

1. Aufgabe

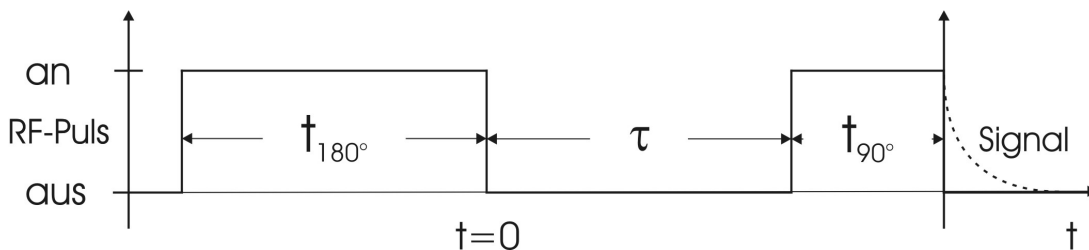
Typische Magnetische Resonanz Signale sind die sogenannten FIDs ("Free Induction Decays"). Sie können durch folgenden Ausdruck beschrieben werden:

$$f(t) = \begin{cases} \alpha e^{i\omega_0 t} e^{-t/T_2^*} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

- Wie kommt ein solches Signal zustande? Und was bedeuten die einzelnen Terme von $f(t)$.
- Bestimmen und zeichnen Sie den spektralen Gehalt von $f(t)$.

2. Aufgabe

In einem einfachen Messverfahren zur Bestimmung der Relaxationszeit T_1 wird folgende Pulssequenz verwendet:



- Wie müssen die Pulslängen t_{180° und t_{90° gewählt werden, wenn das System sich vor dem ersten Puls im Gleichgewicht befindet?
- Wie sieht die Zeitabhängigkeit der Magnetisierung $M_z(t)$ nach dem 180° Puls aus?
- Wie muss τ gewählt werden, damit die z -Magnetisierung $M_z(\tau) = 0$ wird?
- Angenommen, Sie möchten Gewebe untersuchen, welches aus Wasser ($_{H_2O}T_1 = 1,2\text{ s}$) und Fett ($_{Fett}T_1 = 260\text{ ms}$) besteht.
 - Welches Problem entsteht bei der Bildgebung durch die unterschiedlichen Zeitkonstanten?
 - Wie können Sie mit der hier beschriebenen Methode dafür sorgen, dass das Fett Signal unterdrückt wird? Wie stark reduziert sich das zu erwartende Signal von Wasser in diesem Fall?

3. Aufgabe

Zur Ortsbestimmung in einem 3 T MRI-Tomographen wird das statische Magnetfeld \vec{B}_0 mit einem sogenannten linearen Gradientenfeld \vec{G} überlagert ($|\vec{G}| = 0,2 \frac{\text{T}}{\text{m}}$). Es gilt folgende Beziehung für die Magnetfeldstärke: $B(\vec{r}) = B_0 + \vec{r} \cdot \vec{G}$. Die Signale werden mit einer Sampling Zeit (Messzeit, in der das Echosignal aufgenommen wird) von $\tau_r = 10\text{ ms}$ aufgenommen.

- Welche Frequenzauflösung und welche räumliche Auflösung wird dabei erzielt?
- Wie hoch ist die Bandbreite des zu erwartenden Signals, wenn die Schichtdicke in diesem System 5 mm beträgt?
- Während der Messung multipliziert ein Quadratur-Demodulator das eingehende Signal mit $e^{-i\omega_0 t}$. Was geschieht mit dem Signal im Frequenzraum, bzw. wieso wird ein solcher Demodulator verwendet? Wie sollte man ω_0 sinnvollerweise wählen?
- Wieso muss bei einem realen Eingangssignal das demodulierte Signal noch mit einem Tiefpassfilter behandelt werden? Begründen Sie rechnerisch.

$$[\gamma = 8.5\pi \cdot 10^7 \frac{1}{\text{sT}}]$$