

Ausgabe: 23.01.2015

Abgabe: bis 30.01.2015 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Gradiometer

3 Punkte

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

- Was kann so gemessen werden?
- Nun rotieren Sie das Gradiometer um die y-Achse mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega_y = 31.4 \text{ rad/s}$. Berechnen Sie zu den Zeiten $t_1 = 20 \text{ ms}$ und $t_2 = 50 \text{ ms}$ die induzierten Spannungen separat in der oberen und unteren Leiterschleife sowie die induzierte Gesamtspannung.
- Welche Spannung wird zu t_1 und t_2 jeweils induziert, wenn die Rotation um die z-Achse mit $\omega_z = 10.5 \text{ rad/s}$ stattfindet?
- Betrachten Sie nun die rechteckige Leiterschleife in der xy-Ebene mit den Seitenlängen a und b aus Abbildung 1 b. Diese wird mit der Geschwindigkeit $v = 25 \text{ m/s}$ in Richtung y-Achse aus dem Magnetfeld B_0 gezogen. Berechnen sie die induzierten Spannungen in Abhängigkeit der Position der Schleife zum Magnetfeld.

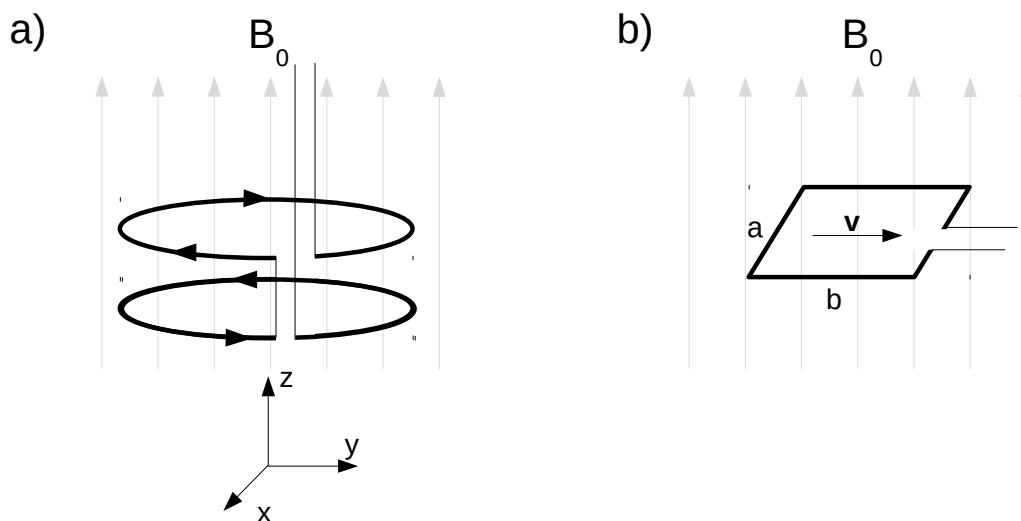


Abbildung 1: Gradiometer und Leiterschleife im homogenen Magnetfeld

Aufgabe 2: EKG

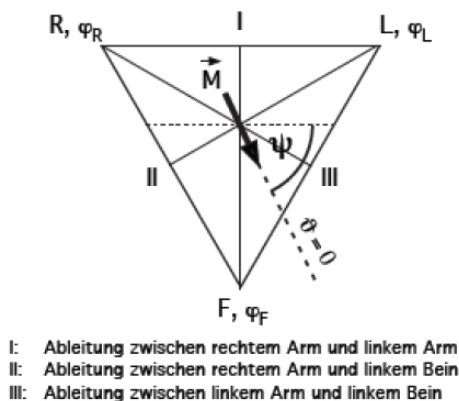
3 Punkte

In der Abbildung ist das gleichseitige Einthovensche Dreieck dargestellt. Die Dipolkomponente \vec{M} des Herzvektors die parallel zur Ebene des durch die Ableitungspunkte F , L und R aufgespannten Dreiecks liegt ist ebenfalls eingezeichnet. Es sei ein Koordinatensystem (r, Θ) gegeben, dessen Ursprung im

Zentrum des Dreiecks liegt. \vec{M} zeige in die Richtung $\Theta = 0$. Das Dipolpotenzial lässt sich dann mittels

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

bestimmen.



- Bestimmen Sie die Spannungen U_I , U_{II} und U_{III} , die bei Ableitung nach Einthoven gemessen werden.
- Informieren Sie sich über die Ableitung nach Goldberger und erläutern Sie, inwiefern diese sich von der nach Einthoven unterscheidet. Bestimmen Sie die Spannungen U_{aVL} , U_{aVR} und U_{aVF} , die bei Ableitung nach Goldberger gemessen werden, in Abhängigkeit der Spannungen U_I , U_{II} und U_{III} .

Aufgabe 3: Josephson-Kontakt

3 Punkte

Wir betrachten zwei Supraleiter-Platten mit der Länge b in x -Richtung und L in y -Richtung, die durch einen Isolator mit der Dicke t senkrecht zur z -Achse voneinander getrennt sind, und sich in einem Magnetfeld in y -Richtung befinden (s. Abbildung (2)). Die Komponenten des Vektor-Potentials wählen wir als

$$\begin{aligned} A_x &= 0, \\ A_y &= 0, \\ A_z &= A_z(x) \end{aligned} \quad (2)$$

Der Phasenunterschied sei

$$\gamma = \varphi_2 - \varphi_1 - \frac{2e}{\hbar} \int A \cdot dl \Rightarrow \gamma(x) = \gamma(0) - \frac{2e}{\hbar} A_z(x)(2\lambda_L + t) \quad (3)$$

- Bestimmen Sie den Strom I , der durch den Gesamtaufbau fließt, unter der Annahme, dass das Magnetfeld konstant ist.
- Um die Phase von $\varphi = 0$ zu $\varphi = \pi$ zu verschieben muss Arbeit auf den Kontakt ausgeübt werden. Bestimmen Sie diese, als potentielle Energie E_J gespeicherte Arbeit.
- Bestimmen Sie die Eindringtiefe des Feldes in den Josephson-Kontakt (λ_J), indem Sie zeigen, dass

$$\frac{2e}{\hbar}(2\lambda_L + t)\mu_0 J_0 = \frac{1}{\lambda_J^2} \quad (4)$$

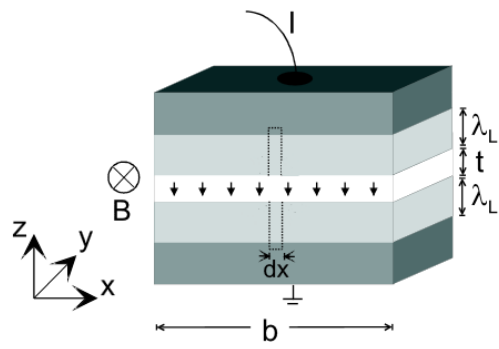


Abbildung 2: Josephson-Kontakt im Magnetfeld