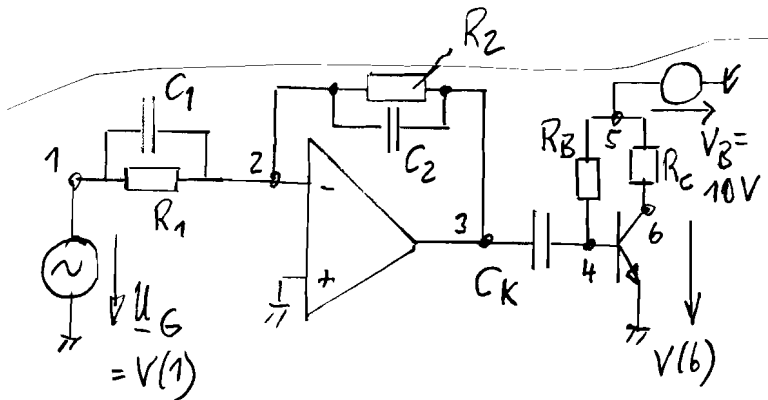


**Aufg. 1** In dieser Aufgabe wird nur das AC-Verhalten der 1. Stufe bis Knoten 3 behandelt. Die 2. Stufe wird hier nicht betrachtet.

- Schreiben Sie nur von Knoten 1 bis Knoten 3 die SSPICE-Netzliste hin, wobei der Operationsverstärker ideal ist.
- Wie lautet die Formel  $V(3)/V(1)$  als Funktion von  $s=j\omega$  ?
- Bestimmen Sie zahlenmäßig  $V(3)/V(1)$  nach Betrag u. Phase bei 10 kHz und 10 MHz.  
 Daten:  $R_1=R_2=1 \text{ k}\Omega$ ;  $C_1=212 \text{ pF}$ ;  $C_2=2,12 \text{ pF}$
- Skizzieren Sie anhand der Formel den groben Frequenzgang  $|V(3)/V(1)|$ .
- Geben Sie  $V(3)/V(1)$  allgemein und zahlenmäßig für  $f=0$  und  $f \rightarrow \infty$  an.

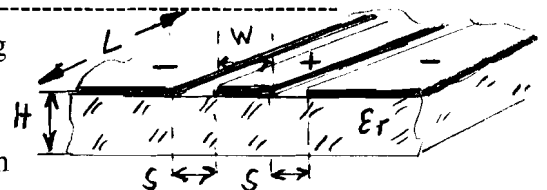


**Aufg. 2** Betrachtet wird Aufg. 1 für eine .AC-Analyse. Dabei wird der Frequenzgangabfall des Transistors durch eine vorgeschaltete Frequenzganganhebung zum Teil kompensiert.  
 Daten:  $R_1=R_2=1 \text{ k}\Omega$ ;  $C_1=212 \text{ pF}$ ;  $C_2=2,12 \text{ pF}$ ; Oper.-verst. mit Verst.= $1E6$ ;

- Schreiben Sie die Netzliste zunächst nur von Knoten 1 bis Knoten 3 ohne  $C_k$  und ohne Transistor hin: 100 Punkte/Dekade von 10 kHz bis 1 GHz
- Skizzieren Sie die Frequenzganganhebung  $|V(3)/V(1)|$  mit logarithmischer y- und x-Achse. Man bestimme  $|V(3)/V(1)|$  bei 10 kHz und bei 10 MHz.
- Ergänzen Sie nun die Netzliste ab Knoten 3 nach rechts mit der Transistorschaltung:  
 Daten:  $C_k=1\text{f}$ ;  $R_B=425 \text{ k}\Omega$ ;  $R_C=3,3 \text{ k}\Omega$ ;  $V_B=10\text{V}$ ; Trans.-Spicepar.:  $TF=1\text{ns}$ ;  $CJC=100\text{pF}$
- Skizzieren Sie den Frequenzgangabfall  $|V(6)/V(4)|$  wieder mit logarithmischer y- und x-Achse. Man bestimme  $|V(6)/V(4)|$  bei 10 kHz und bei 10 MHz.
- Zeichnen Sie in ein einziges Diagramm alle drei Verläufe:  $|V(6)/V(4)|$ ,  $|V(3)/V(1)|$  und den Gesamtverlauf  $|V(6)/V(1)|$ . Welches  $|V(6)/V(1)|$  hat man nun bei 10 kHz und bei 10 MHz?

**Aufg. 3** Zu dimensionieren ist bei nebenstehender Koplanarleitung vom Typ CPW3 die Breite  $w$  für einen Wellenwiderstand von 50 Ohm (Zielwert).

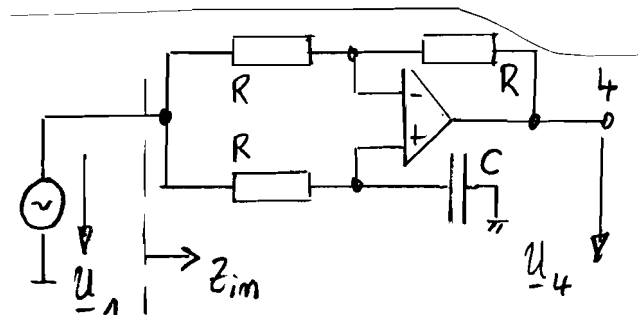
**Daten:**  $\epsilon_r = 4,3$  ;  $H=1,6 \text{ mm}$  ;  $s=0,125 \text{ mm}$  ;  $f=1 \text{ GHz}$  ;  $L=10 \text{ mm}$



- Berechnen Sie mit `TWOP\TRL\CPW3` zum Test für  $w=1 \text{ mm}$  den Wellenwiderstand.
- Setzen Sie als ZIEL nun 50 Ohm. Welche Breite  $w$  ist erforderlich? Welches  $\epsilon_{\text{reff}}$  folgt?
- Welches  $\gamma L$  und  $\tau_{\text{ph}}$  errechnet sich für die Dimensionierung nach b)?
- Berechnen Sie für eine Ansteuerung mit  $Z_G=75 \Omega$  und eine Kapazität  $C=1 \text{ pF}$  am Leitungsende die Spannungsverstärkung  $U_2/U_G$  zwischen Leitungsende und Generator.

**Aufg. 1**

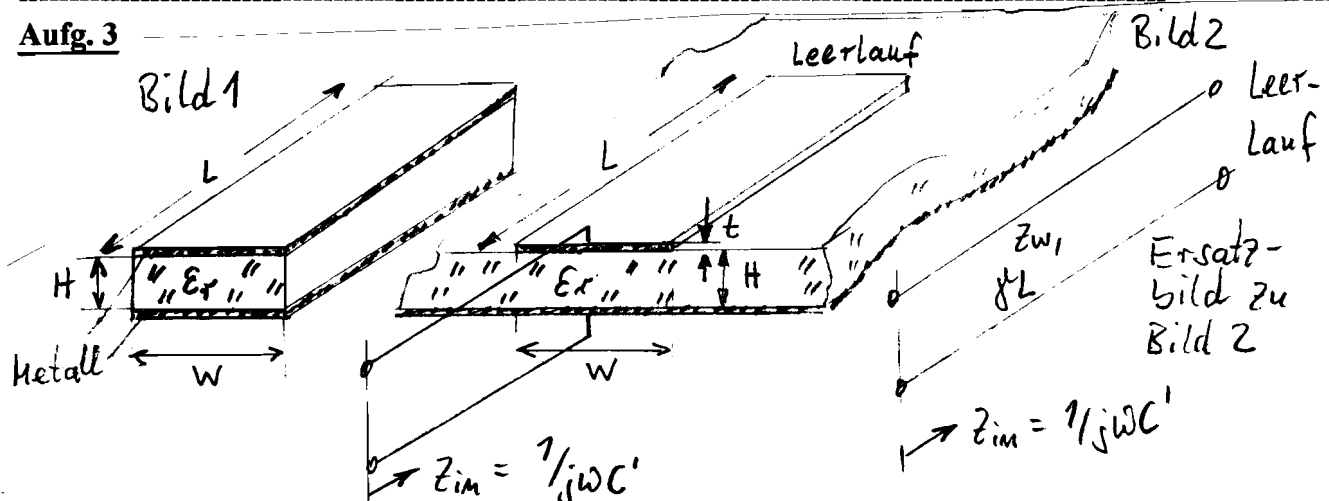
- Schreiben Sie die **SSPICE**-Netzliste hin, und bestimmen Sie  $\underline{U}_4 / \underline{U}_1$  als Funktion von  $s = j\omega$  und  $\tau = RC$ .
- Bestimmen Sie die  $Z_{in}$ -Formel. Wie lautet Ihre modifizierte Netzliste?
- Zahlen: Berechnen Sie mit obigen Formeln  $\underline{U}_4 / \underline{U}_1$  und  $Z_{in}$  bei  $f = 10$  MHz für  $\tau = 10$  ns und  $R = 1$  k $\Omega$ .



**Aufg. 2**

- Schreiben Sie für eine **.AC**-Analyse der Schaltung nach Aufg. 1 die **PSPICE**-Netzliste hin. Daten:  $f = 1$  MHz bis 100 MHz,  $R = 1$  k $\Omega$  und  $C = 10$  pF. Für den OP können Sie eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle mit Verstärkung  $A = 1E9$  ansetzen.
- Bestimmen Sie bei 10 MHz  $\underline{U}_4 / \underline{U}_1$  nach Betrag und Phase und  $Z_{in}$  nach Re- und Imag.-teil. Sie können z.B. als Meßwiderstand 1  $\Omega$  nehmen. Geben Sie die **PROBE**-Befehle an. Notieren Sie auch eine evt. modifizierte Netzliste. Vergleichen Sie mit Aufg. 1.

**Aufg. 3**



- Bild 1** zeigt einen ganz normalen Plattenkondensator. Bestimmen Sie die Kapazität  $C$ .  
 Daten:  $\epsilon_0 = 8,85$  pF/m,  $H = 1$  mm,  $w = 3$  mm,  $L = 6$  mm,  $\epsilon_r = 10$ .
- Nun wird die Kapazität entsprechend **Bild 2** als leerlaufende Mikrostreifenleitung realisiert. Berechnen Sie bei 1 GHz zunächst mit **TWOP**\TRL Wellenwiderstand  $Z_w$ ,  $\gamma L = j\beta L$  und  $\epsilon_{\text{reff}}$ . Es gelten die Geometriewerte nach a) und  $t = 35$   $\mu\text{m}$ .  
**TWOP**-Befehle hinschreiben!
- Bestimmen Sie dann mit **TWOP** das  $Z_{in}$  der Leitung. Wie groß ist  $C'$ ? Wie wirkt sich das gegenüber **Bild 1** zusätzlich vorhandene Streufeld auf den Kapazitätswert aus? Schreiben Sie wieder die **TWOP**-Befehle hin.

**Achtung:** Der Wert  $Z_0 = 50$  Ohm in **TWOP** darf **niemals** verändert werden.

Schriftl. Prüfung SS 2000  
 Nachrichtentechnik FH Mannheim  
 Fach HFC  
 Tag: 21.6.2000  
 Hilfsmittel: Vorlesungsmitschrift, Rechner, Bücher

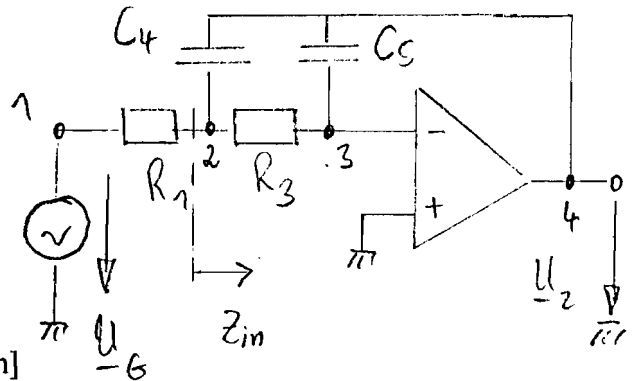
Name: .....  
 Semester 8N  
 Aufg.-steller: Prof. Dr. Timmermann  
 Bearbeitungszeit: 4 h mit Fach ANT

**Aufg. 1**

Gezeigt ist ein invertierendes Integrierglied.

- Schreiben Sie die SSPICE-Netzliste.
- Bestimmen Sie die Formeln für  $v = \underline{U}_2 / \underline{U}_G$  und  $Z_{in}$ .
- Spezialisieren Sie  $v$  und  $Z_{in}$  mit SSPICE auf  $C_4 = C_5 = C$  und  $R_1 = R_3 = R$ . Berechnen Sie dann aus den Formeln  $v$  und  $Z_{in}$  zahlenmäßig für  $C = 500 \text{ pF}$ ,  $R = 1 \text{ K}\Omega$  und  $f = 1 \text{ MHz}$ .

[Sie können die Leitwerte in den Formeln stehen lassen]



**Aufg. 2**

Gegeben ist die Schaltung nach Aufg. 1. Der OP ist eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle mit einer Verstärkung  $1E6$ . Setzen sie  $\underline{U}_G = 1V$ .

- Schreiben Sie die PSPICE-Netzliste für eine AC-Analyse mit 100 Punkten/Dekade von 1 kHz bis 100 MHz.
- Wie groß sind  $v$  und  $Z_{in}$  für  $C_4 = C_5 = 500 \text{ pF}$  und  $R_1 = R_3 = 1k\Omega$ ? Notieren Sie die Befehle.
- Stellen Sie in Probe  $|v|$  von 1 KHz bis 100 MHz logarithmisch dar, und skizzieren Sie den Verlauf. Anmerkung: Wegen  $\underline{U}_G = 1V$  gilt als Befehl einfach  $\log_{10}(|v|) \hat{=} \text{VdB}(4)$ .  
Mit wieviel dB pro Dekade fällt die Verstärkung bei hohen/tiefen Frequenzen ab?
- Stellen Sie den Phasengang von  $V(4)/V(1)$  dar, und skizzieren Sie den Verlauf.

**Aufg. 3**

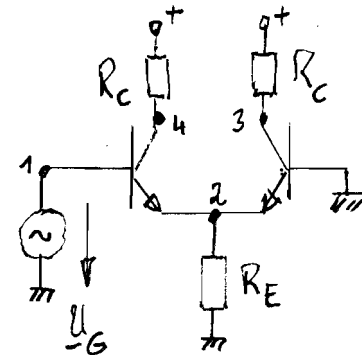
Zu dimensionieren ist zunächst die Breite  $w$  einer Mikrostreifenleitung auf dem Platinenmaterial FR4 mit  $\epsilon_r = 4,2$  und  $H = 1,6 \text{ mm}$ .

- Berechnen Sie mit TWOP\TRLMS (durch Probieren) mit einem geeigneten Startwert die erforderliche Streifenbreite für  $Z_0 = 75 \text{ Ohm}$  Wellenwiderstand bis auf 0,5 Ohm genau. Es ist  $f = 1 \text{ GHz}$  und  $t = 35 \text{ }\mu\text{m}$ .
- Welches  $\epsilon_{\text{reff}}$  liest man in a) direkt aus?
- Welches  $\gamma_L$  liefert das Programm dann? Bestimmen Sie für  $L = 10\text{mm}$  daraus  $\tau_{\text{ph}}$ .

**Aufg. 4**

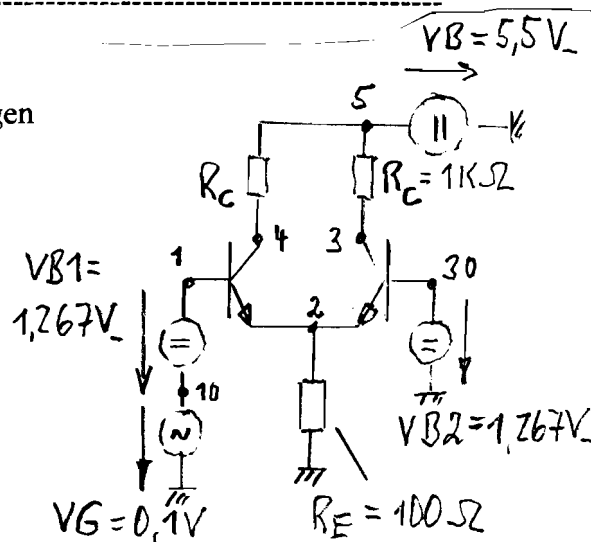
Kreuzen Sie bei „ja/nein“ an, ob nachfolgende Aussagen richtig sind	ja	nein
mit SPICE kann man einen Einschwingvorgang berechnen		
mit Supercompact/Serenade kann man einen Einsschwingvorgang berechnen		
in Supercompact/Serenade kann man s-Parameter ein- und ausgeben		
das kommerzielle PSPICE-Paket ermöglicht die Ein- und Ausgabe von s-Parametern		
mit PSPICE kann man regelungstechnische Funktionsblöcke $F(s)$ erfassen		
mit Serenade kann man vollnumerisch die Maxw. Gln. und somit Feldprobleme lösen		
mit SSPICE kann man auch Formeln für Schaltungen mit Leitungen herleiten		
in den HFSS kann man Modelle mit SPICE-Parametern einbinden		

**Aufg. 1** Für den nebenstehenden Differenzverstärker ist mit **SSPICE** die **AC-Analyse** durchzuführen (Transistoren im *Einfachstmodus* Qname).



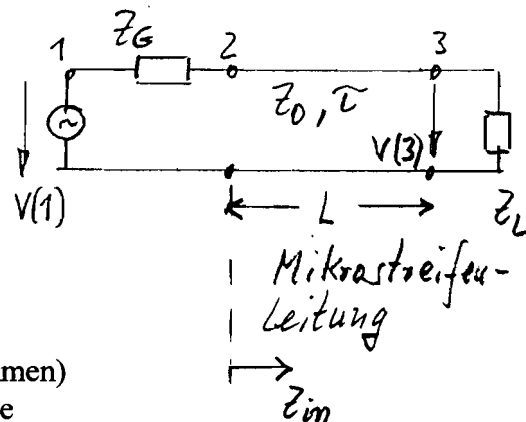
- Man schreibe für SSPICE die Netzliste nieder.
- Bestimmen Sie die Formeln für  $V(4)/V(1)$  und  $V(3)/V(1)$ .
- Berechnen Sie  $V(4)/V(1)$  und  $V(3)/V(1)$  für:  
 $GPI=1 \text{ mS}$ ;  $GM=100 \text{ mS}$ ;  $GE=1/RE=10 \text{ mS}$ ;  $GC=1/RC=1 \text{ mS}$   
 (mehrmals sorgfältig rechnen; grobe Richtwerte =  $\pm 50$ )

**Aufg. 2** Der nebenstehende Differenzverstärker entspricht AC-mäßig Aufg. 1. Die DC-Spannungen stellen den richtigen Arbeitspunkt ein, so daß die Daten nach **1c)** bis auf ca. 1% genau getroffen werden. Für die Schaltung ist analog zu Bd. 1/S. 82 mit **PSPICE** die **AC-DC-Analyse** incl. aller Batt.-spannungen  $V_B$ ,  $V_{B1}$ ,  $V_{B2}$  durchzuführen. Die Transistoren werden nur durch einen Spiceparameter beschrieben (nicht durch 6 Parameter): **IS=6,6E-16**.



- Man schreibe für PSPICE analog zu S. 82 die Netzliste incl. einer .OP-Anweisung nieder. (weil  $f = \text{egal}$ : die .AC-Anweisung z.B. so wie S. 82).
- Bestimmen Sie  $V(4)/V(1)$  und  $V(3)/V(1)$  nach Betrag und Phase. Man vergleiche  $V(4)/V(1)$  mit **1c)**.
- Wie groß sind laut Output-Datei (unter *Browse*) die Größen  $g_m = GM$  und  $g_{b'e} = GPI=1/RPI$ . Man vergleiche mit **1c)**.

**Aufg. 3** Die Mikrostreifenleitung soll  $\tau_{ph} = 100 \text{ ps}$  Verzögerung sowie  $Z_0 = 65 \Omega$  haben und mit  $Z_{G,L} = 50 \Omega$  belastet sein.  $H = 1,6 \text{ mm}$ ;  $\epsilon_r = 4,3$ ;  $t = 35 \mu\text{m}$ ;  $f = 1 \text{ GHz}$   
 Startwert:  $w = 3 \text{ mm}$  für TWOP.



- Bestimmen Sie mit TWOP (und Gleichungslöser) die erforderliche Breite  $w$  der Leitung und  $\epsilon_{\text{reff}}$ .
  - Prüfen Sie das Ergebnis mit Serenade.
  - Welche Länge  $L$  folgt für obiges  $\tau_{ph}$ ? (TWOP-Werte nehmen)
- b) Berechnen Sie mit TWOP  $V(3)/V(1)$  nach Betrag und Phase und  $Z_{in}$  nach Real- und Imaginärteil.

**HINWEISE**

- Erstellen Sie die Netzlisten wirklich sorgfältig!!!!!!
- keine Dateien abgeben;
- immer Netzliste bei PSPICE/SSPICE bzw. Befehlsliste bei TWOP aufschreiben.