

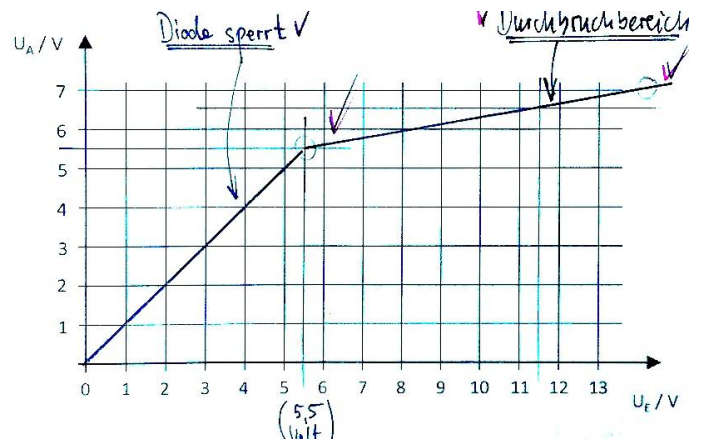
# Elektronik (FA, 2. Semester), Ergebnisse

## SS 2011

- 1.1.  $R_{Pt20} = 50\Omega$ ;  $R_{Pt150} = 75,415\Omega$       1.2. MOSFET, N-Kanal, Anreicherungstyp
- 1.3. Schnitt mit der y-Achse bei 0,25A und mit der x-Achse bei 5V
- 1.4. Es fließt kein Gatestrom,  $R_V$  und  $R_{Pt}$  bilden einen unbelasteten Spannungsteiler:  $U_{Gs20} = 2,5V$ ;  $U_{Gs150} = 3V$
- 1.5.  $U_{DS20} = 4,65V \rightarrow U_{A20} = 5V - 4,65V = 0,35V$ ;  $U_{DS150} = 3,75V \rightarrow U_{A150} = 1,25V$
- 1.6.  $I_V = 50mA \rightarrow P_{Verl} = 0,125W$ ; der Sensor erwärmt sich dadurch etwas und verfälscht das Messergebnis.
- 1.7. Die Gate-Elektrode ist durch eine Oxidschicht vom restlichen Bauelement isoliert.

1.8. Gate wirkt wie ein Plattenkondensator  $\rightarrow$  frequenzabhängiger Ladestrom

- 2.1.  $G = 1 + R_V/r_z = 6 \rightarrow R_V = 35\Omega$
- 2.2.  $G = 6$  bedeutet: Wenn  $U_E$  um 6V steigt, vergrößert sich  $U_A$  um 1V (aber nur im Durchbruch!)
- 2.3.  $P_{Ver} = 0,4W = U_{Zmax} I_{Zmax} = (U_{Z0} + I_{Zmax} r_z) I_{Zmax}$   
Dies führt zu einer quadr. Gleichung für  $I_{Zmax}$ , die Lösung mit der pq-Formel („Mitternachtsformel“) ergibt  $I_{Zmax} = 67mA$ ;  $U_{Amax} = 5,969V$



2.4. Hinweis, Druckfehler in Aufgabenstellung, es muss heißen: den **maximalen** Widerstand  $R_L$  ...

$$I_{Ges} = (10 - 5,969)V / 35\Omega = 115,2mA; I_L = (115,2 - 67)mA = 48,2mA; R_{Lmax} = 5,969V / 48,2mA = 124\Omega$$

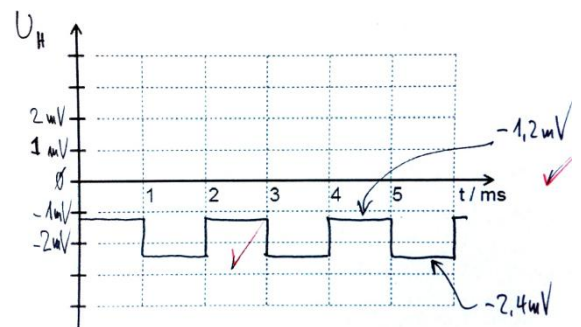
3.1.1.  $N_D = 11 \cdot 10^{15} cm^{-3}$ ;  $N_A = 5 \cdot 10^{15} cm^{-3}$ ;  $n_0 = 6 \cdot 10^{15} cm^{-3}$ ;  $p_0 = 3,75 \cdot 10^4 cm^{-3}$ ; n-HL,  $\rho \approx 1 / (e n_0 \mu_n) = 0,7716\Omega cm$

3.1.2. Durch die Erwärmung steigt  $n_i$  stark an und „zieht“ sowohl  $n_0$  als auch  $p_0$  mit nach oben. Bei der Berechnung der Leitfähigkeit müssen daher sowohl  $n_0$  als auch  $p_0$  berücksichtigt werden!

$$1/\rho = e(n_0 \mu_n + p_0 \mu_p); n_0 = p_0 + N_D - N_A; \text{zweite Gleichung in erste Gleichung einsetzen und nach } p_0 \text{ auflösen}$$

$$\rightarrow p_0 = 2,396 \cdot 10^{15} cm^{-3}; n_0 = 8,396 \cdot 10^{15} cm^{-3}; n_i = 4,485 \cdot 10^{15} cm^{-3}$$

3.2.1. n-Halbleiter  $\rightarrow$  freie Elektronen sind Majoritätsträger  $\rightarrow$  „technische“ Stromrichtung im Halbleiter geht von links nach rechts  $\rightarrow$  Elektronen fließen im Halbleiter von rechts nach links.



3.2.2.  $U_H = -B I R_H / d = -2,4mV \rightarrow$  minus oben, plus unten

3.2.4. Messung von Magnetfeldern, Drehzahlmessung usw...

4.1. Nichtinv. Verstärker;  $u_1 = 100 u_{Mess}$

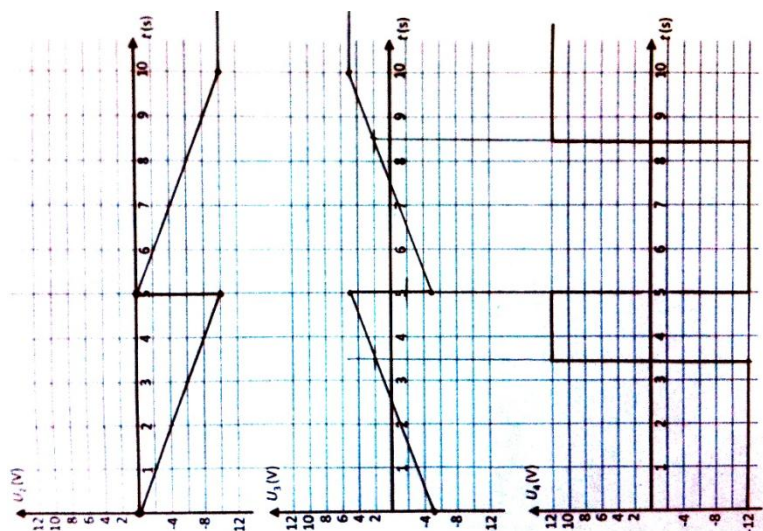
4.2. Inv. Verstärker;  $u_2 = -1000 u_1$

4.3.  $v_{12} = 100 \cdot (-1000) = -100.000$ ; Nachteil:

$u_{Mess}$  ist nun direkt am nichtinvertierenden Verstärker angeschlossen. Dieser besitzt einen relativ geringen Eingangswiderstand,  $u_{Mess}$  wird deutlich stärker belastet als zuvor und ggf. verfälscht.

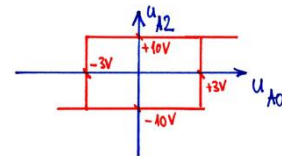
4.4.  $u_3 = -(u_N + u_2)$ , wegen  $R_5 = R_6 = R_7$   
 $\rightarrow u_{Mess} = 0\mu V, u_2 = 0V, u_3 = -5V$  bzw.  
 $u_{Mess} = 100\mu V, u_2 = -10V, u_3 = +5V$

4.5. Komparator mit Hysterese:  $u_4 = \pm 12V$ , Umschaltunkte bei  $\pm 12V \cdot R_8/R_9 = \pm 2V$

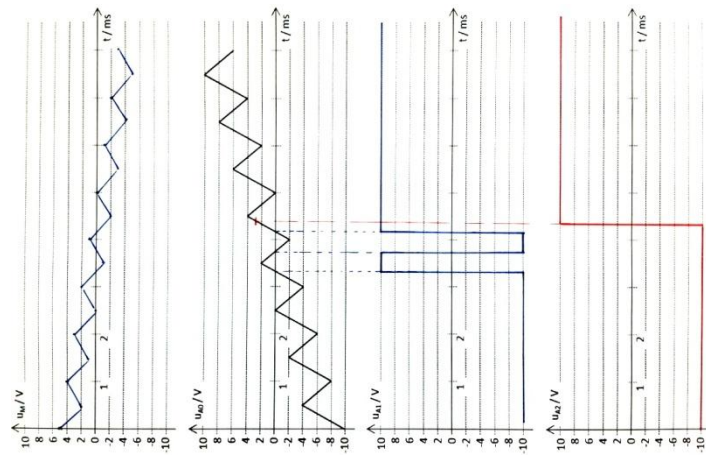


# WS 2011/12

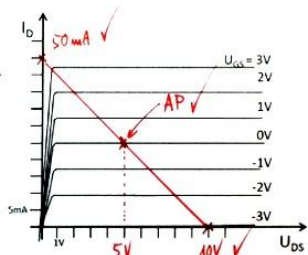
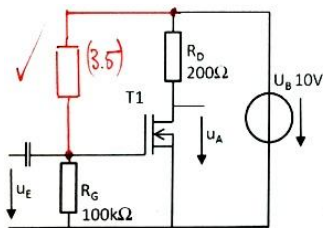
- 1.1.  $V_2$  ist ein invertierender Verstärker ( $V_1$  ist Impedanzwandler)  $\rightarrow u_{A0} = -2 u_M$
- 1.2.  $V_4$  ist ein Komparator mit Hysterese, Umschaltunkte bei  $\pm 3V$
- 1.4. Bei einfachen Komparatoren kann es zu unerwünschten „Mehrfachübergängen“ kommen ( $u_{A1}$  in 1.3...!).



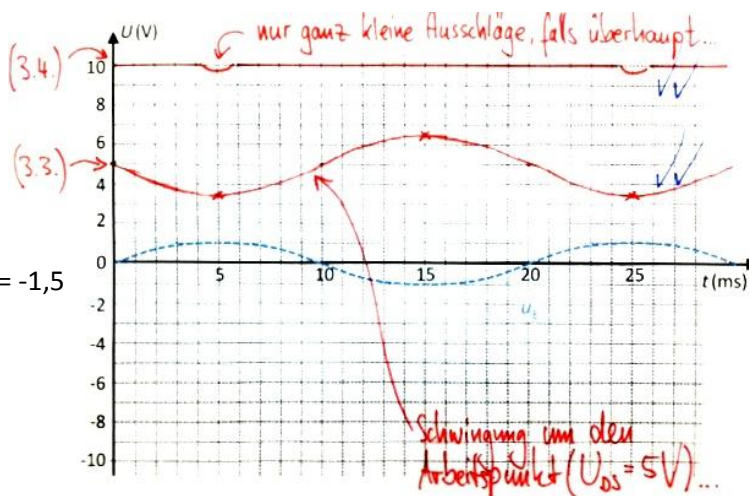
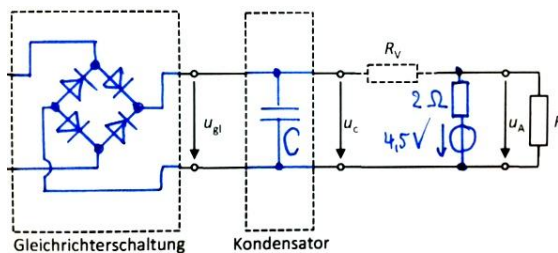
- 1.5. Anschluss eines Sensors mit hoher Ausgangsimpedanz (kann keinen Ausgangsstrom liefern) an Verstärker mit geringer Eingangsimpedanz.
- 1.6. Idealer OPV: (1) Leerlaufverstärkung  $\rightarrow \infty$ , (2) Eingangsimpedanz  $\rightarrow \infty$ , (3) Ausgangsimped. = 0
- 2.1.1. C, B, E sind hier n-, p-, n-dotiert  $\rightarrow$  npn-Transistor
- 2.1.2. Störstellendichte überall  $\gg n_i \rightarrow n_i$  darf vernachlässigt werden, „quadratische Gleichungen“ nicht nötig; Kollektor:  $n_0 = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ;  $p_0 = 2,25 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$ ; Basis:  $p_0 = 4,9 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ;  $n_0 = 4,59 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-3}$ ; Emitter:  $n_0 = 9,951 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ;  $p_0 = 2,261 \cdot 10^2 \text{ cm}^{-3}$



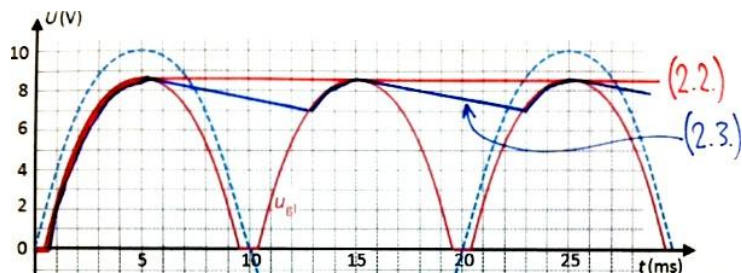
- 2.1.3.  $\rho_E = 4,652 \cdot 10^{-5} \Omega \text{m}$ ;  $R_E = 2,3 \Omega$       2.1.4.  $U_E = 46,5 \text{ mV}$
- 2.2. Der Großteil der Majoritätsträger aus dem Emitter soll durch die Basis hindurch zum Kollektor diffundieren. Wäre die Basis zu dick, würden diese Ladungsträger bereits in der Basis rekombinieren.
- 2.3.1.  $R_{E\text{ext}}$  dient zur Stabilisierung der Schaltung (zum Beispiel) gegen Temperaturschwankungen.
- 2.3.2.  $R_{E\text{ext}}$  würde ohne  $C_E$  den Verstärkungsfaktor verringern. Das Nutzsignal kann über  $C_E$  an  $R_{E\text{ext}}$  vorbei fließen.
- 2.4. Temperaturerhöhung auf  $>150^\circ\text{C}$  bewirkt massive Generation von Ladungsträgerpaaren. Es verschwinden die Unterschiede zwischen p- und n-Bereichen, die für die Funktion des Bauelements wichtig sind.



- 3.2.  $\Delta I_D = 15 \text{ mA} \rightarrow \Delta U_{GS} = 2 \text{ V} \rightarrow S = 0,0075 \Omega^{-1} \rightarrow v = -1,5$
- 3.7. Gate ist vom Rest des Bauelements isoliert  $\rightarrow$  es wird „lediglich“ ein el. Feld aufgebaut.



- 4.1. Beide Halbwellen der Eingangsspannung werden ausgenutzt  $\rightarrow$  B2-Schaltung
- 4.3. Spg. an  $R_L$  max. 8,6V, min. 7,0V  $\rightarrow$  Mittelwert 7,8V; Formel für B2-Schaltung (nicht mit M1 verwechseln...!!) aus Skript ergibt  $C = 2,44 \text{ mF}$



- 4.4.  $I_{ges} = I_Z + I_L \rightarrow (u_C - u_A)/10\Omega = (u_A - 4,5V)/2\Omega + u_A/20\Omega \rightarrow u_{A8,6} = 4,78 \text{ V}, u_{A7,0} = 4,54 \text{ V}$
- 4.5.  $G = \Delta u_E / \Delta u_A = (8,6 - 7,0) / (4,78 - 4,54) = 6,5$