

# Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2000/2001

Abt. Technische Informatik  
Gerätebeauftragter  
Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske

Tel.: [49]-0341-97 32213

Zimmer: HG 05-22

e-mail: [lieske@informatik.uni-leipzig.de](mailto:lieske@informatik.uni-leipzig.de)

www: <http://tipc023.informatik.uni-leipzig.de/~lieske/>

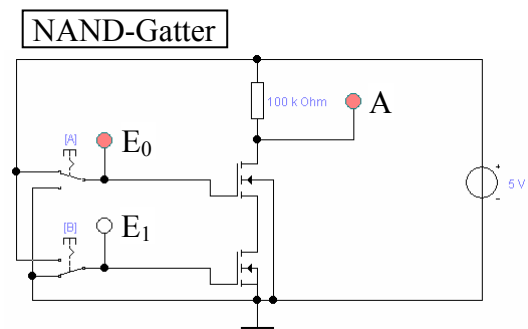
## Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

### 4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

#### Pegelverhältnisse am Ausgang eines NAND-Gatters in N-MOS Technologie

Gegeben ist folgende Schaltung:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| $U_E = 5V$                 |                       |
| $U_B = 5V$                 |                       |
| leitender Transistor       | $R_{LT} = 100\Omega$  |
| nicht leitender Transistor | $R_{NLT} = 10M\Omega$ |



Aufgaben:

**(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

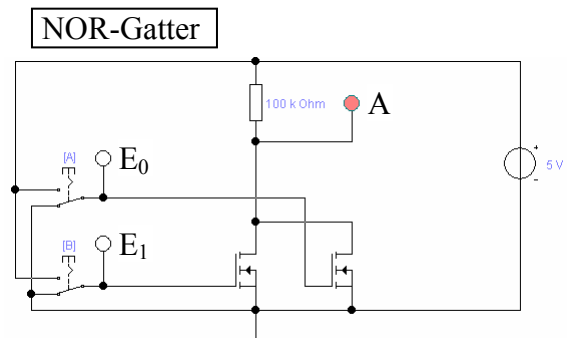
- Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und den Ausgang A. **(2 Punkte)**
- Bestimmen Sie die Ausgangsspannungen von A ( $U_{A00} \dots U_{A11}$ ) und die Ströme durch die Transistoren ( $I_{A00} \dots I_{A11}$ ) für die Eingangsbelegung  $(E_1, E_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ , wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{LT} = 100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{NLT} = 10M\Omega$  hat. **(8 Punkte)**

## 4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Pegelverhältnisse am Ausgang eines NOR-Gatters in N-MOS Technologie

Gegeben ist folgende Schaltung:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| $U_E = 5V$                 |                       |
| $U_B = 5V$                 |                       |
| leitender Transistor       | $R_{LT} = 100\Omega$  |
| nicht leitender Transistor | $R_{NLT} = 10M\Omega$ |



Aufgaben:

**(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

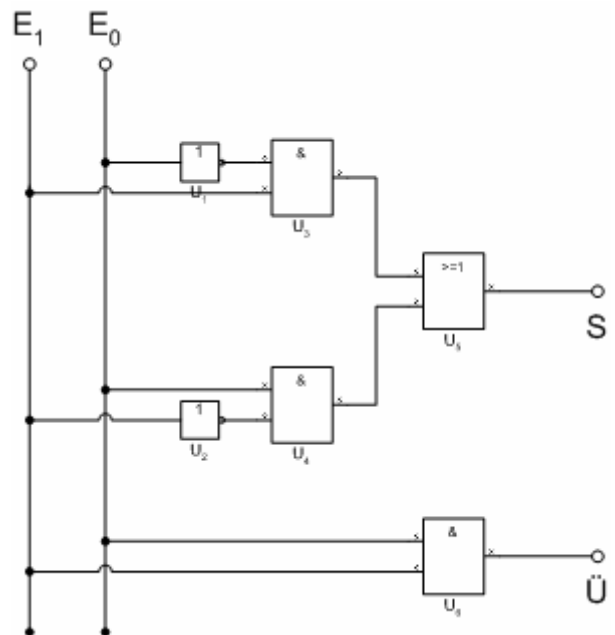
1. Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und den Ausgang A. **(2 Punkte)**
2. Bestimmen Sie die Ausgangsspannungen von A ( $U_{A00} \dots U_{A11}$ ) und die Ströme durch die Transistoren ( $I_{A00} \dots I_{A11}$ ) für die Eingangsbelegung  $(E_1, E_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ , wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{LT} = 100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{NLT} = 10M\Omega$  hat. **(8 Punkte)**

## 4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

### Entwicklung eines Halbaddierers in N-MOS Technologie

Gegeben ist folgende Schaltung:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| $U_E = 5V$                 |                       |
| $U_B = 5V$                 |                       |
| leitender Transistor       | $R_{LT} = 100\Omega$  |
| nicht leitender Transistor | $R_{NLT} = 10M\Omega$ |



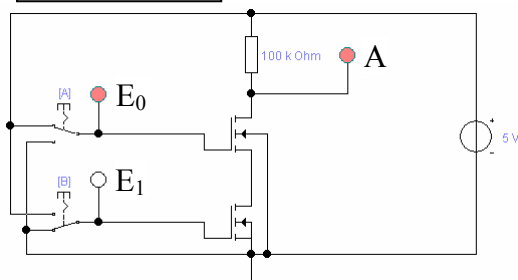
Aufgaben:

**(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

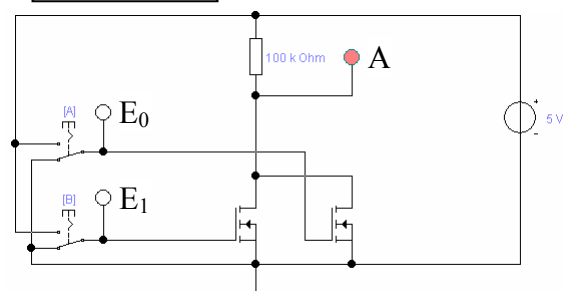
- Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und die Ausgänge  $S$  und  $\ddot{U}$ . **(2 Punkte)**
- Entwickeln Sie die entsprechende Schaltung in N-MOS –Technologie. **(4 Punkte)**
- Bestimmen Sie die Ausgangsspannung von  $S$  ( $U_{S00} \dots U_{S11}$ ) und  $\ddot{U}$  ( $U_{\ddot{U}00} \dots U_{\ddot{U}11}$ ) und die Ströme über den Ausgangstransistor von  $S$  ( $I_{S00} \dots I_{S11}$ ) und  $\ddot{U}$  ( $I_{\ddot{U}00} \dots I_{\ddot{U}11}$ ), für die Eingangsbelegung  $(E_1, E_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ , wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $10M\Omega$  hat. **(4 Punkte)**

Erlaubt sind folgende Komponenten:

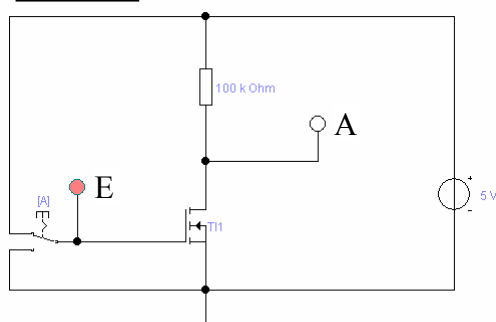
**NAND-Gatter**



**NOR-Gatter**



**Inverter**



Die Schalter sind natürlich nur am Eingang sinnvoll. NOR-Gatter und Inverter kann zu OR-Gatter, NAND-Gatter und Inverter kann zu AND-Gatter zusammengefasst werden. Die Spannungsquelle braucht nur einmal gezeichnet werden, die Anzeigepunkte können weggelassen werden.

**Bemerkung:**

**Für alle Aufgaben gilt:**

- 1. In allen Formeln sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.**
- 2. Bei den Endergebnissen sind die  $10^{+3}$  Präfixe konsequent zu verwenden.**
- 3. Alle Aufgaben auf insgesamt 4 Stellen genau berechnen, wenn in Aufgabe nicht anders angegeben.**
- 4. Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.**
- 5. Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.**

**Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!**

| <b>Präfixe zu Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)</b> |                            |                    |
|---|----------------------------|--------------------|
| <b>Zeichen</b>  | <b>Faktor</b>              | <b>Bezeichnung</b> |
| <b>Y</b>  | $10^{24}$                  | <b>Yotta</b>       |
| <b>Z</b>  | $10^{21}$                  | <b>Zetta</b>       |
| <b>E</b>  | $10^{18}$                  | <b>Exa</b>         |
| <b>P</b>  | $10^{15}$                  | <b>Peta</b>        |
| <b>T</b>  | $10^{12}$                  | <b>Tera</b>        |
| <b>G</b>  | $10^9$                     | <b>Giga</b>        |
| <b>M</b>  | $10^6$                     | <b>Mega</b>        |
| <b>k</b>  | $10^3$                     | <b>Kilo</b>        |
| <b>m</b>  | $10^{-3}$                  | <b>Milli</b>       |
| <b>μ</b>  | $10^{-6}$                  | <b>Mikro</b>       |
| <b>n</b>  | $10^{-9}$                  | <b>Nano</b>        |
| <b>p</b>  | $10^{-12}$                 | <b>Piko</b>        |
| <b>f</b>  | $10^{-15}$                 | <b>Femto</b>       |
| <b>a</b>  | $10^{-18}$                 | <b>Atto</b>        |
| <b>z</b>  | $10^{-21}$                 | <b>Zepto</b>       |
| <b>y</b>  | $10^{-24}$                 | <b>Yocto</b>       |
|   | <b>Nur zur Information</b> |                    |
| <b>d</b>  | $10^{-1}$                  | <b>Dezi</b>        |
| <b>c</b>  | $10^{-2}$                  | <b>Zenti</b>       |

# Lösung

## 4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

### Pegelverhältnisse am Ausgang eines NAND-Gatters in N-MOS Technologie

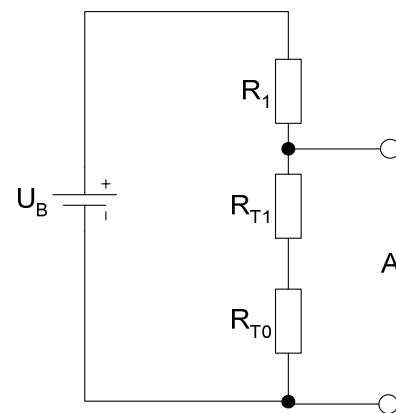
Aufgaben:

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

1. Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und den Ausgang A. (2 Punkte)

| $E_1$ | $E_0$ | A |
|-------|-------|---|
| 0     | 0     | 1 |
| 0     | 1     | 1 |
| 1     | 0     | 1 |
| 1     | 1     | 0 |

NAND-Gatter



2. Bestimmen Sie die Ausgangsspannungen von A ( $U_{A00} \dots U_{A11}$ ) und die Ströme durch die Transistoren ( $I_{A00} \dots I_{A11}$ ) für die Eingangsbelegung ( $E_1, E_0$ ) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{LT} = 100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{NLT} = 10M\Omega$  hat. (8 Punkte)

(Für jeden Strom und jede Spannung 1 Punkt)

NAND-Gatter

| $E_1$ | $R_{T1}$    | $E_0$ | $R_{T0}$    | A | $U_A$  | $I_A$   |
|-------|-------------|-------|-------------|---|--------|---------|
| 0     | $10M\Omega$ | 0     | $10M\Omega$ | 1 | 4,976V | 248,8nA |
| 0     | $10M\Omega$ | 1     | $100\Omega$ | 1 | 4,95V  | 495nA   |
| 1     | $100\Omega$ | 0     | $10M\Omega$ | 1 | 4,95V  | 495nA   |
| 1     | $100\Omega$ | 1     | $100\Omega$ | 0 | 9,98mV | 49,9μA  |

$$E_1 = 0; \quad R_{T1} = 10M\Omega \quad E_0 = 0; \quad R_{T0} = 10M\Omega; \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{Tges} = R_{T1} + R_{T0} \quad R_{ges} = R_{Tges} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{Tges}$$

$$R_{Tges} = 10M\Omega + 10M\Omega = 20M\Omega$$

$$R_{ges} = 20M\Omega + 100k\Omega = 20,1M\Omega$$

$$I_{A00} = \frac{5V}{20,1M\Omega} = 248,756nA = 248,8nA$$

$$U_{A00} = 248,8nA \cdot 20M\Omega = 4,976V$$

$$E_1 = 0; \quad R_{T1} = 10\text{M}\Omega \quad E_0 = 1; \quad R_{T0} = 100\Omega; \quad R_1 = 100\text{k}\Omega; \quad U_1 = 5\text{V}$$

$$R_{T_{ges}} = R_{T1} + R_{T0} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = 10\text{M}\Omega + 100\Omega = 10,0001\text{M}\Omega$$

$$R_{ges} = 10,0001\text{M}\Omega + 100\text{k}\Omega = 10,1001\text{M}\Omega$$

$$I_{A01} = \frac{5\text{V}}{10,1001\text{M}\Omega} = 495,045\text{nA} = 495\text{nA}$$

$$U_{A01} = 495\text{nA} \cdot 10,0001\text{M}\Omega = 4,95\text{V}$$

$$E_1 = 1; \quad R_{T1} = 100\Omega \quad E_0 = 1; \quad R_{T0} = 10\text{M}\Omega; \quad R_1 = 100\text{k}\Omega; \quad U_1 = 5\text{V}$$

$$R_{T_{ges}} = R_{T1} + R_{T0} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = 100\Omega + 10\text{M}\Omega = 10,0001\text{M}\Omega$$

$$R_{ges} = 10,0001\text{M}\Omega + 100\text{k}\Omega = 10,1001\text{M}\Omega$$

$$I_{A10} = \frac{5\text{V}}{10,1001\text{M}\Omega} = 495,045\text{nA} = 495\text{nA}$$

$$U_{A10} = 495\text{nA} \cdot 10,0001\text{M}\Omega = 4,95\text{V}$$

$$E_1 = 1; \quad R_{T1} = 100\Omega \quad E_0 = 1; \quad R_{T0} = 100\Omega; \quad R_1 = 100\text{k}\Omega; \quad U_1 = 5\text{V}$$

$$R_{T_{ges}} = R_{T1} + R_{T0} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = 100\Omega + 100\Omega = 200\Omega$$

$$R_{ges} = 200\Omega + 100\text{k}\Omega = 100,2\text{k}\Omega$$

$$I_{A11} = \frac{5\text{V}}{100,2\text{k}\Omega} = 49,900\mu\text{A} = 49,9\mu\text{A}$$

$$U_{A11} = 49,9\mu\text{A} \cdot 200\Omega = 9,98\text{mV}$$

#### 4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

#### Pegolverhältnisse am Ausgang eines NOR-Gatters in N-MOS Technologie

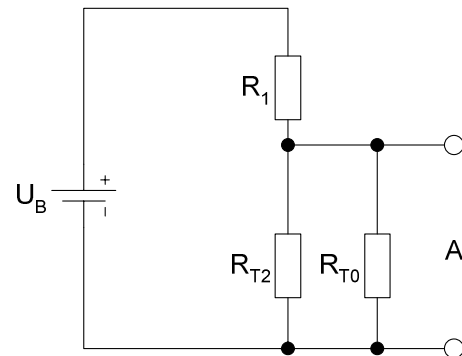
Aufgaben:

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

1. Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und den Ausgang A. (2 Punkte)

| $E_1$ | $E_0$ | A |
|-------|-------|---|
| 0     | 0     | 1 |
| 0     | 1     | 0 |
| 1     | 0     | 0 |
| 1     | 1     | 0 |

NOR-Gatter



2. Bestimmen Sie die Ausgangsspannungen von A ( $U_{A00} \dots U_{A11}$ ) und die Ströme durch die Transistoren ( $I_{A00} \dots I_{A11}$ ) für die Eingangsbelegung  $(E_1, E_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ , wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{LT} = 100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $R_{NLT} = 10M\Omega$  hat. (8 Punkte)

(Für jeden Strom und jede Spannung 1 Punkt)

NOR-Gatter

| $E_1$ | $R_{T1}$    | $E_0$ | $R_{T0}$    | A | $U_A$   | $I_A$   |
|-------|-------------|-------|-------------|---|---------|---------|
| 0     | $10M\Omega$ | 0     | $10M\Omega$ | 1 | 4,902V  | 980,4nA |
| 0     | $10M\Omega$ | 1     | $100\Omega$ | 0 | 4,995mV | 49,95μA |
| 1     | $100\Omega$ | 0     | $10M\Omega$ | 0 | 4,995mV | 49,95μA |
| 1     | $100\Omega$ | 1     | $100\Omega$ | 0 | 2,499mV | 49,98μA |

$$E_1 = 0; \quad R_{T1} = 10M\Omega \quad E_0 = 0; \quad R_{T0} = 10M\Omega; \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{Tges} = \frac{R_{T1} \cdot R_{T0}}{R_{T1} + R_{T0}} \quad R_{ges} = R_{Tges} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{Tges}$$

$$R_{Tges} = \frac{10M\Omega \cdot 10M\Omega}{10M\Omega + 10M\Omega} = \frac{100(M\Omega)^2}{20M\Omega} = 5M\Omega$$

$$R_{ges} = 5M\Omega + 100k\Omega = 5,1M\Omega$$

$$I_{A00} = \frac{5V}{5,1M\Omega} = 980,392nA = 980,4nA$$

$$U_{A00} = 980,4nA \cdot 5M\Omega = 4,902V$$

$$E_1 = 0; \quad R_{T1} = 10M\Omega \quad E_0 = 1; \quad R_{T0} = 100\Omega; \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{R_{T1} \cdot R_{T0}}{R_{T1} + R_{T0}} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{10M\Omega \cdot 100\Omega}{10M\Omega + 100\Omega} = \frac{1000M\Omega^2}{10,0001M\Omega} = \frac{1000\Omega}{10,0001} = 99,9990\Omega \approx 100\Omega$$

$$R_{ges} = 100\Omega + 100k\Omega = 100,1k\Omega$$

$$I_{A01} = \frac{5V}{100,1k\Omega} = 49,95\mu A$$

$$U_{A01} = 49,95\mu A \cdot 100\Omega = 4,995mV$$

$$E_1 = 1; \quad R_{T1} = 100\Omega \quad E_0 = 0; \quad R_{T0} = 10M\Omega; \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{R_{T1} \cdot R_{T0}}{R_{T1} + R_{T0}} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{100\Omega \cdot 10M\Omega}{100\Omega + 10M\Omega} = \frac{1000M\Omega^2}{10,0001M\Omega} = \frac{1000\Omega}{10,0001} = 99,9990\Omega \approx 100\Omega$$

$$R_{ges} = 100\Omega + 100k\Omega = 100,1k\Omega$$

$$I_{A01} = \frac{5V}{100,1k\Omega} = 49,95\mu A$$

$$U_{A01} = 49,95\mu A \cdot 100\Omega = 4,995mV$$

$$E_1 = 1; \quad R_{T1} = 100\Omega \quad E_0 = 1; \quad R_{T0} = 100\Omega; \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{R_{T1} \cdot R_{T0}}{R_{T1} + R_{T0}} \quad R_{ges} = R_{T_{ges}} + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_{T_{ges}}$$

$$R_{T_{ges}} = \frac{100\Omega \cdot 100\Omega}{100\Omega + 100\Omega} = \frac{10000\Omega^2}{200\Omega} = 50\Omega$$

$$R_{ges} = 50\Omega + 100k\Omega = 100,05k\Omega$$

$$I_{A11} = \frac{5V}{100,05k\Omega} = 49,975\mu A \approx 49,98\mu A$$

$$U_{A11} = 49,98\mu A \cdot 50\Omega = 2,499mV$$



## 4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

### Entwicklung eines Halbaddierers in N-MOS Technologie

Aufgaben:

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

1. Entwickeln Sie die Wertetabelle (0,1) für die Eingänge  $E_1$  und  $E_0$  und die Ausgänge S und  $\ddot{U}$ .

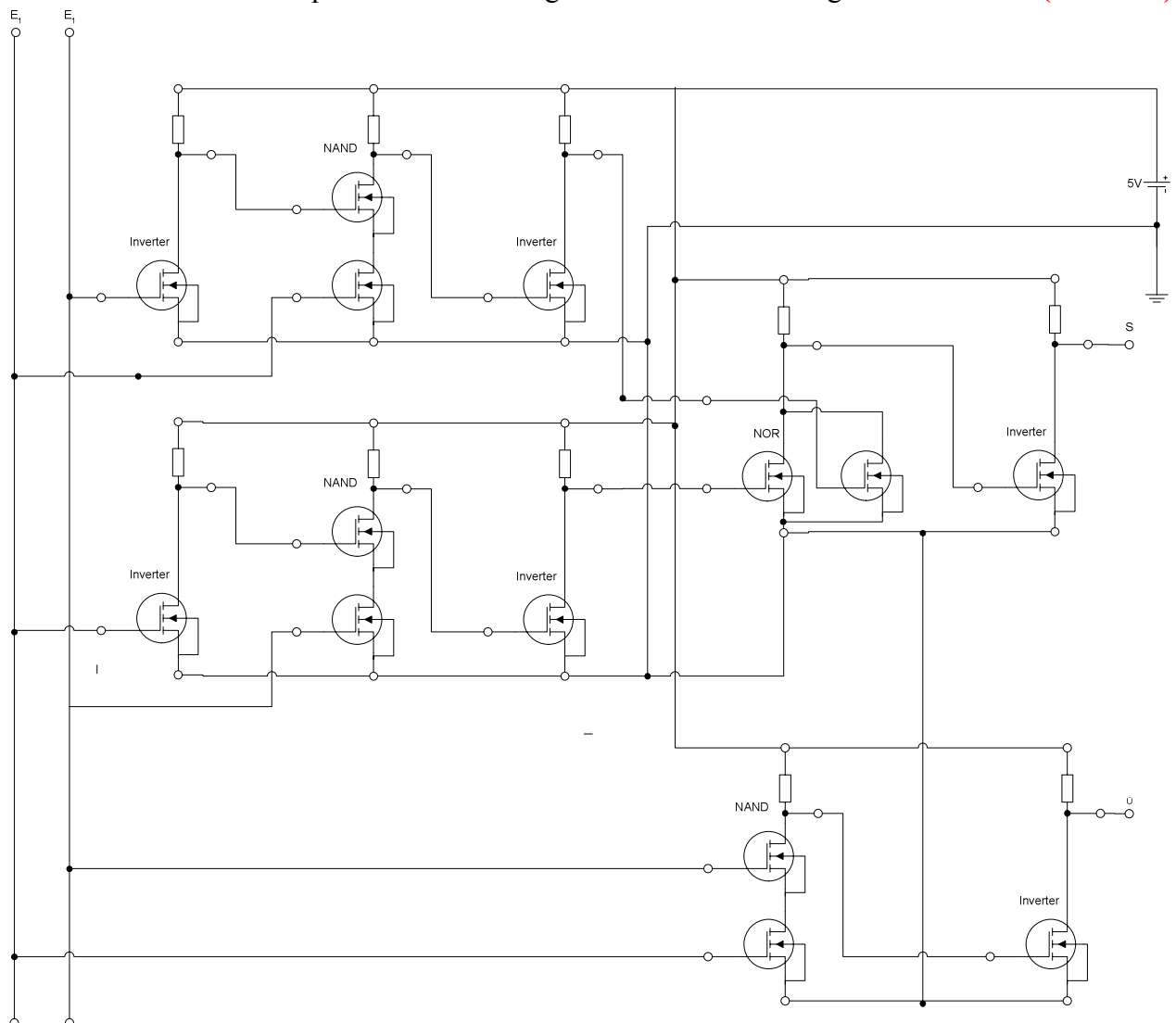
(2 Punkte)

| $E_1$ | $E_0$ | S | $\ddot{U}$ |
|-------|-------|---|------------|
| 0     | 0     | 0 | 0          |
| 0     | 1     | 1 | 0          |
| 1     | 0     | 1 | 0          |
| 1     | 1     | 0 | 1          |

Halbaddierer

2. Entwickeln Sie die entsprechende Schaltung in N-MOS –Technologie.

(4 Punkte)



3. Bestimmen Sie die Ausgangsspannung von S ( $U_{S00} \dots U_{S11}$ ) und  $\ddot{U}$  ( $U_{\ddot{U}00} \dots U_{\ddot{U}11}$ ) und die Ströme über den Ausgangstransistor von S ( $I_{S00} \dots I_{S11}$ ) und  $\ddot{U}$  ( $I_{\ddot{U}00} \dots I_{\ddot{U}11}$ ), für die Eingangsbelegung  $(E_1, E_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ , wenn der leitende Transistor einen Widerstand von  $100\Omega$  und der nicht leitende Transistor einen Widerstand von  $10M\Omega$  hat. **(4 Punkte)**

| $E_1$ | $E_0$ | S | $R_T$       | $\ddot{U}$ | $R_{T0}$    |
|-------|-------|---|-------------|------------|-------------|
| 0     | 0     | 0 | $100\Omega$ | 0          | $100\Omega$ |
| 0     | 1     | 1 | $10M\Omega$ | 0          | $100\Omega$ |
| 1     | 0     | 1 | $10M\Omega$ | 0          | $100\Omega$ |
| 1     | 1     | 0 | $100\Omega$ | 1          | $10M\Omega$ |

Für 0 am Ausgang ergibt sich :

$$R_T = 100\Omega \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{ges} = R_T + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_T$$

$$R_{ges} = 100\Omega + 100k\Omega = 100,1k\Omega$$

$$I_A = \frac{5V}{100,1k\Omega} = 49,95\mu A$$

$$U_A = 49,95\mu A \cdot 100\Omega = 4,995mV$$

Für 1 am Ausgang ergibt sich :

$$R_T = 10M\Omega \quad R_1 = 100k\Omega; \quad U_1 = 5V$$

$$R_{ges} = R_T + R_1 \quad I_A = \frac{U_E}{R_{ges}} \quad U_A = I_A \cdot R_T$$

$$R_{ges} = 10M\Omega + 100k\Omega = 10,1M\Omega$$

$$I_A = \frac{5V}{10,1M\Omega} = 495nA$$

$$U_A = 495nA \cdot 10M\Omega = 4,95V$$

| Größe            | Spannung |  | Größe            | Strom         |
|------------------|----------|--|------------------|---------------|
| $U_{S00}$        | 4,995mV  |  | $I_{S00}$        | 49,95 $\mu A$ |
| $U_{S01}$        | 4,95V    |  | $I_{S01}$        | 495nA         |
| $U_{S10}$        | 4,95V    |  | $I_{S10}$        | 495nA         |
| $U_{S11}$        | 4,995mV  |  | $I_{S11}$        | 49,95 $\mu A$ |
| $U_{\ddot{U}00}$ | 4,995mV  |  | $I_{\ddot{U}00}$ | 49,95 $\mu A$ |
| $U_{\ddot{U}01}$ | 4,995mV  |  | $I_{\ddot{U}01}$ | 49,95 $\mu A$ |
| $U_{\ddot{U}10}$ | 4,995mV  |  | $I_{\ddot{U}10}$ | 49,95 $\mu A$ |
| $U_{\ddot{U}11}$ | 4,95V    |  | $I_{\ddot{U}11}$ | 495nA         |