

Úloha č. 1: Elektrické vlastnosti biologické tkáně

Pomůcky

Nízkofrekvenční generátor střídavého napětí, dvoukanálový osciloskop, propojovací modul, propojovací vodiče, výměnné konektory (modely), elektrody, EKG gel, buničitá vata, éter.

Postup:

Naměřte elektrické vlastnosti modelů a biologické tkáně.

1. K propojovacímu modulu připojte vodiče z generátoru a obou kanálů (A, B) vertikálního zesilovače osciloskopu (zelené zemnicí banánky vodičů připojte do zemnicích zdírek propojovacího modulu). Do odpovídající zásuvky modulu zasuněte konektor R_n (model rezistence tkáně). Správnost zapojení porovnejte se schématem. Pro potřeby pozdějších výpočtů si z papíru, který naleznete u této úlohy, zaznamenejte hodnotu odporu R konektoru. Uveďte do provozu osciloskop a generátor.
2. Na kanálu A vertikálního zesilovače osciloskopu nastavte vychylovací činitel 0,5 V/T (tj. 0,5 voltu na jeden díl měřicího rastru). Na generátoru nastavte frekvenci 100 Hz a regulací jeho výstupního napětí nastavte výšku zobrazené stopy na kanálu A osciloskopu na 2 díly měřicího rastru ($U_g=1$ V).
3. Hodnotu vychylovacího činitele na kanálu B nastavte tak, abyste mohli přesně odečíst výšku jeho stopy. Rychlost časové základny regulujte pomocí ovladače č.13 (viz. Návod na ovládání osciloskopu přiložený na stole). Připravte si tabulku, do které budete zaznamenávat frekvenci měřeného napětí, výšku stopy na kanálu B v dílech měřicího rastru a nastavenou hodnotu vychylovacího činitele kanálu B.
4. Měření proveďte pro frekvence 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz a 100 kHz. Po každém nastavení frekvence zkontrolujte a případně upravte výstupní napětí generátoru na kanálu A osciloskopu (1 V). Výsledky zapisujte do připravené tabulky.
5. Do zásuvky propojovacího modulu zasuněte konektor Z (model impedance tkáně). Zapojení porovnejte se schématem a proveďte měření podle bodů 2 až 4. Pro potřeby pozdějších výpočtů si z papíru, který naleznete u této úlohy, zaznamenejte hodnotu odporu R konektoru.
6. Do zásuvky propojovacího modulu zasuněte konektor s vodiči ke snímacím elektrodám (měření impedance biologické tkáně). Zapojení porovnejte se schématem. Horní končetinu v oblasti předloktí odmastěte éterem a potřete EKG gelem. Pomocí upevňovacího gumového pásku připevněte na potřená místa obě elektrody (na dorzální a volární stranu). Prostřednictvím banánek připojte k elektrodám vodiče z konektoru na propojovací modul. Proveďte měření podle bodů 2 až 4. Pro potřeby

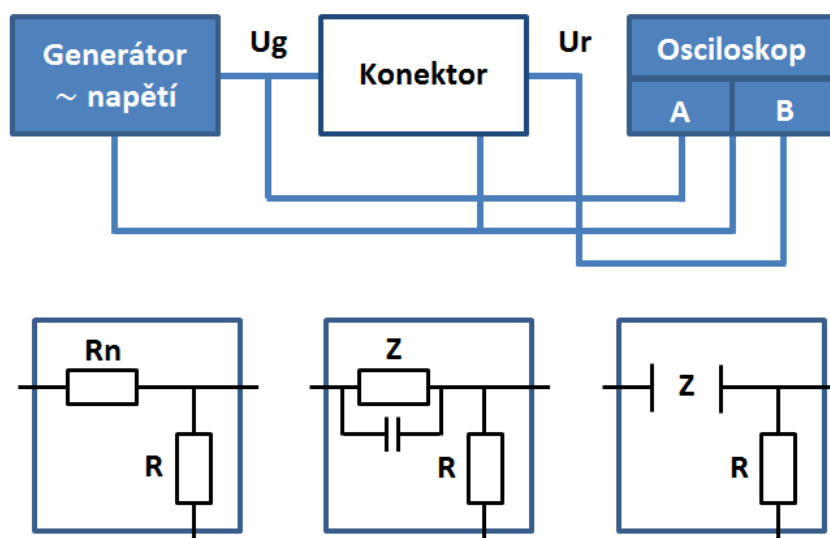
pozdějších výpočtů si z papíru, který naleznete u této úlohy, zaznamenejte hodnotu odporu R konektoru.

7. Všechny výsledné hodnoty v tabulce přepočítejte na napětí U_r (počet dílů rastru \times nastavený vychylovací činitel). Pro každou hodnotu napětí potom vypočítejte pomocí odpovídající rezistenci/impedanci modelů, resp. skutečné biologické tkáně. Pro výpočet použijte následující vzorce ($U_g=1$ V):

$$R_n = \frac{U_{rn}}{I_{rn}} = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad (1)$$

$$Z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad (2)$$

8. Vytvořte graf závislosti rezistence a impedance modelů a biologické tkáně na frekvenci střídavého proudu.
9. Do protokolu запиšete všechny výsledky i grafy. Porovnejte výsledky naměřených charakteristik pro modely i skutečnou tkáň. Zamyslete se, jak biologická tkáň ovlivňuje průchod střídavého proudu, a jak se dá této skutečnosti využít v lékařské diagnostice.



Úloha č. 2: Měření elektrického odporu tkáně

Pomůcky

Digitální multimetr, elektrody, gumový pásek, propojovací vodiče, buničitá vata, éter, fyziologický roztok, EKG gel.

Postup:

Změřte elektrický odpor biologické tkáně a prozkoumejte vliv vrstvy na rozhraní elektroda–tkáň na výsledek měření.

1. Pomocí gumového pásku připevněte na předloktí vyšetřované osoby dvě elektrody (jednu na volární, druhou na dorzální stranu) a propojovacími vodiči je spojte se zdírkami *COM* a *V* multimetru. Otočným přepínačem měřidla nastavte polohu pro měření odporu (symbol Ω).
2. Zapněte multimetr a změřte hodnotu rezistance R_1 .
3. Sejměte elektrody z předloktí vyšetřované osoby. Pokožku v místech, kde byly umístěny elektrody, odmastěte pomocí éteru. Po přiložení elektrod na stejná místa změřte hodnotu rezistance R_2 .
4. Sejměte elektrody z předloktí vyšetřované osoby. Na pokožku v místech, kde byly umístěny elektrody, aplikujte fyziologický roztok. Po přiložení elektrod na stejná místa změřte hodnotu rezistance R_3 .
5. Sejměte elektrody z předloktí vyšetřované osoby. Na pokožku v místech, kde byly umístěny elektrody, aplikujte EKG gel. Po přiložení elektrod na stejná místa změřte hodnotu rezistance R_4 .
6. Porovnejte naměřené výsledky a diskutujte rozdíly. Zamyslete se, co mohlo tyto rozdíly způsobit, a jak mohou vlastnosti rozhraní elektroda–tkáň ovlivňovat výsledky měření elektrických vlastností. Doporučte, jak dosáhnout u elektrodiagnostických vyšetřovacích metod (např. EKG, EEG, aj.) nebo metod elektrické impedanční tomografie nejlepších možných výsledků.

Úloha č. 3: Konduktometrie

Pomůcky

Konduktometr, váhy, kádinka, destilovaná voda, sůl.

Postup:

Změřte vodivost elektrolytu v závislosti na koncentraci iontů v roztoku.

1. Do kádinky nalijte 300 ml destilované vody a pomocí konduktometru změřte její měrnou vodivost.
2. Do kádinky s destilovanou vodou přidejte 10 g soli. Promíchejte, dokud se všechna sůl úplně nerozpustí a změřte měrnou vodivost roztoku.
3. Postup z bodu 2 opakujte. Do roztoku přidávejte vždy 10 g soli, dokud nevznikne nasycený solný roztok.
4. Vytvořte graf závislosti měrné vodivosti elektrolytu na koncentraci iontů v roztoku (koncentraci vypočítejte podle známého vzorce). Diskutujte do protokolu.

Úloha č. 4: Konduktometrie: model buňky

Pomůcky

Konduktometr, kádinky, destilovaná voda, sůl, mikrotenový sáček.

Postup:

Změřte změny měrné vodivosti roztoku na modelu buňky. Uvědomte si, jak iontové toky ovlivňují elektrické děje na membráně buňky, a jaký vliv mají na vznik klidového membránového napětí a akčního potenciálu.

1. V kádince připravte 300 ml nasyceného roztoku NaCl.
2. Do velké kádinky nalijte destilovanou vodu (300 ml) a do ní vložte mikrotenový sáček (model propustné buněčné membrány).
3. Naplňte model membrány připraveným roztokem NaCl.
4. Konduktometrem změřte měrnou vodivost σ a teplotu t nasyceného roztoku uvnitř sáčku (intracelulární prostor).
5. Destilovanou vodou důkladně opláchněte měřící celou přístroje a měřte měrnou vodivost σ a teplotu t prostředí v kádince (extracelulární prostor) v časech 0, 5, 10, 15, 20, 25 a 30 min. Před odečtením hodnoty důkladně promíchej roztoky pohybem kádinky a vyčkejte do ustálení hodnoty na přístroji.
6. Sestrojte graf závislosti měrné vodivosti σ na čase.
7. V diskuzi okomentujte děje probíhající v elektrolytu a na modelu membrány. Diskutujte příčiny vzniku klidového membránového napětí a akčního potenciálu a jejich možné biologické důsledky.