

**PRÜFUNGSKLAUSUR SCHALTUNGSINTEGRATION**

Bearbeitungszeit: 60 Minuten  
Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlungen  
Hinweis: Geben Sie für jede Aufgabe mindestens ein Blatt mit Aufgabennummer, Name und Matrikelnummer ab.  
Beschreiben Sie Lösungsblätter nur einseitig.

---

**Aufgabe 1:** Dotierungsprofile. (4)

Zeichnen Sie das Dotierungsprofil eines p-Kanal-Transistors in einer n-Wanne, der von zwei konzentrischen Guard-Ringen umgeben ist. Dabei soll der innere Ring als Wannenkontakt und der äußere Ring als Substratkontakt ausgeführt werden. Kennzeichnen Sie außerdem sämtliche  $V_{DD}$ - und  $V_{SS}$ -Anschlüsse.

**Aufgabe 2:** Komplementäre Logikgatter. (6)

Entwerfen Sie für die Funktion  $F$ , mit  $\bar{F} = \bar{A}C + \bar{A} + A\bar{B}$ , das Transistorschaltbild eines ein- oder zweistufigen Logikgatters mit minimaler Transistoranzahl.

**Aufgabe 3:** Signallaufzeiten. (6)

Eine kapazitive Last von 225fF werde über eine 3mm lange und 500nm weite Aluminiumleitung getrieben (Technologiedaten siehe Tabelle). Berechnen Sie die Signallaufzeit der belasteten Leitung.

	<b>Aluminium</b>
spez. Widerstand	0,06 $\Omega/\square$
spez. Randkapazität	0,3 fF/ $\mu\text{m}$
spez. Flächenkapazität	0,5 fF/ $(\mu\text{m})^2$

**Aufgabe 4:** Treiberketten. (4)

Eine Treiberkette besitze eine Endstufe, deren Transistorweiten 1000fach größer sind als die Eingangsstufe, um am Ausgangsknoten die notwendige Flankensteilheit zu erzielen. Wieviele Stufen benötigt die Treiberkette mindestens, wenn das Treiberverhältnis  $v$  den Wert  $v = 4$  nicht überschreiten soll. Zeichnen Sie das Schaltbild der Treiberkette und geben Sie für jede Stufe die relativen Weiten an (z.B. 1000 für die Endstufe).

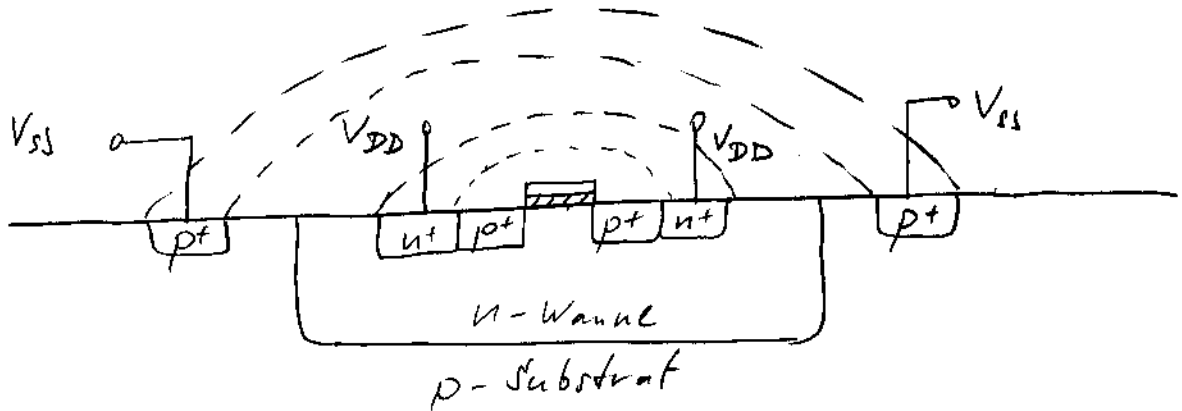
**Aufgabe 5:** Transistordimensionierung. (4)

Bei einer gegebenen Technologie besitze ein Inverter symmetrische Schaltflanken, falls das Transistorweitenverhältnis  $w_p/w_n = 3$  gewählt wird. Wie ist das Verhältnis bei einem NAND-Gatter zu wählen, wenn die Schaltflanken im Worst Case ebenfalls gleich steil sein sollen? Zeichnen Sie das Transistorschaltbild und geben Sie die relativen Transistorweiten sowie das Verhältnis  $w_p/w_n$  an.

---

Lösung Aufgabe 1:

(4)



Lösung Aufgabe 2:

(6)

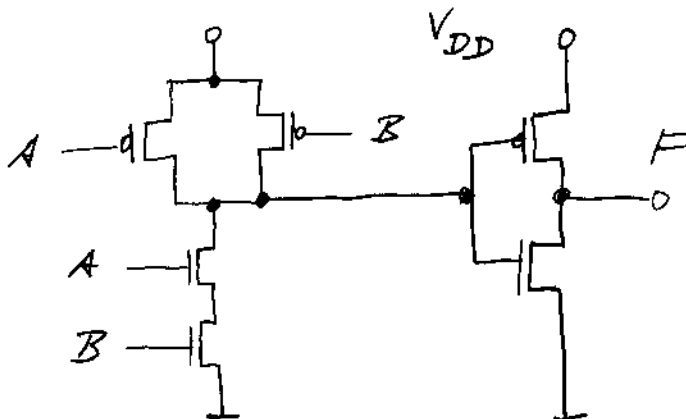
$$\begin{aligned}
 \bar{F} &= \bar{A}C + \bar{A} + A\bar{B} = \bar{A}(C+1) + A\bar{B} \\
 &= \bar{A} + A\bar{B} = \bar{A} + \bar{B} = \overline{AB} \Rightarrow \boxed{F = AB}
 \end{aligned}$$

oder mit Karnaugh-Diagramm:

	B		A	
C	0	0	1	0
	0	0	1	0

Nullen:

$$\bar{A}C + \bar{A} + A\bar{B}$$

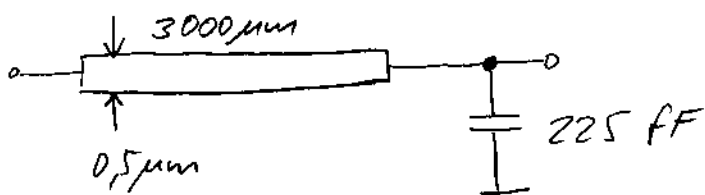


6 Trans.

# Lösung Aufgabe 3:

WS 03/04

(6)

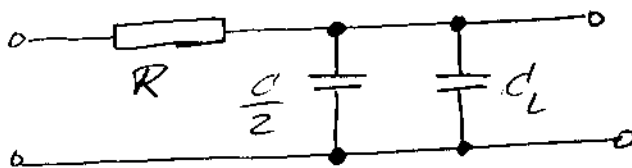


$$R_s = 0,06 \frac{\Omega}{\square}$$

$$c_s = 0,3 \text{ fF}/\mu\text{m}$$

$$c_d = 0,5 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$$

Ersatzschaltbild:



$$R = \frac{3000 \mu\text{m}}{0,5 \mu\text{m}} \cdot 0,06 \Omega = 360 \Omega$$

$$C = (3000 + 0,5) \cdot 2 \cdot 0,3 \text{ fF} + 3000 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \text{ fF}$$
$$= 1800 \text{ fF} + 750 \text{ fF} = 2,55 \text{ pF}$$

$$\tau = R \cdot \left( \frac{C}{2} + C_L \right)$$

$$= 360 \left( \frac{2,55}{2} \cdot 10^{-12} + 225 \cdot 10^{-15} \right) \text{ s}$$

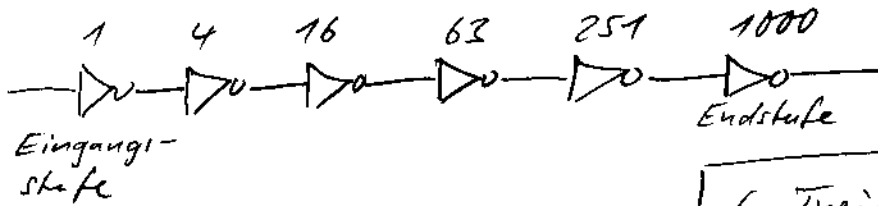
$$\tau = 540 \text{ ps}$$

Lösung Aufgabe 4:

(4)

↓

n	2	3	4	5	6	7	P
$\sqrt[4]{1000}$	3,2	10	5,6	3,98	3,2	2,7	2,4

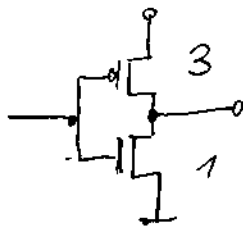


6 Treiberstufen

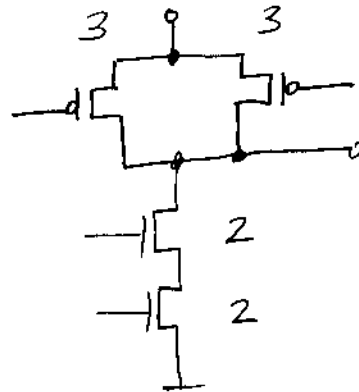
Lösung Aufgabe 5:

(4)

Inverter:



NAND:



← identische Widerstände →

$$\boxed{\frac{W_p}{W_n} = \frac{3}{2} = 1,5}$$