

Ausgabe: 20.06.2012

Abgabe: bis 27.06.2012, 10:15 Uhr, Kasten 256

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Ultraschallwandler

3 Punkte

Ein Hochfrequenzgenerator gibt bei Erregung eines Ultraschallquarzes eine Wirkleistung von 150 W ab. Dieser elektroakustische Wandler arbeitet mit einem Wirkungsgrad von $\eta = 60\%$. Der Durchmesser der Quarzplatte des Wandlers beträgt $d = 80$ mm.

- Welche Ultraschallintensität kann maximal von dem Wandler abgestrahlt werden (bei gleichmäßiger Verteilung über die Oberfläche des Wandlers)?
- Die Frequenz des Gerätes sei $\nu = 900$ kHz. Wie groß ist der Effektivwert des durch den Ultraschall entstehenden (Wechsel-) Drucks in Luft bzw. in Muskeln? (Reflexionen seien vernachlässigbar)

Es gilt für die Impedanzen und die Geschwindigkeiten: $Z_{\text{Luft}} = 43$ g/cm²s, $Z_{\text{Muskel}} = 1,63105$ g/cm²s, $c_{\text{Luft}} = 331$ m/s, $c_{\text{Muskel}} = 1568$ m/s.

Ist dieses Gerät zu Therapiezwecken geeignet?

Aufgabe 2: Augenlinsenmessung mit Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahren

3 Punkte

Das Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahren kann zur Messung der Dicke D einer Augenlinse genutzt werden. Hierbei werden in einem Oszilloskop Ultraschall-Pulse aufgenommen. Wie dick ist die Linse, wenn auf dem Oszilloskop zwei Pulse im zeitlichen Abstand von $\Delta t_1 = 2$ μ s registriert werden? Auf dem Oszilloskop folgt noch ein dritter Puls mit einem Abstand von $\Delta t_2 = 17,26$ μ s zu dem zweiten Puls, der von einem Fremdkörper im Auge stammt. Wie tief liegt dieser im Auge, wenn der Abstand vom Beginn der Hornhaut (Aufsatzpunkt des Ultraschallwandlers) zur Linse $d = 5,6$ mm beträgt? Die mittlere Geschwindigkeit des Schalls in der Linse sei $c_{\text{Linse}} = 1630$ m/s, die Schallgeschwindigkeit in Wasser $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1,480$ m/s.

Aufgabe 3: Strahlenschutz in der MRI (HF-Absorption)

3 Punkte

- Gesucht ist die spezifische Absorptionsrate SAR (durch absorbierte HF-Leistung) in W/kg einer Turbo-Spin-Echo-Sequenz mit 11 Spin-Echos pro Pulszug. Zur Vereinfachung sei angenommen, dass der 180°-RF-Puls 2,5 ms dauert und im Mittel eine Spannungsamplitude von 150 V hat. Der 90°-Puls soll die gleiche Dauer wie der 180°-Puls besitzen. Die Sequenz soll auf 15 Schichten angewendet werden und mit einer Repetitionszeit von $TR = 4$ s laufen. Weiterhin soll angenommen werden, dass die halbe Leistung absorbiert wird und die Anpassung des Wellenwiderstandes perfekt bei 50 Ω liegt. Die absorbierte Leistung sei gleichmässig auf eine Körpermasse von 60 kg verteilt.
- Um wieviel Grad hätte sich der Körper nach einer Stunde bei der HF-Leistung aus (a) erwärmt, wenn der Körper nur aus Wasser bestünde und keine Kühlmechanismen vorhanden wären?