Musterlösung zur Klausur

Technische Informatik II

vom 4. 9. 2000

IDA
15. 8. 2000

II–1 LOGIKSCHALTUNG

a) Erstellen Sie die vollständige Funktionstabelle in positiver Logik. Geben Sie dabei auch die jeweiligen Zustände der Zwischenstufen Fa und Fb an.

A	B	C	D	Fa	Fb	F
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	0	0	0

b) Beschreiben Sie die Funktion der Schaltung mit ihrem algebraischen Ausdruck. Formulieren sie dabei den Ausdruck so, daß nur Negationen der einzelnen Eingangssignale und/oder des Ausgangssignals auftreten.

Aus der Schaltung abzulesen: $F = \overline{(A \vee B)} \vee \overline{(C \wedge D)}$

Umgeformt ergibt sich: $F = \overline{A} \wedge \overline{B} \vee \overline{C} \vee \overline{D}$

Oder alternativ: $F = \overline{(A \vee B) \wedge C \wedge D}$ (entspricht $\overline{F} = (A \vee B) \wedge C \wedge D$)

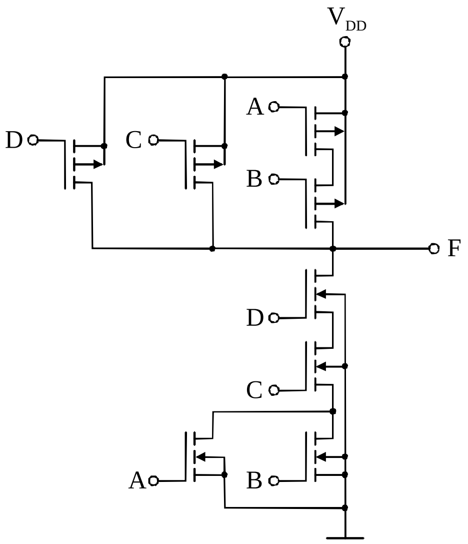
c) Konstruieren Sie anhand des algebraischen Ausdrucks ein einstufiges CMOS-Gatter. Geben Sie dabei die Formeln für die aus der Vorlesung bekannten p– und n–Blöcke an. Zeichnen Sie die Schaltung vollständig.

p–Block: $f_P = \overline{A} \wedge \overline{B} \vee \overline{C} \vee \overline{D}$

n–Block: $f_N = \overline{(A \vee B) \wedge C \wedge D}$

Die folgende Zeichnung stellt nur eine von vielen richtigen Möglichkeiten dar. Eingehalten werden muß jeweils das Prinzip von Serien- oder Parallelschaltung.

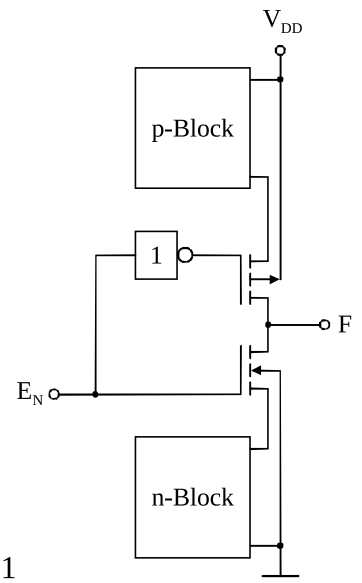
Für den Ersatzausdruck sind die Eingänge A und C zu vertauschen. Sonst wie nebenstehend.



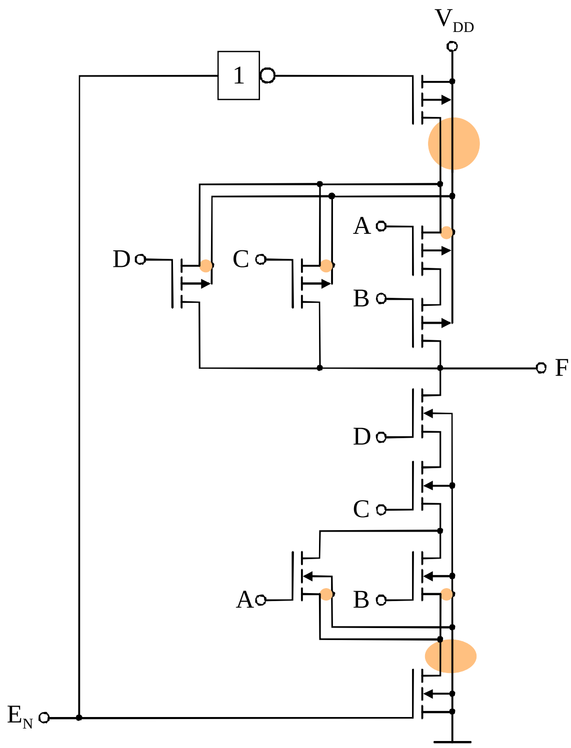
d) Erweitern Sie Ihre Schaltung aus c) um eine „Tri-State"-Funktion. Das zusätzliche Steuersignal hierfür soll E_N heißen. Erklären Sie, wofür „Tri-State"-Funktionen benötigt werden.

„Tri-State"-Funktionen werden benötigt, wenn mehrere Ausgänge zusammengeschaltet werden, z. B. bei Bussystemen.

Eine übergeordnete Schaltung muß dafür sorgen, daß nur jeweils ein Gatter aktiv geschaltet ist.



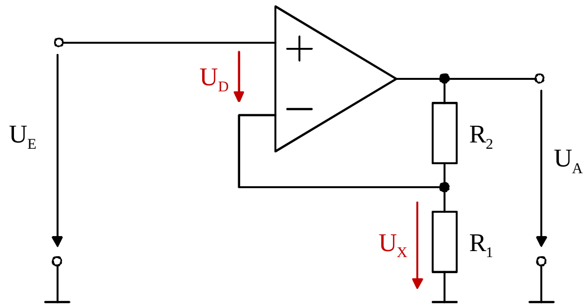
Beispiel 1



Beispiel 2

OPERATIONSVERSTÄRKER

a) Leiten Sie die Übertragungsfunktion $U_A = f\,(U_E)$ allgemein her (V_{OP} ¹ ¥).



Spannungsumläufe:

$$U_D = U_E - U_X \qquad (1)$$

$$U_X = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_A \qquad (2)$$

Für den Operationsverstärker gilt:

$$U_A = V_{OP} \cdot U_D \qquad (3)$$

(1) in (3): $U_A = V_{OP} \cdot (U_E - U_X)$ (4)

(2) in (4): $U_A = V_{OP} \cdot \left(U_E - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_A \right)$ (5)

Nach U_A und U_E zusammengefaßt ergibt sich:

$$U_A \cdot \left(1 + V_{OP} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = U_E \cdot V_{OP} \;\rightarrow\; U_A = \frac{1}{\left(\frac{1}{V_{OP}} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)} \cdot U_E \qquad (6)$$

b) Wie vereinfachte sich die Übertragungsfunktion, wenn der Operationsverstärker ideale Eigenschaften besäße (V_{OP} = ¥)?

$$U_A = \frac{1}{\left(0 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)} \cdot U_E \;\rightarrow\; U_A = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot U_E$$

c) Wie groß sind die Ein- und Ausgangswiderstände der Schaltung?

$R_E = \infty$, $R_A = 0$

d) Es gelte: R_1 = 10 kW, V_{OP} = 1000.

Wie groß müßte jeweils R_2 gewählt werden, um Schaltungsverstärkungen von 10, 100 und 1000 zu erhalten?

Mit $V_{SCH} = \frac{U_A}{U_E}$ und Gleichung (6) nach R_2 aufgelöst ergibt sich:

$$V_{SCH} = \frac{1}{\left(\frac{1}{V_{OP}} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)} \;\rightarrow\; R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{V_{OP} \cdot V_{SCH}}{V_{OP} - V_{SCH}} - 1 \right)$$

V_{SCH}	R_2
10	91 kΩ
100	1,1 MΩ
1000	∞

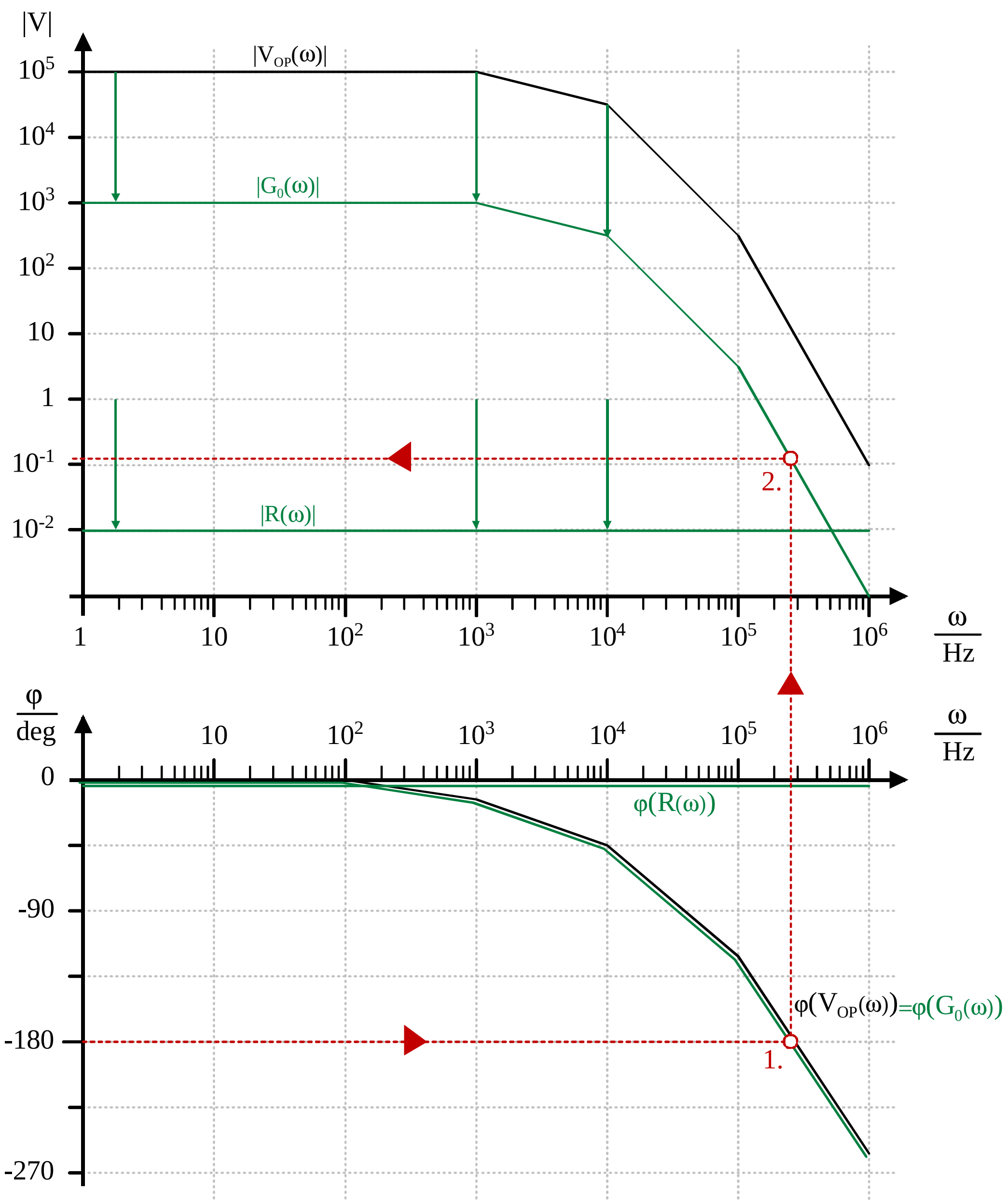
e) Es gelte: R_1 = 10 kW, R_2 = 990 kW. Verstärkung und Phasenlage des Operationsverstärkers sind dem Bode-Diagramm in Bild 2-2 zu entnehmen.

Ermitteln und erklären Sie, warum die Schaltung stabil bzw. nicht stabil arbeitet. Tragen Sie dazu alle notwendigen Funktionen und Angaben in das Bode-Diagramm ein.

Für das Rückkoppelnetzwerk gilt:

$$R = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{10k\Omega}{10k\Omega + 990k\Omega} = 0{,}01 \quad \text{und} \quad \varphi\,(R) = 0$$

Die Schleifenverstärkung G_0 wird grafisch ermittelt:



An der Stelle $j\left(G_0\left(w_{j\,180}\right)\right) = 180°$ ergibt sich $\left|G_0\left(w_{j\,180}\right)\right| \approx 0{,}11 < 1$. Damit arbeitet der Verstärker stabil.