

# Ringbeschleuniger und Speicherringe

## Übungsblatt 9

### Lösungen

Prof. Dr. O. Kester, S. Geyer und Dr. P. Forck

Sommersemester 2016

## 1 Passiver Strahl-Transformator

a) Die normierte Gauß-Funktion  $P(t)$  ist (normiert heißt dass das Integral über diese Funktion  $\int P(t)dt = 1$  ist)

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$$

Für das Verhältnis von Spitzenstrom zu mittlerem Strom ist

$$I_{peak} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma f_{rf}} \cdot I_{dc} = 7.98 \text{ mA}$$

b) Die Induktivität ist  $L = \frac{\mu_0 \mu_r}{2\pi} \cdot l N^2 \cdot \ln \frac{r_a}{r_i} = 673 \text{ } \mu\text{H}$ .

c) Die Zeitkonstante ist  $\tau_{droop} = \frac{L}{R+N \cdot R_N} = 13 \text{ } \mu\text{s}$ . Die untere Grenzfrequenz ist  $f_{low} = \frac{1}{2\pi\tau_{droop}} = 12 \text{ kHz}$ .

d) Mit Hilfe der Formel  $U(t) = \frac{R}{N} \cdot e^{-t/\tau_{droop}} \cdot I_{beam}$  kann das Signal nach  $t = 4\sigma = 200 \text{ ns}$  berechnet werden:  $U(t)/U(0) = e^{-t/\tau_{droop}} = 0.985$  d.h. es ist auf 98.5 % abgefallen. Bei einem Gauß-förmigen Signal mit  $\sigma = 50 \text{ ns}$  ist die dadurch bedingte Signalverformung z.B. gegenüber anderen Störquellen oder Rauschbeiträgen nicht signifikant. Eine Berechnung kann über das Faltungsintegral

$$U(t) = \frac{R}{N} \int_{-t_{rf}/2}^{t_{rf}/2} I_{Gau\beta}(t - \tau) \cdot e^{-\tau/\tau_{droop}} d\tau$$

erfolgen.

e) Die Sensitivität ist  $S = R/N = 5 \text{ V/A}$ .

f) Die Tatsache  $f_{low} > 0$  bedeutet das keine dc-Niveau übertragen kann. Das bedeutet das sich beim Spannungssignal im Mittel über einen Umlauf auf 0 V einstellt  $\int_{-t_{rf}/2}^{t_{rf}/2} U(t)dt = 0$  mit  $t_{rf} = \frac{1}{f_{rf}}$ . Mit einen passiven Transformator kann also nicht direkt der mittleren Strom  $I_{dc}$  gemessen werden.

## 2 Signalstärke eines Ionisationsprofil-Monitors

a) Die Umlaufszeit ist  $t_{rev} = \frac{L}{\beta c} = 902 \text{ ns}$ . Die Anzahl der Protonen ist  $N_p = \frac{I_{dc} \cdot t_{rev}}{e} = 5.62 \cdot 10^{11}$

b) Die Anzahl der Ionisationsereignisse ist  $N_{ion} = N_p \cdot \frac{dE}{dx} \cdot l \cdot \frac{1}{W} = 11.2$

c) Die Anzahl der Umläufe um  $N_{profile} = 300$  Ionisationsereignisse zu erhalten ist  $N_{turn} = N_{profile}/N_{ion} = 26.8$ . Innerhalb dieser Zeit  $t_{turn} = N_{turn} \cdot t_{rev} = 24 \text{ } \mu\text{s}$  sind bei einer stabilen Speicherung oder bei einer Beschleunigung kein wesentlichen Strahlveränderungen zu erwarten. Anders ist es bei der Injektion falls dort eine Fehlanpassung eingestellt ist, da dann das Profile mit dem Betatron Tune variiert.