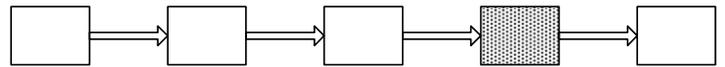
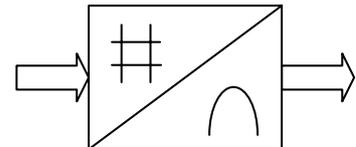
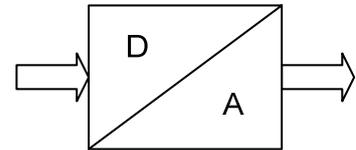


4. Signalausgabe

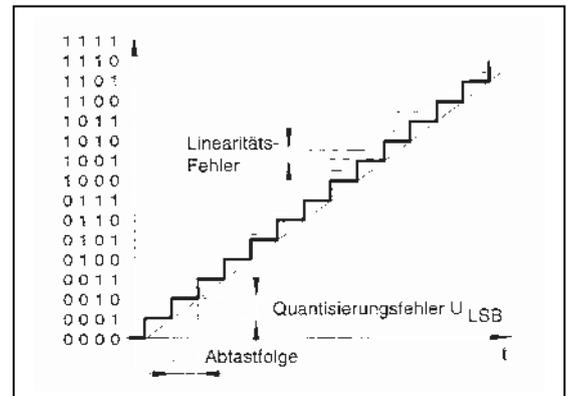


In vielen Fällen muss das Signal für die Ausgabe in analoger Form vorliegen. Alle Stereoanlagen, MP3-Player und TV-Geräte haben analoge Ausgangssignale.

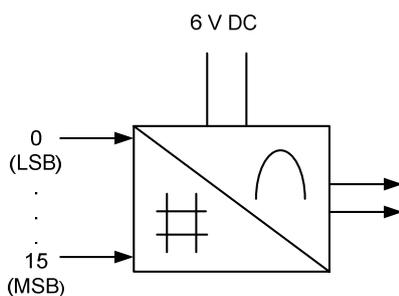
Das wird vom DA-Wandler (DAC= Digital-analog Converter) erledigt. Am Eingang liegen eine Anzahl digitaler Werte, am Ausgang entstehen diskrete analoge Werte.



Der verwendete digitale Code muss mit dem Decoder des D-Wandlers abgestimmt sein. Unbewertete Codes können nicht direkt umgewandelt werden!



4.1 Auflösung



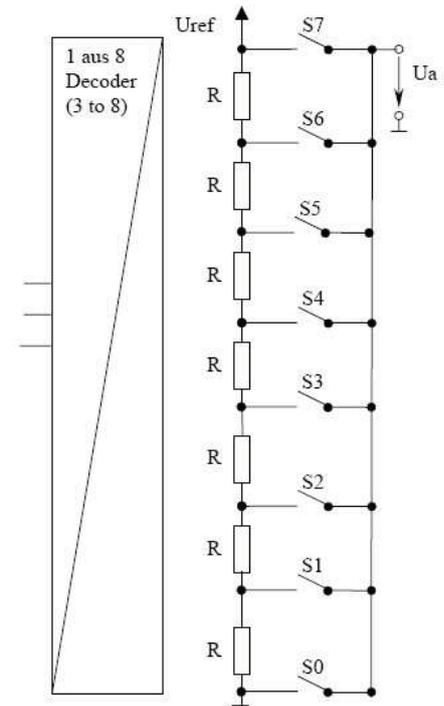
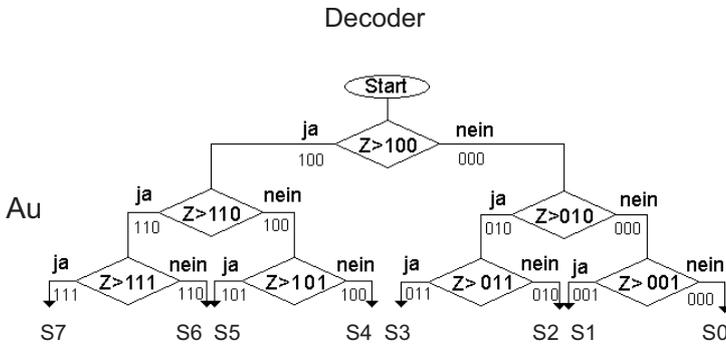
Die Auflösung steht in direktem Zusammenhang mit dem verwendeten Code. So kann beispielsweise mit einem 8 Bit Code $2^8 = 256$ Zustände erzeugt werden. Je mehr Stellen beim Digitalwert zur Verfügung stehen, desto kleiner der Quantisierungsfehler.

Jeder DA-Wandler weist ausserdem einen Linearitätsfehler auf. Ein Linearitätsfehler liegt vor, wenn die Abstufung der Wandlerstufen nicht genau dem Faktor 2 (=1 Bit) entspricht,



Beispiel:

DA-Wandler, 3 Datenleitungen am Eingang,
Wie gross ist die Auflösung?



Für die DA-Wandlung gibt es verschiedene Verfahren. Stellvertretend wird das häufig eingesetzte Parallelverfahren erklärt.

4.2 Das Parallelverfahren

3-Bit DA-Wandler: (Werte 0..7)

Der Decoder ordnet jedem Bit der Dualzahl ein Schalter S0..S7 zu. Die Schalter sind natürlich Transistoren.

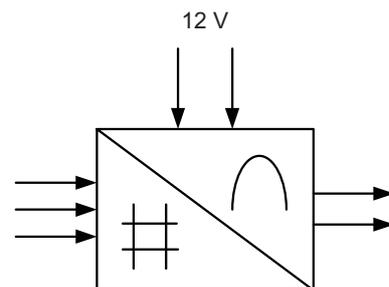


Wenn die Zahl 101 anliegt, schaltet der Decoder also Schalter 5 an Uref.
Über allen identischen Widerständen R liegt dieselbe Spannung (hier Uref/8).
Damit können 8 verschiedene Spannungsschritte erzeugt werden.

Aufgabe:

DA-Wandler, 3 Dateneingänge,
Referenzspannung = 12 V

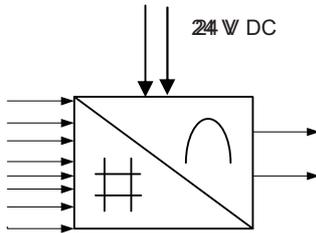
- Wie gross ist die Auflösung?
- Wie gross ist der Quantisierungsfehler?



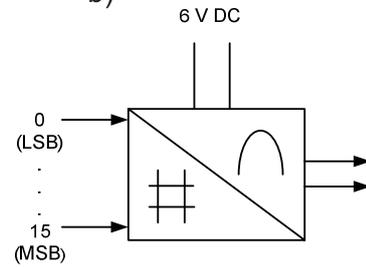
Aufgaben

1. Wie gross sind Auflösung und der Quantisierungsfehler dieser DA-Wandler?

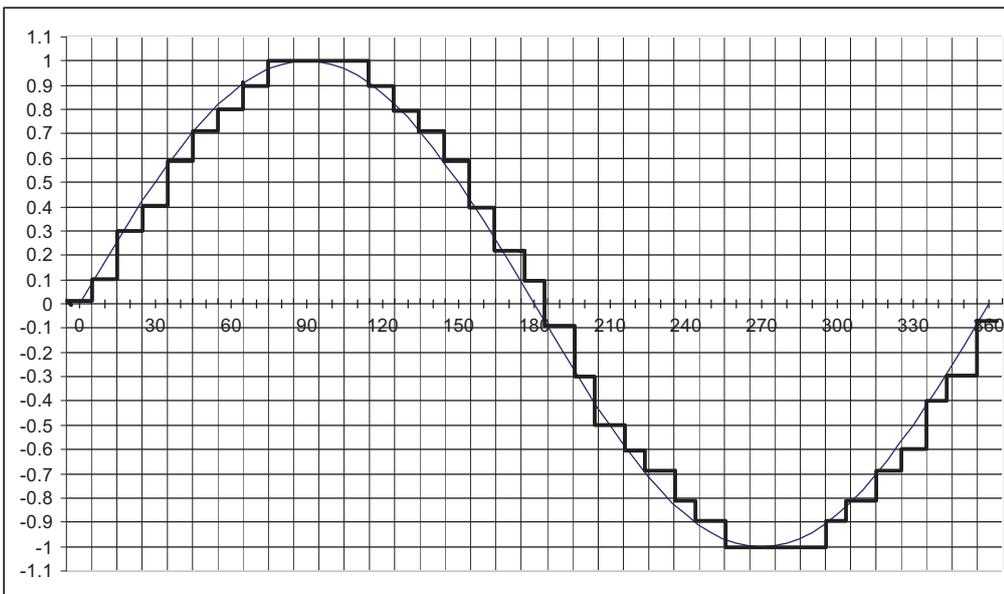
a)



b)



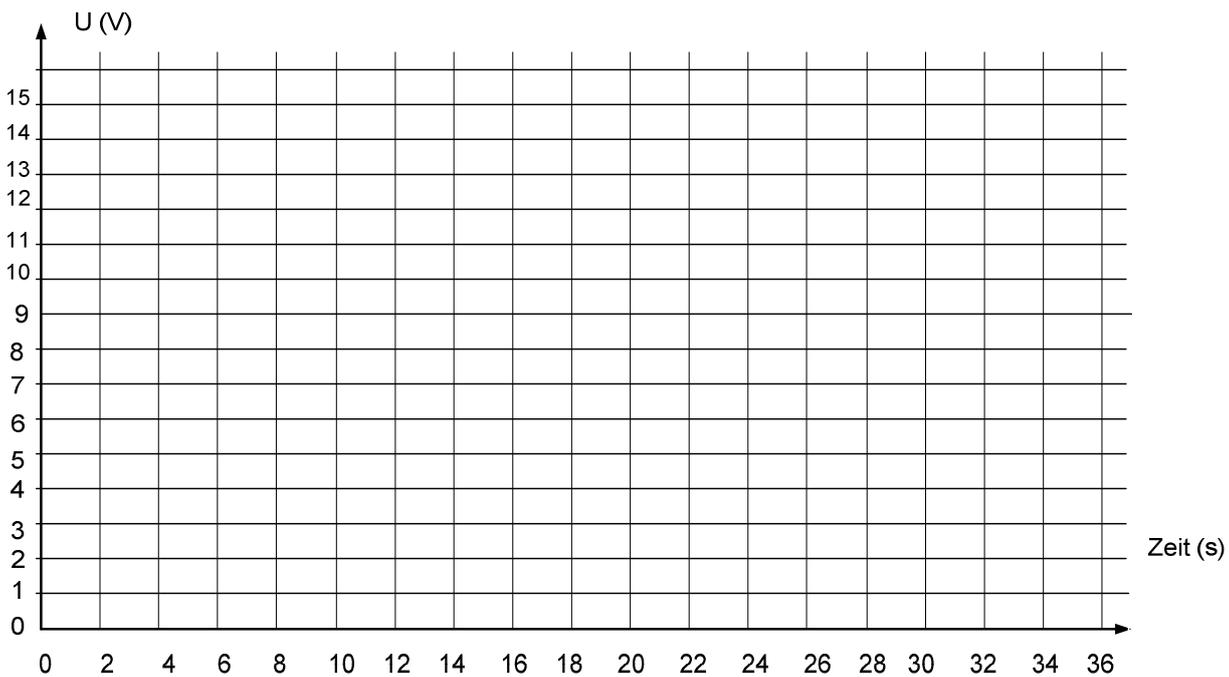
2. a) Wie gross ist die Auflösung dieses Wandlers?
 b) Wie viele Bit benötigt man für diese Auflösung mindestens?
 c) Wie gross sind die Spannungsschritte, wenn die Referenzspannung $U_{ref} = 24 \text{ V}$ beträgt?



3. Ein DA-Wandler hat 16 Dateneingänge. Der Quantisierungsfehler beträgt $76.3 \mu\text{V}$.
 a) Wie gross ist die Auflösung?
 b) Wie gross ist U_{ref} ?

4. a) Wie viele Werte sind möglich?
 b) Schreiben sie die dezimalen Werte in die Liste
 c) Zeichnen Sie das Signal ein!

Zeit	Dez-Wert	Spannung	Dez-Wert
000000		01000	
000010		01010	
000100		01101	
000110		01111	
01000		10000	
001010		10000	
001100		01111	
001110		01110	
010000		01011	
010010		01001	
010100		00110	
010110		00011	
011000		00001	
011010		00000	
011100		00000	
011110		00001	
100000		00010	
100010		00101	
100100		00111	



5. Die Norm für eine Audio-CD (Red Book)

schreibt folgendes vor:

- Abtastrate: 44.1 kHz
- 16 Bit Auflösung
- 2 Stereokanäle
- 1 bis 99 Tracks
- kein Kopierschutz (!)
- Fehlerkorrekturcode



- a) Welches ist die höchste übertragene Frequenz ?
- b) Wie viele Werte kann das ausgegebene Analogsignal annehmen?
- c) Wie gross ist die Übertragungsrate (Bit/Sekunde) eines CD-Players?
- d) Für Musikaufnahmen können 2 Kanäle 66 Minuten lang aufgezeichnet werden.
- e) Wie viele (Byte) haben auf einem CD-Rohling Platz?

Fehlerkorrektur und Fehlerverdeckung bei der Audio – CD

Damit sich Kratzer nicht negativ auf die Datensicherheit auswirken, sind die Daten mit Paritätsbits gesichert, so dass Bitfehler erkannt und korrigiert werden können. Ausserdem sind aufeinander folgende Datenbytes mit Interleaving auf eine größere Fläche verteilt. Der Cross-Interleave Reed-Solomon Code (CIRC) ist dadurch in der Lage, einen Fehler von bis zu 12000 Bit Länge (entspricht etwa 8,5 mm Spurlänge) zu kompensieren. Bei sehr starker Verkratzung des Trägers von der Unterseite ist jedoch die Lesbarkeit ganz unmöglich.

Aufgrund dieser Struktur des Datenstroms sind über 200 Prozent mehr Bits auf der CD gespeichert als echte Datenbits.

Diese zusätzlichen Bits werden von der Laufwerkelektronik eingefügt, sind in allen Dateien auf der CD enthalten. Tatsächlich finden also mehr als das Doppelte der angegebenen 700 MB auf einer Scheibe Platz.

Beim Auslesen entfernt die Elektronik diese zusätzlichen Bits automatisch. Auch für das Betriebssystem erscheinen nur die Nutzdaten, die wirkliche Grösse der Dateien bleibt verborgen!

Aufgabe:

Lösen Sie mit dem Programm ROBO folgende Aufgabe:

- a) Temperaturregelung
- b) Signalanpassung