

Technische Universität
 Clausthal Institut für Informatik
 Prof. G. Kemnitz

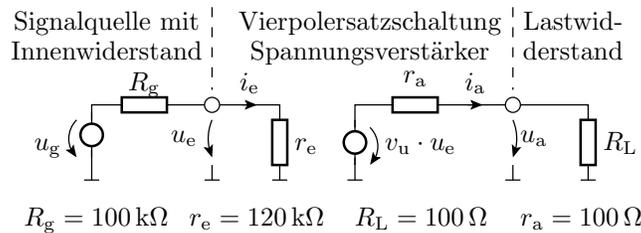
19. Mai 2020

Elektronik 2: Aufgabenblatt 4
 (Transferfunktion, Toleranzen)

Hinweise: Schreiben Sie die Lösungen, so weit es möglich ist, auf die Aufgabenblätter. Tragen Sie Namen, Matrikelnummer und Studiengang in die nachfolgende Tabelle ein und schreiben Sie auf jedes zusätzlich abgegebene Blatt ihre Matrikelnummer. Hängen Sie bei Lösung mit dem Simulator an die Abgabe-EMail alle relevanten Bildschirmfotos und Simulationsdateien, die helfen können, um bei von den Musterlösungen abweichenden Ergebnissen nachvollziehen zu können, wie weit die abgegebene Lösung dennoch richtig ist.

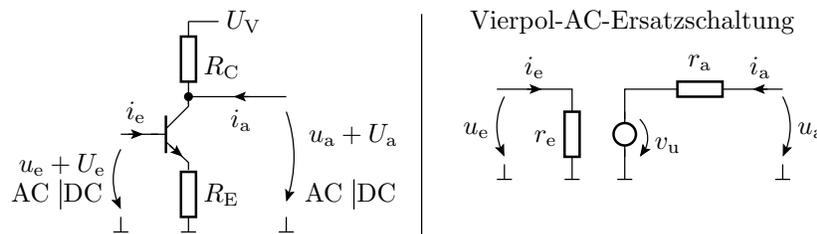
Name	Matrikelnummer	Studiengang	Punkte von 22

Aufgabe 4.1: Gegeben sind die vier Widerstände in der nachfolgenden Ersatzschaltung:



Wie groß muss die Spannungsverstärkung v_u sein, damit die Amplitude der Ausgangsspannung u_a 10-mal so groß wie die der Generatorspannung u_g ist? 2P

Aufgabe 4.2: Gegeben ist die nachfolgende Schaltung mit einem BC547C als Transistor, $U_V = 5 \text{ V}$, $R_E = 330 \Omega$ und $R_C = 1 \text{ k}\Omega$. Die Transistorverstärkung (Modellparameter B_f) soll im Bereich von 100 bis 300 liegen.



a) Bestimmen Sie mit der Analyseart »dc« den DC-Anteil der Eingangsspannung für den Arbeitspunkt $U_a = 3 \text{ V}$ und die beiden Wertebereichsgrenzen der Stromverstärkung.

	$\beta = 100$	$\beta = 300$
U_e		

- Simulationskommando und Spice-Direktiven: 1P
- Simulationsergebnisse: 1P

b) Bestimmen Sie mit der Analyseart ».tf« den Eingangswiderstand, die Spannungsverstärkung und den Ausgangswiderstand der Vierpol-AC-Ersatzschaltung im berechneten Arbeitspunkt für die beiden Wertebereichsgrenzen der Stromverstärkung.

	$\beta = 100$	$\beta = 300$
r_e		
r_a		
v_u		

- Simulationskommando und Spice-Direktiven: 1P
- Simulationsergebnisse: 3P

Aufgabe 4.3: In der Schaltung zuvor sollen beide Widerstände einen Toleranzbereich von $\pm 5\%$, die Stromverstärkung einen Toleranzbereich von $200 \pm 50\%$ und der DC-Anteil der Eingangsspannung einen Toleranzbereich von 1,2 V bis 1,4 V haben.

a) Untersuchen Sie für alle steuernden Parameter, ob die Zielgrößen

- Eingangswiderstand r_e und
- Spannungsverstärkung v_u (Wert, nicht Betrag)

bei Parametervergrößerung vergrößert oder verkleinert werden. Tragen Sie dazu in die nachfolgende Tabelle »+« für Vergrößerung »-« für Verkleinerung und »0« für vernachlässigbarer Einfluss ein. 2P

	U_e	R_C	R_E	β
r_e				
v_u				

b) Bestimmen Sie mit Worst-Case-Simulationen für den Eingangswiderstand und die Spannungsverstärkung den Maximal- und den Minimalwert. 2P

	r_e	v_u
Minimalwert		
Maximalwert		

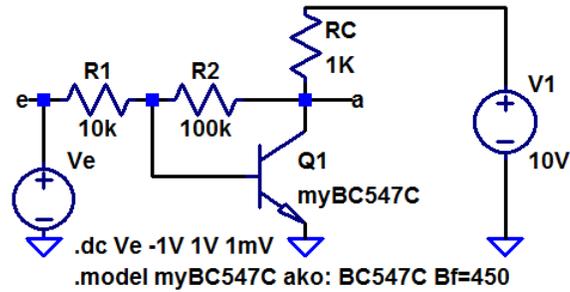
Hinweis: Zur Variation der Stromverstärkung kann man sich mit »ako« ein neues Bauteilmodell mit angepasstem Verstärkungsparameter definieren

```
.modell BC547C_beta_100 ako: BC547C Bf=100
```

oder ein Step-Kommando über die Verstärkungswerten laufen lassen:

```
.step NPN BC547C(Bf) 100 300 200
```

Aufgabe 4.4: Gegeben ist die nachfolgende Transistorschaltung. Die Modell-Anweisung definiert mit »ako« (a kind of) einen Transistor vom Typ BC547C mit einer auf 450 geänderten Stromverstärkung »Bf« .



- Bestimmen Sie rechnerisch mit den Formeln aus der Vorlesung die Übertragungsfunktion $U_a = f(U_e)$ mit dem Transistor im Normalbetrieb ($U_{BEF} = 0,7V, \beta = 450$). 2P
- Kontrollieren Sie das Ergebnis durch Simulation (Abgabe der Bildschirmfotos von Schaltung und Kennlinie per EMail). 2P
- Welche Spannung muss laut Rechnung im Eingang anliegen, damit die Ausgangsspannung 5 V beträgt? 1P
- Bestimmen Sie rechnerisch den Eingangswiderstand $r_e = \frac{d u_e}{d i_e}$, den Ausgangswiderstand $r_a = \frac{d u_a}{d i_a}$ und die Spannungsverstärkung $v_u = \frac{d u_a}{d u_e}$ im Arbeitspunkt $U_a = 5V$. 3P
- Kontrollieren Sie das Ergebnis aus Aufgabenteil d durch Simulation (Abgabe: DC-Anteil der Quelle, Simulationskommando und Textausgabe der Simulation). 2P