

Ausgabe: 17.01.2014

Abgabe: bis 29.01.2014 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

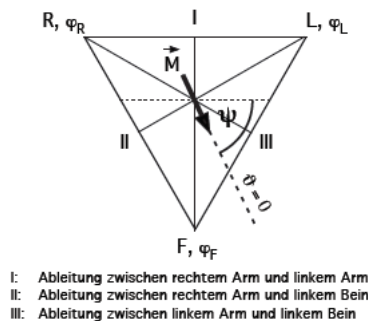
Aufgabe 1: EKG und Herzdipol

3 Punkte

In der Figur sind das Einthoven-Dreieck und die zugehörigen Standardableitungen I, II, III, für das EKG zu sehen. \vec{M} ist die Dipolkomponente des Herzvektors in der Ebene des gleichseitigen Dreiecks, das durch die Ableitungspunkte R, L, F gebildet wird. Gegeben sei ein ebenes Koordinatensystem (r, ϑ) mit dem Ursprung im Zentrum des Dreiecks, wobei die Richtung $\vartheta = 0$ mit der Richtung des Herzdipols übereinstimmt (diese Situation ist in der Abbildung gezeigt). Für das Dipolpotential gilt dann

$$\varphi_D = \frac{|\vec{M}| \cos \vartheta}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0 r^2} = K \cos \vartheta.$$

- Man berechne die drei Spannungen U_I, U_{II}, U_{III} als Funktion von ψ (siehe Abbildung) und zeige damit, dass unabhängig von der Lage des Dipols $U_I + U_{II} + U_{III} = 0$ gilt.
- Wie verhalten sich bei den Standardableitungen die Spannungen $|U_I| : |U_{II}|$ für einen Normaltyp mit $\psi = 60^\circ$ und einen Linkstyp mit $\psi = -45^\circ$?



Aufgabe 2: Bioelektrische und biomagnetische Signale

3 Punkte

- Stellen Sie die Vor- und Nachteile von biomagnetischen Signalen dar.
- Nennen Sie drei bioelektrische Untersuchungsmethoden und beschreiben Sie kurz ihren Anwendungsbereich.
- Erklären Sie die Entstehung eines EEG-Signals.
- Eine Nervenleitung verlaufe mit 1 cm Abstand parallel zur Hautoberfläche. Wie groß ist das durch sie erzeugte Magnetfeld an der Hautoberfläche? Die relative magnetische Permeabilität kann im ganzen Körper als $\mu_r = 1$ angenommen werden. Die Nervenleitung sei in diesem Modell unendlich lang. Nehmen Sie an, dass durch die Nervenleitung ein konstanter Strom der Stärke 50 pA fließe.

Aufgabe 3: EEG

4 Punkte

Bei einer EEG Untersuchung des Schlafzyklus eines Menschen ergebe sich ein Signal der Form $f(t) = A \sin(2\pi ft)$, welches durch den Messprozess mit der Rechteckfunktion $m(t)$ amplitudenmoduliert wird.

$$m(t) = \begin{cases} 0 & \text{für } t > \frac{1}{2} \\ 1 & \text{für } t \leq \frac{1}{2} \end{cases} \quad (1)$$

Es sei $A=0,1 \text{ mV}$ und $f=3 \text{ Hz}$. Bestimmen Sie den spektralen Gehalt $F(\omega)$ des Signals ($F(\omega) = \mathcal{F}t(f(t) \cdot m(t))$).

a.) Skizzieren Sie (z.B. mit Hilfe eines Computers) die Signale als Funktion der Zeit im Intervall $t = -1 \text{ s}$ bis 1 s .

b.) Berechnen Sie den Spektralgehalt des Signals ($F(\omega)$). Skizzieren sie $F(\omega)$.