen ("modulieren"), dass die zu übertragende Information darin codiert ist. Das hochfrequente Grundsignal nennt man auch Träger, Trägersignal oder Trägerfrequenz. Ebenso werden bei drahtgebundenen Übertragungsverfahren Signale moduliert, wenn das Übertragungsmedium keine digitale Kommunikation von Ende zu Ende ermöglicht (z.B. beim Telefonnetz).



- U_s Informationssignal, Modulierendes Signal
- U_t Träger
- U_m Modulationsprodukt, Moduliertes Signal

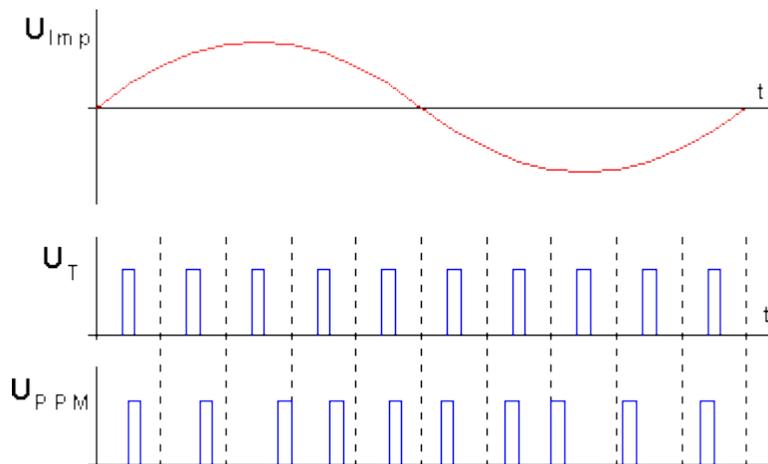
9. Erklären Sie PAM.

Abk. **Pulsamplitudenmodulation**. Als Voraussetzung der eigentlichen Analog/Digital-Wandlung wird das analoge Signal abgetastet. Dabei werden Impulse erzeugt, die der augenblicklichen Amplitude entsprechen und so lange andauern, wie die Abtastung selbst. Das PAM-Signal beschreibt damit die zeitliche Abtastung des Analogsignals, wobei die Abtastfrequenz mindestens doppelt so groß sein muß wie die höchste zu übertragende Frequenz (Abtasttheorem). Abtastimpulse sind eine amplitudenmodulierte Impulsfolge. In den Impulspausen können mittel Zeitmultiplex andere Datensignale übertragen werden.



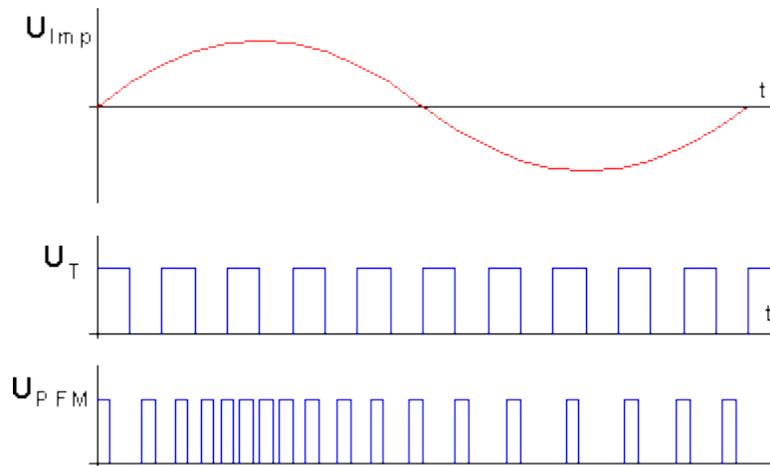
10. Erklären Sie PPM.

Bei der **Pulsphasenmodulation** PPM hat das Signal eine feste Amplitude. Dafür ist die Phasenlage zum Trägersignal abhängig von der Amplitude des Informationssignals.

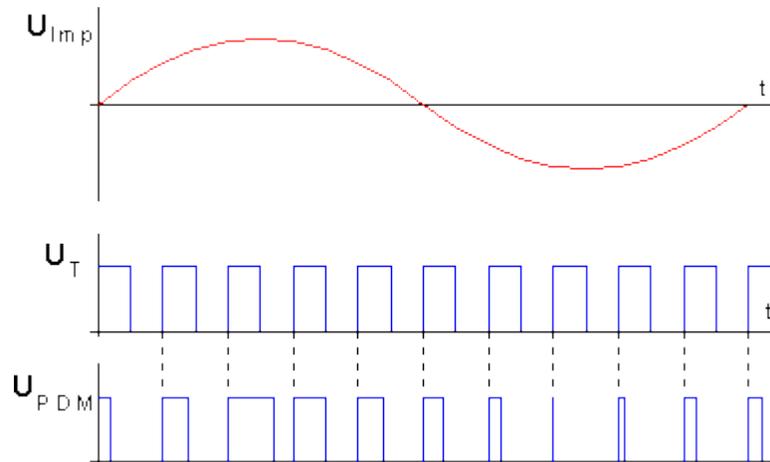


11. Erklären Sie PFM.

Auch bei der **Pulsfrequenzmodulation** PFM hat die Amplitude des modulierten Signals einen festen Wert. Die Frequenz des PFM-Signals hängt von der Amplitude des Informationssignals ab.

**12. Erklären Sie PDM.**

Auch bei der Pulsdauermodulation PDM hat das Signal eine feste Amplitude. Die Dauer des Impulses hängt von der Amplitude des Informationssignals ab. Die Pulsdauermodulation wird hauptsächlich in der Steuer- und Regelungstechnik verwendet.

**13. Was versteht man unter Quellkodierung?**

Bei der Quellcodierung wird das analoge Signal über Abtastung und Quantisierung in eine binäre Darstellung gewandelt.

Das Verfahren wird direkt an der Nachrichtenquelle angesetzt und die Daten der Signalquelle codiert. Dabei filtert man aus den Quelldaten gezielt Redundanz heraus. Die Quellcodierung wird zur Bitratenreduktion (Kompression) eingesetzt. Beispiele sind die Huffman-Codierung oder die Codierung nach Fano.

14. Was versteht man unter Kanalkodierung?

Die Aufgabe der Kanalkodierung ist der zuverlässige Transport von Nachrichten über gestörte Kanäle.

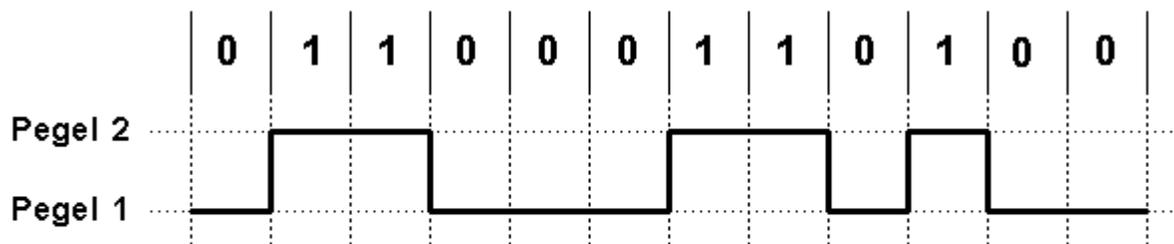
Die Kanalkodierung umfasst zwei Aufgaben:

Die Codierung auf Senderseite und die Decodierung auf der Empfängerseite. Durch die Codierung wird der zur übermittelnden Information senderseitig gezielt Redundanz hinzugefügt. Diese soll den Empfänger in die Lage versetzen, die ursprüngliche Nachricht trotz Übertragungsfehler richtig zu rekonstruieren. Alternativ zur Fehlerkorrektur können die eingesetzten Verfahren auch zur reinen Fehlererkennung eingesetzt werden.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kanalkodierung>

15. Erklären Sie den NRZ-Code.

NRZ (Non Return to Zero) ist eine Methode, um Bitmuster auf einer Leitung zu übertragen. Beim Übertragen einer logischen "0" wird der Status auf der physikalischen Leitung nicht verändert, beim Übertragen einer logischen "1" erfolgt ein Wechsel des Status auf der physikalischen Leitung.



NRZ-L-Code

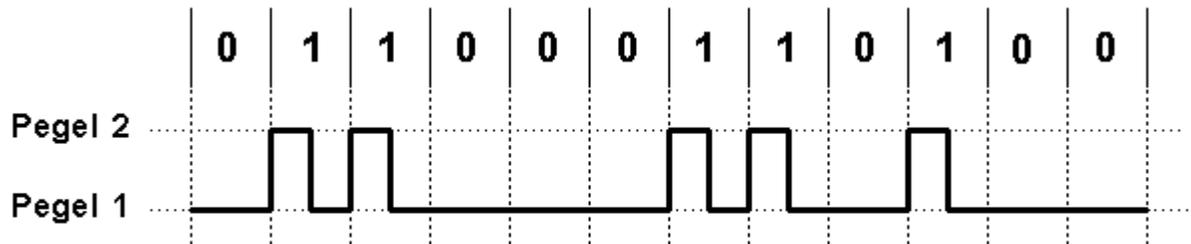
<http://de.wikipedia.org/wiki/NRZ-Code>

16. Erklären Sie den RZ-Code.

Die RZ- oder Return-to-Zero-Kodierung ist eine Weiterentwicklung der NRZ-Kodierung.

Bei dieser Kodierung ist es möglich, den Takt aus dem Signal zurückzugewinnen. Um bei langen 0-Serien nicht das gleiche Problem, wie bei der NRZ-Kodierung zu haben, wird oft nach n Wiederholungen einer 0 eine 1 eingestreut; dies nennt man "Bit-Stuffing".

Der Nachteil ist, dass für die Pegelwechsel bei der 1 eine doppelt so hohe Bandbreite nötig ist.



RZ-Code

<http://de.wikipedia.org/wiki/RZ-Code>

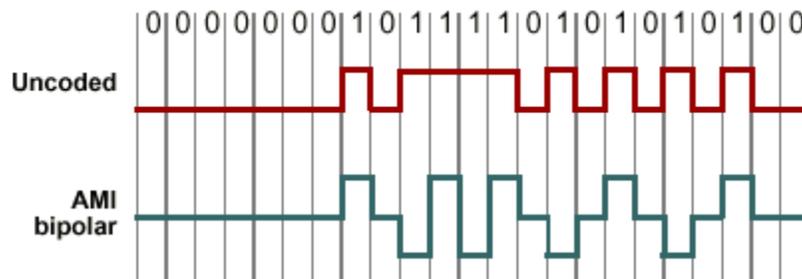
17. Erklären Sie den AMI-Code.

Der AMI-Code (Alternate Mark Inversion) ist ein ternärer Code zur Übertragung von Daten.

Ternär bedeutet, dass bei diesem Code drei Signalwerte (-, 0, +) benutzt werden, um die 2 Zustände eines Bits zu codieren. Eine logische 0 wird dabei als physikalische 0 übertragen, eine 1 abwechseln durch + oder -.

Dadurch wird eine Gleichstromkomponente vermieden. Wenn eine logische 1 durch den selben Zustand wie die vorherige 1 übertragen wird, spricht man von einer Coderegelerletzung. Durch gezielte Coderegelerletzungen können bei einer rahmenbasierten Übertragung verschiedene Rahmen getrennt werden.

Da bei langen Null-Folgen keine Taktrückgewinnung möglich ist, werden 2 aufeinanderfolgende Nullen durch eine 0 und eine umgekehrte 1 codiert.



<http://de.wikipedia.org/wiki/AMI-Code>

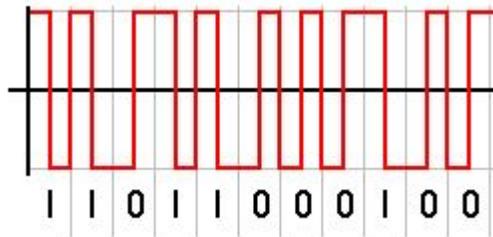
18. Erklären Sie den Manchester-Code.

Die Bits werden in die Flanken des Signals codiert. Der informationstragende Flankenwechsel tritt immer zur Bitmitte auf. Eine fallende Flanke bedeutet zum Beispiel eine logische Eins, eine steigende Flanke eine logische Null (oder, je nach Definition, andersherum). Daher gibt es mindestens eine Flanke pro Bit. Man kann auf die Übertragung eines Takt-Signals verzichten. Der Manchester Code wird deshalb als selbstsynchronisierend bezeichnet. Des weiteren ist der Manchester Code gleichstromfrei.

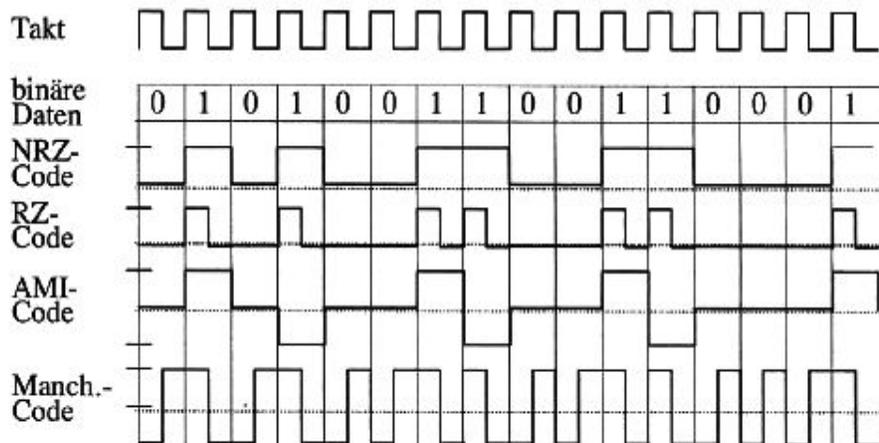
Damit aber erkannt werden kann, wie im Signal eine logische 1 codiert ist und wo diese auftritt, muss jeweils zu Beginn einer Datenübertragung eine klar definierte Präambel versendet werden. Mit Hilfe dieser kann der Empfänger die Bitmitte erkennen und sich somit "selbst" synchronisieren.

Neben dem Manchester Code gibt es noch den Differentiellen Manchester Code. Bei diesem findet, im Gegensatz zur Manchester Codierung, am Bitanfang nur bei Nullen ein Flankenwechsel statt. Dadurch geht die feste Zuordnung zwischen Richtung des Flankenwechsels und logischem Signalzustand verloren.

Manchester Code wird zum Beispiel bei 10-Mbit-Ethernet verwendet; Differentielle Manchester Codierung zum Beispiel bei Token Ring.



<http://de.wikipedia.org/wiki/Manchester-Code>

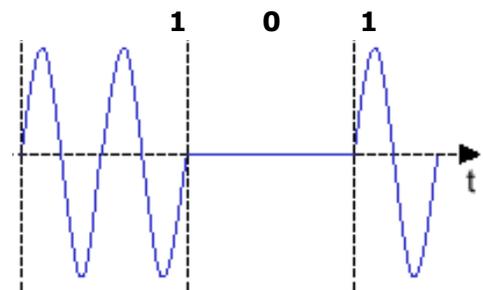


19. Erklären Sie den differentiellen Manchester-Code.

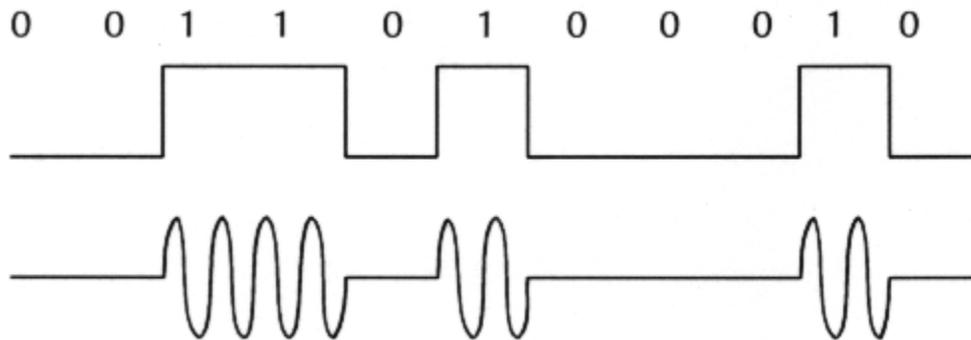
20. Erklären Sie den ASK.

Amplitude Shift Keying

Der englische Fachbegriff für ein Übertragungsverfahren bei dem sich mehrere Signalzustände durch frequenz-identische, aber in der Amplitude unterschiedliche Teilsignale, codieren lassen (Amplitudenumtastung). Es wird typischerweise in digitalen Glasfasersystemen angewendet.



- Technisch einfach
- benötigt wenig Bandbreite
- störanfällig

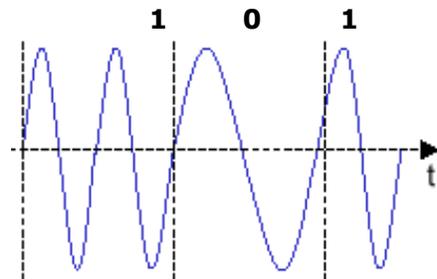


21. Erklären Sie den FSK.

Frequency Shift Keying

Englischer Fachbegriff für ein digitales Modulationsverfahren, bei dem die zu übertragende Bitabfolge die Schwingungen eines Trägersignales zwischen zwei Frequenzzuständen umschaltet (Frequenzumtastung). Eine typische Anwendung findet man beim Mobilfunk.

- Größere Bandbreite
- für Telefonübertragung



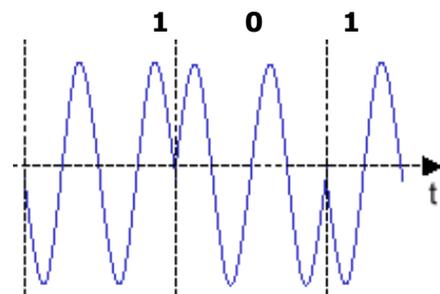
22. Erklären Sie den PSK.

Phase Shift Keying

Die Phasenmodulation ist ein Verfahren, mit dem ein analoges oder ein digitales Signal über einen Kommunikationskanal übertragen wird.

Bei digitalen Signalen spricht man von "Phasenumtastung" (Phase Shift Keying bzw. PSK). Dabei wird die Phase einer Sinusschwingung (Träger) durch Phasenverschiebung moduliert. Entsprechend dem Binärwert (0 oder 1) eines Bits wird die Phasenlage der Sinusschwingung geändert. Die Frequenz dieser Schwingung wird Trägerfrequenz genannt.

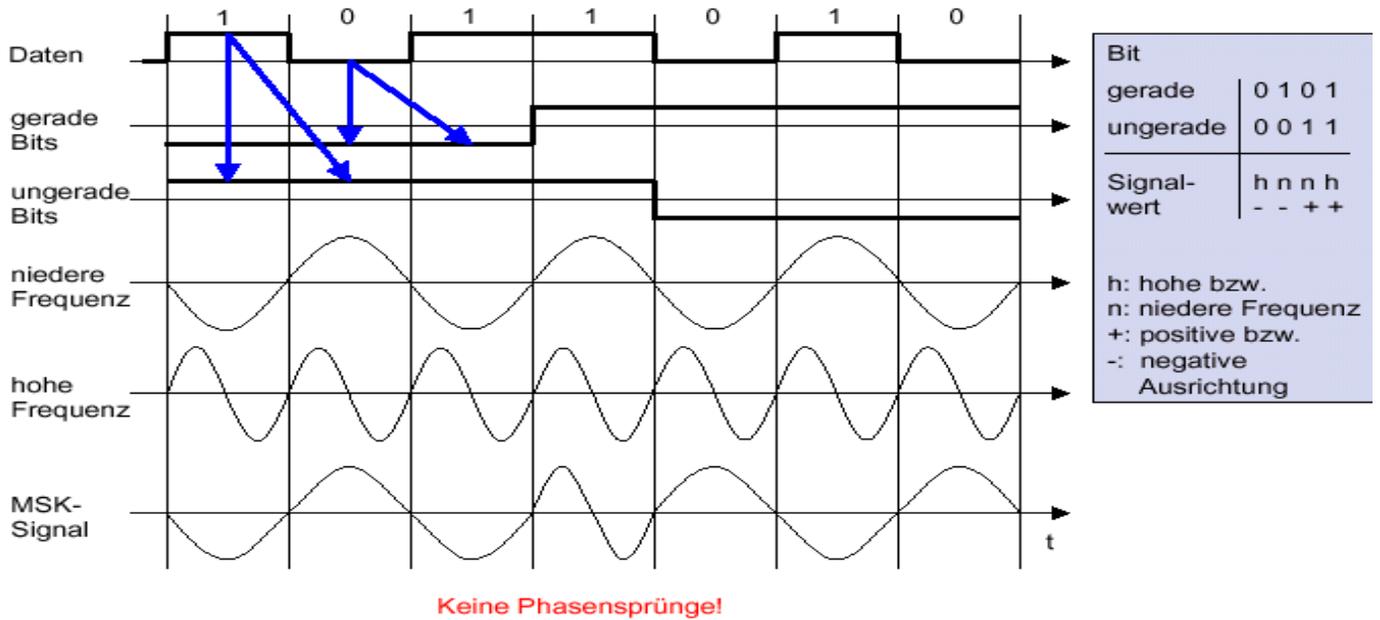
- Komplexe Demodulatoren mit Trägerrückgewinnung
- relativ störungssicher



23. Erklären Sie den MSK.

Minimum Shift Keying

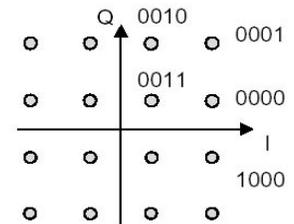
Um Phasensprünge und daraus resultierend hohe Bandbreiten zu verhindern, werden bei der MSK-Modulation die Rechteckimpulse welche "1" oder "0" codieren durch Sinushalbwellen ersetzt.



24. Erklären Sie den QAM. (inkl. Skizze, z.B. QAM 16)

Quadratur Amplituden Modulation

Bei diesem Verfahren wird der Datenstrom in zwei Datenströme mit jeweils der halben Übertragungsrate gesplittet und dann einem orthogonalen Trägerpaar aufmoduliert. Die Verwendung der beiden orthogonalen Träger - einer Sinus- und einer Cosinus-Funktion - erklärt auch die Bezeichnung "Quadratur"-Amplituden-Modulation.

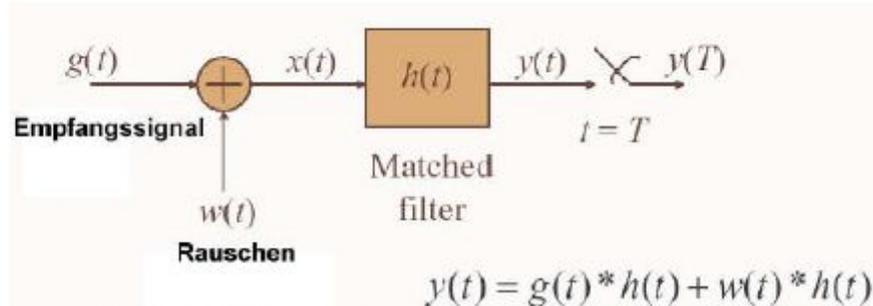


- Aufteilung von Bits oder Bitgruppen auf zwei Kanäle
- getrennte Amplitudenmodulation dieser Kanäle auf zwei um 90° phasenverschobene Träger, die dann addiert werden
- Möglichkeit, n Bits in Symbol zu kodieren

Beispiel: 16-QAM (4 Bits entspr. einem Symbol)

Die Symbole 0011 und 0001 haben gleiche Phase und unterschiedliche Amplitude. 0000 und 1000 haben unterschiedliche Phase und gleiche Amplitude.

25. Wodurch wird ein signalangepasstes Filter gekennzeichnet?



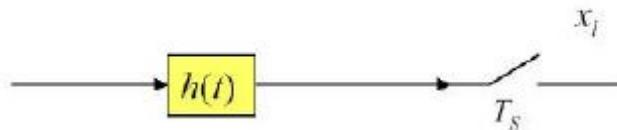
Für weißes Rauschen liefert folgendes Filter eine optimale Energiebilanz:

$$y(t) = g(t) * h(t) + w(t) * h(t)$$

$$h_{\text{opt}}(t) = k g^*(T-t)$$

26. Wodurch werden Nyquistimpulse gekennzeichnet?

Forderung: Das Gesamtsystem $h(t)$ muß verzerrungsfrei sein



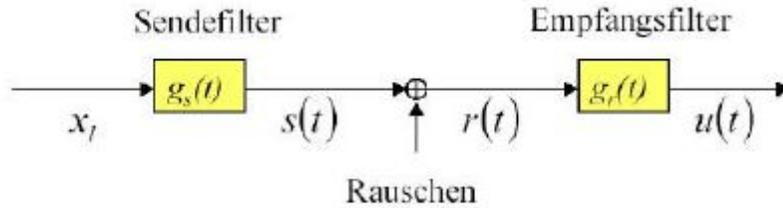
Das bedeutet:

Nach einer Abtastung des Empfangssignals im Symboltakt T_s müssen sich wieder die ungestörten Modulationssymbole x_j ergeben. D.h.:

Die Impulsantwort $h(t)$ muss so beschaffen sein, dass sich *Nachbarsymbole nicht beeinflussen*: Keine ISI (Intersymbolinterferenz), d.h.

$$h(lT_s) = \delta[l] \quad \text{Nyquist-Kriterium}$$

Gesamtsystem: Sendefilter + Empfangsfilter



Sendefilter $g_s(t)$: Pulsformung

Empfangsfilter $g_r(t)$: Filtert möglichst viel Rauschen weg

Darf dabei das Nutzsignal nicht verzerren !

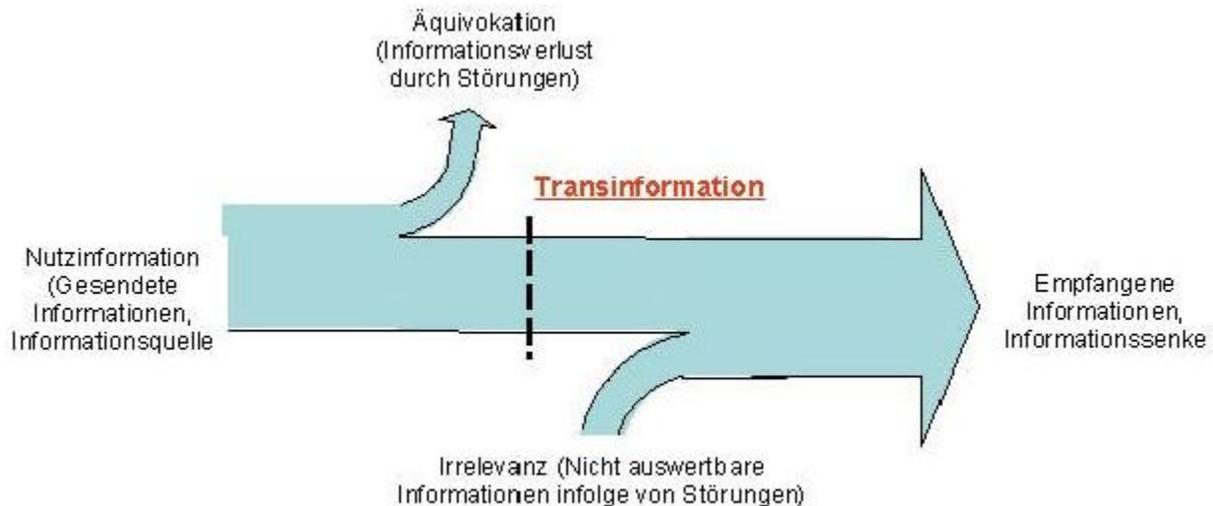
$h(t) := g_r(t) * g_s(t)$ Impulsantwort des rauschfreien Gesamtsystems



27. Was ist die Kanalkapazität (ohne böser Formel)?

= Maximal mögliche Transinformationsrate

Die Kanalkapazität ist Teil der informationstheoretischen Beschreibung des Kanals. Sie gibt an, wie hoch die maximale Bitrate ist, die über einen Kanal fehlerfrei übertragen werden kann.



28. Was ist ein Schmitt Trigger?

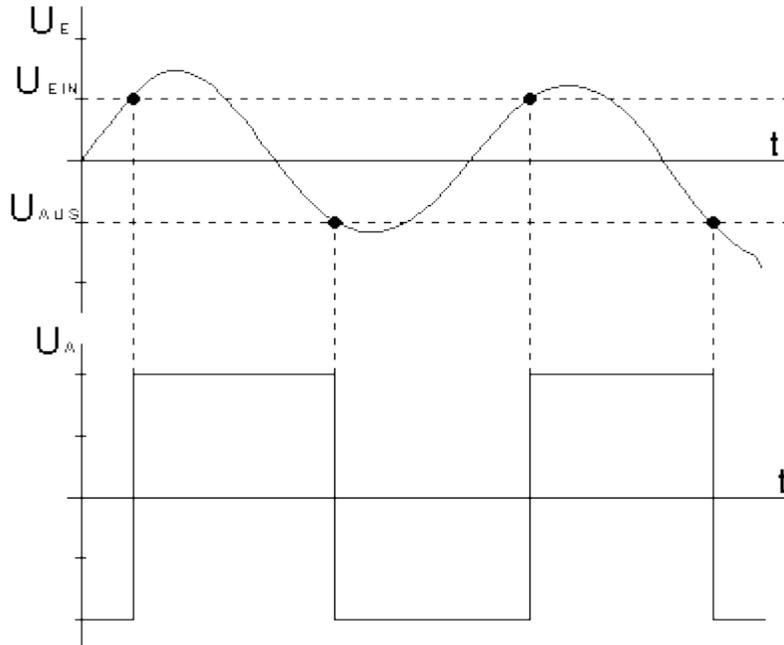
Funktion

Der Schmitt-Trigger ist ein analoger Komparator, ein Vergleicher für zwei analoge Spannungen. Er funktioniert als Schwellwertschalter. Die Ausgangsspannung eines Schmitt-Triggers kippt bei Erreichen eines bestimmten Eingangsspannungswertes von Low-Pegel auf High-Pegel. Sinkt die Eingangsspannung anschließend wieder auf einen bestimmten Wert unterhalb des vorherigen

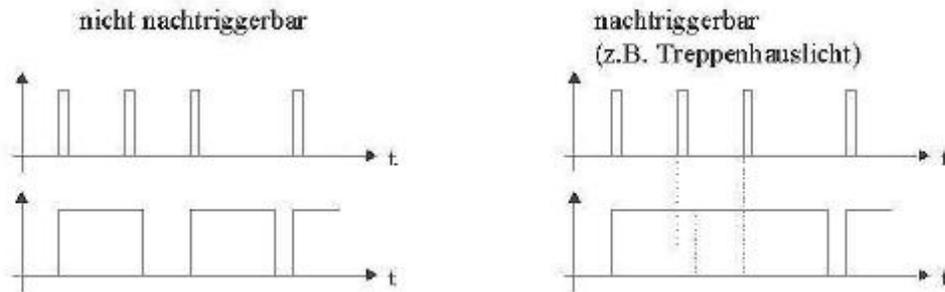
Schwellwertes ab, so kippt die Ausgangsspannung zurück auf Low-Pegel. Zwischen beiden Punkten liegt eine gewisse Hysterese. Die Hysterese ist hier die Differenzspannung zwischen den Kippspannungen auf der Eingangsseite.

Anwendung

Werden digitale Signale über lange Kabelstrecken geschickt, so verfälscht sich das Signal sehr stark. Das Signal wird *unschärf*. Mit einem Schmitt-Trigger werden für nachfolgenden digitale Verknüpfungsglieder wieder eindeutige Pegel erzeugt.



29. Was ist ein monostabile Kippstufe (=Monoflop)? (Unterscheidung in ??)



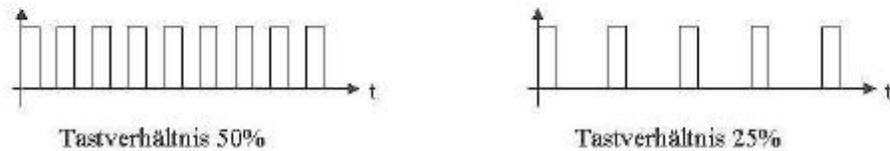
- Benötigt Triggerimpulse
- kippt zwischen zwei Logikzuständen
- Verweildauer einstellbar

Bsp. Treppenhauslicht (Licht brennt bereits)

Nicht nachtriggerbar: Wird der Schalter noch einmal betätigt, geschieht nichts.

Nachtriggerbar: Wird der Schalter noch einmal betätigt, wird die Zeit, die das Licht brennt, verlängert

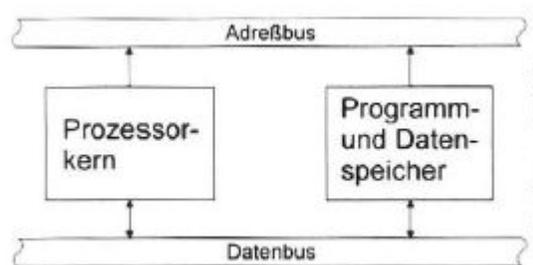
30. Was ist ein astabile Kippstufe (=Rechteckgenerator, Multivibrator)?



- Gibt eine Rechteckfrequenz ausdrückt
- Frequenz einstellbar
- Tastverhältnis einstellbar
- heißt auch Rechteckgenerator oder Multivibrator

Nach einer gewissen Zeit ändert sich jeder Zustand (Rechteckgenerator)

31. Skizzieren ein Mikrocomputersystem mit Neumann-Architektur.



32. Was sind Vor- und Nachteile der Neumann-Architektur verglichen mit der Harvard Architektur?

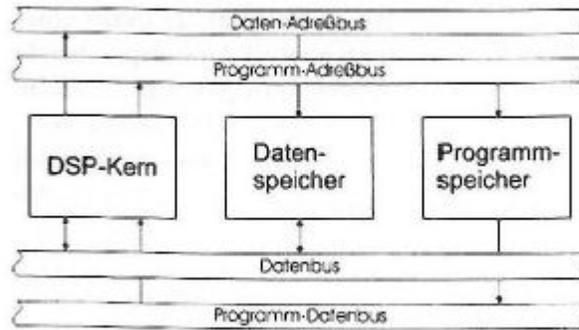
Neumann-Architektur:

Vorteil: Universalität trotz Einfachheit

Nachteile: Von-Neumannscher Flaschenhals, Im Speicher wird nicht zwischen Daten und Befehlen unterschieden

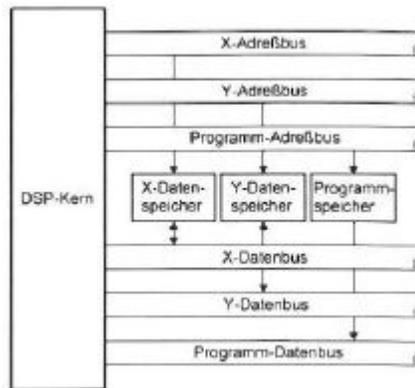
Harvard Architektur: Daten und Befehle auf getrennten Bussen

33. Skizzieren Sie ein Mikrocomputersystem mit Harvard-Architektur.

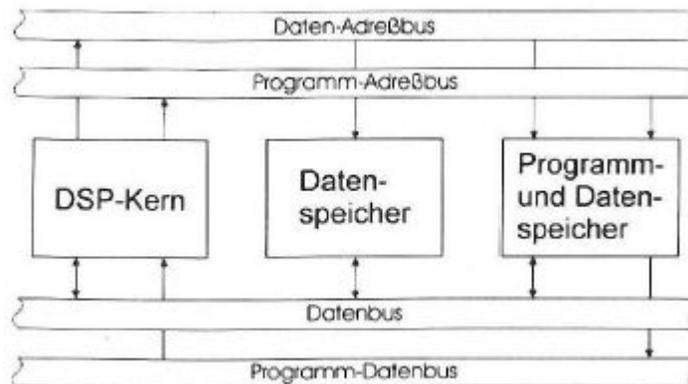


34. Skizzieren ein Mikrocomputersystem mit erweiterter Harvard-Architektur.

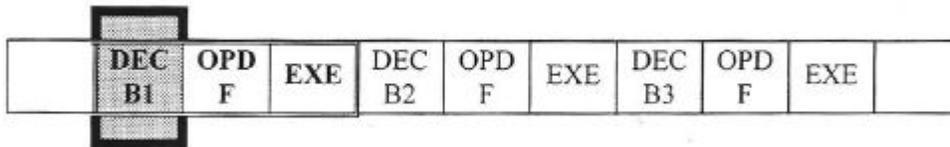
Verwendung bei digitalen Signalprozessoren



35. Skizzieren ein Mikrocomputersystem mit modifizierter Harvard-Architektur.

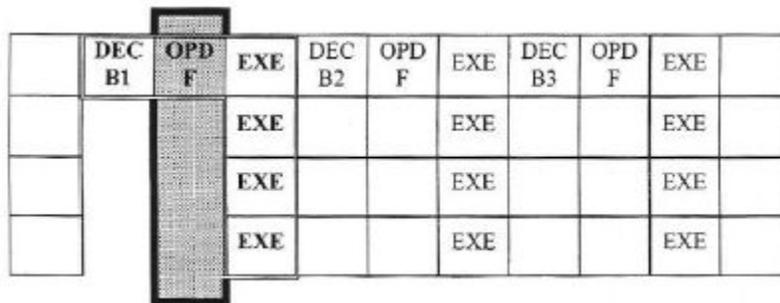


36. Erklären (Skizzieren) sie das Prinzip der seriellen Befehlsverarbeitung.



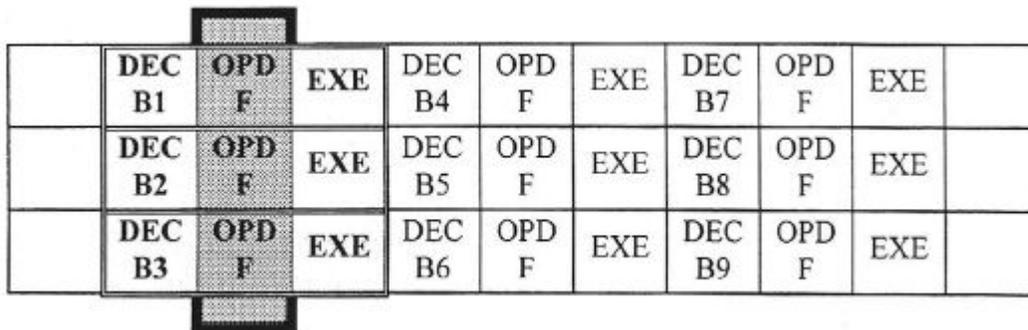
DEC: Decode- Befehl aus Speicher auslesen und dekodieren
OPD: Operand Fetch- Operanden aus dem Speicher auslesen
EXE: Execute- Ausführen des Befehls
 Eigentlich noch eine Write Back Phase (WRB)

37. Erklären (Skizzieren) sie das Prinzip der vektoriellen Befehlsverarbeitung.



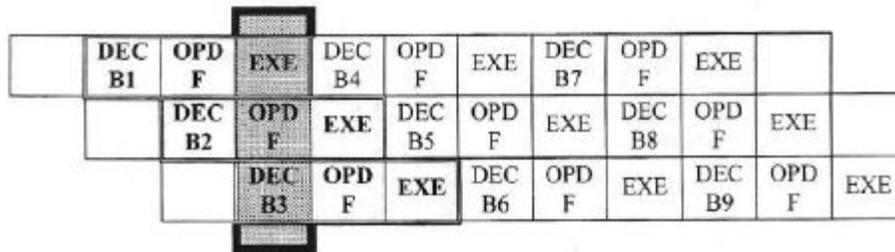
Gleichartige Datenverarbeitung in jeder Ausführungseinheit

38. Erklären (Skizzieren) sie das Prinzip der superskalaren Befehlsverarbeitung.

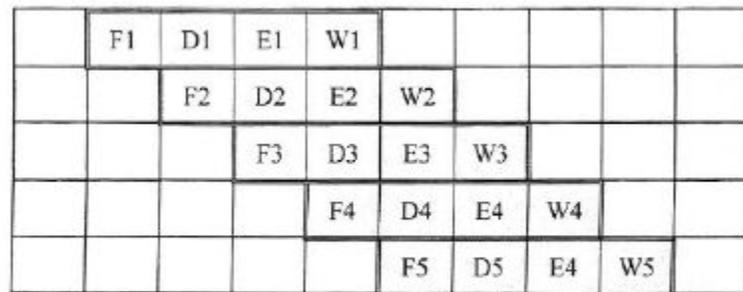


Parallelverarbeitung

39. Erklären (Skizzieren) sie das Prinzip der Pipelineverarbeitung.

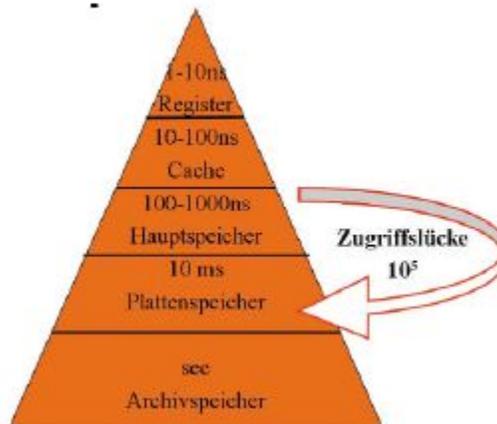


Gute Ausnützung aller Einheiten



F: FETCH D: DECODE E: EXECUTE W: WRITE

40. Erklären (Skizzieren) sie das Prinzip der Speicherhierarchie.



41. Was versteht man unter CISC? Erklären Sie die wesentlichen Merkmale.

Complex Instruction Set Computer

- Ende der 70er Jahre wurde sehr viel mit komplexen Instruktionen experimentiert
- Entwickler versuchten semantische Lücke zwischen den Fähigkeiten der Maschinen und den Anforderungen der Hochsprachen zu schließen
- CISC Maschinen, die komplexe Instruktionen direkt verarbeiten konnten, entstanden

42. Was versteht man unter RISC? Erklären Sie die wesentlichen Merkmale.**Reduced Instruction Set Computer**

- Maschine kann nur kleine Zahl einfacher Instruktionen direkt verarbeiten
- Einfache Befehle können aber sehr schnell ausgeführt werden
- Pipelining möglich

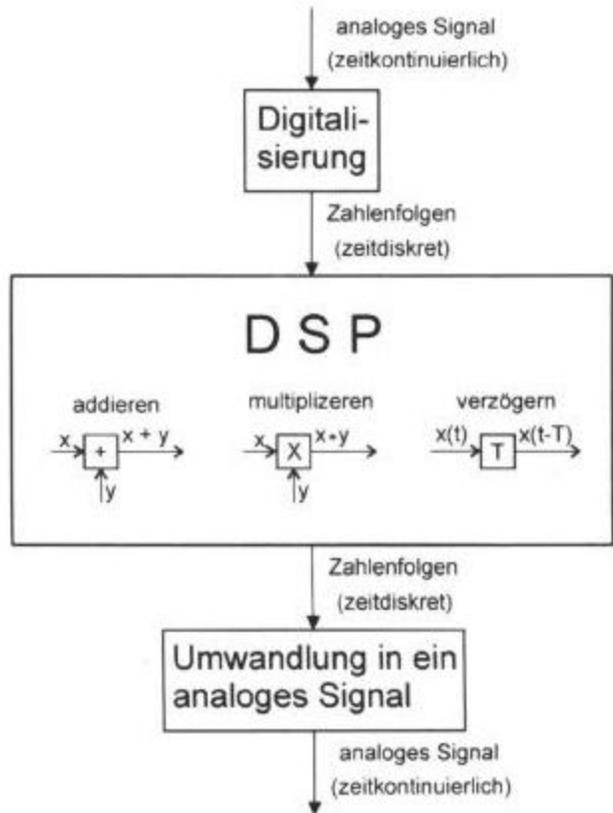
43. Was spricht für RISC, was für CISC?**Pro CISC:**

- Semantische Lücke zwischen Hardware und Hochsprache wird geschlossen
- Komplexe Befehle verringern Hauptspeicherbedarf für den Programmcode
- Je kürzer Programm, desto schneller läuft es ab, da weniger Hauptspeicherzugriffe notwendig
- Komplexe Befehle vereinfachen Compiler
- Je mehr Funktionalität durch Hardware implementiert, desto zuverlässiger ist Rechner ?? (allg. Ansicht: Hardware ist sicher, Software enthält Fehler)

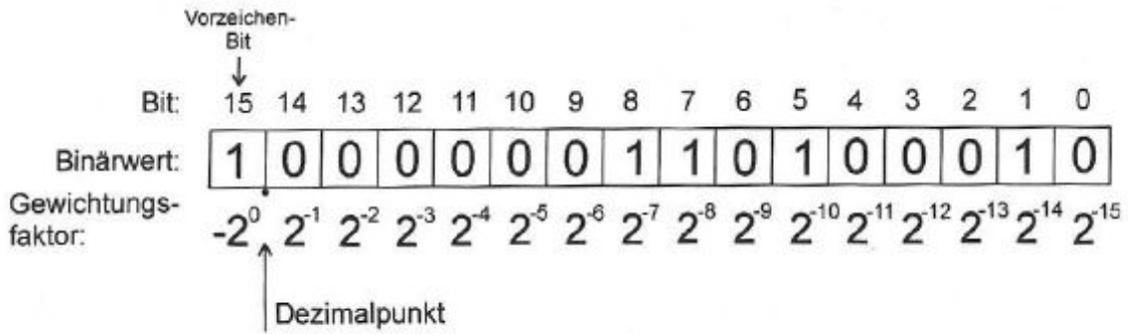
Contra CISC:

- Komplexe Befehle, die eigentlich Compiler vereinfachen sollen, werden kaum benutzt
- Hardware ist nicht fehlerfreier als Software ??, aber Fehler schwieriger korrigierbar (z.B. Pentium-Bug)

44. Wie ist grundsätzlich ein digitaler Signalprozessor aufgebaut?



45. Welche Überlaufkennlinien gibt es bei Signalprozessoren?



Umwandlung des Binärwertes:
 Addition der Gewichtungsfaktoren, bei denen ein Binärwert Eins ist.

$$-2^0 + 2^{-7} + 2^{-8} + 2^{-10} + 2^{-14} = -0,986694338$$

Beispiel für eine 1.15 Darstellung eines Binärwertes

46. Was versteht man unter dem Dynamikbereich?

Kennzeichnet den Unterschied zwischen dem leisesten und dem lautesten Ton einer wiederzugebenden Klangquelle. Nach unten wird der Dynamikbereich begrenzt durch systembedingtes Grundgeräusch, nach oben durch Überlastungsfolgen wie Verzerrungen etc. Der Dynamikbereich wird in Dezibel angegeben.

$$\text{Dynamikbereich} \Big|_{\text{dB}} := 20 \cdot \log_{10} \frac{\text{größte darstellbare Zahl}}{\text{kleinste darstellbare Zahl}}$$

47. Gegeben sei ein System mit ??-Bit Festkommaarithmetik. Wie groß ist der Dynamikbereich dieses Systems?

Berechenbar mit der in der vorigen Frage angeführten Formel.

48. Welche digitalen Filter gibt es?

FIR - Finite Impuls Response–Filter

IIR - Infinite Impuls Response–Filter

49. Worin unterscheiden sich FIR und IIR Filter?

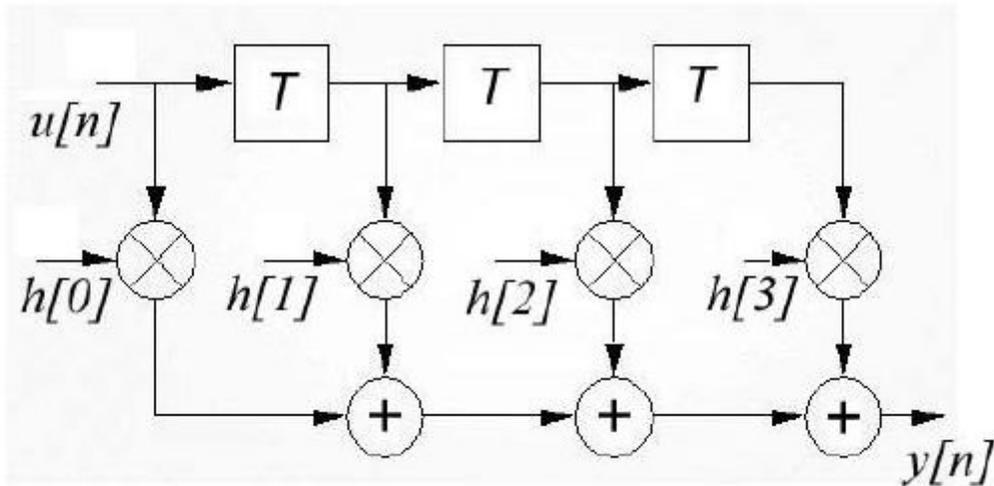
FIR-Filter: endlich lange Impulsantwort $h[n]$, sind stets stabil

IIR-Filter: unendlich lange Impulsantwort $h[n]$, sind nicht unbedingt stabil

Merkmal	FIR-Filter	IIR-Filter
Selektivität	Mäßig	Sehr gut
Anzahl der Operationen im DSP	viele	wenige
Speicherbedarf im DSP	hoch	mäßig
Lineare Phase/ konstante Gruppenlaufzeit	Leicht realisierbar	Kaum möglich
Stabilität	immer	bedingt
Adaptive Filter	möglich	Schwer möglich
Impulsantwort	Endliche Länge	Unendliche Länge

50. Skizzieren das Schema eines FIR Filters mit ??-Verzögerungselementen.

FIR Filter mit 3 Verzögerungselementen



51. Wofür eignet sich MATLAB besonders gut?

Lösung diverser mathematischer Probleme und zur grafischen Darstellung der Ergebnisse.

52. Was ist ein MATLAB-Script?

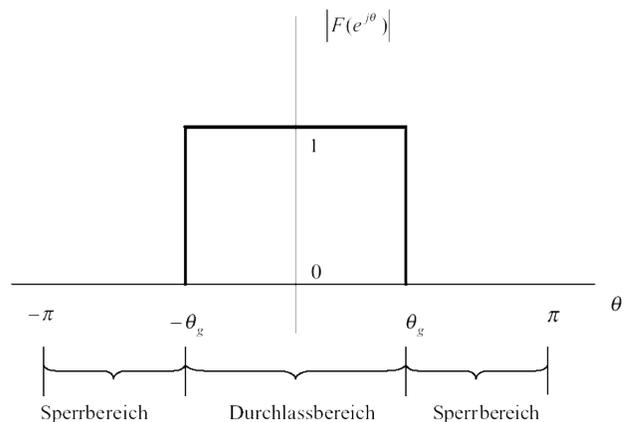
- kleinere Programme in Matlab
- beinhalten Anweisungen zur Berechnung/Darstellung von mathematischen Problemen

53. Wie werden Kommentare in MATLAB gekennzeichnet?

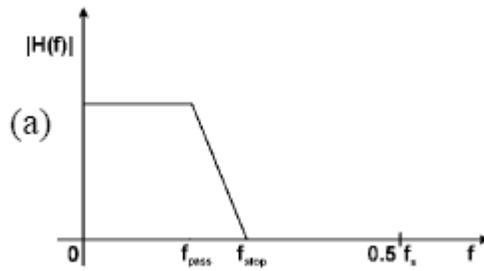
%

54. Nennen Sie die Eigenschaften von idealen Filtern.

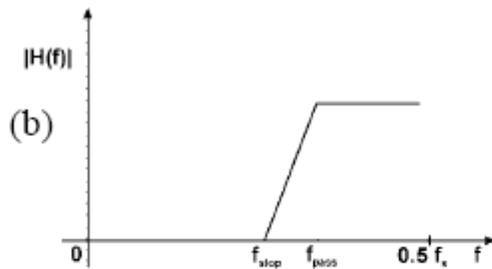
- Keine Dämpfung im Durchlassbereich
- Unendlich hohe Dämpfung im Sperrbereich
- Unendlich hohe Flankensteilheit
- Lineare Phase bzw. konstante Gruppenlaufzeit im Durchlassbereich



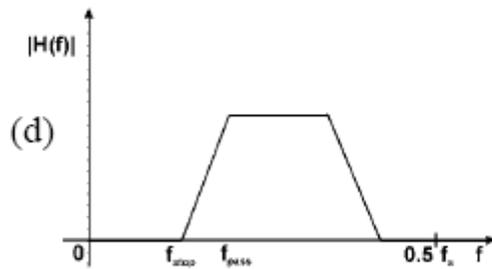
55. Skizzieren Sie den Betrag der Übertragungsfunktion eines idealen Tiefpassfilters.



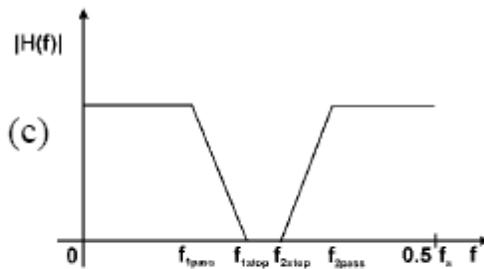
56. Skizzieren Sie den Betrag der Übertragungsfunktion eines idealen Hochpassfilters.



57. Skizzieren Sie den Betrag der Übertragungsfunktion eines idealen Bandpassfilters.



58. Skizzieren Sie den Betrag der Übertragungsfunktion einer idealen Bandsperre.



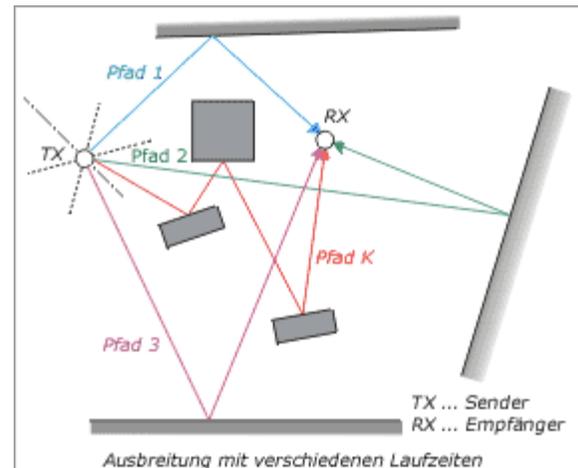
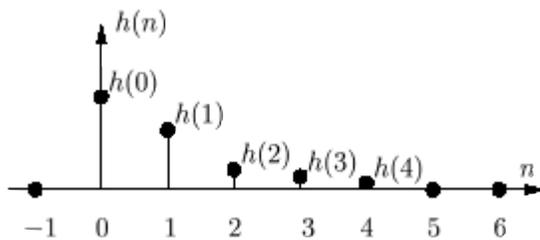
59. Was ist ein äquivalentes zeitdiskretes Kanalmodell?

60. Was sind die Folgen der Intersymbolinterferenz – ISI?

Mit der Einführung von digitalen Systemen (GSM) Ende der 80er-Jahre begann sich das Interesse auf die Zeitdispersion zu richten und auf die daraus resultierende Intersymbolinterferenz: Die mehrfachen Echos, die den Empfänger erreichen, haben verschiedene Laufzeiten. Wenn nun der Laufzeitunterschied etwa der Dauer eines gesendeten Bits entspricht, so werden Signale von verschiedenen Bits am Empfänger miteinander vermischt. Diesen Effekt nennt man Intersymbolinterferenz (ISI).

Ein Kanal sendet beispielsweise entweder eine 1 oder eine -1. Wird nun zum Zeitpunkt Null eine 1 gesendet, folgt dem Signal im Kanal zum Zeitpunkt 1 ein Echo, das ein viertel des ursprünglichen Signals beträgt, in unserem Fall 0,25 usw. (siehe Skizze). Wird eine weitere 1 zum Zeitpunkt 1 gesendet, addiert sich das Echo (0,25) zu unserer 1 und der Empfänger erhält nun bei einer gesendeten 1 den Wert 1,25.

gesendet		empfangen
Vorher	Jetzt	
+1	+1	1,25
+1	-1	-0,75
-1	+1	+0,75
-1	-1	-1,25



61. Warum verwendet man die Entzerrung?

- Kanalmodell $M(z)$ bzw. $H(z)$
- Nyquistimpuls ?
- Intersymbolinterferenz (Echos)
- „Rattenschwanz“
Um den so genannten Rattenschwanz = die Intersymbolinterferenz (Echos) zu eliminieren (Siehe Bild Frage 60)

62. Welche Arten von Entzerrung gibt es?

Es gibt prinzipiell 2 Möglichkeiten die Verzerrungen (Echos) eines Kanals zu eliminieren:

- Vorverzerrung (Precoding)
- Entzerrung im Empfänger
 - Lineare Entzerrung (Zero-Forcing /ZF)
 - Entscheidungsrückgekoppelte Entzerrer (DFE)
 - Sequenzschätzer (Viterbi – Algorithmus)

63. Was versteht man unter einer Vorverzerrung? (Vor- und Nachteile)

Man formt das Sendesignal bereits im Sender so, dass die Intersymbolinterferenz des Kanals aufgehoben wird.

Beim Empfänger kommt ein intersymbolfreies Signal an.

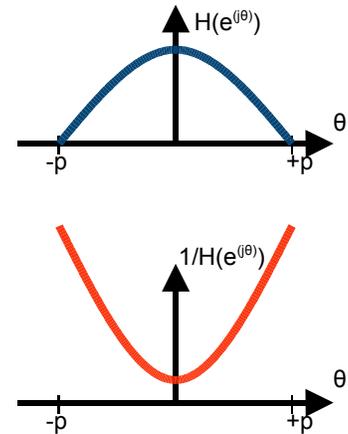
- Funktionsweise
 - Die Impulsantwort des Kanals ($h(n)$ bzw. $H(z)$) ist dem Empfänger bekannt. (man weiß welches Echo ein Kanal liefert).
 - Dem Sendesignal wird genau der „Rattenschwanz“ von Impulsen der Intersymbolinterferenzen abgezogen.
(IIR-Filter)
- Nachteile:
 - Das Sendesignal ist nun nicht mehr ± 1 sondern kann auch größer werden.
 - größeres Signal \rightarrow mehr Sendeleistung
 - Sendeleistung ist durch Vorgaben (Normen) beschränkt.
 - Abhilfe Modulo-Operation
 - NT: Empfangssignal kann nun größer werden.
 - NT: Erzeugt aber zusätzliche Entscheidungsgrenzen FEC-Decodierung

64. Was versteht man unter einer linearen Entzerrung?

(Vor- und Nachteile)

Fehlt vt's

- Hintergedanke
 - Die **Übertragungsfunktion** des Kanals $H(z)$ kann durch ein Filter mit der Übertragungsfunktion $1/H(z)$ kompensiert werden.
- Probleme
 - Ist die Übertragungsfunktion $H(z)$ des Kanals in einigen Bereichen sehr klein
 - wird die **inverse Übertragungsfunktion** sehr groß!
 - Führt zu einer Rausch-Überhöhung in diesem Frequenzbereich (Betragsquadrat)
- Die Färbung des Rauschens bringt nun einige Nachteile mit sich:
 - Q-Funktion kann zur Restfehlerabschätzung nicht mehr eingesetzt werden!
 - Verfahren zur Decodierung (FEC) oder Entzerrung können nicht mehr eingesetzt werden.
 - Z.B.: Viterbi – Sequenzschätzer



Um auf die ursprüngliche Bitfolge zurückzuschließen, können mehrere Wege beschrrieben werden. Ein direkter Weg ist der der linearen Entzerrung. Für die lineare Entzerrung wird das inverse Filter $g^{-1}(z)$, wie in Bild 2.21 angegeben, erzeugt und mit dem Empfangssignal gefaltet. $k(z)$ ist frei wählbar. Hierbei wird zwar dann die Intersymbolinterferenz, das Rauschen jedoch eventuell nicht optimal unterdrückt.

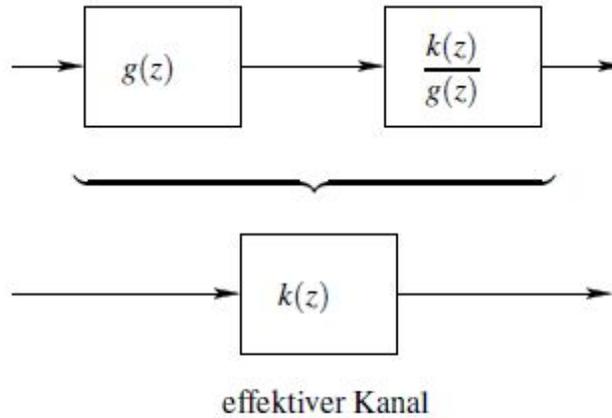
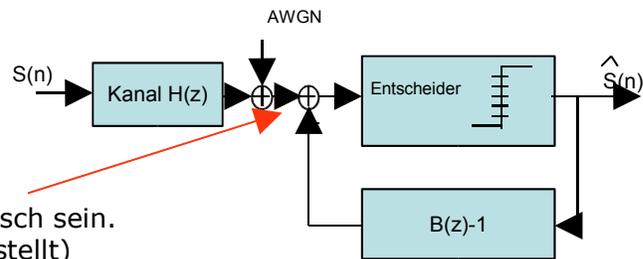


Figure 2.21.: Lineare Entzerrung

65. Was versteht man unter einer entscheidungsrückgekoppelten Entzerrung? (Vor- und Nachteile)

Heißt auch DFE: Decision Feedback Entzerrerr



Bedingung:
an dieser Stelle muss das Signal kausal und monisch sein.
(wird durch gewichtetes whitening Filter sichergestellt)

$B(z)$ ist wegen der Bedingungen in diesem Fall gleich $H(z)$.

- Das Eingangssignal wird auf ein Sendesymbol entschieden – wir sprechen von einer Schätzung.
- Wir nehmen an, dass die Schätzung richtig ist.
- Mit dieser Schätzung erzeugt man mit einer Nachbildung des Kanals $B(z)-1$ (Kanal $H(z)$ ohne den direkten Durchgriff $h(0)$) den „Ratenschwanz“ des Signals nach und zieht diesen vom Signal ab.

NT:

Bei den entscheidungsrückgekoppelten Entzerrern kann es durch einen Fehler bei der Schätzung des Symbols zu einem Fortpflanzen dieses Fehlers kommen.

DFE auf dem ZeroForcing Prinzip (vorgestelltes Prinzip)

- VT: Optimiert auf totale Intersymbolinterferenz- Freiheit
- NT: kleine Rauscherhöhung

66. Worin liegt der Unterschied zwischen einem „normalen“ Entscheider und einem Sequenzschätzer?

67. Wie funktioniert der Viterbi – Algorithmus?

Der Viterbi-Algorithmus ist eine Methode aus dem Gebiet der Dynamischen Programmierung, die die wahrscheinlichste Abfolge von versteckten Zuständen findet die zu einer Abfolge von beobachtbaren Ereignissen führt. Die Abfolge von versteckten Zuständen wird Viterbi Pfad genannt. Näheres zur Nomenklatur siehe im Hidden Markov Modell, das die Basis für den Viterbi-Algorithmus legte.

Wie man aus der Beschreibung des Algorithmus sieht kann er fast überall eingesetzt werden um Muster zu erkennen. Das ist ein weites Feld, da Lebewesen ständig Sinnesreize interpretieren müssen und aus dem bereits gelernten diese Signale einordnen. Der Viterbi-Algorithmus tut genau das auch und ist somit ein wichtiger Baustein der Künstlichen Intelligenz.

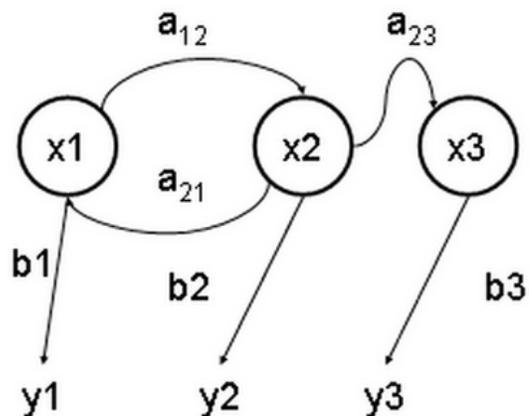
Eingang: beobachtete Folge von Ereignissen - zum Beispiel: immer mehr extreme Wetterlagen und Unwetter

Ausgang: wahrscheinlichste Ursache - zum Beispiel: Globale Erwärmung

Das heißt nicht, daß der Algorithmus immer richtig liegt. Aber manche Probleme lassen sich nicht immer vollständig berechnen. Zum Beispiel: Ist die Globale Erwärmung durch den Menschen verursacht ? Dann ist diese Annäherung durch Viterbi-Algorithmen immer noch sehr nützlich.

Es bedeuten:

- x - (versteckte) Zustände des Markow-Modells
- a - Übergangswahrscheinlichkeiten
- b - Emissionswahrscheinlichkeiten
- y - (sichtbare) Ausgabesymbole



68. Was ist eine Metrik?

Ist das Likelihood-Maß und berechnet sich aus der Summe der quadratischen euklidischen Abstände der Zweigmetriken bei einem Trellis-Diagramm.

69. Welche Vor- und Nachteile hat der Viterbi-Algorithmus?

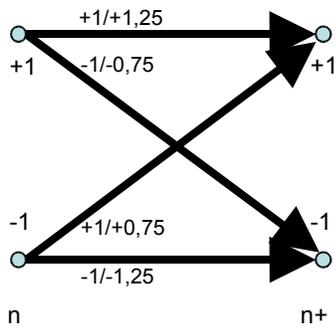
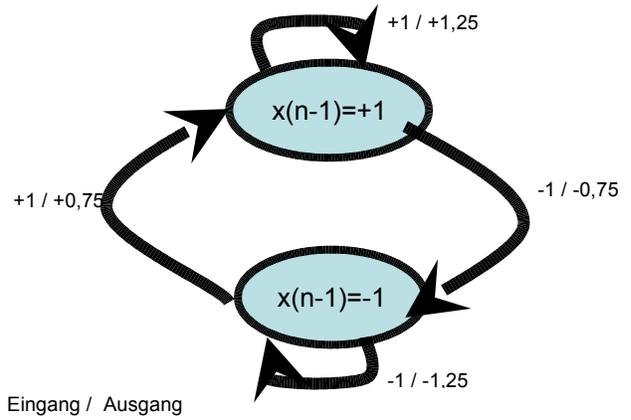
Nachteil:

- Das Decodierergebnis steht erst nach ein paar Taktschritten (max. ca. 2xVerkettungslänge) zur Verfügung.
- Sehr aufwendig bei Kanälen mit vielen TAPs (was ist das)
- Es kann kleine Restfehlerwahrscheinlichkeiten geben

70. Wodurch unterscheiden sich ein Zustandsübergangsdiagramm und ein Trellis?

Zustandsdiagramm:

Zustand A: $x(n-1) = +1$
 Zustand B: $x(n-1) = -1$
 Eingänge: ± 1
 Ausgänge: $\pm 0,75$ oder $\pm 1,25$



Trellis-Diagramm

Unterschied: Umformung und Einbeziehen des zeitlichen Ablaufs -> siehe Skizzen