

Aufgabe 1 (Addierer/Subtrahierer): Teilaufgabe a

Montag, 7. März 2022

13:31

Wahrheitstabelle Volladdierer:

a_i	b_i	c_{i-1}	c_i	s_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Symmetriediagramme für c_i und s_i :

c_i :

a_i

b_i

0	0	1	0
0	1	1	1

c_{i-1}

$$a_i \cdot b_i +$$

$$a_i \cdot c_{i-1} +$$

$$b_i \cdot c_{i-1} = a_i \cdot b_i + c_{i-1} \cdot (a_i + b_i) = c_i \Rightarrow c_i\text{-Formel aus}$$

Angabe stimmt.

a_i

b_i

0	1	-	1
1	-	-	-
-	0	1	0
-	-	0	-

c_{i-1}

$$a_i \cdot b_i \cdot c_i +$$

$$a_i \cdot \bar{c}_i +$$

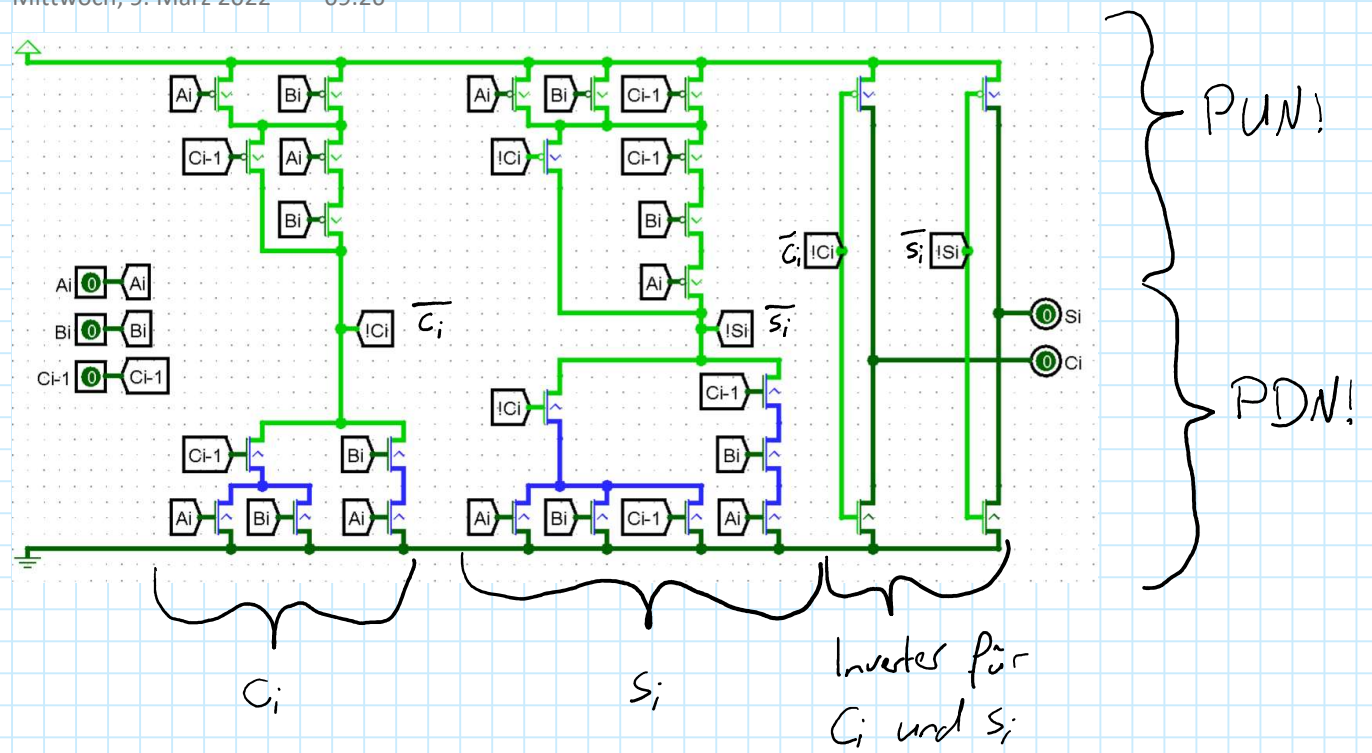
$$b_i \cdot \bar{c}_i +$$

$$c_{i-1} \cdot \bar{c}_i = \bar{c}_i \cdot (a_i + b_i + c_{i-1}) + a_i \cdot b_i \cdot c_{i-1} = s_i$$

$\Rightarrow s_i$ -Formel aus Angabe stimmt.

Aufgabe 1 (Addierer/Subtrahierer): Teilaufgabe b

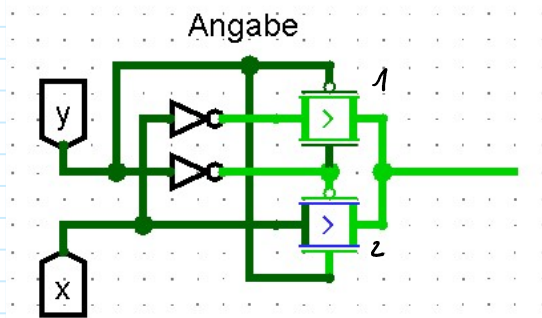
Mittwoch, 9. März 2022 09:26



Aufgabe 1 (Addierer/Subtrahierer): Teilaufgabe c

Mittwoch, 9. März 2022

09:33



i)

$$f(x, y) = 1 \text{ für } x=0, y=0 \text{ und } x=1, y=1$$

1 hat einen output, wenn y (control) LOW ist, und leitet \bar{x} weiter \Rightarrow HIGH wenn beide LOW

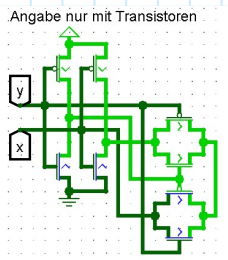
2 hat einen output, wenn y HIGH ist und leitet x weiter \Rightarrow HIGH wenn beide HIGH

$$\Rightarrow (\bar{y} \cdot \bar{x}) + (y \cdot x) \Rightarrow \text{XNOR / Gleichheit}$$

XNOR/Equals
Do

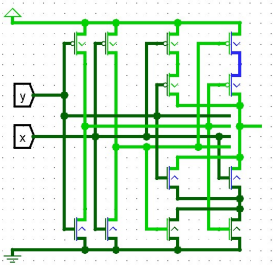
ii)

Negation und Transmissiongates benötigen in CMOS jeweils 2 Transistoren (1PUN+ 1PDN)



$\Rightarrow 8$ Transistoren

iii)



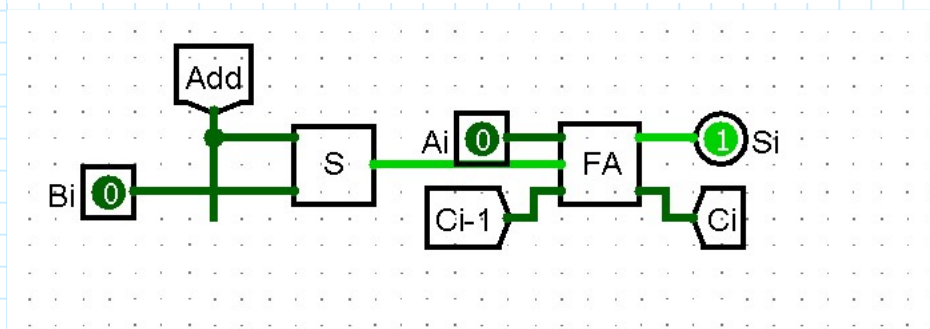
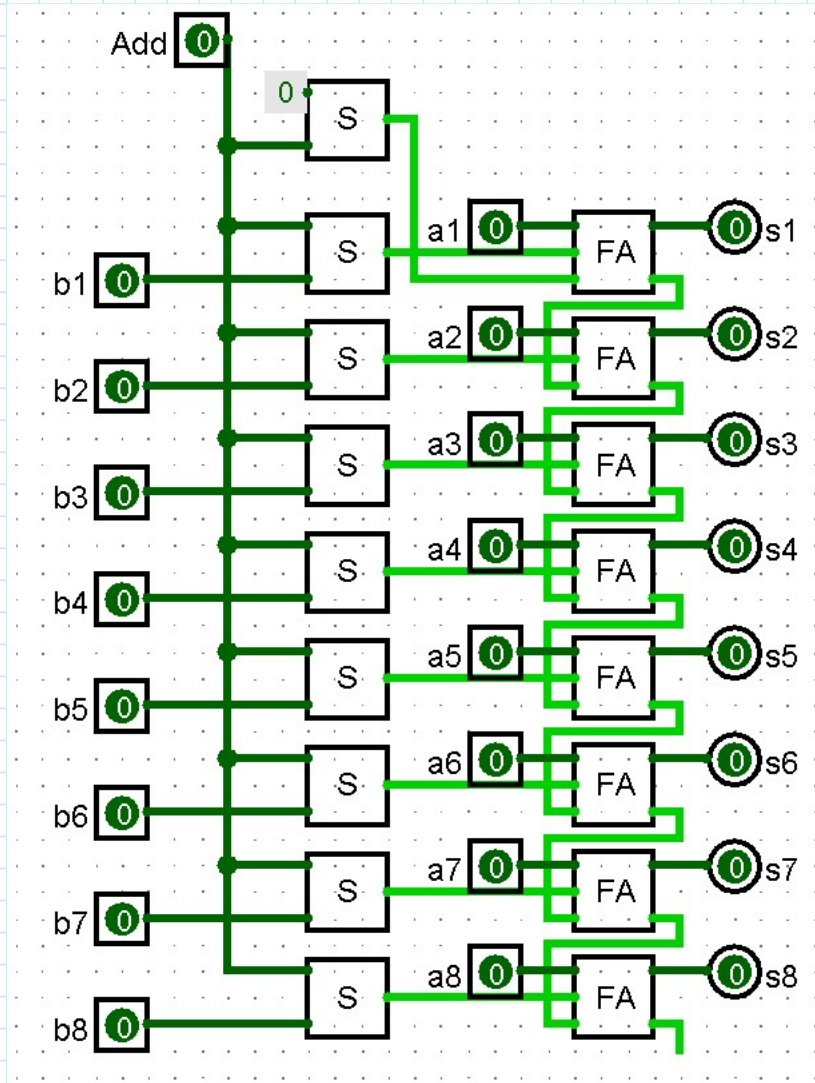
\Rightarrow Implementieren der Funktion $f(x, y)$

$\Rightarrow 12$ Transistoren

Aufgabe 1 (Addierer/Subtrahierer): Teilaufgabe d

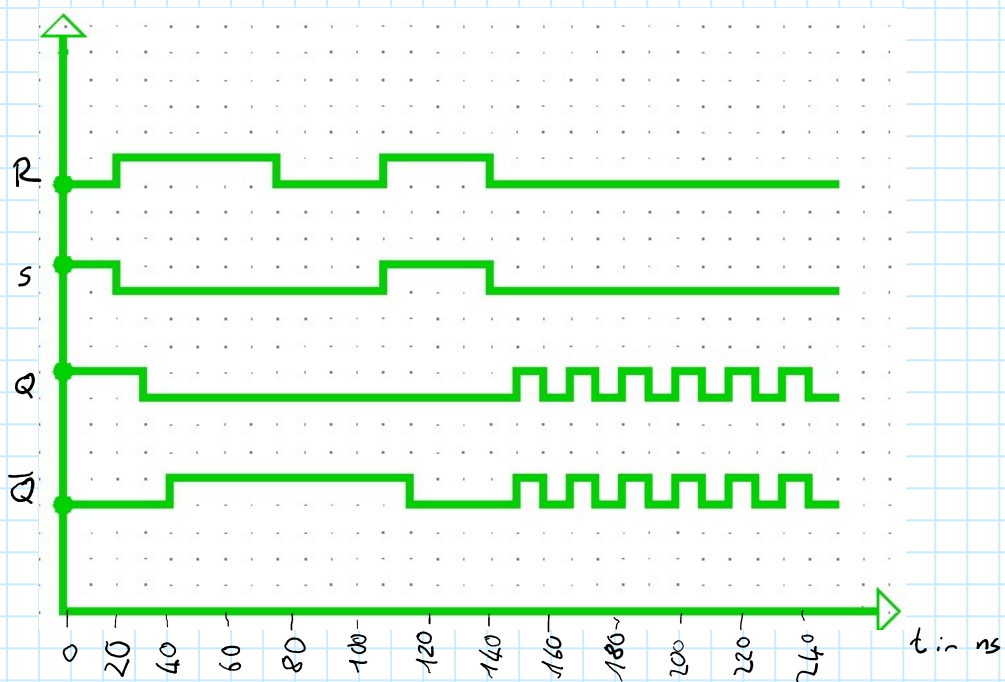
Mittwoch, 9. März 2022 09:54

$$a \pm b = s \quad a_1/b_1/s_1 \Rightarrow \text{LSB!}$$



Aufgabe 2 (Speicherelemente): Teilaufgabe a

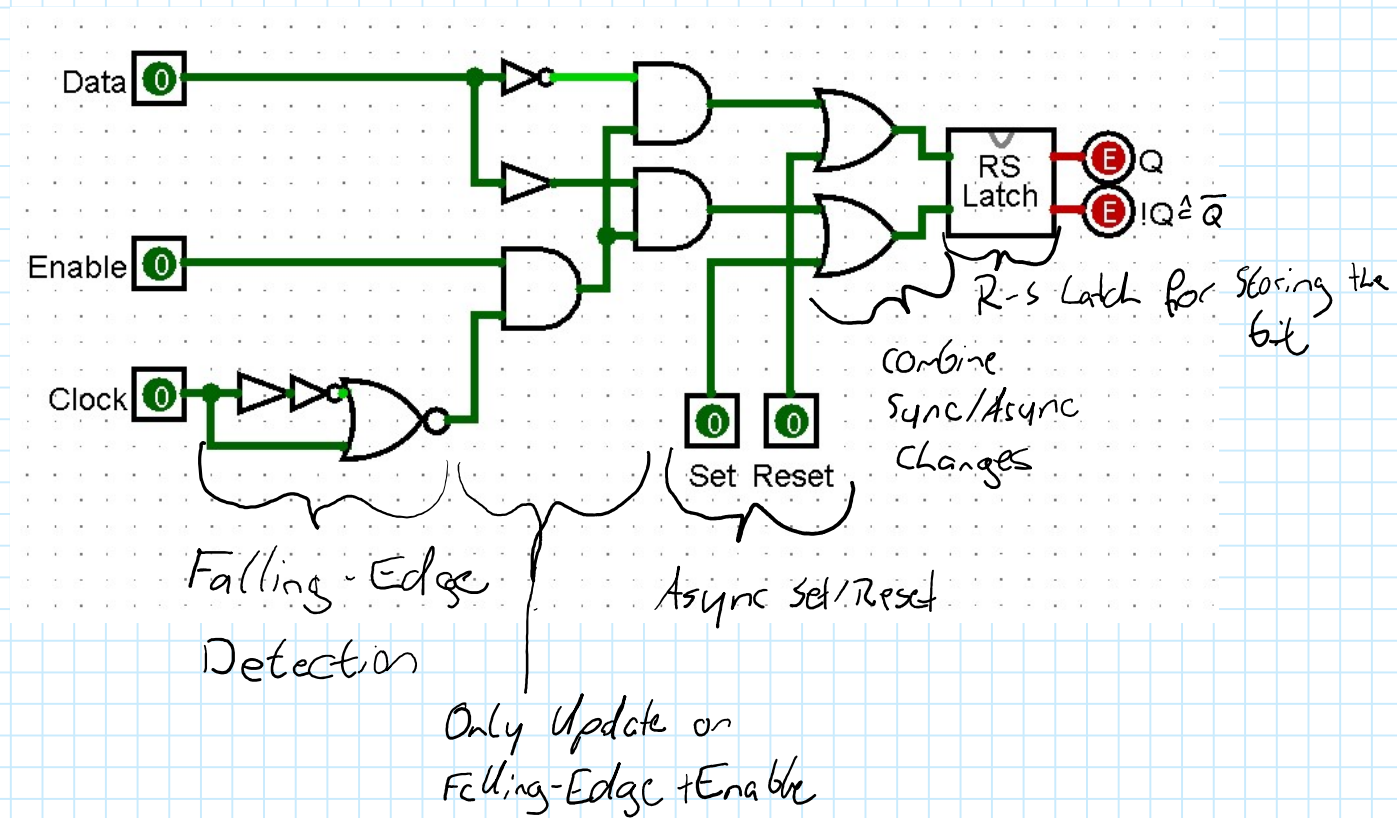
Mittwoch, 9. März 2022 10:00



Oszillation, bis sich S oder R ändern

Aufgabe 2 (Speicherelemente): Teilaufgabe b

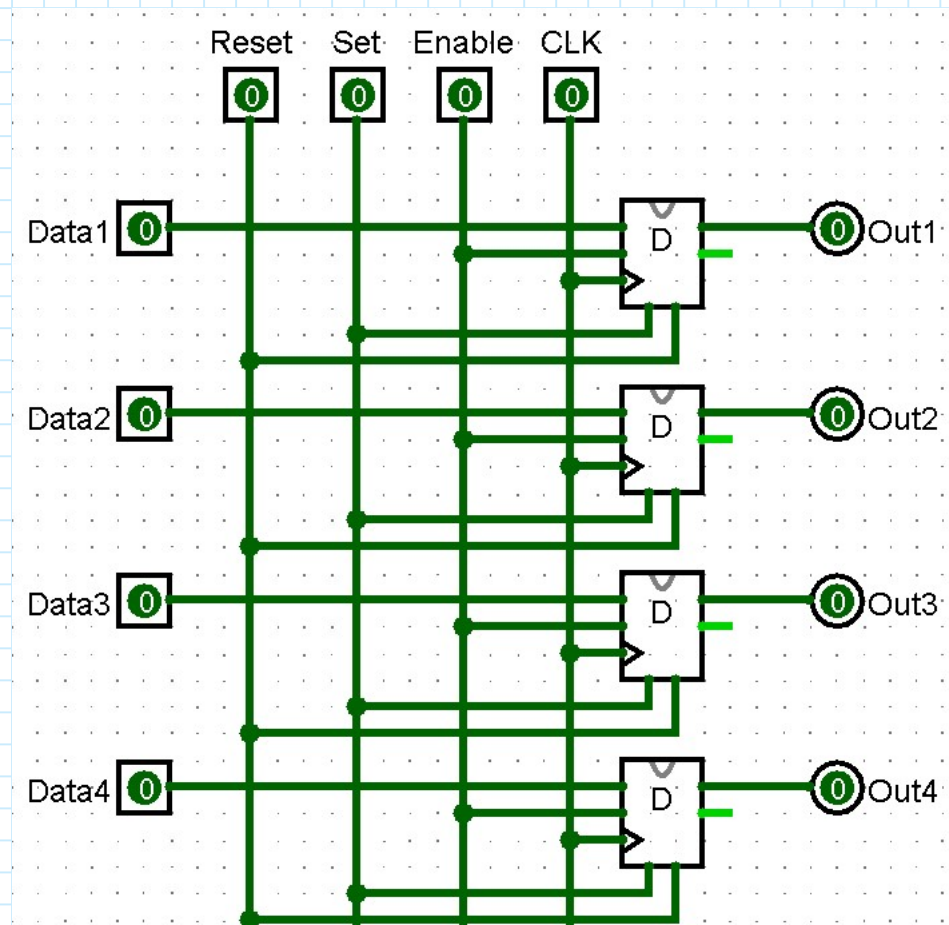
Mittwoch, 9. März 2022 10:05



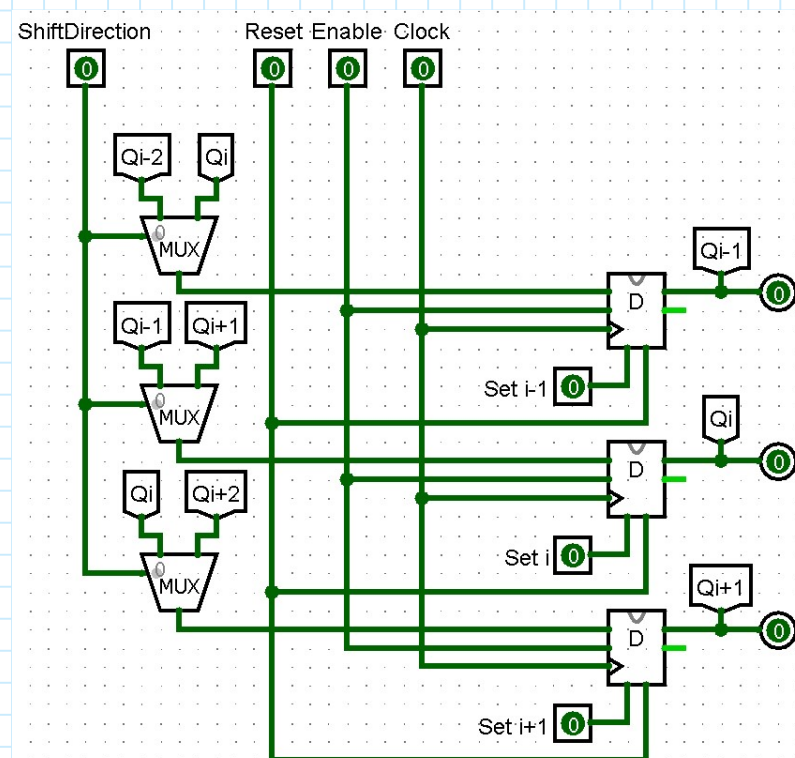
Aufgabe 2 (Speicherelemente): Teilaufgabe c

Mittwoch, 9. März 2022 10:08

4-Bit-Register:



Shift-Register-Modul:



Aufgabe 2 (Speicherelemente): Teilaufgabe d

Mittwoch, 9. März 2022 10:13

Register:

- Überall, wo man Daten speichern möchte (Zwischenspeicher für Eingabe, Ausgabe)

Shift-Register:

- Multiplikation & Division, zum Shiften

Aufgabe 3 (Dividierer): Teilaufgabe a

Mittwoch, 9. März 2022 10:15

A: 001000001110 (526) B: 001110 (14)

Wortbreite $n = 6 \rightarrow$ A 12 bit (doppelte Wortbreite), B 6 bit (einfache Wortbreite) (festgelegt per $A < (2^n)B$)

B': 001110000000 (B um n nach links geschiftet, d.h. Multiplikation mit 2^n) -B': 110010000000 (per Zweierkomplement)

	Partialrest	Quotient	Erläuterung
R0	001000001110	—	R0=A
	010000011100	—	left shift
+	110010000000	—	R0>=0 \rightarrow -B'
R1	000010011100	—1	R1>=0 \rightarrow q0=1
	000100111000	—1-	left shift
+	110010000000	—1-	R1>=0 \rightarrow -B'
R2	110110111000	—10	R2<0 \rightarrow q0=0
	101101110000	—10-	left shift
+	001110000000	—10-	R2<0 \rightarrow +B'
R3	111011110000	—100	R3<0 \rightarrow q0=0
	110111100000	—100-	left shift
+	001110000000	—100-	R3<0 \rightarrow +B'
R4	000101100000	—1001	R4>=0 \rightarrow q0=1
	001011000000	-1001-	left shift
+	110010000000	-1001-	R4>=0 \rightarrow -B'
R5	111101000000	-10010	R5<0 \rightarrow q0=0
	111010000000	10010-	left shift
+	001110000000	10010-	R5<0 \rightarrow +B'
R6	001000000000	100101	R6>=0 \rightarrow q0=1

R6 positiv, also kein Korrekturschritt nötig

Quotient(=Q6): 100101 (=37) Rest ($= (2^{(-6)}) \cdot R6$): 001000 (=8)

Aufgabe 3 (Dividierer): Teilaufgabe b

Mittwoch, 9. März 2022 10:22

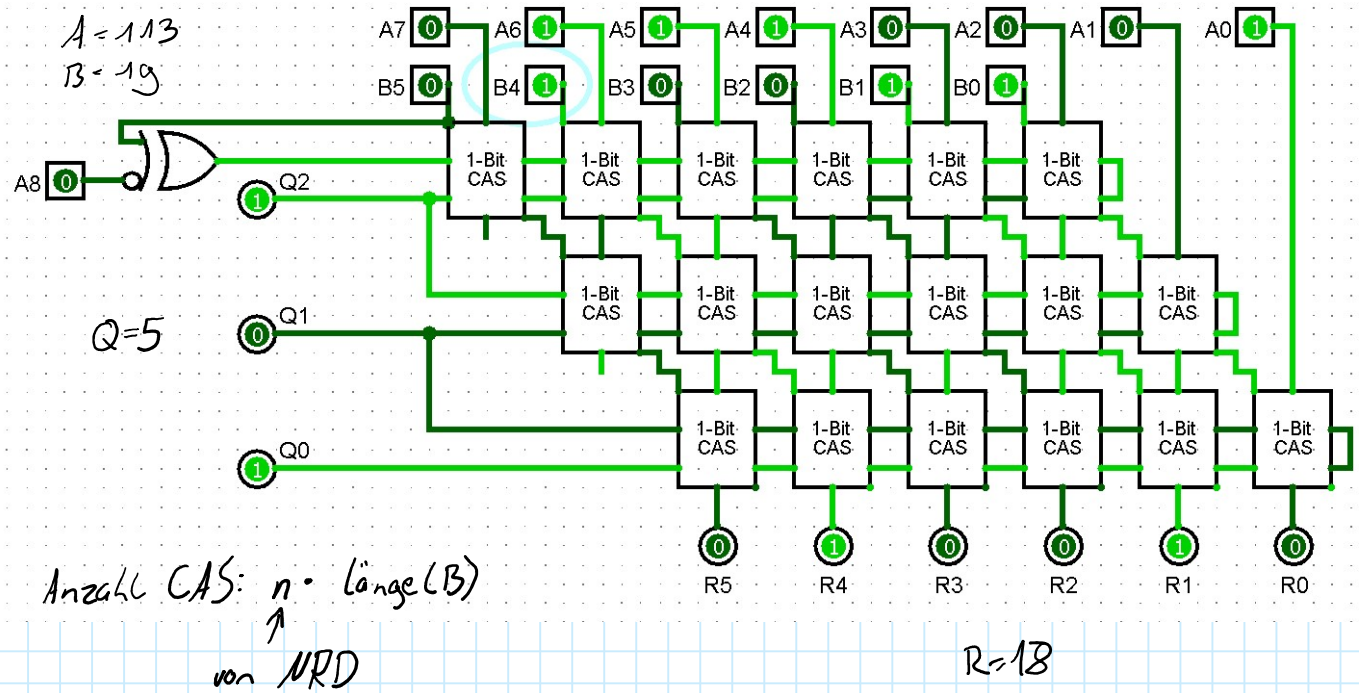
$$-A / B = - (A / B)$$

$$A / -B = - (A / B)$$

$$-A / -B = A / B$$

Aufgabe 3 (Dividierer): Teilaufgabe c+d

Mittwoch, 9. März 2022 10:24



$$113 / 19 = 5 \text{ R } 18$$

Aufgabe 4 (Multiplizierer): Teilaufgabe a+b

Mittwoch, 9. März 2022 10:34

227 =

$0 \rightarrow 0 \Rightarrow 0$
 $1 \rightarrow 0 \Rightarrow +1$
 $0 \rightarrow 1 \Rightarrow -1$
 $1 \rightarrow 1 \Rightarrow 0$

$0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ (0)$
 $+1 \ 0 \ 0 \ -1 \ 0 \ 0 \ +1 \ 0 \ -1$
 $2^8 \ 2^7 \ 2^6 \ 2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0$

$$\begin{aligned}
 227 \cdot B &= -1B \cdot 2^0 + \\
 &\quad 1B \cdot 2^1 + \\
 &\quad -1B \cdot 2^5 + \\
 &\quad 1B \cdot 2^8
 \end{aligned}$$

2er Blöcke
 2er Potenzen

Vorzeichengerechtes Erweitern

$0 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \Rightarrow 0$
 $0 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \Rightarrow +1$
 $0 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \Rightarrow +1$
 $0 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \Rightarrow +2$
 $1 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \Rightarrow -2$
 $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \Rightarrow -1$
 $1 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \Rightarrow -1$
 $1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \Rightarrow 0$

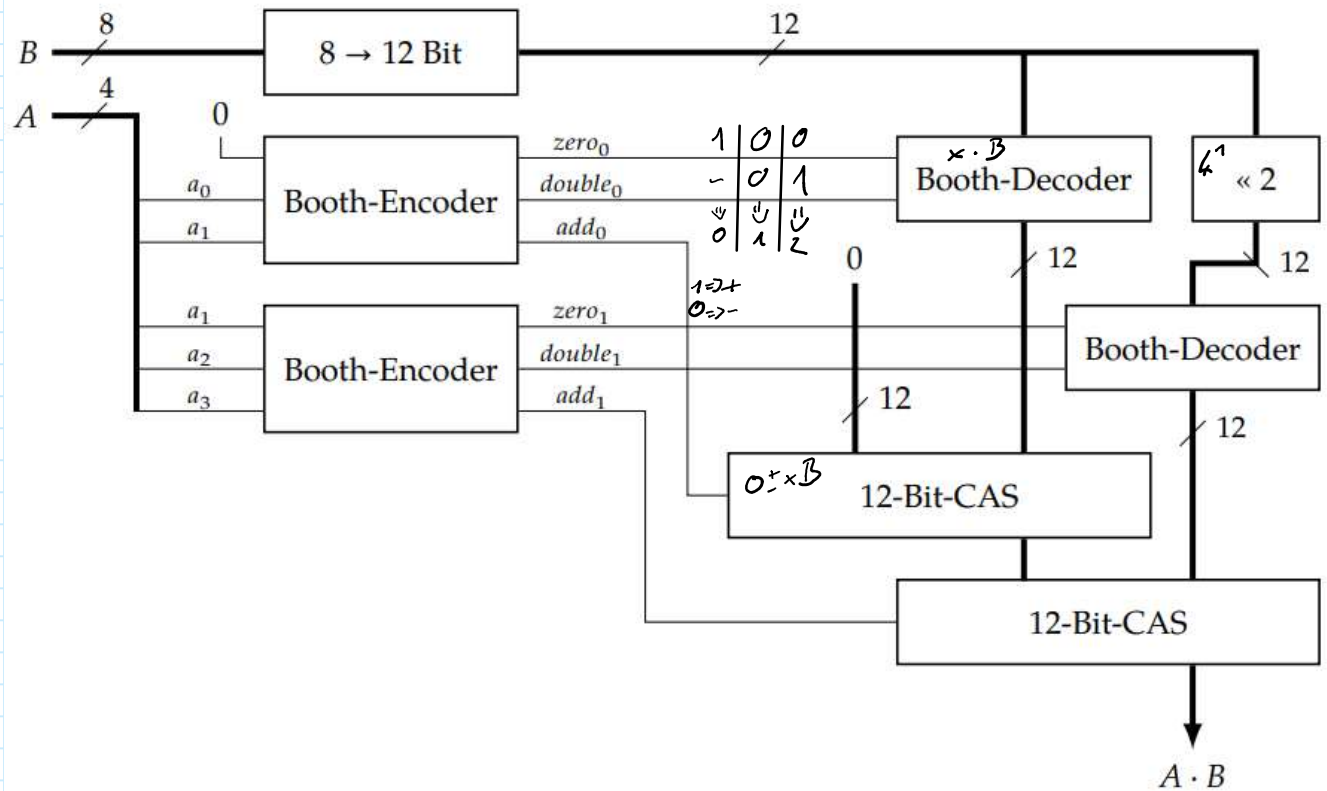
$0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ (0)$
 $-2 \ 0 \ 1 \ -2 \ +2$
 $4^8=2^8 \ 4^7=2^6 \ 4^6=2^4 \ 4^5=2^2 \ 4^0=2^0$

$$\begin{aligned}
 227 \cdot B &= +2B \cdot 4^0 + \\
 &\quad -2B \cdot 4^1 + \\
 &\quad 1B \cdot 4^2 + \\
 &\quad -2B \cdot 4^4
 \end{aligned}$$

3er Blöcke
 4er Potenzen

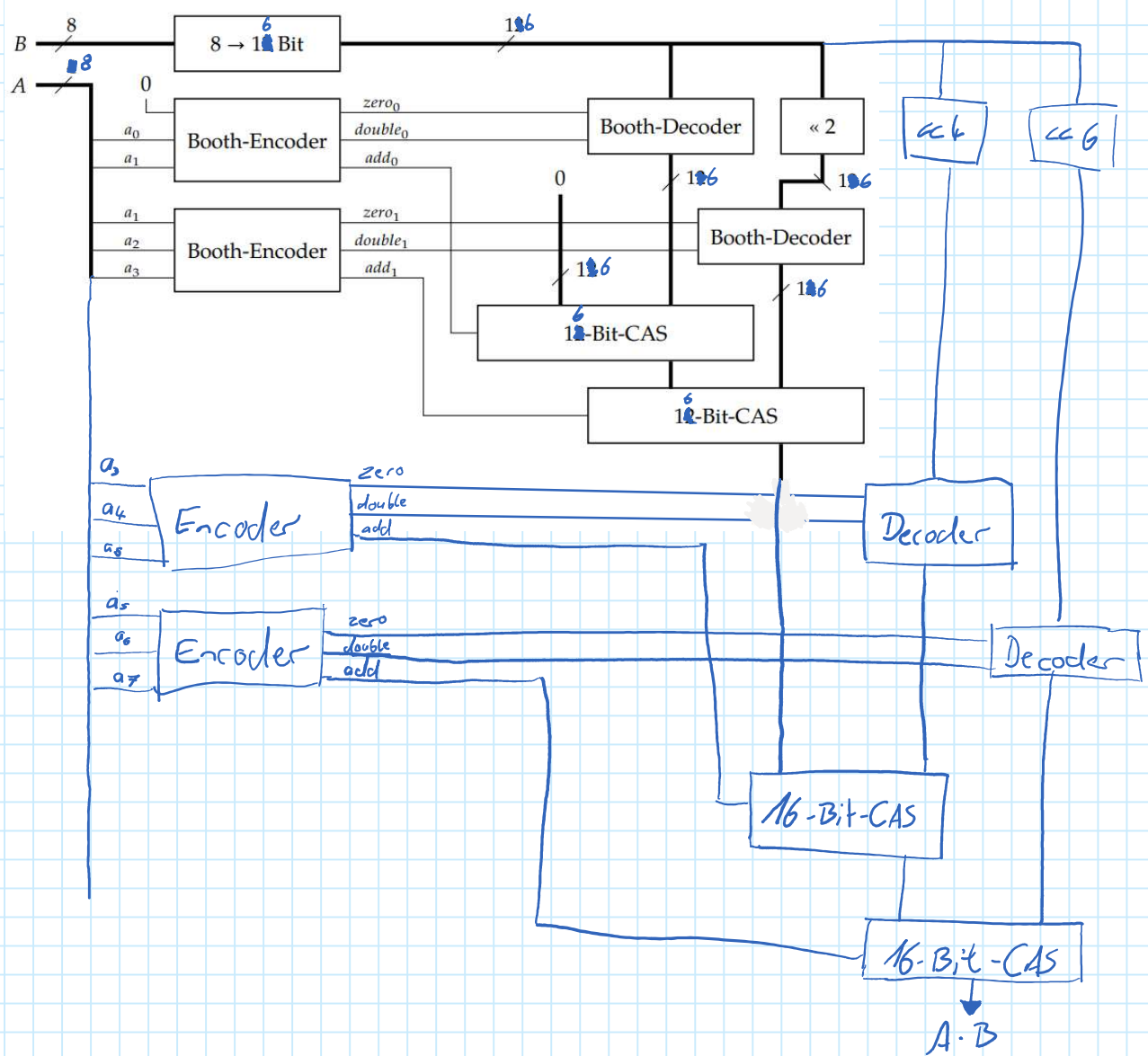
Aufgabe 4 (Multiplizierer): Teilaufgabe c

Mittwoch, 9. März 2022 10:39



Aufgabe 4 (Multiplizierer): Teilaufgabe d

Mittwoch, 9. März 2022 10:57



Aufgabe 4 (Multiplizierer): Teilaufgabe e

Mittwoch, 9. März 2022 11:08

Anzahl der Additionen im $n \cdot m$ -Booth-Multiplizierer ($n \leq m$):

$$\underbrace{(n:2)} \cdot \underbrace{(m+n)} \text{ Worst case } n=m: (n:2) \cdot (n+n) = (n:2) \cdot (2n) = n^2$$

Anzahl der CAS \cdot Länge der CAS

Anzahl der Additionen im $n \cdot m$ -kombinatorischen Multiplizierer ($n \leq m$):

$$n \cdot m \quad \text{Worst case } n=m: n \cdot n = n^2$$

\Rightarrow Identisch bei $n=m$ (Worst case)

$$\frac{n}{2} \cdot (n+m) \leq n \cdot m$$

ist wahr für $0 \leq n \leq m$ (und $m \leq n \leq 0$, aber negative Wortlänge gibt es nicht.)

Beispiel $n = \frac{m}{2}$

$$\frac{m}{4} \cdot \left(\frac{m}{2} + m\right) = \frac{m}{4} \cdot \frac{3m}{2} = \frac{3m^2}{8} = \frac{3}{8} m^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\frac{3}{8} m^2 < \frac{4}{8} m^2}}$$

$$\frac{n}{2} \cdot m = \frac{m^2}{2} = \frac{1}{2} m^2 = \frac{4}{8} m^2$$