



GTI – ÜBUNG 1

DISKRETISIERUNG, INFORMATIONSGEHALT UND CODIERUNG

Zugriff auf diesen Foliensatz

- ▶ Foliensatz ist inoffiziell
- ▶ Er basiert auf der Musterlösung zu den Aufgaben
- ▶ Er ist an manchen Stellen umfangreicher als die Musterlösung

Download-Link:

<https://gtiuebung.de>

Bei Fragen, Kritik und Sonstigen:

jspnbg@web.de

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Beschreibung

- ▶ Es soll ein analoges Signal in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der Eingangsspannungsbereich des Analogsignals beträgt 0-10 Volt. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll $\frac{1}{3}$ des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

Aufgabe 1 - Diskretisierung



Begriffsklärung:

Analogsignal:	zeit- und wertekontinuierlich (z.B. physikalische Größen)
Digitalsignal:	zeit- und wertediskret
Digitalisierung:	Umwandeln eines Analogsignals in ein Digitalsignal
Diskretisierung:	Einschränken der Menge möglicher Werte
Undefinierter Bereich:	weiche Diskriminationsgrenze zwischen zwei Intervallen, d.h. in diesem Bereich wird der alte Wert beibehalten und erst beim Eintreten in den nächsten Bereich geändert

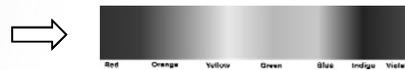
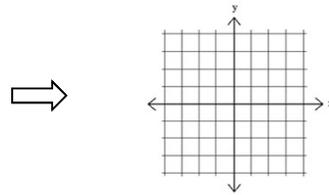
Exkurs: Analogsignale



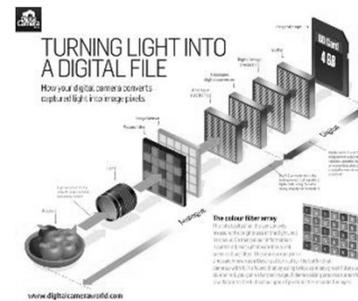
► Empfänger



Analoges Signal



Analog-Digital-Wandlung



Aufgabe 1 - Diskretisierung

- ▶ Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

Gegeben: 4-wertiges Digitalsignal \rightarrow 3 undefinierte Bereiche

$$U_{\text{EIN}} = 0\text{-}10 \text{ V}$$

Undefinierter Bereich = $\frac{1}{3}$ des Intervalls eines Digitalwertes

Lösung: Intervallanzahl = $4 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 5$

Größe eines Intervalls = $|U_{\text{EIN}}| / \text{Intervallanzahl} = 10 \text{ V} / 5 = 2 \text{ V}$

\rightarrow undefinierter Bereich: $\frac{2}{3} \text{ V}$

$$I_1 = [0 \text{ V}, 2 \text{ V}]$$

$$I_2 = [2 \frac{2}{3} \text{ V}, 4 \frac{2}{3} \text{ V}]$$

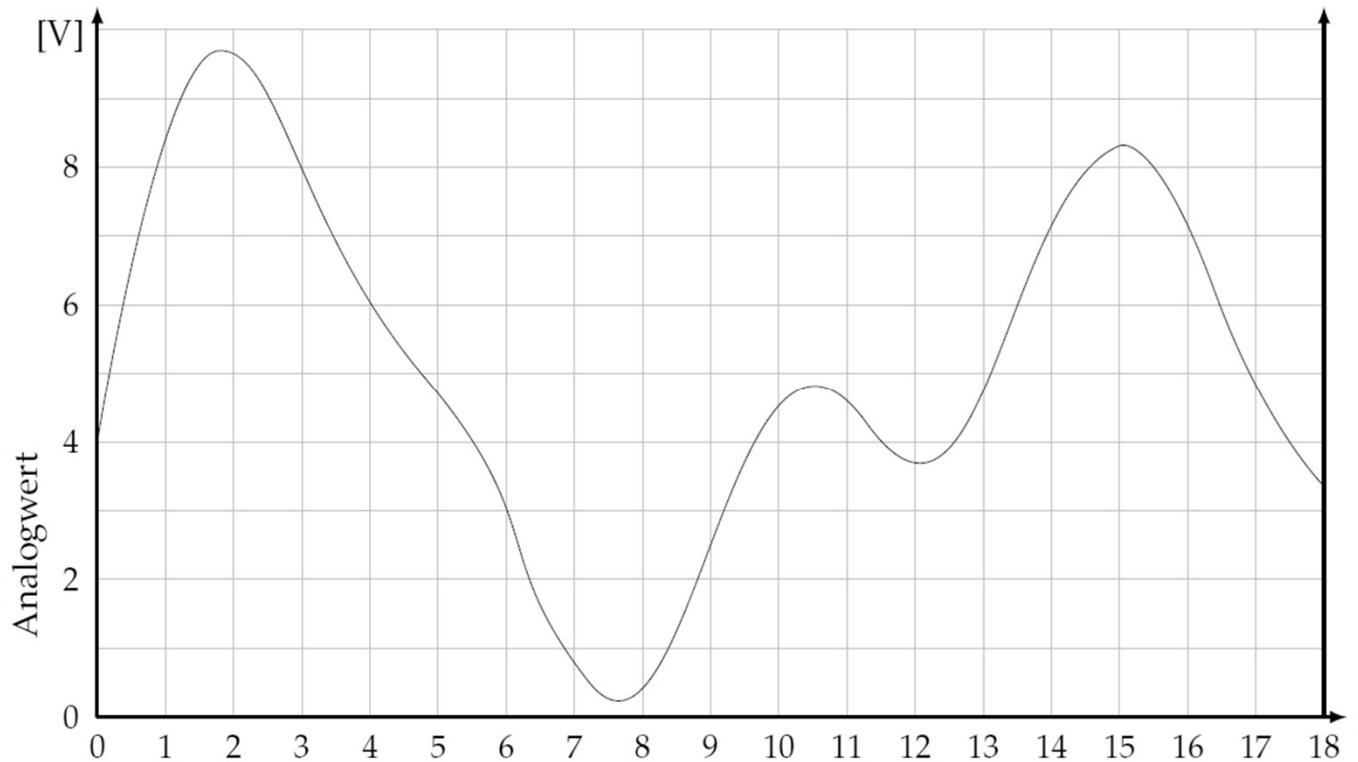
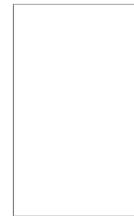
$$I_3 = [5 \frac{1}{3} \text{ V}, 7 \frac{1}{3} \text{ V}]$$

$$I_4 = [8 \text{ V}, 10 \text{ V}]$$

Aufgabe 1 - Diskretisierung

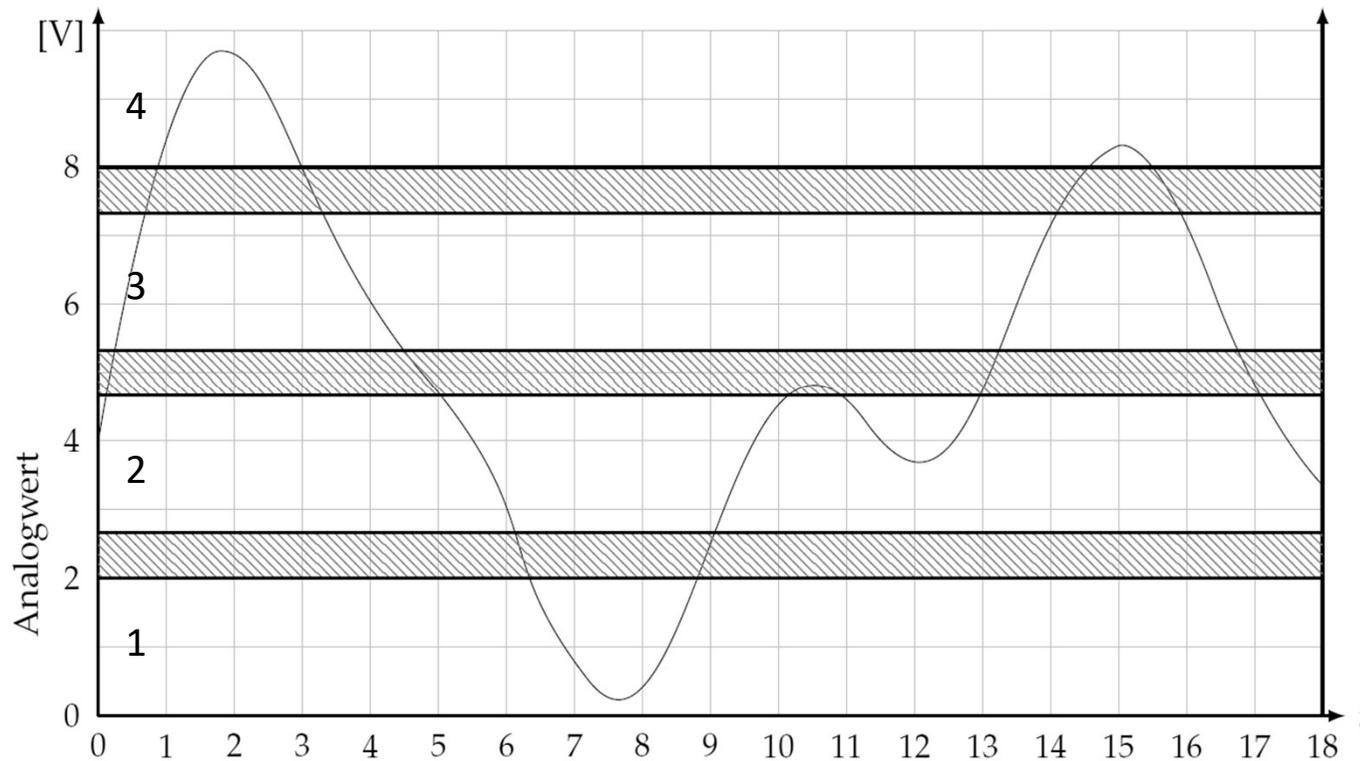
- ▶ Führen Sie zunächst eine Wertdiskretisierung durch. Beim Verlassen eines Werteintervalls soll der digitalisierte Wert solange erhalten bleiben, bis das analoge Signal in das nächste Werteintervall eintritt. Führen Sie anschließend eine Zeitdiskretisierung durch. Zeichnen Sie die beiden Signalverläufe in das unten gegebene Schaubild ein. Die Abtastzeitpunkte sind dabei synchron zu den eingezeichneten Gitterlinien.

Aufgabe 1 - Diskretisierung



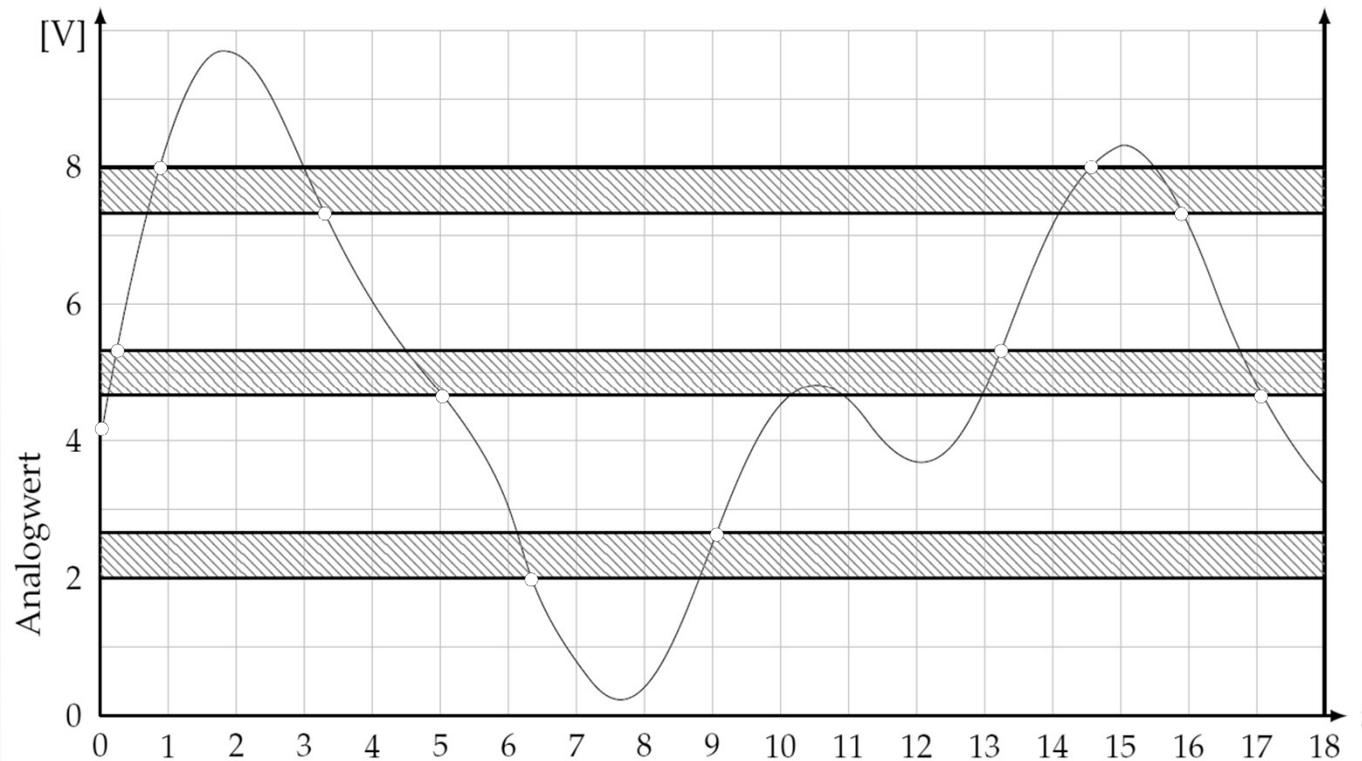
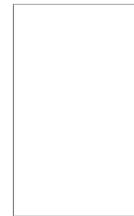
Übersicht über den Verlauf des Analogsignals

Aufgabe 1 - Diskretisierung



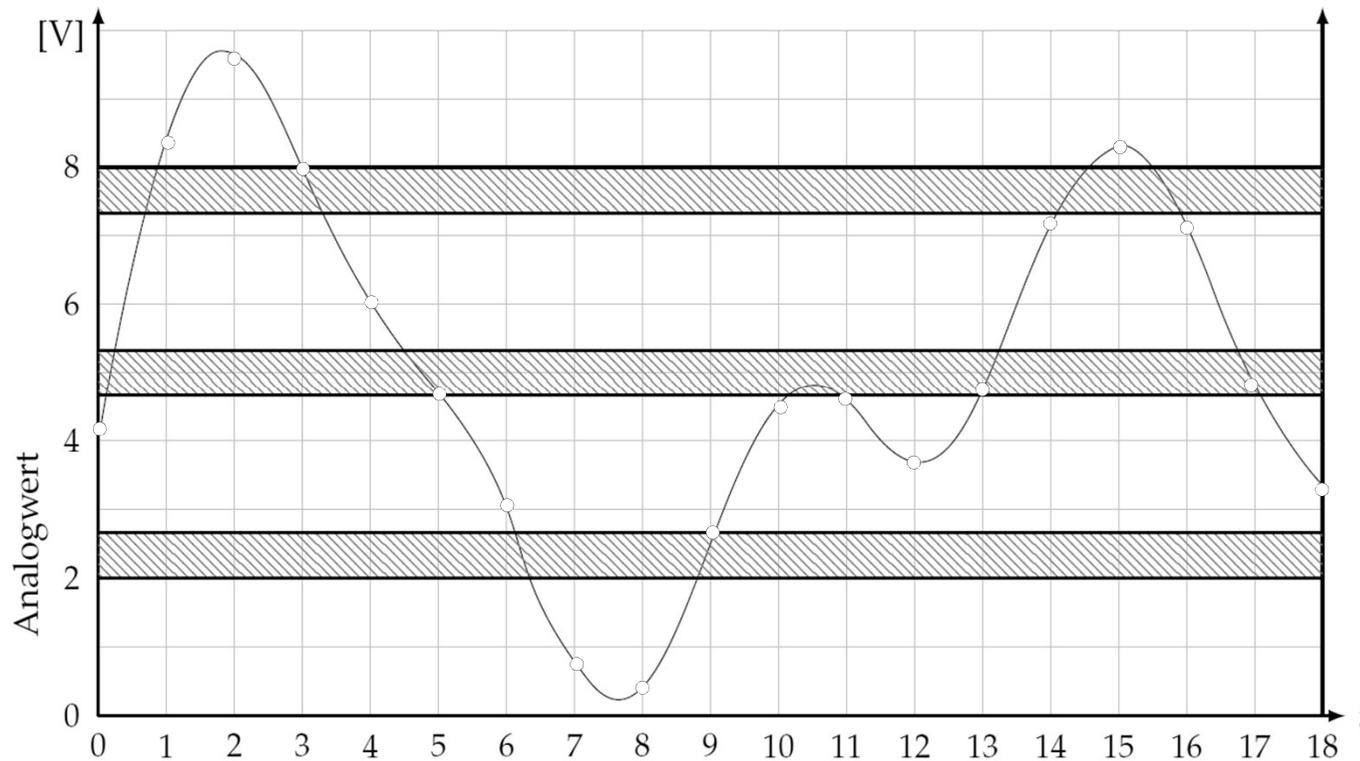
Undefinierter Bereich eingezeichnet und Digitalwerte festgelegt

Aufgabe 1 - Diskretisierung



Wertdiskret: wann wird ein neuer Wert angenommen

Aufgabe 1 - Diskretisierung

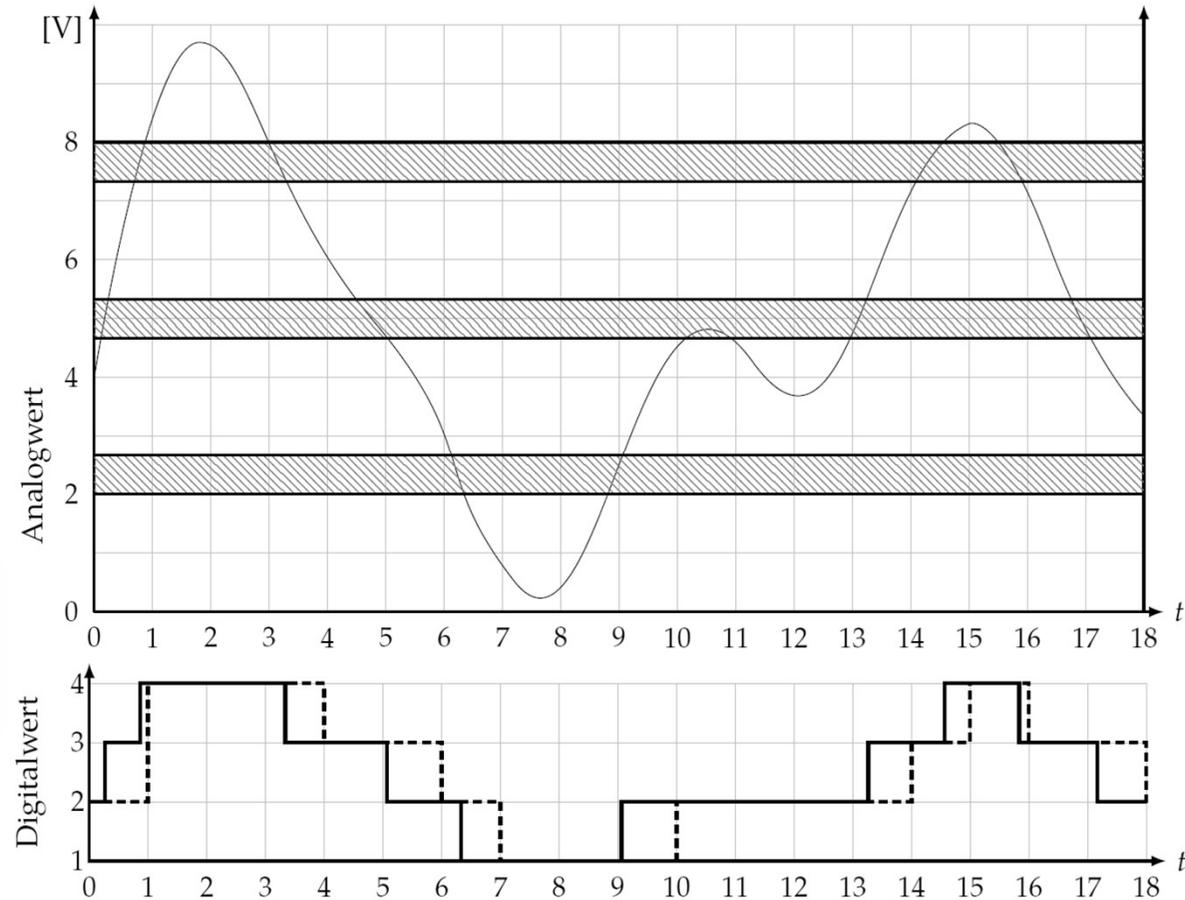


Zeitdiskret: Messen zu festgelegten Abtastzeitpunkten

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Durchgezogene schwarze Linie:
wertediskret

Gestrichelte schwarze Linie:
wert- und zeitdiskret



Ende: A1

Aufgabe 2 - Informationsgehalt



Beschreibung

- ▶ Für die Bevölkerung Deutschlands wird für das Jahr 2060 folgende Altersstruktur vorausgesagt:

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	22,29 M	67,56 M

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2013: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis 2060)

- ▶ Animierte Grafik: <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/>

Aufgabe 2 - Informationsgehalt



Begriffsklärung:

Informationsgehalt:

Größe, die den Wert einer Information eines Zeichens e beschreibt. Je seltener ein Zeichen auftritt, desto höher ist der Informationsgehalt.

Definition: $I(e)/H_e = \log_2 1/p = -\log_2 p$

Einheit: bit

Hinweis: $\log_2 x = \frac{\ln x}{\ln 2}$ $H_e = \log_2 1/p = \frac{\ln 1/p}{\ln 2}$

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- ▶ Die Bevölkerung soll in zwei Gruppen Alt und Jung eingeteilt werden, so dass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2013: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis 2060)

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- ▶ Die Bevölkerung soll in zwei Gruppen Alt und Jung eingeteilt werden, so dass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).

Gegeben: zwei Gruppen

$$H_{\text{malt}} = 1 \text{ bit}$$

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Lösung: $H_e = \text{Id } 1/p$ $H_{\text{malt}} = 1 \text{ bit} = \text{Id } 1/p \quad | 2^x$

$$2^1 = 1/p \quad p = 1/2$$

Relative Häufigkeit = Absolute Häufigkeit / Gesamtanzahl $p = \frac{H}{n} \quad H = p \cdot n$

$$H = \frac{1}{2} \cdot 67,56 \text{ M} = 33,78 \text{ M} \quad \text{Toleranz: } 0.85 \text{ M}$$

Aufgabe 2 - Informationsgehalt



Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Ziel: $\text{Summe der Altersklassen} = 33,78 \text{ M} \pm 0,85 \text{ M}$

Ansatz: in der untersten Altersklasse anfangen und solange Klassen summieren, bis Gesamtanzahl in den Bereich $33,78 \text{ M} \pm 0,85 \text{ M}$ kommt

$$10,93 \text{ M} + 6,42 \text{ M} + 15,6 \text{ M} = 34,61 \text{ M} \in [32,93 \text{ M}, 34,63 \text{ M}]$$

Ergebnis: Grenze liegt also bei etwa 50 Jahren

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- ▶ Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- ▶ Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Aufgabenstil: Relative Verteilung → Informationsgehalt

1. Wahrscheinlichkeit der Aussage bestimmen
2. Berechnungsformel des Informationsgehalts anwenden

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

1. Wahrscheinlichkeit der Aussage bestimmen

$$P(\text{„jung“}) = (10,93 \text{ M} + 6,42 \text{ M}) / 67,56 \text{ M} = 17,35 \text{ M} / 67,56 \text{ M} = 0,257$$

$$P(\text{„alt“}) = 1 - P(\text{„jung“}) = 0,743$$

Berechnungsformel des Informationsgehalts anwenden

$$H_1 = \text{Id } 1/p = \text{Id } p^{-1} = -\text{Id } p = -\text{Id } 0,257 = 1,96 \text{ (bit)}$$

$$H_2 = \text{Id } 1/p = \text{Id } p^{-1} = -\text{Id } p = -\text{Id } 0,743 = 0,43 \text{ (bit)}$$

Erinnerung:

- $\text{Id } x = \frac{\ln x}{\ln 2}$
- $\text{Id } x^a = a \text{ Id } x$

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Alternativ Überschlagsrechnung:

$$0,257 \approx \frac{1}{4}; 0,743 \approx \frac{3}{4}$$

$$H_1 = \text{ld } \frac{1}{p} = \text{ld } p^{-1} = \text{ld } (1/4)^{-1} = \text{ld } 4 = 2 \text{ (bit)}$$

$$H_2 = \text{ld } \frac{1}{p} = \text{ld } p^{-1} = \text{ld } (3/4)^{-1} = \text{ld } 4/3 = \text{ld } 4 + \text{ld } 1/3 = 2 - \text{ld } 3 \text{ (bit)}$$

Erinnerung:

- $\text{ld } x = \frac{\ln x}{\ln 2}$
- $\text{ld } x^a = a \text{ ld } x$

Denkpause

Aufgabe:

Verteile zehn Kastanien auf drei Gläser, so dass sich in jedem Glas eine ungerade Zahl an Kastanien befindet!



Denkpause

Lösung: Es gibt 15 verschiedene Möglichkeiten der
Verteilung

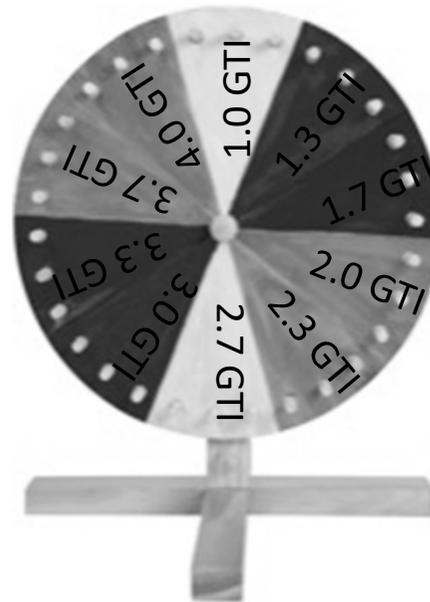


Wir bauen ein digitales Glücksrad

- ▶ Wie kann der Computer ohne menschliche Assistenz (z.B. Ergebnis des Drehens manuell eingeben) feststellen, welches Feld bei einem mechanischen Glücksrad erdreht wurde?

Enthüllung:

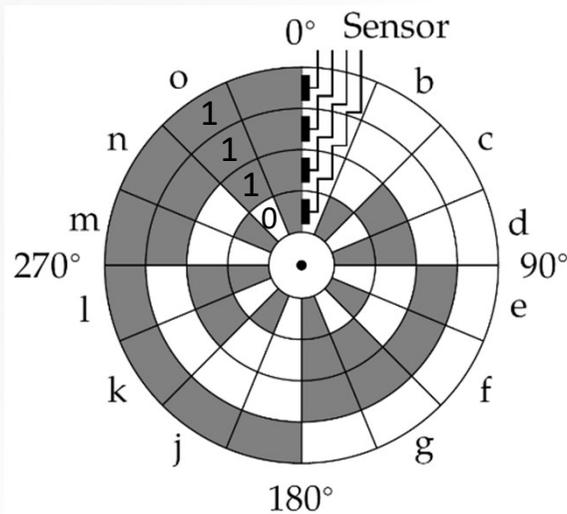
So (→) werden die Klausurnoten
NICHT bestimmt ☺



Aufgabe 3 – Codierung

Beschreibung

- ▶ Mit Hilfe der unten dargestellten Drehscheibe soll ein Drehwinkel erfasst werden. Die Scheibe ist in 16 Sektoren mit jeweils vier Feldern eingeteilt. Vier Schleifkontakte stellen fest, ob ein Feld leitend beschichtet ist oder nicht. Entsprechend melden sie das Signal 1 oder 0 zurück.



	Intervall	Signalwert		Intervall	Signalwert
a:	0°–22,5°	0 0 0 0	i:	180°–202,5°	1 0 0 0
b:	22,5°–45°	0 0 0 1	j:	202,5°–225°	1 0 0 1
c:	45°–67,5°	0 0 1 0	k:	225°–247,5°	1 0 1 0
d:	67,5°–90°	0 0 1 1	l:	247,5°–270°	1 0 1 1
e:	90°–112,5°	0 1 0 0	m:	270°–292,5°	1 1 0 0
f:	112,5°–135°	0 1 0 1	n:	292,5°–315°	1 1 0 1
g:	135°–157,5°	0 1 1 0	o:	315°–337,5°	1 1 1 0
h:	157,5°–180°	0 1 1 1	p:	337,5°–0°	1 1 1 1

Aufgabe 3 – Codierung



Aufgabenklärung:

Analog- /Digitalwandlung

- Diskretisierung: ermöglicht die generelle Überführung Analog- zu Digitalsignal
- Codierung: erlaubt effiziente, platzsparende Speicherung, sowie Fehlererkennung und -korrektur (später ausführlicher)
 - Definition: eindeutige Abbildungsvorschrift von einem Zeichenvorrat in einen anderen
 - Beispiel: Buchstaben wird Stelle im Alphabet zugeordnet

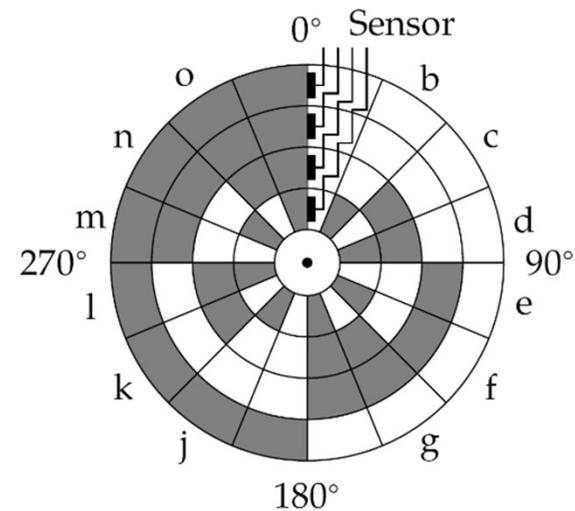
$$M_1 = \{a, b, c\}, M_2 = \{1, 2, 3\} \quad a \rightarrow 1, b \rightarrow 2, c \rightarrow 3$$

Aufgabe 3 – Codierung

- ▶ Welches entscheidende Problem ergibt sich bei dem angegebenen Codierungsverfahren der Scheibe bei einem realen Aufbau.

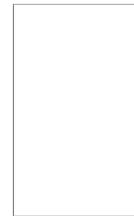
Lösung:

- Code nicht einschrittig (z.B. Übergang B → C)
- D.h. es kann gleichzeitig mehr als ein Bit wechseln
- Bei unterschiedlichen Ankunftszeiten der Taster kann es somit zu ungleichzeitigen Umschalten des Signals kommen
- → Abtastfehler

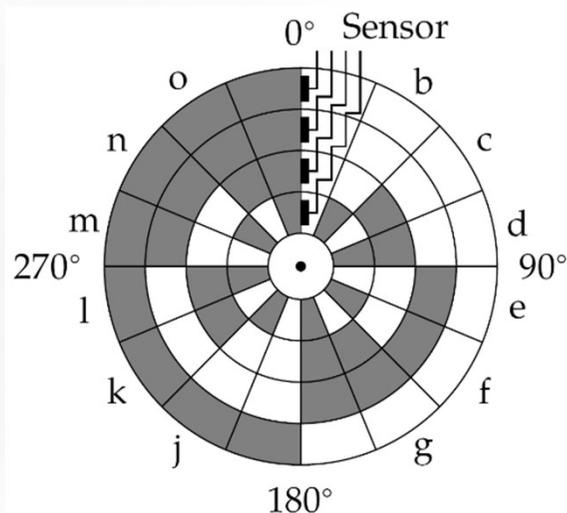


Beispiel (b→c): statt 0001 → 0010 kommt es z.B. zu 0001 → 0000 → 0010

Aufgabe 3 – Codierung



- ▶ Entwickeln Sie eine verbesserte Kodierung der Scheibe! Dabei sollen die Kodierungen von Segment a und b beibehalten werden. Auch das höchstwertigste Bit soll nicht verändert werden.



Hinweis:

einschrittiges Codierungsverfahren
verwenden

Aufgabe 3 – Codierung

- ▶ Der Gray-Code
 - Einschrittiges, unbegrenztes Codierungsverfahren
 - Leichte Kreation durch Wiederholung desselben Prinzips

Bildungsalgorithmus 1:

1. Basis: Schreibe eine 0 über eine 1
2. Spiegele jeweils den gesamten geschriebenen Block
3. Schreibe vor jedes Element des bisherigen Blockes eine 0 und vor jedes Element der Spiegelung eine 1
4. Wiederhole Schritt 2-3 je nach Bedarf

```
    000
    001
    ---
    011
    010
    ---
    110
    111
    101
    100
```

Aufgabe 3 – Codierung

Bildungsalgorithmus 2:

1. Schreibe binär die Zahlen von 0 bis n
2. Für jede der Zahlen von 0 bis n:
 - Merke dir die binäre Zahl (a)
 - Shifte die binäre Zahl eins nach rechts (b)
 - XOR die beiden Zahlen a und b

```
String[] createGray(int n){
    String[] ergebnis = new String[n];
    for(int i = 0; i < n; i++){
        //shift number right
        int rShift = i >>> 1;
        //xor a and b
        int gray = rShift ^ i;
        ergebnis[i] =
            Integer.toBinaryString(gray);
    }
    return ergebnis;
}
```

Dieser Algorithmus ist sehr leicht zu programmieren. Für Klausuren empfiehlt sich aber der erste Algorithmus, da dieser weniger fehleranfällig und schneller hinzuzeichnen ist

Aufgabe 3 – Codierung

Für die Interessierten:

Es gibt auch einen Dekodierungsalgorithmus (Gray-Code → Binärzahl)

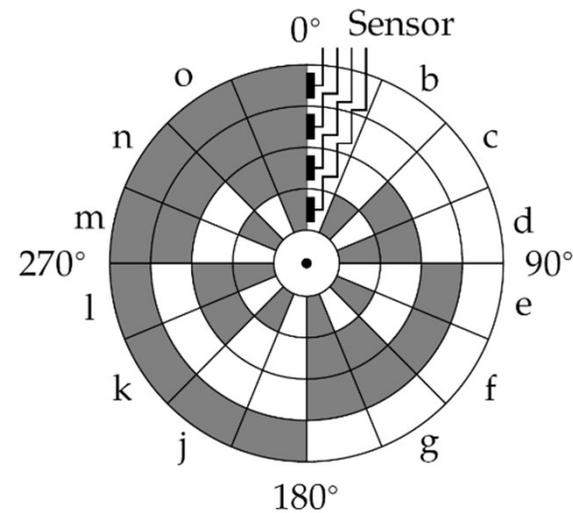
```
int grayDecode(int n) {  
    int number = n;  
    while((n >>>= 1) != 0)  
        number ^= n;  
    return number;  
}
```

Aufgabe 3 – Codierung



- ▶ Entwickeln Sie eine verbesserte Kodierung der Scheibe! Dabei sollen die Kodierungen von Segment a und b beibehalten werden. Auch das höchstwertigste Bit soll nicht verändert werden.

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0000	i	1100
b	0001	j	1101
c	0011	k	1111
d	0010	l	1110
e	0110	m	1010
f	0111	n	1011
g	0101	o	1001
h	0100	p	1000

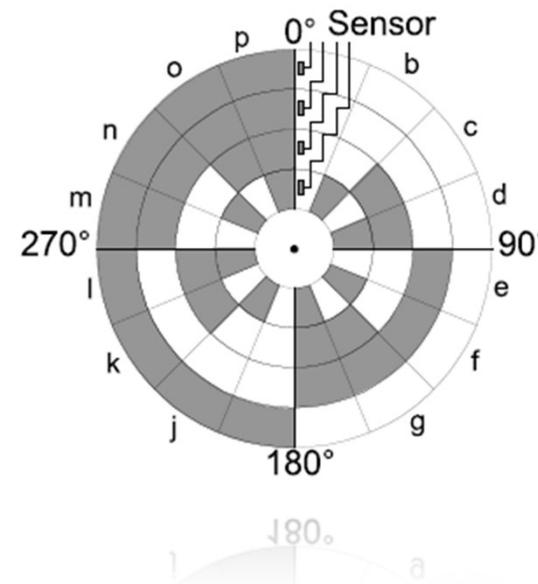


Aufgabe 3 – Codierung

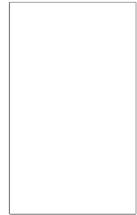


- ▶ Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche? Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1 mm aufweisen?

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0000	i	1100
b	0001	j	1101
c	0011	k	1111
d	0010	l	1110
e	0110	m	1010
f	0111	n	1011
g	0101	o	1001
h	0100	p	1000



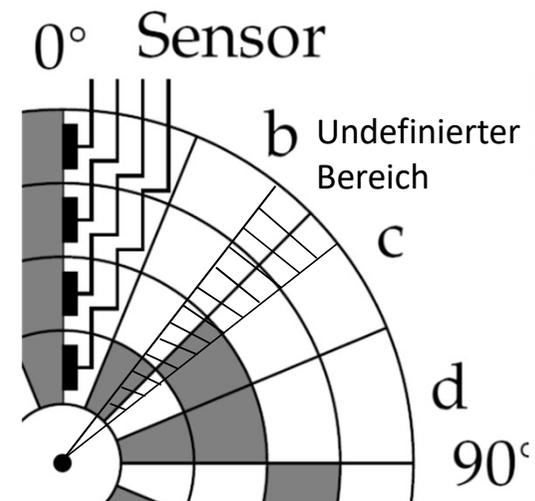
Aufgabe 3 – Codierung



- Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

An den Intervallgrenzen, da sich hier die Werte ändern.

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0000	i	1100
b	0001	j	1101
c	0011	k	1111
d	0010	l	1110
e	0110	m	1010
f	0111	n	1011
g	0101	o	1001
h	0100	p	1000



Aufgabe 3 – Codierung

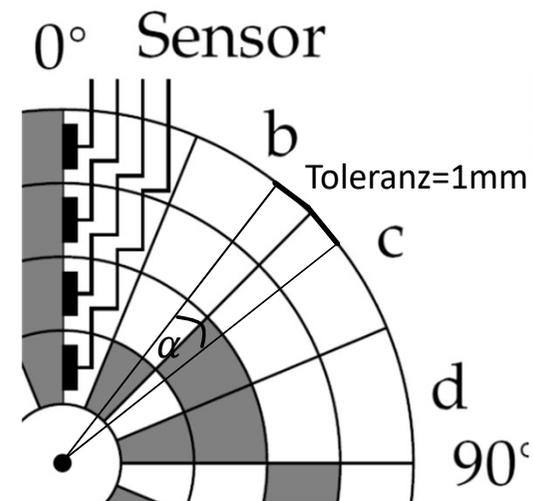


- ▶ Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1 mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360^\circ}$$



Aufgabe 3 – Codierung

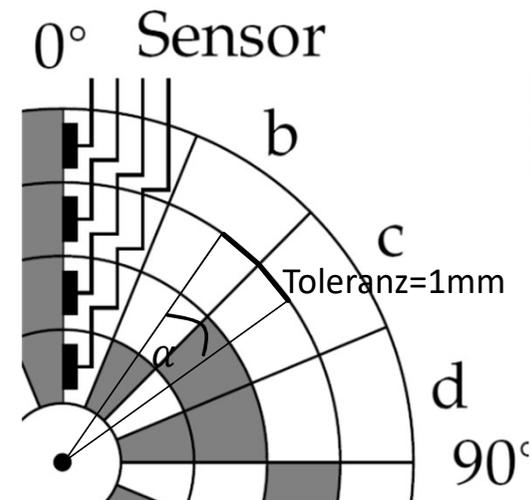


- ▶ Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1 mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360^\circ}$$



Aufgabe 3 – Codierung

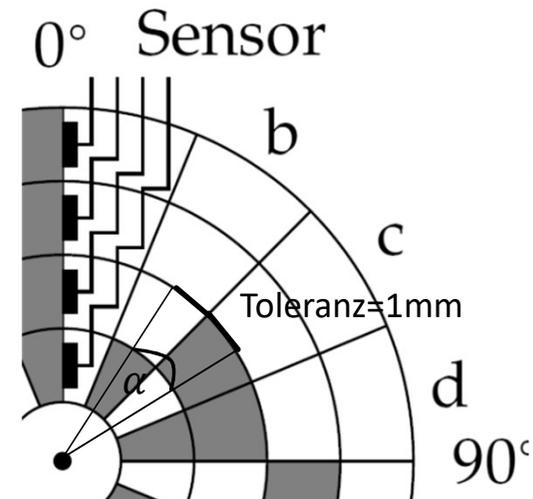


- ▶ Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1 mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360^\circ}$$



Aufgabe 3 – Codierung



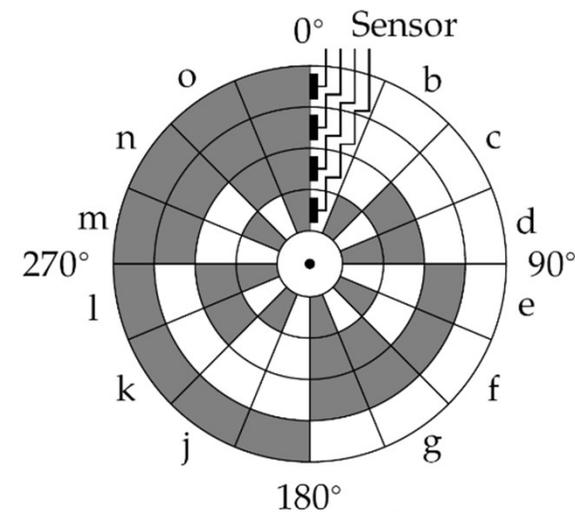
- ▶ Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1 mm aufweisen?

Lösung:

1. Umfang = $2 \cdot \pi \cdot r$
2. Winkel = $360^\circ \cdot \text{Toleranz/Umfang}$

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} = \frac{\text{Winkel}}{360^\circ}$$



Aufgabe 3 – Codierung

An jeder Intervallgrenze ändert sich nur eine Binärstelle (Gray-Code).

Diese Binärstelle wird durch einen Taster auf einem der vier Radien gemessen.

Intervall	Signal	undef.	Intervall	Signal	undef.
a-b	0 0 0 0	+/- 1.91°	i-j	1 1 0 0	+/- 1.91°
b-c	0 0 0 1	+/- 1.43°	j-k	1 1 0 1	+/- 1.43°
c-d	0 0 1 1	+/- 1.91°	k-l	1 1 1 1	+/- 1.91°
d-e	0 0 1 0	+/- 1.15°	l-m	1 1 1 0	+/- 1.15°
e-f	0 1 1 0	+/- 1.91°	m-n	1 0 1 0	+/- 1.91°
f-g	0 1 1 1	+/- 1.43°	n-o	1 0 1 1	+/- 1.43°
g-h	0 1 0 1	+/- 1.91°	o-p	1 0 0 1	+/- 1.91°
h-i	0 1 0 0	+/- 0.96°	p-a	1 0 0 0	+/- 0.96°

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°

Aufgabe 3 – Codierung

- ▶ Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf 1° genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme!

Hinweise:

- Wie viele Segmente ergeben sich?
- Welche Anzahl an Segmenten kann durch n Taster aufgelöst werden?
- Führen undefinierte Bereiche zu Problemen?
- Kann immer noch der zyklische Gray-Code verwendet werden?

Aufgabe 3 – Codierung

- ▶ Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf 1° genau erfolgen soll?

Wie viele Segmente ergeben sich?

$$\text{Anzahl} = \text{Gesamtwinkel/Auflösung} = 360^\circ/1^\circ = 360$$

Welche Anzahl an Segmenten kann durch n Taster aufgelöst werden?

Jeder Taster repräsentiert eine Binärstelle: 2^n

$$\lceil \lg 360 \rceil = \lceil 8,49 \rceil = 9 \quad \rightarrow \text{man braucht 9 Taster}$$

Aufgabe 3 – Codierung

- ▶ Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme!

Führen undefinierte Bereiche zu Problemen?

Auflösung: $1^\circ < 1.91^\circ$ (undefinierter Bereich)

→ keine erforderliche Präzision

→ Lösung: Umfang drastisch erhöhen

Kann immer noch der zyklische Gray-Code verwendet werden?

9 Schleifenkontakte bedeuten ($2^9 =$) 512 Gray-Code Zahlen.

Wir wollen aber nur 360!

Übergang: Sektor 360 → 0 (mehr als eine Binärstelle wechselt sich)

Lösung: wir verschieben den Beginn der Codierung, so dass sich nur 1 BS wechselt.

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°

Aufgabe 3 – Codierung

► Gray-Code verschieben

Wenn wir den Bildungsalgorithmus des Gray-Code anschauen, sehen wir, dass sich auf Grund der Symmetrieachse bei gleich weit von der Symmetrieachse befindlichen Codewörtern nur ein Bit ändert.

Wir nehmen also die Symmetrieachse, welche 256 Codewörter spiegelt und gehen von ihr aus 180 Codewörter nach oben und 180 Codewörter nach unten. Dies ist unser Gray-Code.

Der restliche Bereich wird verworfen.

000	}	Nur äußerstes Bit ändert sich
001		
011		
<u>010</u>		
110		
111		
101		
100		

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Ein Zitat für die Faulen:

„Betri en fresta að gleyma.“

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck



Sigur Rós
Björk
...