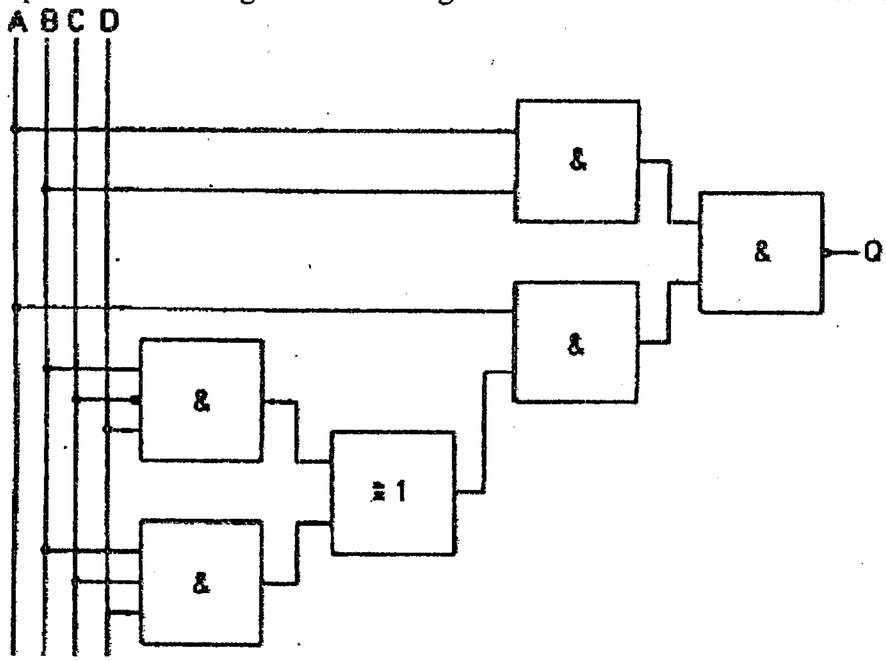
1. Geben Sie die dreistellige Hex.-Zahl **FC9**$_{hex}$ zunächst als Dualzahl und dann als Oktalzahl an.

2. Gegeben seien die beiden Dualzahlen A = 1011 1001 und B = 0101 1110 .
Berechnen Sie das Ergebnis der folgenden **logischen** Operationen,
und geben Sie die jeweils dazu notwendigen Schaltbilder an:
$\neg(A+B)$ bzw. $A \overline{\vee} B$
$\neg(A*B)$ bzw. $A \overline{\wedge} B$
$\overline{A} \oplus \overline{B}$ bzw. $\overline{A} \not\equiv \overline{B}$ bzw. $\overline{A} \not\leftrightarrow \overline{B}$
$\overline{A} \otimes \overline{B}$ bzw. $\overline{A} \equiv \overline{B}$ bzw. $\overline{A} \leftrightarrow \overline{B}$
$\overline{\overline{A}}$ bzw. $\neg(\neg A)$

3. Gegeben seien die Dualzahlen **A = 1101** und **B = 0110** und **C = 1011** und **D = 1100**
Berechnen Sie das Ergebnis der folgenden **arithmetischen** Operationen
mittels eines Addierwerkes:
$A+B+C+D$
$A-C$
$C-D$
Mit welchem Gatter realisieren Sie die bitweise Komplementbildung (Einerkomplement) ?
Erklären Sie das zusätzliche Ergebnisbit! (Nur duale Rechnung, kein Schaltbild!)

4. Optimieren Sie folgende Schaltung und zeichnen Sie die einfachste äquivalente Schaltung:



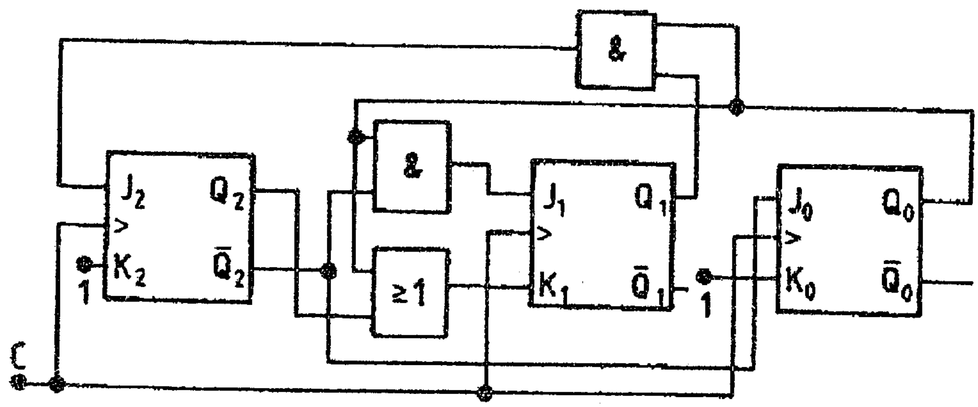
5. Eine Steuerschaltung soll bei folgenden Eingangsbedingungen ihrer drei Schalter (Schließer) A, B und C am Ausgang Q ein "1"-Signal ergeben: wenn alle Schalter ausgeschaltet, oder nur Schalter B und C betätigt, oder A eingeschaltet und B und C gemeinsam ein- oder ausgeschaltet sind. Entwerfen Sie eine möglichst einfache Schaltung ! (Wahrheitstabelle, DNF, minimalisierte Schaltgleichung, Schaltbild)

6. Der Dezimalwert einer 4-Bit-Dualzahl gegeben im Aiken-Code soll durch eine Sieben-Segment-Anzeige dargestellt werden. Entwerfen Sie mittels einer PLA (programmierbare UND-Matrix mit nachfolgender programmierbarer ODER-Matrix) einen Codewandler von 4-Bit-Aiken-Eingang auf die 7 Ausgangsleitungen zur Ansteuerung der Anzeige (Codetabelle und Schaltung!).

7. Welche Funktion hat die nachfolgende Schaltung ?

a) Erstellen Sie aus dem Schaltbild die sechs Erregungsfunktionen J_i und K_i, und anhand der Arbeitstabelle für die J-K- Flipflops berechnen Sie die Zustandsfolgetabelle beginnend mit dem Zustand $Q_2Q_1Q_0 = 000$ beim Takt Nr. k=0 .
Welche Dezimalwerte $Z^{(k)}$ nimmt das duale 3-Bit-Ausgangswort $Q_2Q_1Q_0$ an, wenn der Takt bis k=11 läuft ?

b) Alternativ zeichnen Sie das Impulsfolgediagramm für C , Q_0 , Q_1 , Q_2



$J_2 =$

$K_2 = 1$

$J_1 =$

$K_1 =$

$J_0 =$

$K_0 = 1$

k	Q_2	Q_1	Q_0	$Q_2^{(k+1)}$	$Q_1^{(k+1)}$	$Q_0^{(k+1)}$	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0	Z
0	0	0	0					1				1	0
1								1				1	
2								1				1	
3								1				1	
4								1				1	
5								1				1	
6								1				1	
7								1				1	
8								1				1	
9								1				1	
10								1				1	
11								1				1	

BA - Mannheim — 29.06.2000

Klausur - Lösungen — h 11.30-13.00

(1)

$$F_h = 15_d = 1111_b \quad [8\,4\,2\,1]_d$$

$$C_h = 12_d = 1100_b$$

$$9_h = 9_d = 1001_b$$

[2048 1024 512 256 128 64 32 16]

$$FC9_h = 1111\ 1100\ 1001_b = 4041_{dez}$$

$$= 111\ 111\ 001\ 001_b$$

$$= 7\ 7\ 1\ 1_o$$

$$\boxed{FC9_h = 7711_o}$$

Hex-Werte: Dualzahl in Gruppen zu 4-Bit einteilen
Okt-Werte: " 3-Bit "

1Pkt

(2)

$$A = 1011\ 1001 \quad [B9]_h$$

$$B = 0101\ 1110 \quad [5E]_h$$

a) $\overline{A+B} = \neg(1111\ 1111) = \underline{0000\ 0000}$ [00_h]

b) $\overline{A\cdot B} = \neg(0001\ 1000) = \underline{1110\ 0111}$ $[D7]_h$

$\bar{A} = 0100\ 0110$

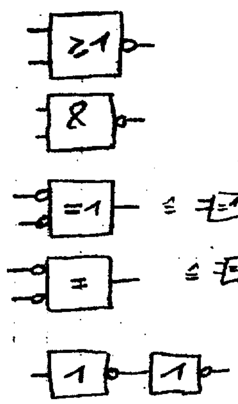
$\bar{B} = 1010\ 0001$

c) $\bar{A} \oplus \bar{B} = \underline{1110\ 0111}$ $[D7]_h$

d) $\bar{A} \odot \bar{B} = \underline{0001\ 1000}$ $[18]_h$

e) $\bar{\bar{A}} = A$

a) b) c) d) e)



Schaltbilder

c) $= A \oplus B = \bar{A} \oplus \bar{B}$

d $= A \odot B = \bar{A} \odot \bar{B}$

3Pkt

3

4-Bit-Dual-Rechnung entspricht 2-Digit-Dezimalrechnung

A	=	1101	=	13
B	=	0110	=	6
C	=	1011	=	11
D	=	1100	=	12

a) A + B + C + D :

```
           1101          13
           0110           6
           1011          11
           1100          12
Carry 1:  11111          42
Carry 2:    11
          101010      :  32 + 8 + 2 = 42
```

$A + B + C + D = \boxed{10\ 1010}$

XX

---

oder

```
A + B :  1101
         0110
          1
E =     10011

E + C : 10011
         1011
          11
F =     11110

F + D : 11110
         1100
         11
A+B+C+D = 101010
```

---

b) $A - C := A + \bar{C} + 1$ für $A \geq C$

$\bar{C} = 0100$ $(2^4 - 1)$-Komplement

```
A - C :        1101          dez:  13
               0100                88   (99-Komplement)
carry         11                   1
signumbit <-  1|0001              1|01
Korrektur  ->      1               -> 1
carry             1
               0010              -> +02
```

$A - C = \boxed{1\ \ 0010}$

Sign posi. Werte-Bits

XX

Zweierkompl.:

```
  1101
  0101
1|0010   => +0010
```

c) $C - D = \overline{(C + \overline{D})}$ für $C < D$

$\overline{D} = 0011$

C − D:

```
           1011
           0011
carry       11
         ------
Signumbit ← 0|1110
↓
Einerkompl.: 0001
```

$C - D = \boxed{0 \quad 0001}$

Sign neg. — Wertebits

XX

dez:

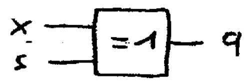
```
  11
  87  (Neunerkompl)
 ----
 0|98
  → 01  (Neunerkompl)
  → −01
```

zweierkompl

```
  1011
  0100
  ----
  1111
G 0001  →  −0001
```

bei [illegible] geht hier nicht

d) i) Einerkomplementbildung mit XOR-Gatter



s	x	q		Sign
0	0	0	x	1
0	1	1		1
1	0	1	$\overline{x}$	0
1	1	0		0

$s = \overline{\text{Sign}}$

Sign = 1 → $q = x$

Sign = 0 → $q = \overline{x}$

X

Steuersignal s gebildet aus invertierten Signumbit

ii) 5. Bit ist Signumbit Sign = 1: positive Zahl Sign = 0: negative Zahl

X

Sign = 1 → Ergebnis um 1 erhöhen (incrementieren)

Sign = 0 → Einerkomplement vom Ergebnis bilden /8 Pkt

(4)

$\bar{q} = e \cdot f$

$e = a \cdot b$

$f = g \cdot h$

$g = a$

$h = i + j$

$i = b \cdot \bar{c} \cdot d$

$j = b \cdot c \cdot d$

$\bar{q} = (a\,b) \cdot (a \cdot (i + j))$ $\quad = \underbrace{(a\,b)\{a[(b\bar{c}d) + (bcd)]\}}_{2\,Pkt}$

$= a\,a\,b\,(i + j)$

$= a\,b\,(i + j)$

$= a\,b\,i + a\,b\,j$

$= a\,b\,b\,\bar{c}\,d + a\,b\,b\,c\,d$

$= a\,b\,\bar{c}\,d + a\,b\,c\,d$

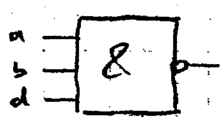
$= a\,b\,d\,(\bar{c} + c)$

$\bar{q} = a\,b\,d$

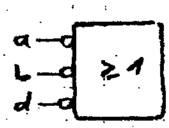
$$\boxed{\begin{aligned} q &= \overline{a\,b\,d} \\ q &= \bar{a} + \bar{b} + \bar{d} \end{aligned}}$$

$\left[= \overline{a\,b} + \bar{d} = \overline{\overline{\overline{a\,b}} \cdot \bar{d}} \right]$

2Pkt



bzw



/5Pkt

oder $\quad q = \overline{(a\,b)\{a \cdot [b\bar{c}d + bcd]}$

$= \overline{a\,b} + \overline{a\,[bd]}$

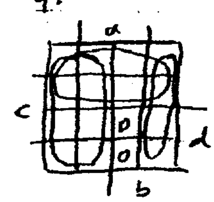
$= \bar{a} + \bar{b} + \bar{a} + \overline{b\,d}$

$= \bar{a} + \bar{b} + \bar{a} + \bar{b} + \bar{d}$

$= \bar{a} + \bar{b} + \bar{d}$

$\bar{q} = abdc + abd\bar{c}$

q:



4, abgezogt.

oder aus Wahrheitstabelle $\quad q = \bar{b} + \bar{d} + \bar{a}\,b = \bar{b} + b\,\bar{a} + \bar{d} = (\bar{b} + \bar{a})(\bar{b} + b) + \bar{d}$

5

a)

a	b	c	q
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

X

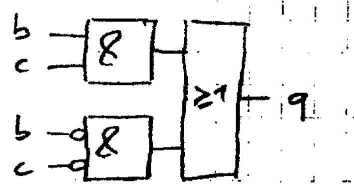
b) $q = \bar a \bar b \bar c + \bar a b c + a \bar b \bar c + a b c$ [KDNF] X

$q = (\bar a + a)\, b c + (\bar a + a)\, \bar b \bar c$

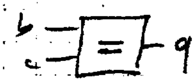
c) $\boxed{q = bc + \bar b \bar c}$ $\boxed{q = b \leftrightarrow c}$ [MDNF] X

Äquivalenz: XNOR

d)



$\Longleftrightarrow$



X

4 Pkt

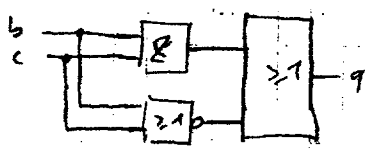
c) oder

q:

	$\bar a$	a	a	$\bar a$
$\bar b$	1	1		
b			1	1
	$\bar c$	$\bar c$	c	c

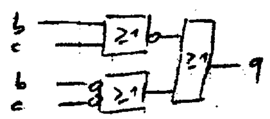
$q = \bar b \bar c + bc$

oder $q = bc + \overline{b + c}$



$bc = \overline{\overline{bc}} = \overline{\bar b + \bar c}$

oder $q = \overline{b + c} + \overline{\bar b + \bar c}$

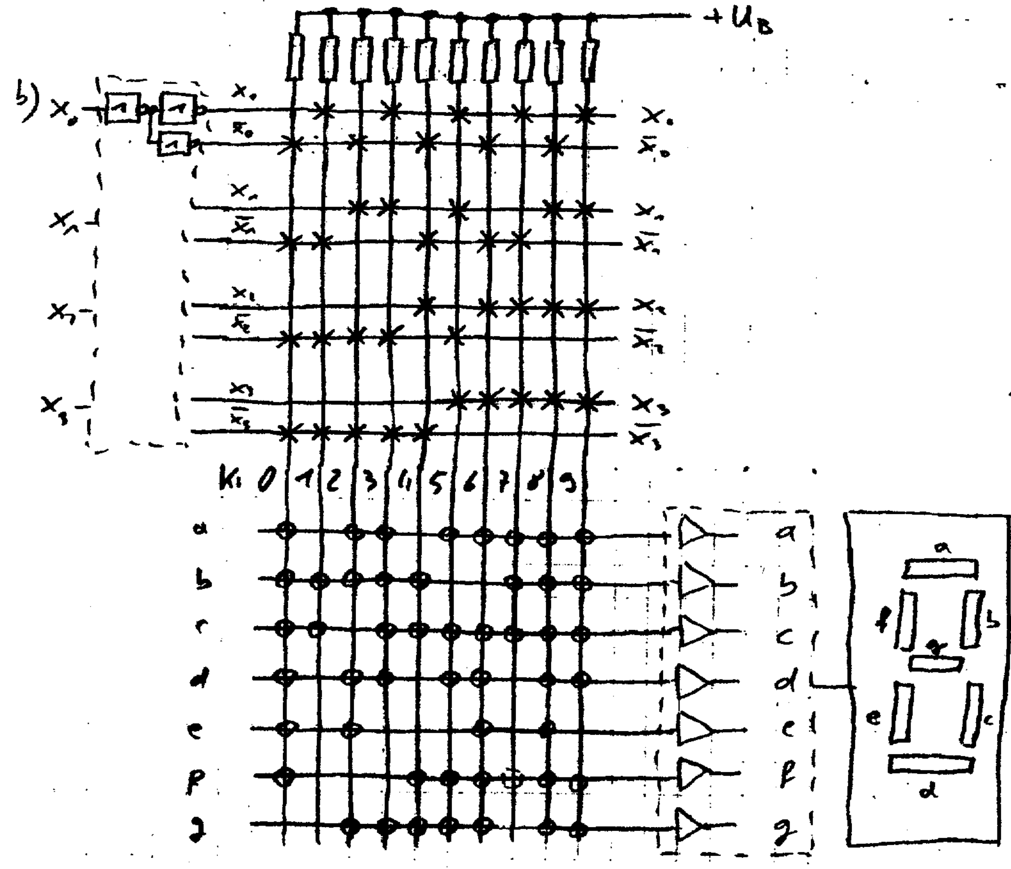


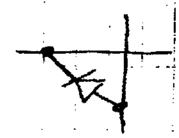
6

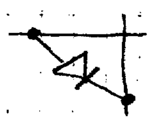
a)

Dez k	Aiken x_3	x_2	x_1	x_0	7-Segment a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
6	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1/0	0
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

b)

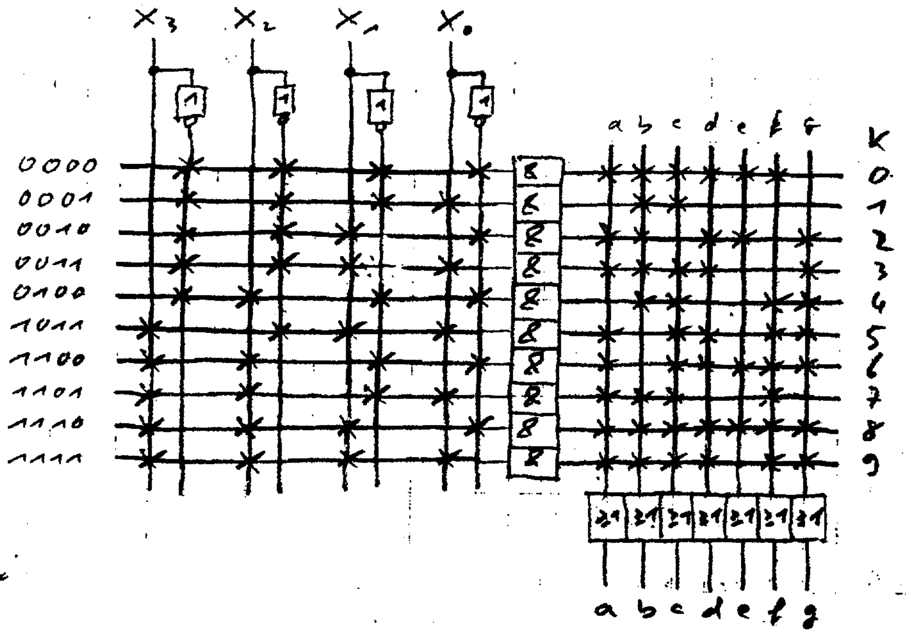


UND-Diode: X : 

ODER-Diode: 0 : 

/3 Pkt

b) oder schematisch:



-8-

aus Schaltbild:

(7) /

$J_2 = Q_1 \cdot Q_0$

$K_2 = 1$

/ $J_1 = \overline{Q_2} \cdot Q_0$

/ $K_1 = Q_2 + Q_0$

/ $J_0 = \overline{Q_2}$

2 Pkt $K_0 = 1$

JK-FF:

J	K	Q	$Q^{(k+1)}$	mode
0	0		$Q^{(k)}$	speichern
0	1		0	reset
1	0		1	set
1	1		$\overline{Q^{(k)}}$	toggle

a)

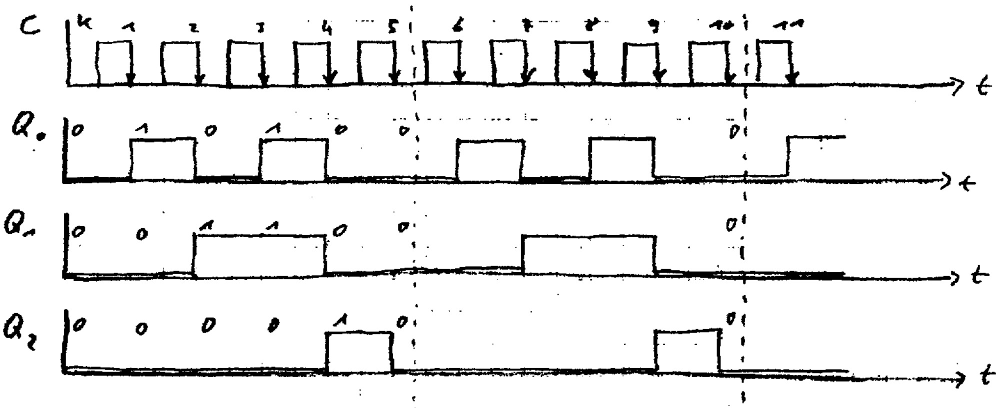
k	Q_2	Q_1	Q_0	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0	$Q_2^{(k+1)}$	$Q_1^{(k+1)}$	$Q_0^{(k+1)}$	$Z = Q_2Q_1Q_0$
0	0	0	0	0·0=0	1	1·0=0	0+0=0	$\bar{0}$=1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0·0=0	1	1·1=1	0+1=1	$\bar{0}$=1	1	0	1	0	1
2	0	1	0	1·0=0	1	1·0=0	0+0=0	1	1	0	1	1	2
3	0	1	1	1·1=1	1	1·1=1	0+1=1	1	1	1	0	0	3
4	1	0	0	0·0=0	1	0·0=0	1+0=1	$\bar{1}$=0	1	0	0	0	4
5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
6	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
7	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	2
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	3
9	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4
10	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
11	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1

6 Pkt 7 Pkt 8

⇒ Funktion: Modulo-5-Zähler bzw. Frequenzteiler 1 : 5

/9

b)



Z 0 1 2 3 4 0 1 2 3 4 0 1

Periode

wie vorherige Klausur, deren Lösung vorgegeben → Wertung 126%

12^{45}–15^{45} 3h