# Musterlösung zur Klausur

# Technische Informatik II

# Herbst 2006

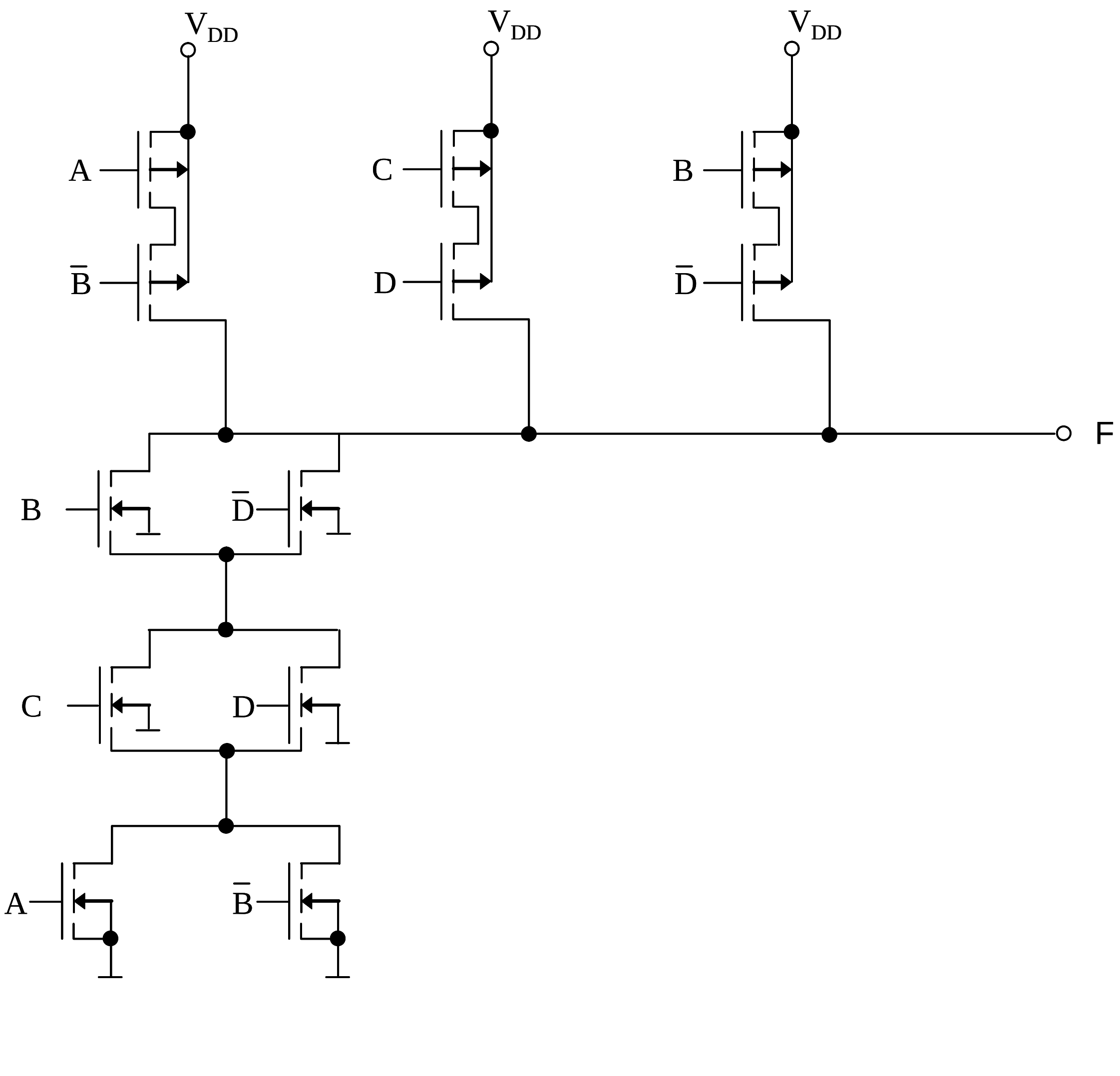
## AUFGABE II - 1

a)

| A | B | C | D | $\left(\overline{A} \wedge B\right)$ | $\left(\overline{C} \wedge \overline{D}\right)$ | $\overline{B} \wedge D$ | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

b)

$$F = \left(\overline{A} \wedge B\right) \vee \left(\overline{C} \wedge \overline{D}\right) \vee \left(\overline{B} \wedge D\right) \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} f_p &= \left(A \wedge \overline{B}\right) \vee \left(C \wedge D\right) \vee \left(B \wedge \overline{D}\right) \\ f_n &= \left(A \vee \overline{B}\right) \wedge \left(C \vee D\right) \wedge \left(B \vee \overline{D}\right) \end{aligned}$$



# Aufgabe II – 2

a) Bei einem nichtinvertierenden Verstärker mit einem idealen Operationsverstärker gilt:

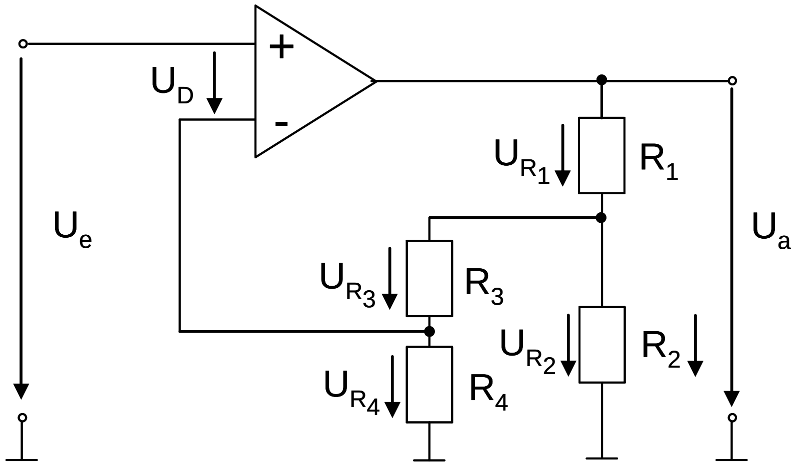
$$A = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

hier: $$1000 = 1 + \frac{50k\Omega}{R_2}$$

$$999R_2 = 50k\Omega$$

$$R_2 = \frac{50k\Omega}{999} \approx 50\Omega$$

b)




Spannungsumlauf:

$U_e = U_D + U_{R_4}$, wegen $U_D \rightarrow 0$ gilt: $U_e = U_{R_4}$ (1)

$U_a = U_{R_1} + U_{R_2}$

$U_{R_2} = U_{R_3} + U_{R_4}$

$$U_{R_2} = U_a \cdot \frac{R_{ers}}{R_1 + R_{ers}} \tag{2}$$

$$R_{ers} = R_2 \| (R_3 + R_4)$$

$$= \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} \tag{3}$$

(3) in (2)

$$U_{R_2} = U_a \cdot \frac{\dfrac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}{R_1 + \dfrac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}$$

$$= U_a \cdot \frac{\dfrac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}{\dfrac{R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4) + R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}$$

$$= U_a \cdot \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4) \cdot \cancel{(R_2 + R_3 + R_4)}}{\cancel{(R_2 + R_3 + R_4)} \cdot (R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4) + R_2 \cdot (R_3 + R_4))} \qquad (4)$$

$$U_{R_4} = U_{R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \qquad (5)$$

(1) in (5): $U_e = U_{R_2} \cdot \dfrac{R_4}{R_3 + R_4}$ (6)

(6) mit (4)

$$U_e = U_a \cdot \frac{R_2 \cdot \cancel{(R_3 + R_4)}}{R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4) + R_2 \cdot (R_3 + R_4)} \cdot \frac{R_4}{\cancel{(R_3 + R_4)}}$$

$$A = \frac{U_a}{U_e} = \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4) + R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 \cdot R_4}$$

hier:

$$A = \frac{200\text{k}\Omega \cdot (20\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega) + 20\text{k}\Omega \cdot (10\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega)}{20\text{k}\Omega \cdot 10\text{k}\Omega}$$

$$A = \frac{200\text{k}\Omega \cdot 40\text{k}\Omega + 20\text{k}\Omega \cdot 20\text{k}\Omega}{20\text{k}\Omega \cdot 10\text{k}\Omega}$$

$$A = \frac{8000 + 400}{200} = 42$$

# Aufgabe II -3

a) Ein Maschenumlauf im Eingangskreis führt zu

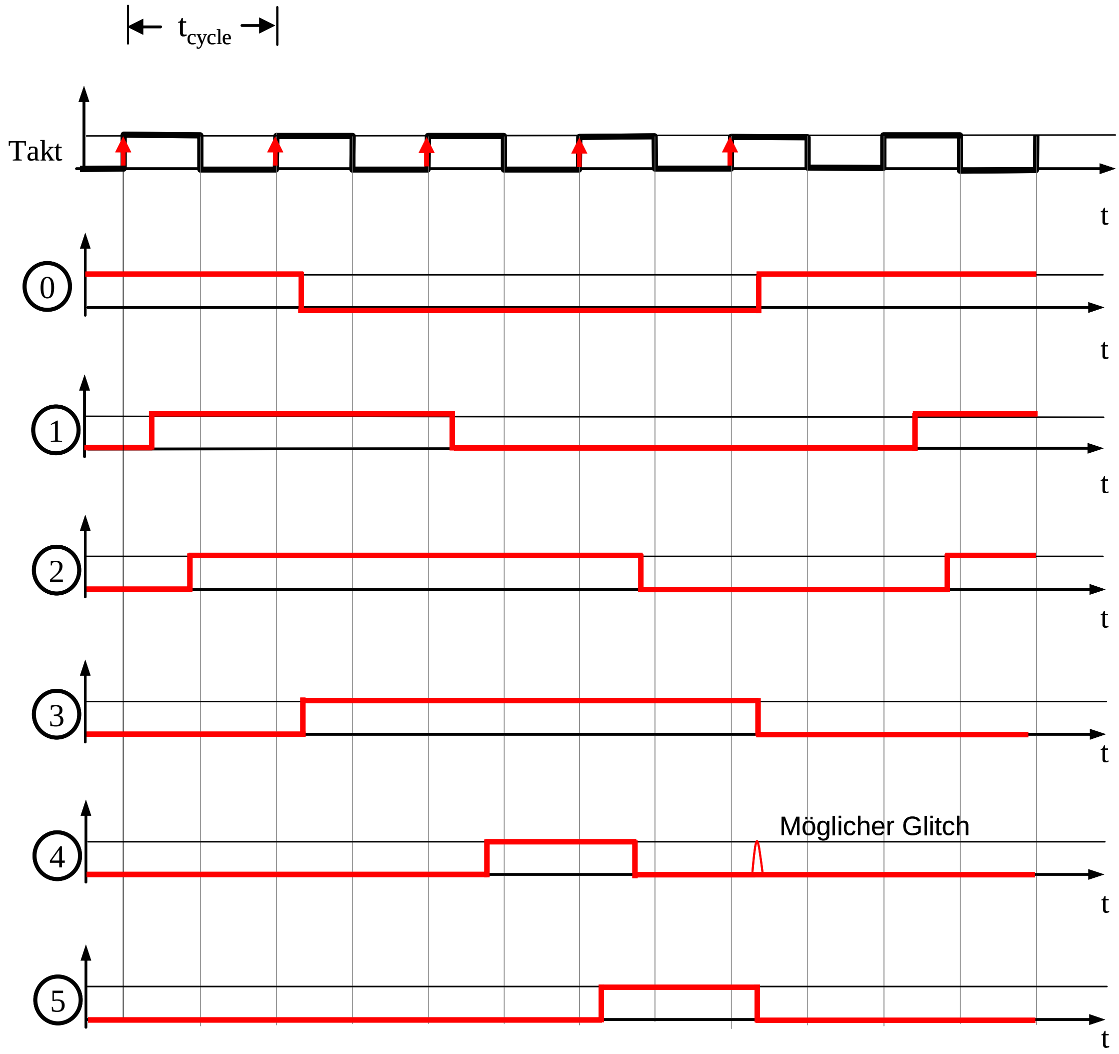



Bild 3-2: Signalverläufe

b) allgemein: $t_{skew,max} \leq t_{pdDmin} + t_{pdSmin} - t_{hold}$

Bei einer Einspeisung des Taktes T1 müssen folgende Beeinflussungen berücksichtigt werden:

$$FF\emptyset \rightarrow FF1$$
$$FF\emptyset \rightarrow FF2$$

Wegen des einstufigen Schaltnetzes und der beiden Skew- Elemente ist dabei der Pfad $FF\emptyset \rightarrow FF2$ der kritische Pfad, der $t_{skew,max}$ bestimmt.

$$2 \cdot t_{skew,max} \leq t_{pdDmin} + t_{pdSmin} - t_{hold}$$
$$t_{skew,max} \leq \frac{1}{2} \cdot (4{,}0ns + 0{,}9ns - 1ns)$$
$$t_{skew,max} \leq 1{,}95ns$$

c)

$FF1 \rightarrow FF0$

$$0 \leq t_{pdDmin} - t_{hold} - t_{skew,max}$$
$$0 \leq 4{,}0ns - 1ns - 2{,}5ns$$
$$0 \leq 0{,}5ns$$

$FF1 \rightarrow FF2$

$$0 \leq t_{pdDmin} + t_{pdSmin} - t_{hold} - t_{skew,max}$$
$$0 \leq 4{,}0ns + 0{,}9ns - 1ns - 2{,}5ns$$
$$0 \leq 1{,}4ns$$

Bei der Betrachtung von $t_{cycle}$ ist der kritische Pfad durch $FF2 \rightarrow FF1$ gegeben.

$$t_{cycle} \geq t_{skew,max} + t_{pdDmax}(7474, FF2) + t_{pdSmax}(7408) + t_{pdSmax}(7432) + t_{setup}$$
$$t_{cycle} \geq 2{,}5ns + 6{,}0ns + 3{,}0ns + 3{,}9ns + 2ns$$
$$t_{cycle} \geq 17{,}4ns$$

$$f_{max} = \frac{1}{t_{cycle}} = \frac{1}{17{,}4ns} \approx 57{,}48MHz$$