

Ringbeschleuniger und Speicherringe

Übungsblatt 9

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

Sommersemester 2016

1 Passiver Strahl-Transformator

In einem Synchrotron zirkulieren 4 Bunche mit Gauß-förmigen Zeitverlauf und einer Standard-Abweichung von $\sigma = 50$ ns, die mit einer Beschleunigungsfrequenz von $f_{rf} = 1$ MHz gehalten werden. Der mittlere Strom ist $I_{dc} = 1$ mA.

a) Berechnen Sie den maximalen Wert des Stromes eines Bunches I_{peak} . (Dieses Verhältnis I_{dc}/I_{peak} nennt man auch Bunching Faktor)

Der zirkulierende Strom wird mit einem passiven Transformator gemessen. Dieser Transformator ist mit einem Widerstand von $R = 50 \Omega$ abgeschlossen. Der Transformator hat die folgende Werte:

- Länge in Strahlrichtung $l = 10$ mm
 - innerer Radius $r_i = 50$ mm, äußerer Radius $r_o = 70$ mm
 - Permeabilität $\mu_r = 10^4$
 - Anzahl der sekundären Windungen $N = 10$
 - Resistivität pro Windung von $R_N = 0.1 \Omega$.
- (Es gilt $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am.)

b) Berechnen Sie die Induktivität.

c) Berechnen Sie die Dachabfallszeit τ_{droop} (droop time constant) und die untere Grenzfrequenz f_{low} (lower cut-off frequency).

d) Berechnen Sie den Abfall des Spannungssignals für einen rechteckigen Puls mit einer zeitlichen Breite von 4σ . Ist dieser zeitliche Abfall der Spannung für einen Gauß-förmigen Bunch als wesentlich zu betrachten?

e) Berechnen Sie die Sensitivität S des Transformators.

f) Was folgt generell aus der Tatsache $f_{low} > 0$ für das Spannungssignal $U(t)$?

2 Signalstärke eines Ionisationsprofil-Monitors

Die Signalstärke bei einem Ionisationsprofil-Monitor IPM der Länge $l = 10$ cm soll für einen zirkulierenden Protonenstrahl abgeschätzt werden. Die Länge des Synchrotrons ist $L = 200$ m, die Energie der Protonen ist 1.4 GeV entsprechend einer Geschwindigkeit von $\beta = 73\%$. Der mittlere Strahlstrom ist $I_{dc} = 100$ mA. Der Vakuumdruck in der Kammer beträgt $p = 10^{-10}$ mbar. Der Energieverlust nach Bethe-Bloch Formel beträgt für diesen Druck $\frac{dE}{dx} = 2 \cdot 10^{-10}$ eV/cm.

a) Berechnen Sie die Anzahl der im Synchrotron zirkulierenden Protonen.

b) Wie viele Ionisationsereignisse sind innerhalb eines Umlaufs zu erwarten, wenn man annimmt, dass pro Ionisationsereignis im Mittel $W = 100$ eV Energie notwendig sind?

c) Für ein sinnvolles Strahlprofil benötigt man typisch 300 Ionisationsereignisse. Über wie viele Umläufe muss man mitteln um dies Anzahl der Ereignisse zu erhalten? Kann man annehmen das innerhalb dieser Zeit der Protonenstrahl seine Eigenschaften signifikant ändert (für ein typisches Synchrotron mit 1 s Beschleunigungszeit)?