Digitaltechnik
FHDW 1.Q 2007

Übersicht 1 - 3

1 Einführung

1.1 Begriffsdefinition: Analog / Digital

Die Begriffe analog und digital kommen aus der Rechner-technik und wurden dann für die gesamte Elektro- und Meßtechnik übernommen.

1.1 Analog

- Analoge Größen sind Werte der Analogiegröße, die innerhalb eines zulässigen Bereiches jeden beliebigen Wert annehmen dürfen.
- Analoge Größen werden normalerweise nur auf 3 Dezimalstellen genau dargestellt.
- Die analoge Größendarstellung hat den Vorteil großer Anschaulichkeit.

Bei der analogen Größendarstellung sind Aussagen über den Trend der Größenentwicklung möglich.

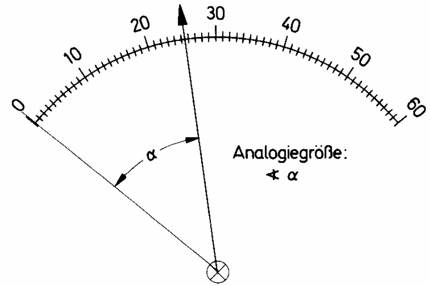


Bild 1.1 Analoge Darstellung von Meßgrößen

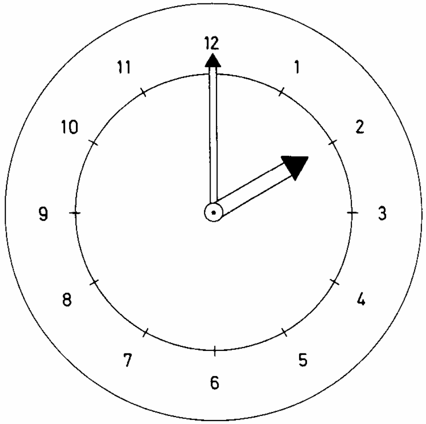
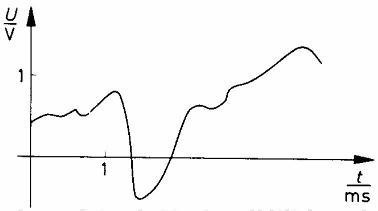


Bild 1.2 Analog anzeigende Uhr

Bild 1.4 Analoge Darstellung eines Spannungsverlaufs



1.1 Digital

- Digitale Größen bestehen aus abzählbaren Elementen.
- Digitale Größen können mit beliebiger Genauigkeit anzeigen.
- Eine ziffernmäßige Anzeige wird „digitale Anzeige“ genannt.
- Digitale Anzeigen sind eindeutig
- Die üblichen digitalen Elemente sind „zweiwertig“, d.h., sie haben 2 mögliche Zustände (Binäre Elemente).

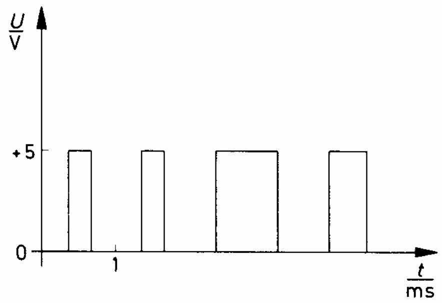
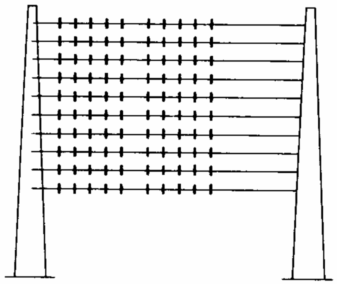


Bild 1.6 Zeitlicher Verlauf eines digitalen Signals

Bild 1.5 Rechenrahmen als einfacher «Digitalrechner»



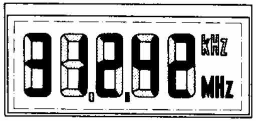


Bild 1.7 Digitalanzeige eines Meßgeräts

2 Zahlensysteme

Zahlen werden durch eine Aneinanderreihung von Ziffern dargestellt. Diese Art der Darstellung ist eine Abkürzung für eine komplizierte Summenschreibweise.

2.1. Grundlagen

Kodes, die nur zwei Zeichen verwenden,
heißen binäre Kodes.
Unter einem Bit versteht man eine binäre Stelle.
Diese kann „0“ oder „1“ sein.

Jedes Zahlensystem besitzt eine Basis und deren Exponenten entsprechend dem Stellenwert
der jeweiligen Ziffer.

Die Basiszahl „B“ ist gleich der Anzahl der benötigten, unterscheidbaren Ziffern.

2.2 Darstellung und Umwandlung

Dezimales Zahlensystem / Duales Zahlensystem

Umwandlung
Rechenoperationen
Kodierung

Hexadezimales Zahlensystem

Umwandlung

Oktales Zahlensystem

Umwandlung

Gegenüberstellung

2.2.1 Dezimal / Dual (i)

Dezimales Zahlensystem

Tausender	Hunderter	Zehner	Einer
$\cdot 10^3$	$\cdot 10^2$	$\cdot 10^1$	$\cdot 10^0$
2	3	7	1

$$2 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$$
$$2000 + 300 + 70 + 1$$

Duales Zahlensystem

$\cdot 16$	$\cdot 8$	$\cdot 4$	$\cdot 2$	$\cdot 1$
$\cdot 2^4$	$\cdot 2^3$	$\cdot 2^2$	$\cdot 2^1$	$\cdot 2^0$
1	0	1	1	0

$$1 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1$$
$$16 + 0 + 4 + 2 + 0$$

2.2.1 Dezimal / Dual (ii)

Umwandlung:

Dezimal - Dual

Dezimalzahl	Dualzahl 2^{10} 1024	2^9 512	2^8 256	2^7 128	2^6 64	2^5 32	2^4 16	2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1
900		1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
1300	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
1877	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Umwandlung:

Dual - Dezimal

Dezimalzahl	Dualzahl 2^{10} 1024	2^9 512	2^8 256	2^7 128	2^6 64	2^5 32	2^4 16	2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1
36						1	0	0	1	0	0
						32			4		
166				1	0	1	0	0	1	1	0
?	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
?		1	0	1	1	1	1	0	0	0	0

2.2.1 Dezimal / Dual (iii)

Umwandlungstabelle zu Bild1

900	1300	1877	85
−512	−1024	−1024	−64
388	276	853	21
−256	−256	−512	−16
132	20	341	5
−128	−16	−256	−4
4	4	85	1
−4	−4		−1
0	0		0

- **Beispielrechnung**
  - **Dezimal in Dual**

19 : 2 = 9 R 1

9 : 2 = 4 R 1

4 : 2 = 2 R 0

2 : 2 = 1 R 0

1 : 2 = 0 R 1

= 1 0 0 1 1

i ***ÜBUNGEN***

2.2.1 Dezimal / Dual (IV)

- **Rechenregeln zur Addition**

0+0=0

0+1=1

1+0=1

1+1=10

1+1+1=11

- **Beisp.1 Addition**

2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
16	8	4	2	1	
		1	1		Übertrag
	1	0	1	1	1. Zahl
1	0	0	1	1	2. Zahl
1	1	1	1	0	

- **Überprüfung**

$$1011_{(2)} \Rightarrow 11_{(10)}$$
$$10011_{(2)} \Rightarrow 19_{(10)}$$
$$11110_{(2)} \Rightarrow 30_{(10)}$$

i *ÜBUNGEN*

2.2.1 Dezimal / Dual (V)

- **Die Subtraktion von Dualzahlen erfolgt durch Addition des „Zweier-Komplements“.**

- **Invertiert man die auf die volle Stellenzahl erweiterte abzuziehende Zahl, so erhält man eine Zahl, die um 1 kleiner ist, als das Komplement der abzuziehenden Zahl. (Einer-Komplement)**

- **Das Zweier-Komplement erhält man durch die Addition der Zahl 1 zum Einer-Komplement.**

2.2.1 Dezimal / Dual (VI)

- **Beisp.1: Subtraktion durch Addition des Zweierkomplements.**

$$
\begin{array}{rcccccc l}
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & = 47 \\
- & & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & = 27 \\
\hline
 & & & ? & & & &
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{cccccc l}
0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & \text{abzuziehende Zahl} \\
\downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \text{invertierte abzuziehende Zahl} \\
 & & & & + & 1 & \\
\hline
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & \text{Komplement}
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{ll c|cccccc|l}
\text{Übertrag} & & \cancel{1} & & 1 & 1 & 1 & 1 & & \\
 & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & = 47 \\
\text{Komplement} & + & & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & \\
\cline{4-9}
\text{Ergebnis:} & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & = 20
\end{array}
$$

i *ÜBUNGEN*

2.2.1 Dezimal / Dual (VII)

- **Kommt es bei der Addition des Zweierkomplements zu keinem Übertrag an der letzten Stelle, handelt es sich um eine negative Dualzahl.**
- **Zur Auswertung des Zahlenwertes wird anschließend noch einmal das Zweierkomplement gebildet.**
- **Das Zweierkomplement einer Zahl kann somit als die negative Darstellung dieser Zahl aufgefaßt werden.**

2.2.1 Dezimal / Dual (V I I I)

- **Beisp.: Negative Dualzahlen.**

Beispiel:

27			1	1	0	1	1
− 47	−	1	0	1	1	1	1
− 20							

Komplementbildung: (6 Stellen)

	1	0	1	1	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	0	1	0	0	0	0
					+	1
Komplement zu 47	0	1	0	0	0	1

		1			1	1	
Zahl, von der abgezogen wird		0	1	1	0	1	1
Komplement	+	0	1	0	0	0	1
Ergebnis	$\boxed{}$	1	0	1	1	0	0

kein Übertrag in die 7. Stelle

- **Wertebereich**

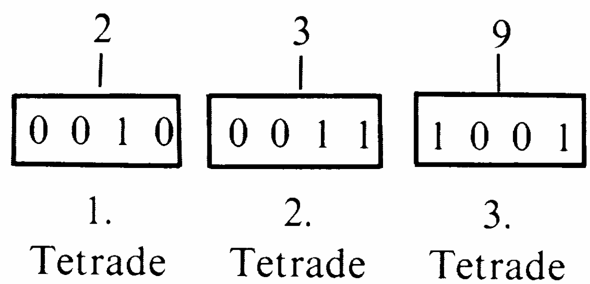
Dezimal-zahl	(2^4) (16)	2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1	
+9	0	1	0	0	1	positiver Bereich
+8	0	1	0	0	0	
+7	0	0	1	1	1	
+6	0	0	1	1	0	
+5	0	0	1	0	1	
+4	0	0	1	0	0	
+3	0	0	0	1	1	
+2	0	0	0	1	0	
+1	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	
−1	1	1	1	1	1	negativer Bereich
−2	1	1	1	1	0	
−3	1	1	1	0	1	
−4	1	1	1	0	0	
−5	1	1	0	1	1	
−6	1	1	0	1	0	
−7	1	1	0	0	1	
−8	1	1	0	0	0	
−9	1	0	1	1	1	

2.2.1 Dezimal / Dual (IX)

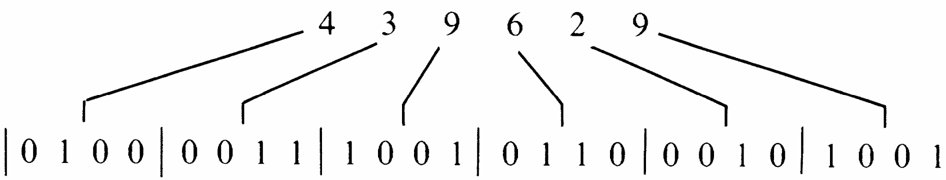
- **Kodierung von Dezimalzahlen:** **BCD - Kode**

Dezimalziffer	2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1	
0	0	0	0	0	Tetraden
1	0	0	0	1	Tetraden
2	0	0	1	0	Tetraden
3	0	0	1	1	Tetraden
4	0	1	0	0	Tetraden
5	0	1	0	1	Tetraden
6	0	1	1	0	Tetraden
7	0	1	1	1	Tetraden
8	1	0	0	0	Tetraden
9	1	0	0	1	Tetraden
	1	0	1	0	Pseudotetraden
	1	0	1	1	Pseudotetraden
	1	1	0	0	Pseudotetraden
	1	1	0	1	Pseudotetraden
	1	1	1	0	Pseudotetraden
	1	1	1	1	Pseudotetraden

Bsp. 1



Bsp. 2



i ÜBUNGEN

2.2.1 Dezimal / Dual (X)

- **Kodierung von Dezimalzahlen:** **Exzeß - Kode**

Dezimal-ziffer	D	C	B	A	
	0	0	0	0	Pseudo-tetrade
	0	0	0	1	
	0	0	1	0	
0	0	0	1	1	Symmetrie
1	0	1	0	0	
2	0	1	0	1	
3	0	1	1	0	
4	0	1	1	1	
5	1	0	0	0	
6	1	0	0	1	
7	1	0	1	0	
8	1	0	1	1	
9	1	1	0	0	
	1	1	0	1	Pseudo-tetrade
	1	1	1	0	
	1	1	1	1	

- **Wie beim BCD-Kode wird jede Ziffer durch eine Tetrade dargestellt.**

Bsp. 1

8	2	0
1 0 1 1	0 1 0 1	0 0 1 1

2.2.1 Dezimal / Dual (X I)

- **Kodierung von Dezimalzahlen:** **Aiken - Kode**

Dezimal-ziffer	2 D	4 C	2 B	1 A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
Pseudo-tetraden	0	1	0	1
	0	1	1	0
	0	1	1	1
	1	0	0	0
	1	0	0	1
	1	0	1	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0
9	1	1	1	1

Symmetrie

- **Wie beim BCD-Kode wird jede Ziffer durch eine Tetrade dargestellt.**

Bsp. 1

1	9	8	1
0 0 0 1	1 1 1 1	1 1 1 0	0 0 0 1

2.2.2 Hexadezimales Zahlensystem (i)

- **Jede Stelle innerhalb einer Hexadezimalzahl ist einer Sechzehnerpotenz zugeordnet.**
- **Im Hexadezimalsystem werden 16 Ziffern benötigt.**
- **Je 4 Dualstellen ergeben eine Hexadezimalstelle**

2.2.2 Hexadezimales Zahlensystem (ii)

- **Darstellung**

Dezimal-zahl	Hexadezimal-ziffer	
0	0	
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	
10	A	(∀)
11	B	(ꓭ)
12	C	(Ɔ)
13	D	(ᗡ)
14	E	(Ǝ)
15	F	(Ⅎ)

- **Umrechnung: Dezimal - Hexadezimal**

Dezimal-zahl	Hexadezimalzahl 16^4 65536	16^3 4096	16^2 256	16^1 16	16^0 1
520			2	0	8
			$2 \cdot 256$ +	$0 \cdot 16$ +	$8 \cdot 1$

- **Umrechnung: Hexadezimal - Dezimal**

Dezimal-zahl	Hexadezimalzahl 16^5 1048576	16^4 65536	16^3 4096	16^2 256	16^1 16	16^0 1
41551			A	2	4	F
			$10 \cdot 4096$ +	$2 \cdot 256$ +	$4 \cdot 16$ +	$15 \cdot 1$
68651		1	0	C	2	B

2.2.2 Hexadezimales Zahlensystem (iii)

- **Umrechnungstabelle**

Dezimal-zahl	Hexa-dezimal-ziffer	Vielfache der Sechzehnerpotenzen 16^4 65 536	16^3 4 096	16^2 256	16^1 16	16^0 1
1	1	65 536	4 096	256	16	1
2	2	131 072	8 192	512	32	2
3	3	196 608	12 288	768	48	3
4	4	262 144	16 384	1 024	64	4
5	5	327 680	20 480	1 280	80	5
6	6	393 216	24 576	1 536	96	6
7	7	458 752	28 672	1 792	112	7
8	8	524 288	32 768	2 048	128	8
9	9	589 824	36 864	2 304	144	09
10	A	655 360	40 960	2 560	160	10
11	B	720 896	45 056	2 816	176	11
12	C	786 432	49 152	3 072	192	12
13	D	851 968	53 248	3 328	208	13
14	E	917 504	57 344	3 584	224	14
15	F	983 040	61 440	3 840	240	15

- **Rechenbeispiel**

123 : 16 = 7 R 11 (B)

7 : 16 = 0 R 7

= <u>7 B</u>

2.2.2 Hexadezimales Zahlensystem (IV)

- **Umwandlung :** ***Hexadezimal*** ⟷ ***Dual***

Hexa-dezimal-ziffer	Dualzahl 2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
A	1	0	1	0
B	1	0	1	1
C	1	1	0	0
D	1	1	0	1
E	1	1	1	0
F	1	1	1	1

$$\text{Dualzahl} \Rightarrow \left|\underbrace{0\ 0\ 1\ 1}\right|\underbrace{0\ 1\ 1\ 1}\left|\underbrace{0\ 1\ 0\ 1}\right|$$

$$\text{Hexa-dezimalzahl} \Rightarrow \quad 3 \qquad 7 \qquad 5$$

$$1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1_{(2)} = 375_{(16)}$$

i ***ÜBUNGEN***

2.2.3 Oktales Zahlensystem (i)

- **Jede Stelle innerhalb einer Oktalzahl ist einer Achter-Potenz zugeordnet.**
- **Im Oktalsystem werden 8 Ziffern benötigt.**
- **Je 3 Dualstellen ergeben eine Oktalstelle.**

2.2.3 Oktales Zahlensystem (ii)

- **Aufbau des Oktalen Zahlensystems**

Dezimalzahl	Oktalzahl					
	8^5 32768	8^4 4096	8^3 512	8^2 64	8^1 8	8^0 1
2583 ←			5	0	2	7
			$5 \cdot 512 +$	$0 \cdot 64 +$	$2 \cdot 8 +$	$7 \cdot 1$

- **Umrechnungstabelle**

Dezimalzahl	8^3 2^9 512	2^8 256	2^7 128	8^2 2^6 64	2^5 32	2^4 16	8^1 2^3 8	2^2 4	2^1 2	8^0 2^0 1
		0	1	0	1	0	0	1	1	1
				$2_{(8)}$			$4_{(8)}$			$7_{(8)}$

2.2.4 Gegenüberstellung

- **Zahlendarstellung verschiedener Systeme**

Zahlensystem	Dezimal	Sedezimal	Duodez.	Oktal	Hexal	Dual
Basis = Anzahl der Ziffern	10	16	12	8	6	2
Ziffernfolge und Zahldarstellung	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	10
	3	3	3	3	3	11
	4	4	4	4	4	100
	5	5	5	5	5	101
	6	6	6	6	10	110
	7	7	7	7	11	111
	8	8	8	10	12	1000
	9	9	9	11	13	1001
	10	A	A	12	14	1010
	11	B	B	13	15	1011
	12	C	10	14	20	1100
	13	D	11	15	21	1101
	14	E	12	16	22	1110
	15	F	13	17	23	1111
	16	10	14	20	24	10000
	17	11	15	21	25	10001
	18	12	16	22	30	10010
	19	13	17	23	31	10011

3 Logische Verknüpfungen

- **Logische Verknüpfungen werden durch logische Glieder (Gatter) bzw. logische Elemente realisiert.**

3.1 Grundfunktionen & Grundglieder

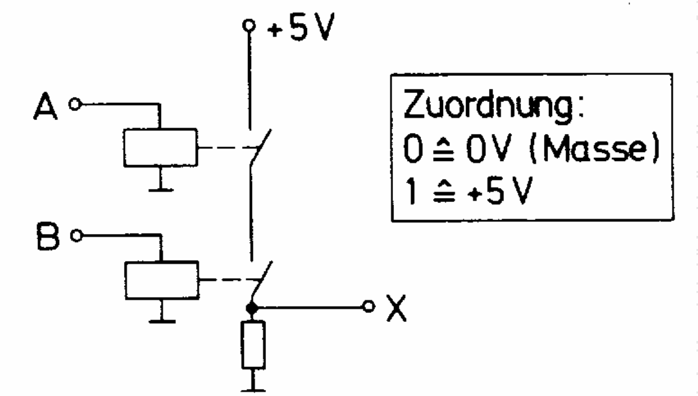
- **UND - Glied (AND)**
- **ODER - Glied (OR)**
- **NICHT - Glied (NOT) / (Inverter)**

3.1.1 UND - Glied

- **Wahrheitstabelle**

Fall	B	A	X
1	0	0	0
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	1

- **vereinfachte Darstellung**



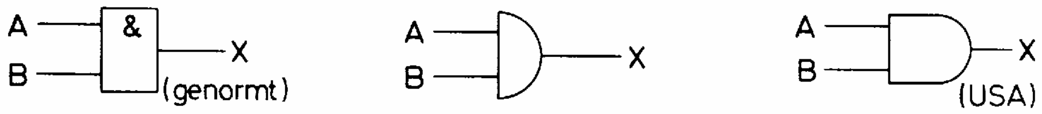
- **mögliche Schreibweise**

$X = A \cdot B$ $\qquad$ $X = A \,\&\, B$

- **genormte Schreibweise**

$$\boxed{X = A \wedge B}$$

- **Schaltzeichen**

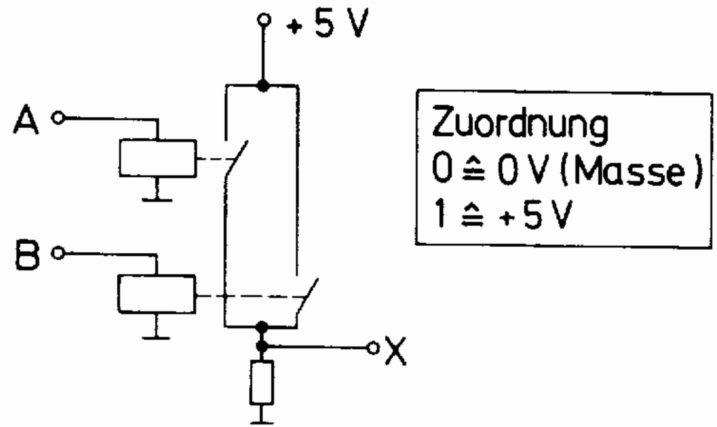


3.1.2 ODER - Glied

- **Wahrheitstabelle**

Fall	B	A	X
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1

- **vereinfachte Darstellung**



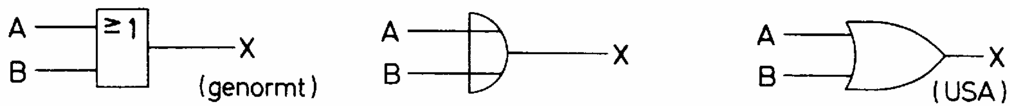
- **mögliche Schreibweise**

$$X = A + B.$$

- **genormte Schreibweise**

$$\boxed{X = A \vee B}$$

- **Schaltzeichen**

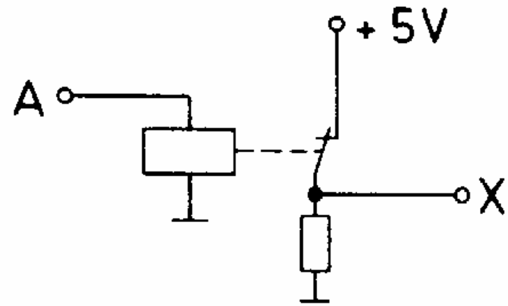


3.1.3 N I CHT - Glied

- **Wahrheitstabelle**

Fall	A	X
1	0	1
2	1	0

- **vereinfachte Darstellung**

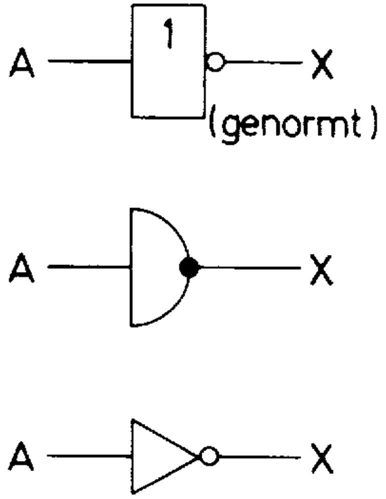


Zuordnung:
0 ≙ 0V (Masse)
1 ≙ +5V

- **genormte Schreibweise**

$$X = \overline{A}$$

- **Schaltzeichen**

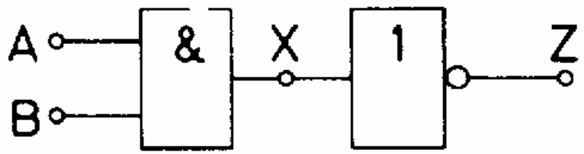


3.2 Zusammengesetzte Elemente

- **NAND** - **Glied**
- **NOR** - **Glied**
- **ÄQUIVALENZ** - **Glied**
- **ANTIVALENZ** - **Glied**

3.2.1 NAND - Glied

- **Aufbau**



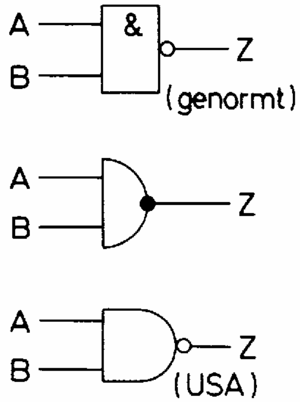
- **Wahrheitstabelle**

Fall	B	A	X	Z
1	0	0	0	1
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1
4	1	1	1	0

Fall	B	A	Z
1	0	0	1
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

(genormt)

- **Schaltzeichen**

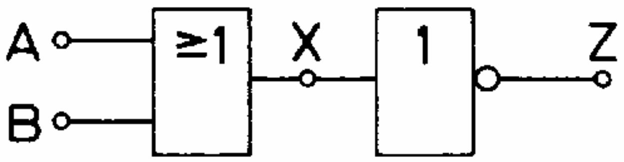


- **genormte Schreibweise**

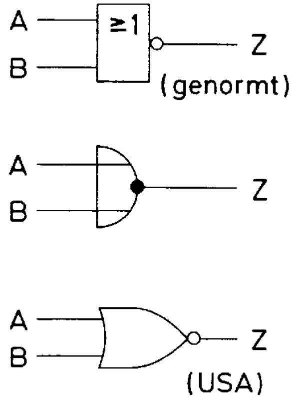
$$Z = \overline{A \wedge B}$$

3.2.2 NOR - Glied

- **Aufbau**



- **Schaltzeichen**



- **Wahrheitstabelle**

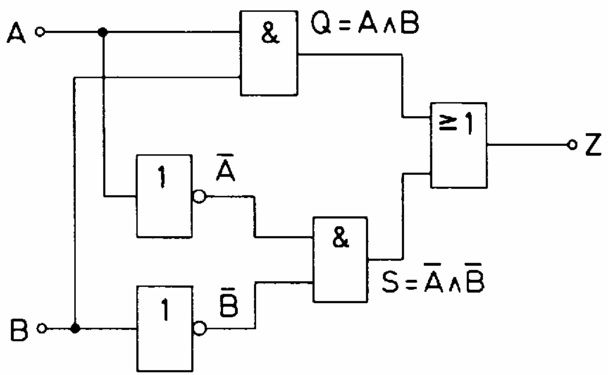
Fall	B	A	X	Z
1	0	0	0	1
2	0	1	1	0
3	1	0	1	0
4	1	1	1	0

- **genormte Schreibweise**

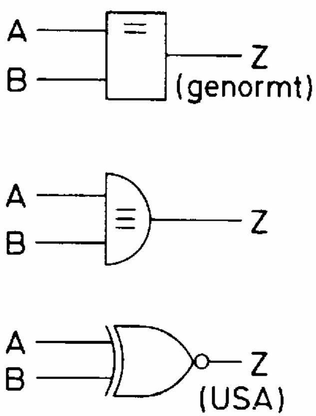
$$\boxed{Z = \overline{A \vee B}}$$

3.2.3 ÄQUIVALENZ - Glied

Aufbau



Schaltzeichen



Wahrheitstabelle

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Fall	B	A	$\bar{B}$	$\bar{A}$	$Q = A \wedge B$	$S = \bar{A} \wedge \bar{B}$	$Z = Q \vee S$
1	0	0	1	1	0	1	1
2	0	1	1	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0
4	1	1	0	0	1	0	1

(genormt)

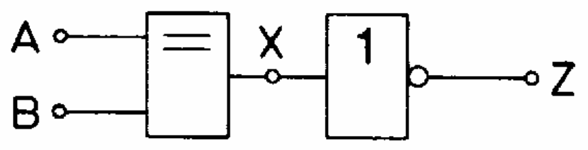
Fall	B	A	Z
1	0	0	1
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	1

genormte Schreibweise

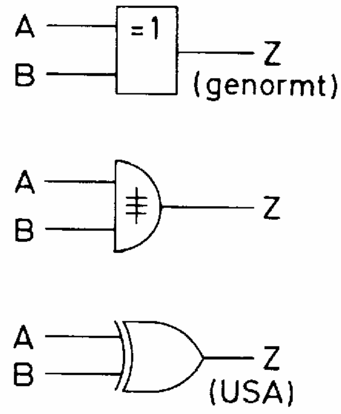
$$\boxed{Z = (A \wedge B) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B})}$$

3.2.4 ANTIVALENZ - Glied (XOR; EXCLUSIV-ODER)

- **Aufbau**



- **Schaltzeichen**



- **Wahrheitstabelle**

Fall	B	A	X	Z
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1
4	1	1	1	0

- **genormte Schreibweise**

$$Z = \overline{(A \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B})}$$

(vereinfacht)

$$Z = (A \wedge \overline{B}) \vee (\overline{A} \wedge B)$$

3.2.5 Zusammenfassung

- **mögliche Kombinationen mit 2 Eingängen**

Fall	B	A	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	Z_{14}	Z_{15}	Z_{16}
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
3	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
			Konstante 0	NOR	Inhibition B	NEGATION B	Inhibition A	NEGATION A	ANTIVALENZ	NAND	UND	ÄQUIVALENZ	Identität A	Implikation B	Identität B	Implikation A	ODER	Konstante 1

i ***ÜBUNGEN***

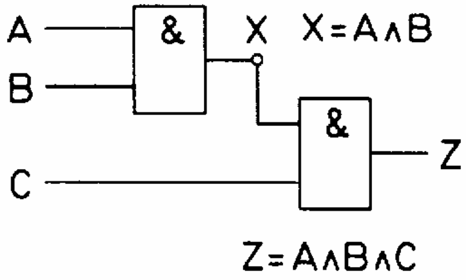
i ***SONDERFORMEN***

3.3 Glieder mit mehreren Eingängen

- **UND - Glied mit 3 Eingängen**
- **UND - Glied mit 4 Eingängen**

3.3.1 UND - Glied mit mehreren Eingängen

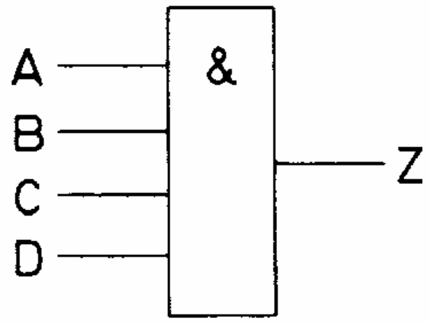
- **Aufbau 3-fach**



- **Wahrheitstabelle**

Fall	C	B	A	Z
1	0	0	0	0
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	1	0	0	0
6	1	0	1	0
7	1	1	0	0
8	1	1	1	1

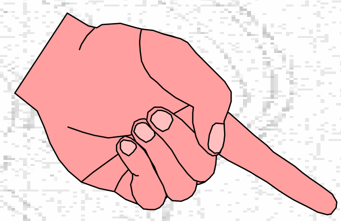
- **Schaltzeichen / 4 Eingänge**



- **Wahrheits-tabelle 4-fach**

Fall	D	C	B	A
1	0	0	0	0
2	0	0	0	1
3	0	0	1	0
4	0	0	1	1
5	0	1	0	0
6	0	1	0	1
7	0	1	1	0
8	0	1	1	1
9	1	0	0	0
10	1	0	0	1
11	1	0	1	0
12	1	0	1	1
13	1	1	0	0
14	1	1	0	1
15	1	1	1	0
16	1	1	1	1

ENDE des 1.Teils . . . .



Exit

Sonderformen logischer Grund-glieder

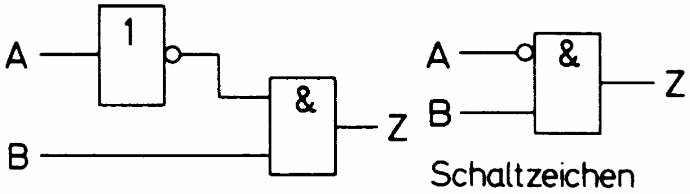


Bild 2.26 Entstehung der Verknüpfung «Inhibition A» und Schaltzeichen

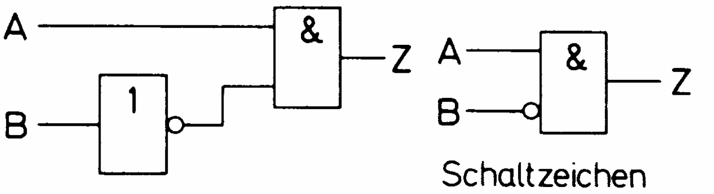


Bild 2.27 Entstehung der Verknüpfung «Inhibition B» und Schaltzeichen

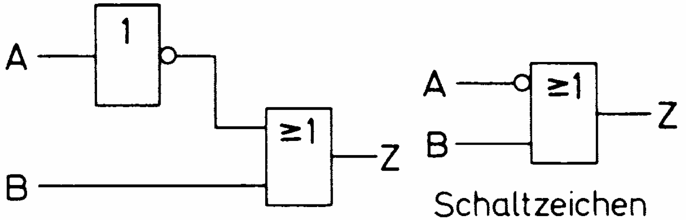


Bild 2.28 Entstehung der Verknüpfung «Implikation A» und Schaltzeichen

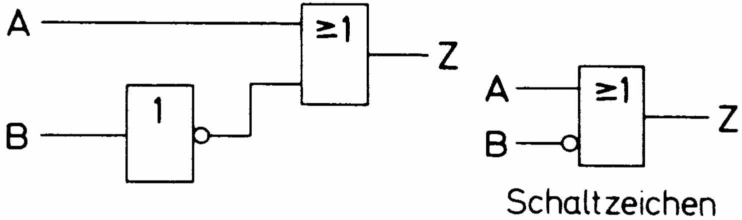


Bild 2.29 Entstehung der Verknüpfung «Implikation B» und Schaltzeichen

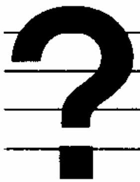
EXIT

Zahlensysteme - Übungen

Umwandlung: ***Dual*** → ***Dezimal***

1. Welcher Unterschied besteht zwischen den Begriffen «binär» und «dual»?
2. Die in der Tabelle 8.42 dargestellten Dualzahlen sind in Dezimalzahlen umzuwandeln.

Bild 8.42 Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen



Dezimal-	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
ziffer	4 096	2 048	1 024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
								1	1	0	0	1	0
						1	1	0	1	0	1	1	1
						1	0	1	0	1	1	0	0
				1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
				1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
			1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
		1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
		1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0

EXIT

Zahlensysteme - Übungen

Umwandlung: ***Dezimal*** → ***Dual***

3. Die folgenden Dezimalzahlen sollen in Dualzahlen umgewandelt werden:

58
512
1 298
1 983
20 000
17 750
2 730
9 990
11 000
32 000

2/2

i **EXIT**

Zahlensysteme - Übungen

Addition von Dualzahlen

5. Addition im dualen Zahlensystem. Lösen Sie bitte folgende Aufgaben durch duale Addition. Prüfen Sie die Ergebnisse durch Umwandeln der Zahlen ins Dezimalsystem nach.

a) $\begin{array}{r} 1101 \\ +\ 100 \\ \hline ? \end{array}$ b) $\begin{array}{r} 111101 \\ +\ 1001 \\ \hline ? \end{array}$ c) $\begin{array}{r} 11011 \\ +\ 100100 \\ \hline ? \end{array}$ d) $\begin{array}{r} 110001 \\ +\ 11101 \\ \hline ? \end{array}$

e) $\begin{array}{r} 111100 \\ +\ 1100111 \\ \hline ? \end{array}$ f) $\begin{array}{r} 110011 \\ +\ 1010100 \\ \hline ? \end{array}$

1/1

i EXIT

Zahlensysteme - Übungen

Subtraktion von Dualzahlen

6. Subtraktion im dualen Zahlensystem. Die Aufgaben sollen durch Addition des Komplements gelöst werden.

a) $\begin{array}{r} 1101 \\ -\ 100 \\ \hline ? \end{array}$ b) $\begin{array}{r} 111101 \\ -\ 1001 \\ \hline ? \end{array}$ c) $\begin{array}{r} 11011 \\ -\ 1111 \\ \hline ? \end{array}$ d) $\begin{array}{r} 1001100 \\ -\ 101010 \\ \hline ? \end{array}$

e) $\begin{array}{r} 100111 \\ -\ 10111 \\ \hline ? \end{array}$ f) $\begin{array}{r} 110011 \\ -\ 11010 \\ \hline ? \end{array}$ g) $\begin{array}{r} 111000 \\ -\ 10011 \\ \hline ? \end{array}$ h) $\begin{array}{r} 1101 \\ -\ 10100 \\ \hline ? \end{array}$

1/1

i EXIT

Zahlensysteme - Übungen

BCD - Kodierung

7. Die Dezimalzahlen:

a) 10 941
b) 3 890
c) 7 863
d) 98 001
e) 7 989

sollen in den BCD-Kode überführt werden.

1/1

i EXIT

Zahlensysteme - Übungen

Umwandlung: ***Hexadezimal*** ⟷ ***Dezimal*** ⟷ ***Dual***

10. Die Hexadezimalzahlen sind in Dezimalzahlen und Dualzahlen zu verwandeln:

a) AB1	b) 87F2	c) E605	d) BCD4
e) 12B31	f) BA1A	g) 31 459	h) 1A1B

11. Die Dezimalzahlen sind in Hexadezimalzahlen und Dualzahlen zu verwandeln:

a) 100	b) 259	c) 1 020	d) 1 983
e) 10 000	f) 126	g) 18 020	h) 999

1/1

i *EXIT*