

# Übung 10: *Astabile Kippstufe und DTL*

in  
„Digitaltechnik“  
WS 2008/09

## Aufgabe 1

Gegeben ist die Schaltung einer astabilen Kippstufe mit Ausgangsstufe in Abbildung 1.

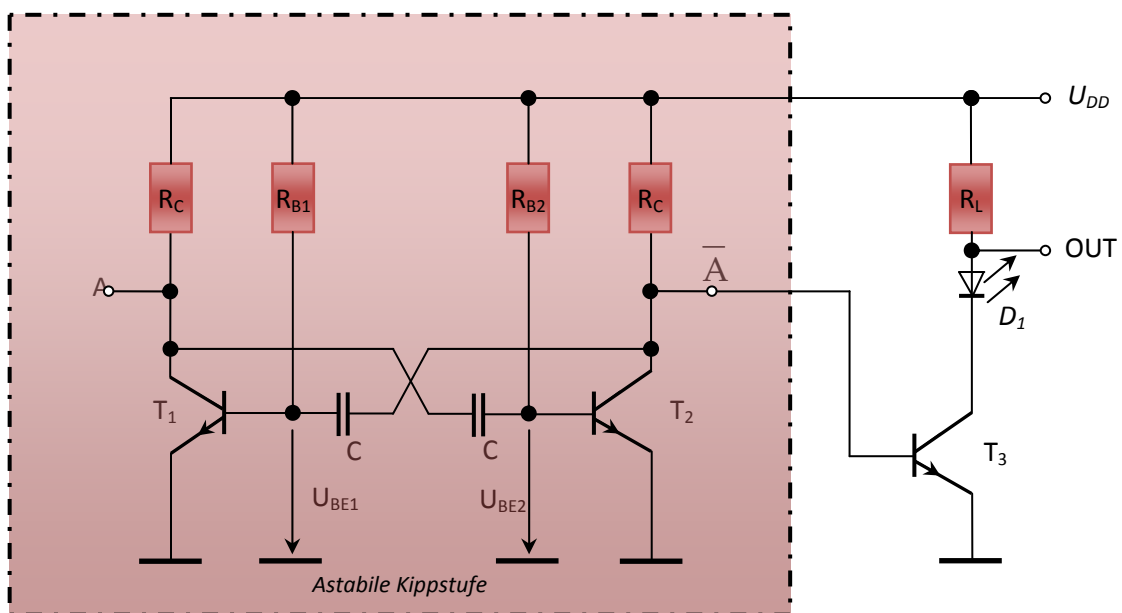
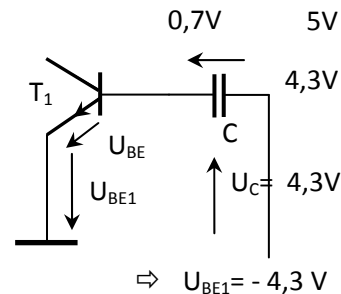


Abbildung 1: Astabile Kippstufe mit Ausgangsstufe

a) Erklären Sie die Funktionsweise der Schaltung.

- Voraussetzung:  $T_1$  leitet,  $T_2$  sperrt.



- $C_2$  lädt sich über  $R_{B2}$  auf  $\rightarrow U_{BE2}$  steigt.
- $U_{BE2}$  erreicht die Flussspannung  $U_{BEF}$   $\rightarrow T_2$  wird leitend  $\rightarrow U_{CE2}$  sinkt (geht in Sättigung  $\approx 200 \text{ mV}$ )
- $T_1$  sperrt durch negativen Impuls an der Basis
- $C_1$  lädt sich über  $R_{B1}$  auf  $\rightarrow U_{BE1}$  steigt.

b) Zeichnen Sie das Impulsdiagramm der astabilen Kippstufe in Abbildung 2 ein. Transistor  $T_2$  soll am Anfang nicht leitend sein.

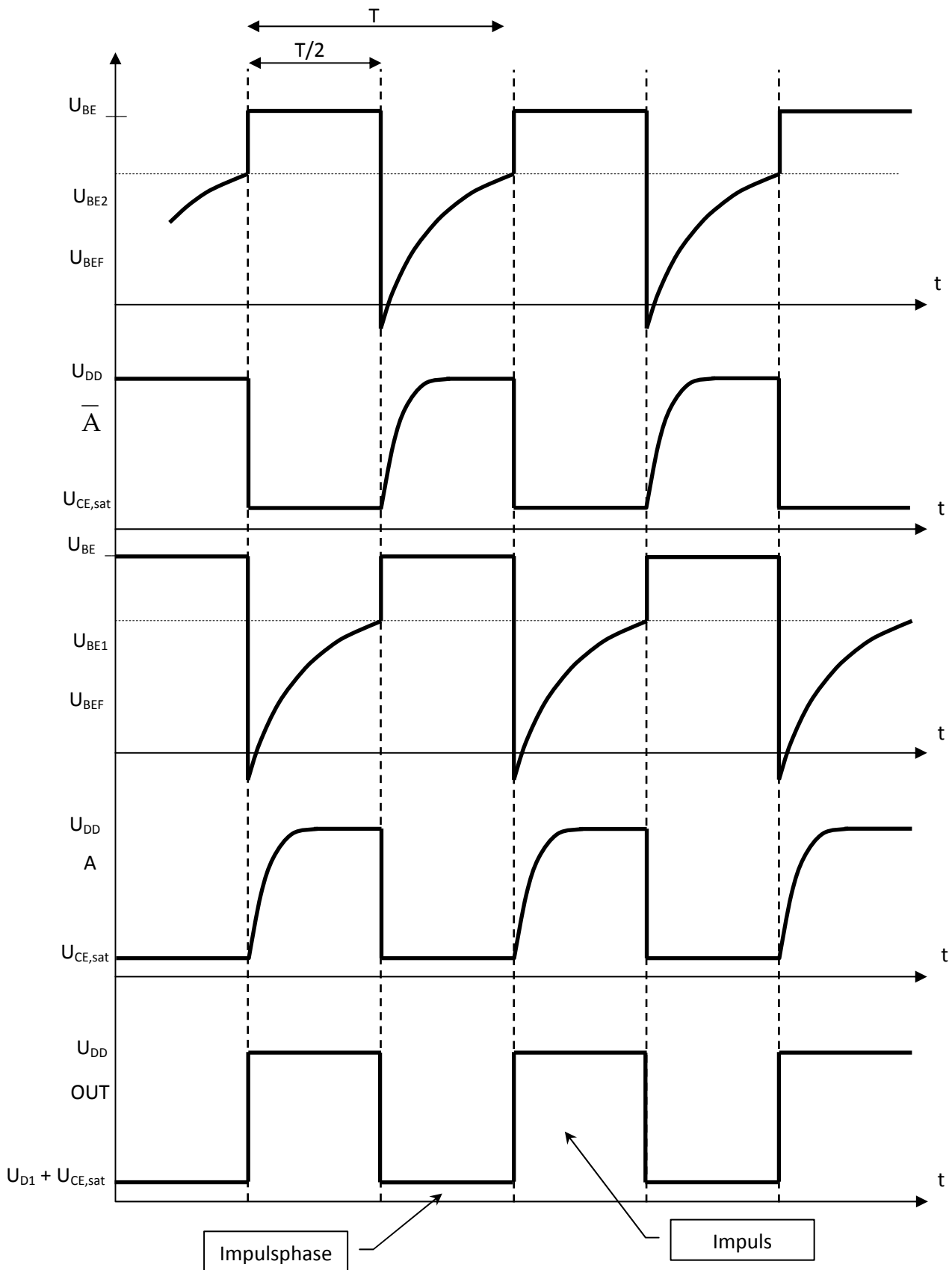


Abbildung 2: Impulsdiagramm

c) Berechnen Sie die Blinkfrequenz  $f$  der Leuchtdiode  $D_1$ .

Berechnung für  $T_1$

$$\begin{aligned}
 U_{DD} &= R_{B1} \cdot I_B + U_{C1} + U_{CE2}; & I_B &= C \cdot \frac{dU_{C1}}{dt}; \\
 U_{BE1} &= U_{C1} + U_{CE2} \Leftrightarrow U_{C1} = U_{BE1} - U_{CE2} \\
 U_{DD} &= R_{B1} \cdot \left( C \cdot \frac{dU_{C1}}{dt} \right) + (U_{BE1} - U_{CE2}) + U_{CE2} \\
 &= R_{B1} \cdot C \cdot \frac{dU_{C1}}{dt} + U_{BE1} - \cancel{U_{CE2}} + \cancel{U_{CE2}} \\
 &= R_{B1} \cdot C \cdot \frac{dU_{C1}}{dt} + U_{BE1}
 \end{aligned}$$

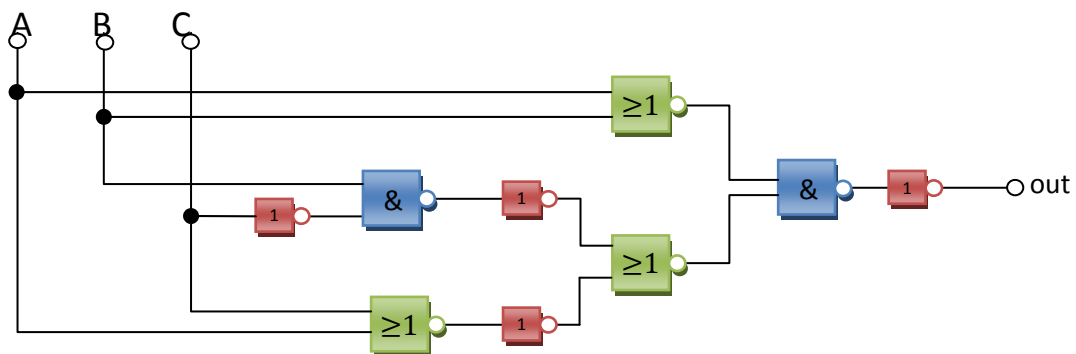
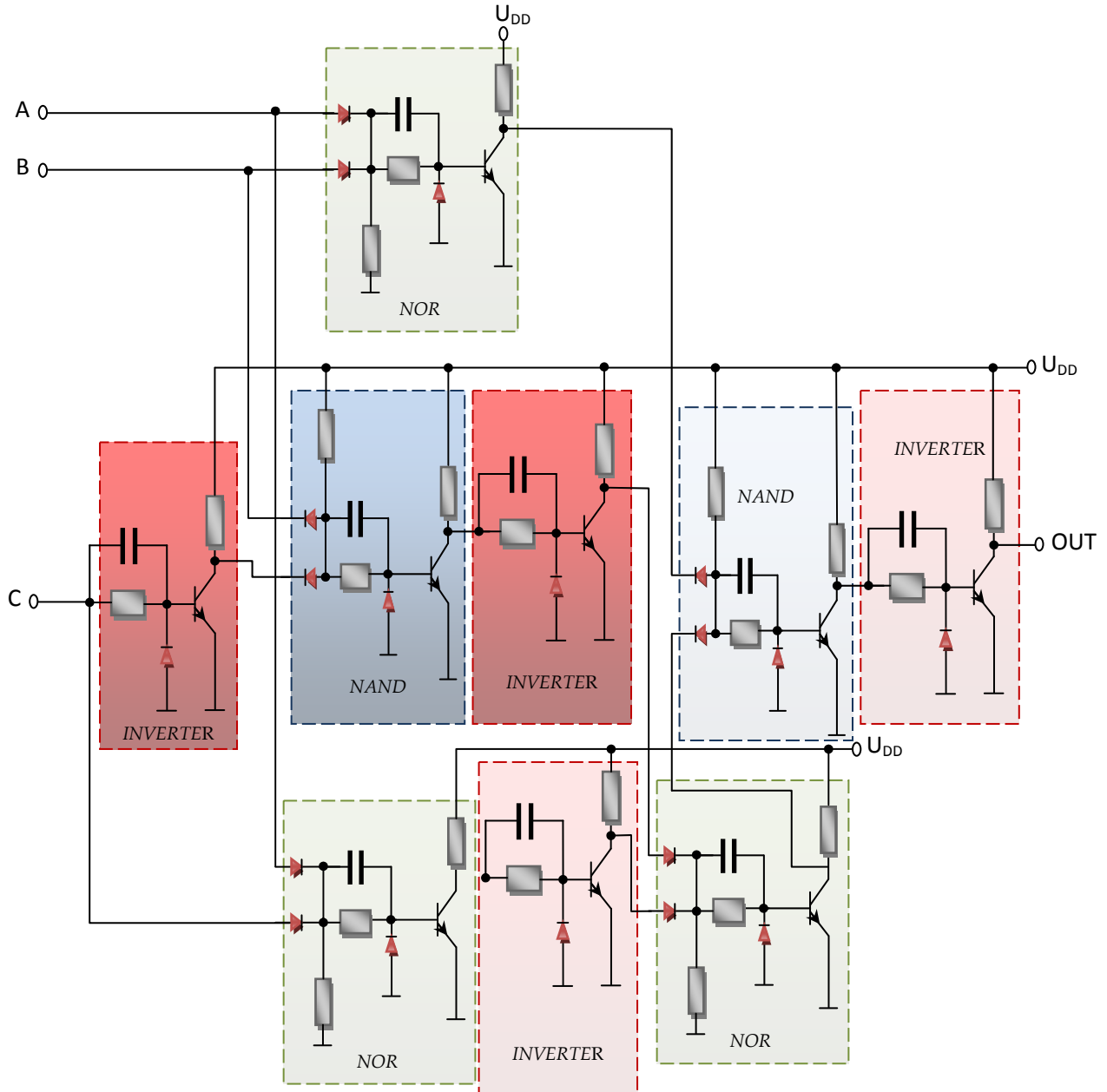
Trennung der Variablen

$$\begin{aligned}
 U_{DD} - U_{BE1} &= R_{B1} \cdot C_1 \cdot \frac{dU_{BE1}}{dt} \\
 \Leftrightarrow dt &= R_{B1} \cdot C_1 \cdot \frac{1}{U_{DD} - U_{BE1}} \cdot dU_{BE1} \\
 \int_0^{T/2} dt &= R_{B1} \cdot C_1 \cdot \int_{U_{BE} - U_{DD} + U_{CE,sat}}^{U_{BEF}} \frac{1}{U_{DD} - U_{BE1}} \cdot dU_{BE1} \\
 \left[ t \right]_0^{T/2} &= R_{B1} \cdot C_1 \left[ -\ln |U_{DD} - U_{BE1}| \right]_{U_{BE} - U_{DD} + U_{CE,sat}}^{U_{BEF}} \\
 &\quad - \left( \ln(\text{obere Grenze}) - \ln(\text{untere Grenze}) \right) = \ln \frac{\text{unten}}{\text{oben}} \\
 T/2 &= R_{B1} \cdot C_1 \cdot \ln \left( \frac{2U_{DD} - U_{BE} - U_{CE,sat}}{U_{DD} - U_{BEF}} \right) \quad \text{mit } U_{DD} \gg U_{BEF}, U_{BE}, U_{CE,sat} \\
 T/2 &\approx R_{B1} \cdot C_1 \cdot \ln \left( \frac{2U_{DD}}{U_{DD}} \right) \Leftrightarrow T = 2 \cdot R_{B1} \cdot C_1 \cdot \ln(2) \approx 1,38 \cdot R_{B1} \cdot C_1 \\
 T &= R_{B1} \cdot C_1 \cdot \ln(2) + R_{B2} \cdot C_2 \cdot \ln(2) \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot R_{B1} \cdot C_1 \cdot \ln(2)}
 \end{aligned}$$

## Aufgabe 2

Gegeben ist die DTL – Schaltung in Abbildung 3.

a) Zeichnen Sie die Schaltung in Gatterdarstellung auf.



b) Geben Sie die logische Funktion der Schaltung an und vereinfachen Sie diese.

$$\begin{aligned}
 & \overline{\overline{\overline{A+B \cdot B \cdot C + (A+C)}}} \\
 &= \overline{\overline{A+B \cdot B \cdot C + (A+C)}} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{A+C}} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot (\overline{B+C}) \cdot (\overline{A \cdot C})} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot (\overline{B+C}) \cdot (\overline{A \cdot C})} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot (\overline{B+C}) \cdot (\overline{A \cdot C})} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot (\overline{B+C})} \\
 &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \underbrace{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot C}_{=0}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}} = A+B+C
 \end{aligned}$$

c) Zeichnen Sie die vereinfachte logische Funktion in DTL – Technik.

