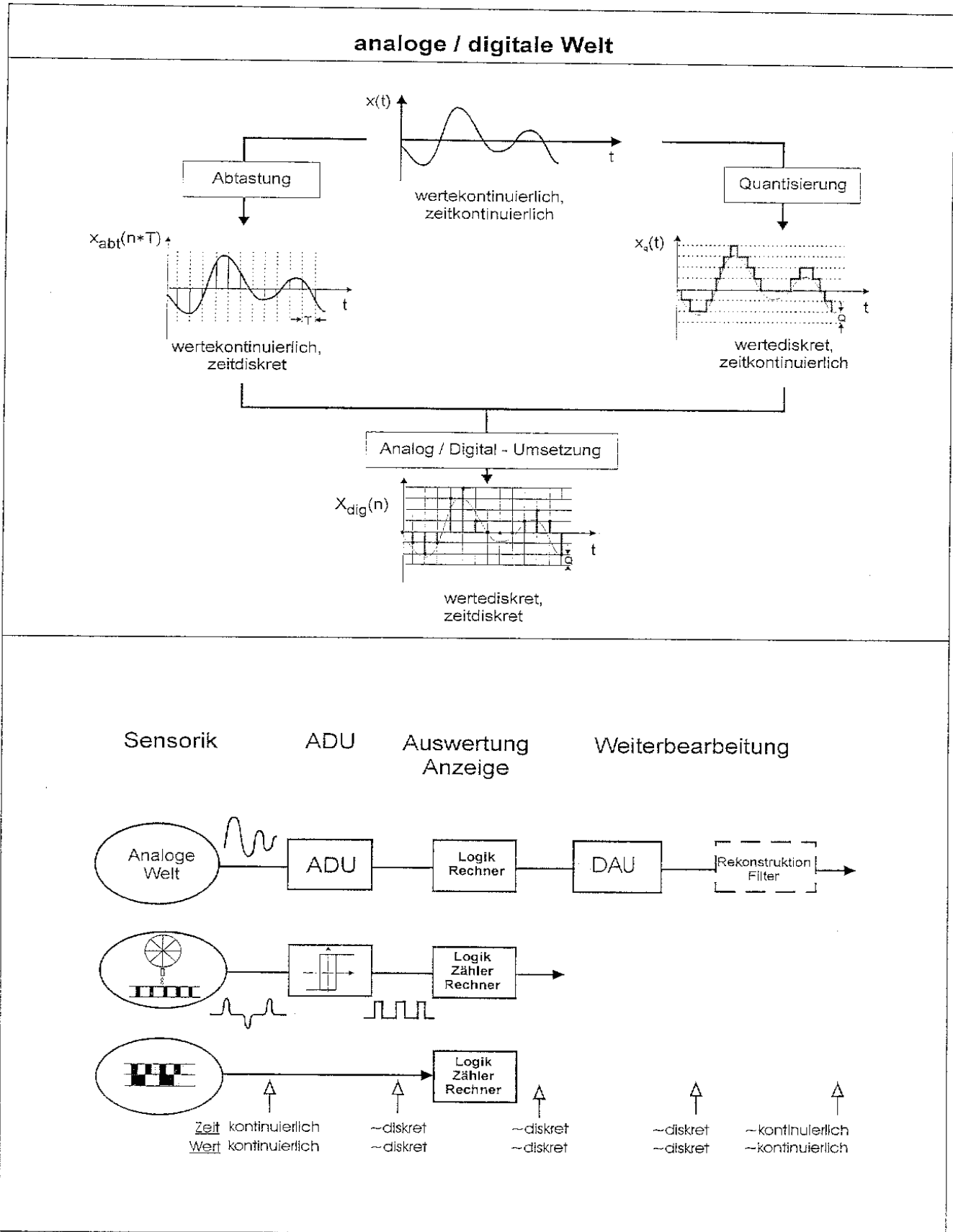


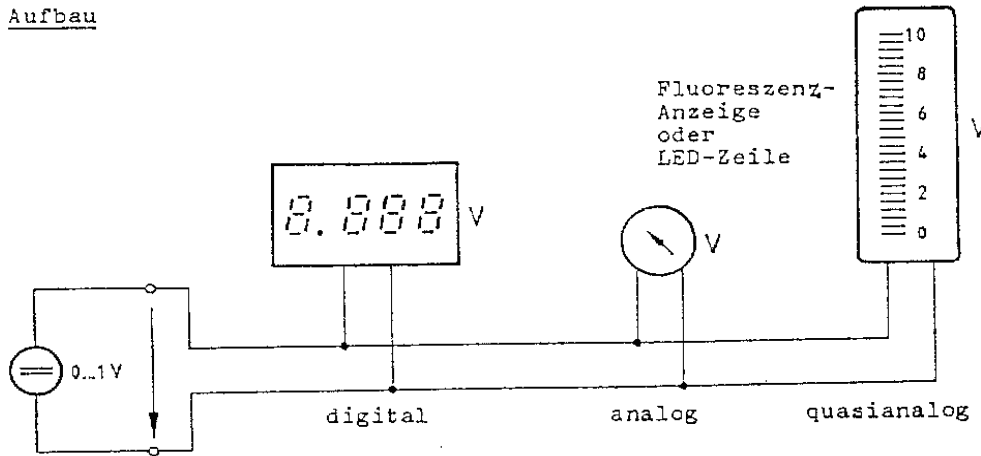
9 Digitale Messsysteme1: Darstellung, Codes, Logik



9.1 Analoge und digitale Darstellung von Messwerten

VERGLEICH VON ANALOGER UND DIGITALER MESSWERTANZEIGE

Aufbau

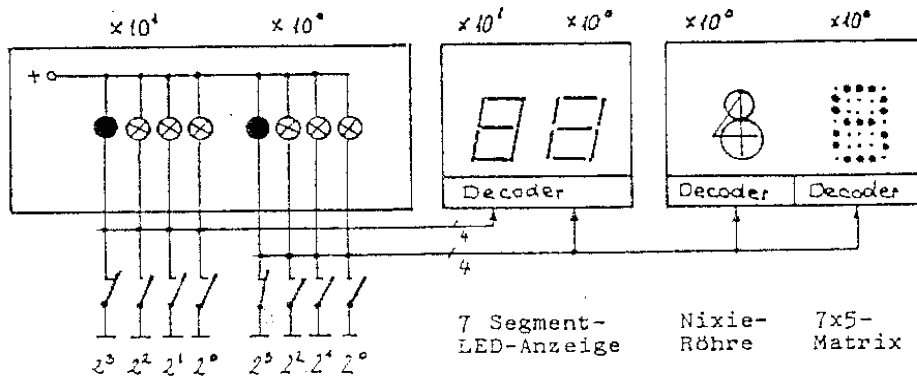


Durchführung

Die Vor- und Nachteile einer digitalen und analogen Darstellung von Meßwerten werden am Beispiel einer Spannungsmessung verdeutlicht.

DARSTELLUNG UND ANZEIGE VON DIGITALEN MESSWERTEN

Aufbau



binäre Darstellung

dezimale Darstellung

Durchführung

Anhand des Versuches wird verdeutlicht, wie ein digitaler Meßwert im Binär-Code mittels Lampen und im Dezimal-Code mittels 7-Segment-Anzeigen, Nixie-Röhren oder 7x5-Matrix-Anzeigen dargestellt werden kann.

9.2 Messtechnisch relevante Codes

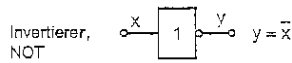
- n binäre Stellen \rightarrow Zahlen 0 bis $2^n - 1$
- dezimales System mit „~~...~~“ \rightarrow 4 bit \rightarrow Zahlen von 0..9
- Beispiele für Codes:
 - BCD (Binary Coded Decimals)
 - * Wertigkeit 8-4-2-1
 - Aiken-Code
 - * Weglassen der mittleren Zeichen \rightarrow symmetrisch
 - Gray-Code
 - * keine Zuordnung
 - * einschrittig
 - \rightarrow nur ein Bit von Stufe zu Stufe wird geändert
 - Code-Umsetzer
 - * Dekodierer
 - * Übertragung von einem Code zu einem anderen Code

Binäre Codierung

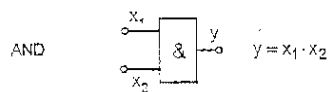
Stellenwertigkeit	Dualzahl	BCD	Aiken-Code	Gray-Code	Hexadezimale Ziffer
Dezimalzahl	8421	8421	2421	keine Zuordnung (einschrittig)	
0	0000	0000	0000	0000	0
1	0001	0001	0001	0001	1
2	0010	0010	0010	0011	2
3	0011	0011	0011	0010	3
4	0100	0100	0100	0110	4
5	0101	0101	1011	0111	5
6	0110	0110	1100	0101	6
7	0111	0111	1101	0100	7
8	1000	1000	1110	1100	8
9	1001	1001	1111	1101	9
10	1010			1111	A
11	1011			1110	B
12	1100			1010	B
13	1101			1011	D
14	1110			1001	E
15	1111			1000	F

9.3 Verarbeitung binärer Signale

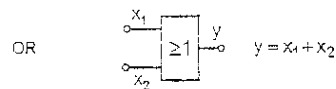
Elementare Gatter



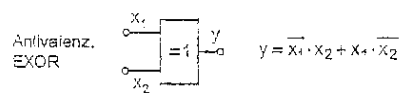
x	y
0	1
1	0



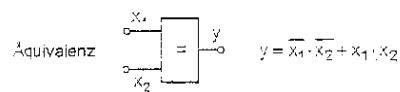
x ₁	x ₂	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



x ₁	x ₂	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



x ₁	x ₂	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



x ₁	x ₂	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Zusammenfassung elementarer Gatter

Distributivgesetz

$$x_1 + x_2 \cdot x_3 = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_3)$$

$$x_1 \cdot (x_2 + x_3) = x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3$$

Kommutativgesetz

$$x_1 + x_2 = x_2 + x_1$$

$$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$$

de Morgansche Gesetze

$$\overline{x_1 + x_2} = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$$

$$\overline{x_1 \cdot x_2} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$$

$$\overline{\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2} = x_1 + x_2$$

$$\overline{x_1 + \bar{x}_2} = \bar{x}_1 \cdot x_2$$

Assoziativgesetz

$$x_1 + (x_2 + x_3) = (x_1 + x_2) + x_3$$

$$x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3) = (x_1 \cdot x_2) \cdot x_3$$

Operationen mit 0 und 1

$$x_1 + 1 = 1$$

$$x_1 + 0 = x_1$$

$$x_1 \cdot 1 = x_1$$

$$x_1 \cdot 0 = 0$$

Absorptionsgesetz

$$x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1$$

$$x_1 + \bar{x}_1 \cdot x_2 = x_1 + x_2$$

$$x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 = x_1$$

$$x_1 \cdot (x_1 + x_2) = x_1$$

$$x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) = x_1 \cdot x_2$$

$$(x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) = x_1$$

Tautologie

$$x_1 + x_1 = x_1$$

$$x_1 \cdot x_1 = x_1$$

Operationen mit der negierten Variablen

$$x_1 + \bar{x}_1 = 1$$

$$x_1 \cdot \bar{x}_1 = 0$$

Bistabile Kippstufen

- Asynchrones RS-Speicherglied

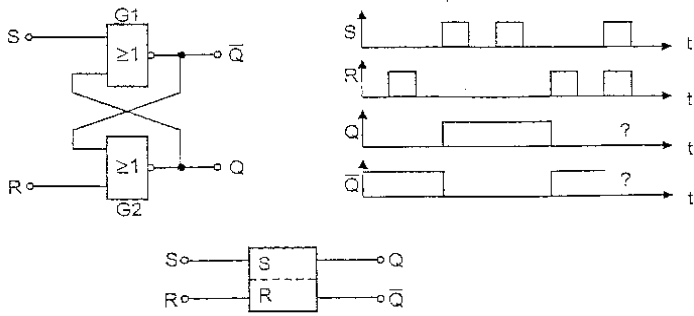
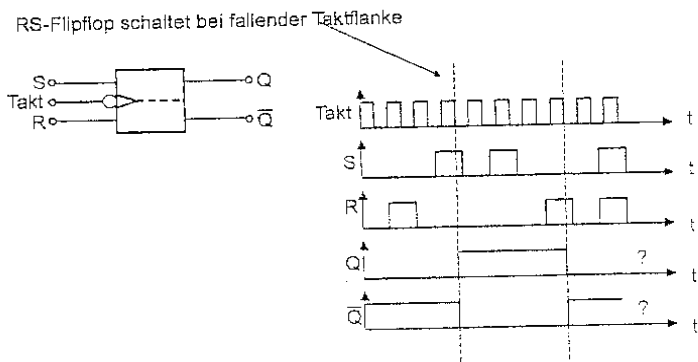
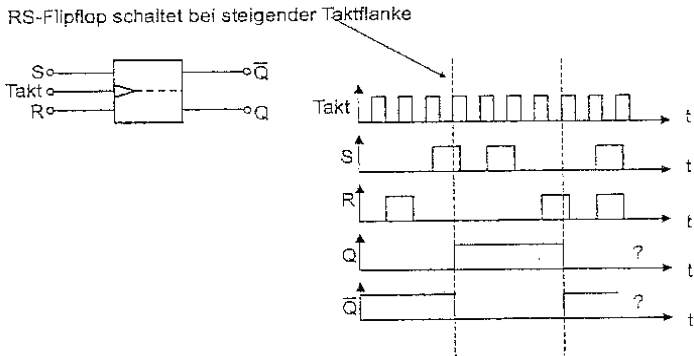


Abbildung 2.6: RS-Flipflop: Bistabile Kippschaltung

- Taktgesteuertes RS-Speicherglied

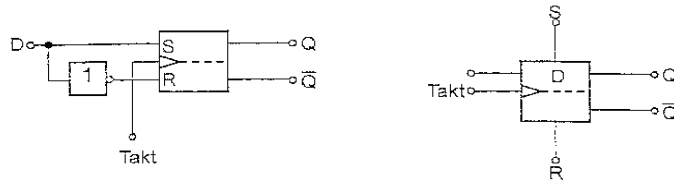
- zusätzlicher Takteingang $0 \nearrow 1$ oder $1 \searrow 0$ schaltet bei steigender oder fallender Taktflanke



- Übergang zum D-Flipflop

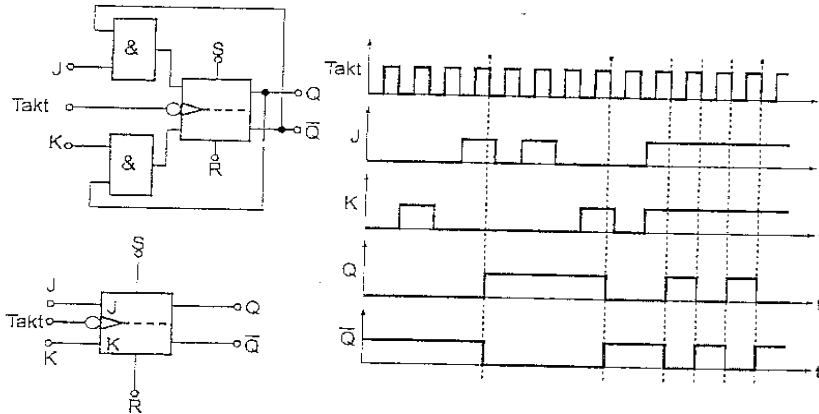
$$D(t_n) = 0 \Rightarrow Q(t_{n+1}) = 0$$

$$D(t_n) = 1 \Rightarrow Q(t_{n+1}) = 1$$

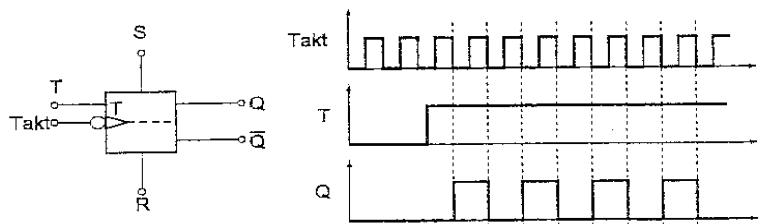


- taktflankengesteuerter Betrieb
- eindeutige R/S- Belegung wird durch D-Eingang erreicht
- $R = S = 1$ wird vermieden

- Taktflankengesteuertes JK-Speicherglied

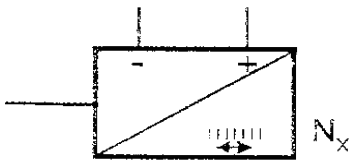


- Taktflankengesteuertes T-Speicherglied



- J und K verbunden
- $T = 0 \rightarrow$ Zustand bleibt erhalten
- $T = 1 \rightarrow$ Zustand ändert sich

Zähler



Schieberegister

- seriell / parallel
- parallel / seriell

9.4 Analoger Komparator als 1-bit ADU

