

Frekvenční závislost impedance tkáně a jejího modelu

Úkol 1: Frekvenční závislost obvodů s elektrickými prvky pro modelování tkání.

Cíl:

Seznámit se s funkcí pasivních elektrických prvků v obvodu střídavého proudu s proměnnou frekvencí, použití těchto prvků jako modelu tkáně a dolnofrekvenční propusti.

Potřeby k měření:

Nízkofrekvenční generátor střídavého napětí (dále jen "generátor"), dvoukanálový osciloskop, propojovací modul, propojovací vodiče, 4 výměnné konektory obsahující kromě známého rezistoru vždy jednu z těchto částí: model tkáně (paralelní zapojení rezistoru a kondenzátoru), separovaný rezistor, separovaný kondenzátor a kombinaci rezistoru a kondenzátoru ve funkci dolnofrekvenční propusti.

Pracovní postup:

- 1) K propojovacího modulu připojte (dle naznačených symbolů na modulu) vodiče z generátoru a z obou kanálů A i B vertikálního zesilovače osciloskopu (do zemnicích zdírek modulu (\perp) připojte zelené případně černé zemnicí banánky vodičů z generátoru či osciloskopu). Do odpovídající zásuvky modulu zasuněte konektor se separovanou rezistancí pro měření rezistance modelu tkáně (R_n). Správnost zapojení porovnejte s blokovým schématem úlohy. Uveďte do provozu osciloskop a generátor. Na kanálu A vertikálního zesilovače osciloskopu nastavte vychylovací činitel 0,5V/T (tj. půl voltu na jeden díl měřicího rastru).
- 2) Na generátoru zvolte frekvenci 100Hz a regulací jeho výstupního napětí nastavte výšku zobrazené stopy na kanálu A osciloskopu na 2 díly měřicího rastru ($U_g = 1V$).
- 3) Dle velikosti zobrazeného signálu na kanálu B osciloskopu nastavte vhodnou hodnotu vychylovacího činitele vyhovující přesnému odečtení výšky stopy. Do připravené tabulky si zaznamenejte frekvenci měřeného napětí, výšku stopy na kanálu B v dílech měřicího rastru a nastavenou hodnotu vychylovacího činitele (pro stanovování napětí U_r).
- 4) Na generátoru nastavujte postupně další frekvence: 1 kHz, 10 kHz a 100 kHz. Po každém nastavení frekvence zkontrolujte, případně upravte výstupní napětí generátoru na kanálu A osciloskopu (1V) a opakujte postup popsany v bodu 3. Frekvenci časové základny osciloskopu přizpůsobujte frekvenci napětí z generátoru za účelem přesného odečítání výšky stop na obrazovce.
- 5) Další měření provádějte postupně s těmito konektory: konektor se separovanou kapacitou (označený C_n), konektor s impedancí (označený Z – připojen rezistor i kapacita) a konektor s prvky R_{dp} C_{dp} ve funkci dolnofrekvenční propusti. Při těchto postupných měřeních kapacitance, impedance modelu tkáně a dolnofrekvenční propusti vždy opakujte postup uvedený v bodech 2, 3 a 4.
- 6) Velikost neznámé rezistance R_n (kapacitance X_c , impedance Z) pro jednotlivé frekvence vypočtete z napětí U_n (U_c , U_z), což je rozdíl výstupního napětí generátoru a napětí na známém rezistoru R , a z proudu I_n (I_c , I_z), který celým obvodem protéká (ten vypočítáme z napětí na známém rezistoru R a z jeho ohmického odporu R , který odečtete v tabulce přiložené u úkolu, a to dle číselného označení na konektorech). Pro výpočty použijte vztahy:

$$R_n = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad X_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad Z = U_z I_z = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad [\Omega]$$

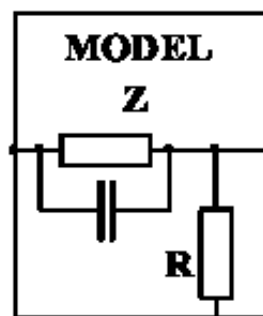
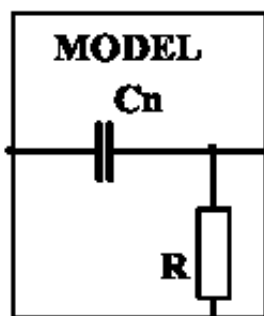
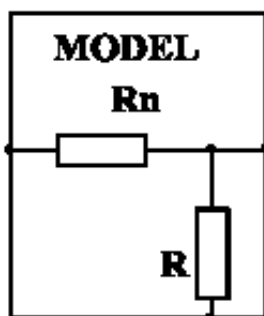
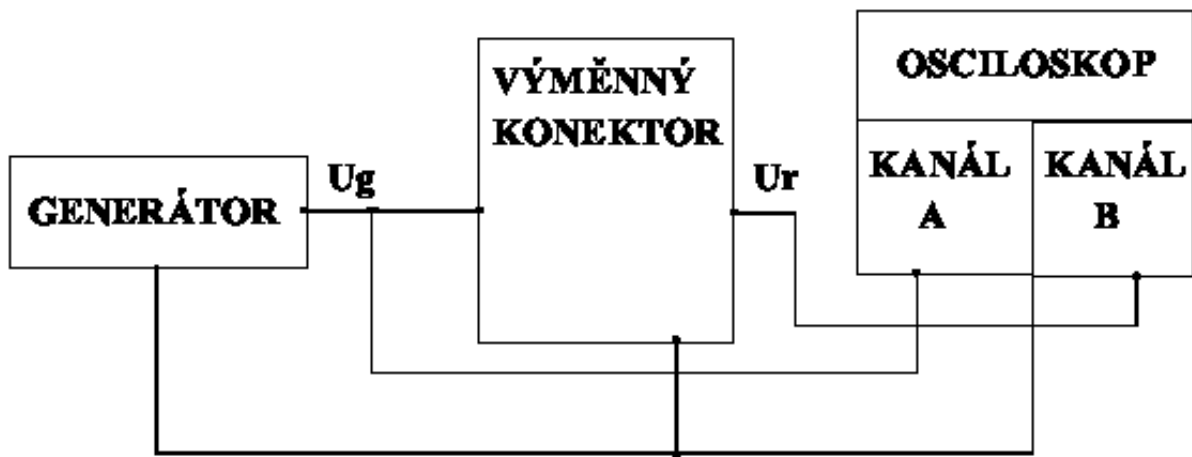
7) Vypočtete útlum /a/ obvodu se separovanou kapacitou (s prvky Xc R) a obvodu dolnofrekvenční propusti (s prvky Rdp Cdp) pro všechny měřené frekvence použitím vztahu:

$$a = 20 \log \frac{U_r}{U_g} \quad [dB]$$

8) Vytvořte tabulku s hodnotami výšky stopy zobrazeného signálu, vychylovacího činitele a vypočtenými hodnotami všech napětí U_r pro jednotlivé frekvence, další tabulku s hodnotami vypočtených rezistancí, kapacitancí a impedancí modelu tkáně pro jednotlivé měřené frekvence s grafickým znázorněním v jednom grafu. Poslední tabulka bude s hodnotami vypočteného útlumu při použití dolnofrekvenční propustí a separované kapacitanci s grafickým znázorněním v jednom grafu

Schéma pro měření frekvenční závislosti obvodů s elektrickými prvky pro modelování tkání:

- celkové schéma (horní část)
- zapojení elektrických prvků v jednotlivých konektorech (spodní část)



Úkol 2: Frekvenční závislost impedance tkáně lidského organismu

Cíl úlohy:

Ověřit impedanční charakter tkáně v obvodu střídavého proudu s proměnnou frekvencí

Potřeby k měření:

Nízkofrekvenční generátor střídavého napětí (dále jen "generátor"), dvoukanálový osciloskop, propojovací modul, konektor se známým rezistorem R a s vodiči ke snímacím elektrodám, snímací kožní elektrody, buničitá vata, EKG gel, éter, propojovací vodiče.

Pracovní postup:

1) K propojovacímu modulu připojte (dle naznačených symbolů na modulu) vodiče z generátoru a z obou kanálů A i B vertikálního zesilovače osciloskopu (do zemnicích zdírek modulu (\perp) připojte zelené případně černé zemnicí banánky vodičů z generátoru či osciloskopu). Do odpovídající zásuvky modulu zasuněte konektor s vodiči ke snímacím elektrodám. (Správnost zapojení porovnejte s blokovým schématem úlohy.)

2) Na horní končetinu, nejlépe na předloktí, připevněte pomocí upevňovacího gumového pásku obě elektrody (na dorzální a volární stranu) na místa, která byla předtím odmaštěna éterem a potřena EKG gelem. Prostřednictvím banánků připojte vodiče z konektoru na propojovací modul k elektrodám.

3) Uveďte do provozu osciloskop a generátor. Na kanálu A vertikálního zesilovače osciloskopu nastavte vychylovací činitel 0,5V/T (tj. půl voltu na jeden díl měřicího rastru). Na generátoru zvolte frekvenci 100Hz a regulací jeho výstupního napětí nastavte výšku zobrazené stopy na kanálu A osciloskopu na 2 díly měřicího rastru ($U_{ss} = 1V$). Toto napětí (U_G) musí být konstantní během celého měření.

4) Dle velikosti zobrazeného signálu na kanálu B osciloskopu nastavte vhodnou hodnotu vychylovacího činitele vyhovující přesnému odečtení výšky stopy. Do připravené tabulky si zaznamenejte frekvenci měřeného napětí, výšku stopy na kanálu B v dílech měřicího rastru a nastavenou hodnotu vychylovacího činitele, vypočítejte napětí U_R .

5) Na generátoru nastavujte postupně další frekvence: 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz a 100 kHz. Po každém nastavení frekvence vždy zkontrolujte, případně upravte výstupní napětí generátoru na kanálu A osciloskopu (1 V) a opakujte postup uvedený v bodu 4. Frekvenci časové základny osciloskopu přizpůsobujte frekvenci napětí z generátoru za účelem přesného odečítání výšky stop na obrazovce.

6) Velikost impedance tkáně Z pro jednotlivé frekvence vypočítejte z napětí U_z , což je rozdíl výstupního napětí generátoru a napětí na známém rezistoru R , a z proudu I_z , který celým obvodem protéká (ten vypočítáme z napětí na známém rezistoru R a z jeho ohmického odporu R , který odečtete v tabulce přiložené u úkolu). Pro výpočty použijte vztah:

$$Z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{U_g - U_r}{\frac{U_r}{R}} \quad [\Omega]$$

7) Vytvořte tabulku s hodnotami impedancí tkáně (Z) vypočtenými pro jednotlivé měřené frekvence, vytvořte graf závislosti impedance měřené tkáně na frekvenci

Schéma pro měření frekvenční závislosti obvodů s elektrickými prvky pro modelování tkání:

