

13. Übung zur Medizinphysik II

WS 2015/16

Ausgabe: 25.01.2016

Abgabe: 01.02.2016, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Der k-Raum (3 Punkte)

Bei der Bildaufnahme in der Kernspintomographie werden viele Rechnungen im k-Raum durchgeführt. Betrachten Sie ein Objekt im k-Raum, welches durch $F(k_x, k_y)$ gegeben ist.

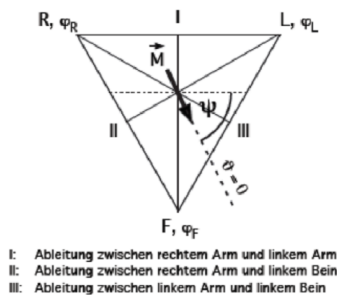
- a) Welche Beziehung gilt zwischen der Größe eines Pixels im Ortsraum und dem FOV (Field of View) im k-Raum?
- b) Bestimmen Sie die kleinste Schrittweite Δk und das FOV im k-Raum, wenn der Gradient in 128 äquidistanten Schritten bis zu $G_{tot} = 2 \frac{\text{mT}}{\text{m}}$ erhöht wird, wobei die Acquisitionszeit für jeden Gradientenschritt $t = 0,6 \text{ ms}$ betrage. Wie groß ist ein Pixel im Ortsraum?
- c) Jetzt haben Sie eine Acquisitionszeit von $\tilde{t} = 1 \text{ ms}$ und wollen die gleiche Auflösung und das gleiche FOV erreichen. Wie groß müssen Sie den Gradienten dafür wählen?

$$[\gamma = 2,675 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{sT}}]$$

Aufgabe 2: EKG (3 Punkte)

In der Abbildung ist das gleichseitige Einthovensche Dreieck dargestellt. Die Dipolkomponente \vec{M} des Herzvektors, die parallel zur Ebene des durch die Ableitungspunkte R,L und F aufgespannten Dreiecks liegt, ist ebenfalls eingezeichnet. Es sei ein Koordinatensystem (r, θ) gegeben, dessen Ursprung im Mittelpunkt des Dreiecks liegt. \vec{M} zeige in die Richtung $\theta = 0$. Das Dipolpotenzial lässt sich durch folgende Gleichung bestimmen:

$$\varphi = \frac{|\vec{M}| \cos \theta}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0 r^2} \quad (1)$$



- a) Bestimmen Sie die Spannungen U_I , U_{II} und U_{III} , welche bei Ableitung nach Einthoven gemessen werden in Abhängigkeit des Winkels Ψ .

- b) Informieren Sie sich über die Ableitung nach Goldberger und erläutern Sie, inwiefern diese sich von der Einthovenschen unterscheidet. Bestimmen Sie die Spannungen U_{aVL} , U_{aVR} und U_{aVF} in Abhängigkeit der Spannungen U_{I-III} .

Aufgabe 3: Gradiometer (3 Punkte)

Ein Gradiometer 1. Ordnung besteht aus zwei gegenläufig gewickelten Leiterschleifen mit Radius $r=20$ cm. Das Gradiometer werde so in ein homogenes Magnetfeld $B_0\vec{e}_z$ der Feldstärke $B_0 = 50 \mu\text{T}$ eingebracht, dass die Feldlinien entlang der z-Achse des Gradiometers ausgerichtet sind. (vgl. Abbildung a))

- a) Was kann so gemessen werden?
- b) Nun rotieren Sie das Gradiometer um die y-Achse mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega = 31,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Berechnen Sie die induzierten Spannungen einzeln für die obere Leiterschleife, die untere sowie für die induzierte Gesamtspannung zu den Zeitpunkten $t_1 = 20$ ms und $t_2 = 50$ ms.
- c) Welche Spannung wird zu t_1 und t_2 induziert, wenn die Rotation um die z-Achse mit $\omega = 10,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ stattfindet?
- d) Betrachten Sie nun die rechteckige Leiterschleife in der xy-Ebene mit den Seitenlängen a und b , welche vom Rand des Magnetfelds herausgezogen wird (Abbildung b)). Dies geschieht mit der Geschwindigkeit v in Richtung der x-Achse. Bestimmen Sie die induzierte Spannung $U(t)$. Das Magnetfeld ist gegeben durch:

$$B(x) = \begin{cases} B_0 \cdot \vec{e}_z & \text{für } x < 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

