

Лабораторна робота:

**«ДОСЛІДЖЕННЯ
ДИСПЕРСІЇ
ЕЛЕКТРИЧНОГО
ІМПЕДАНСУ
БІОЛОГІЧНИХ
ТКАНИН»**

Вчитель фізики Басаньської ЗОШ
Сиваш Т.П.

План

1. Мета роботи
2. Хід роботи
3. Результати вимірювання
4. Контрольні запитання

Мета роботи:

- вивчити особливості електричної провідності біологічних тканин у колі змінного електричного струму;
- дослідити залежність електричного імпедансу від частоти змінного струму, побудувати криві дисперсії імпедансу;
- визначити відмінність імпедансу ділянок для “живої” тканини та електричної моделі.

Імпеданс

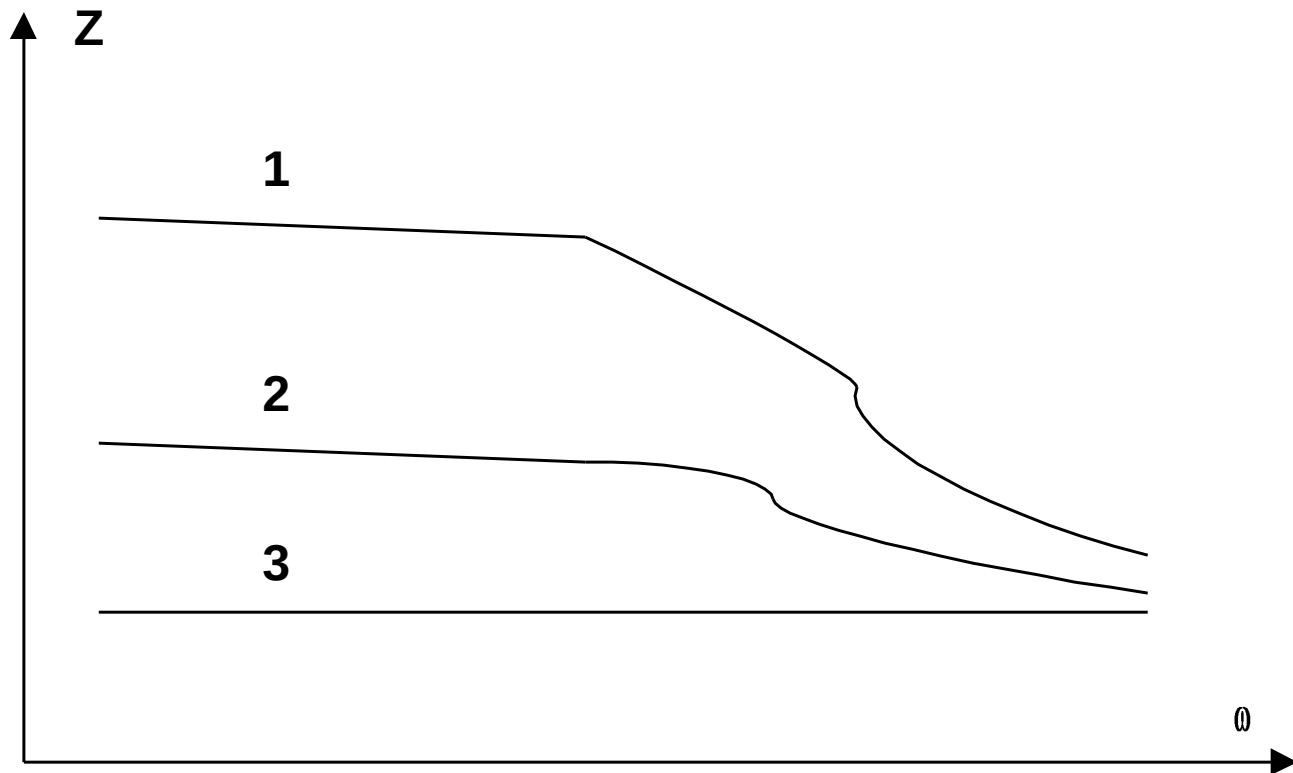
- **Імпеданс електричний** - повний опір електричного ланцюга (органа, організма) змінному струму.
- **Імпеданс електричний живих тканин** – Z , де $Z = R + X_c + R_i$, де R - резистанс, X_c - опір ємносний живих тканин, R_i - опір індуктивний живих тканин), залежить від ступеня життєдіяльності живої тканини й відображає широке коло електромагнітних процесів.
- **Дисперсія імпедансу** - залежність електричного імпедансу від частоти

Дисперсія імпедансу спостерігається лише для живих тканин.

Для більшості тканин мінімальний опір буде при частоті змінного струму $\approx 10^6$ Гц, а для нерва – при частоті $\approx 10^9$ Гц.

За певної частоти біологічний опір об'єкта залишається сталим, якщо не змінюється його фізіологічний стан. Під час пошкодження тканини опір її зменшується до певного мінімального значення, яке досягається при її відмиранні.

Криві залежності опору Z рослинної тканини від



1. жива тканина;
2. під час нагрівання тканина до 50 $^{\circ}\text{C}$ протягом 2 хв;
3. кипіння протягом 20 хв.

Хід роботи

1. Ознайомтесь зі схемою установки для дослідження дисперсії електричного імпедансу.
2. Ознайомтесь з таблицею вимірювань.
3. Знайдіть залежність між частотою ν електричного струму та опором Z живої тканини та електричної моделі.
4. За прикладом розрахунку для виміру №1, для живої тканини та електричної моделі, проведіть розрахунок для виміру №5.
5. За графіком залежності імпедансу від частоти струму **рис.2** встановіть за яких частот графіки ділянок живої тканини та електричної моделі співпадають, а за яких — не співпадають.
6. Зробіть висновок, як залежить електричний імпеданс від частоти змінного струму і розрахуйте показник життєздатності K .

Схема установки:

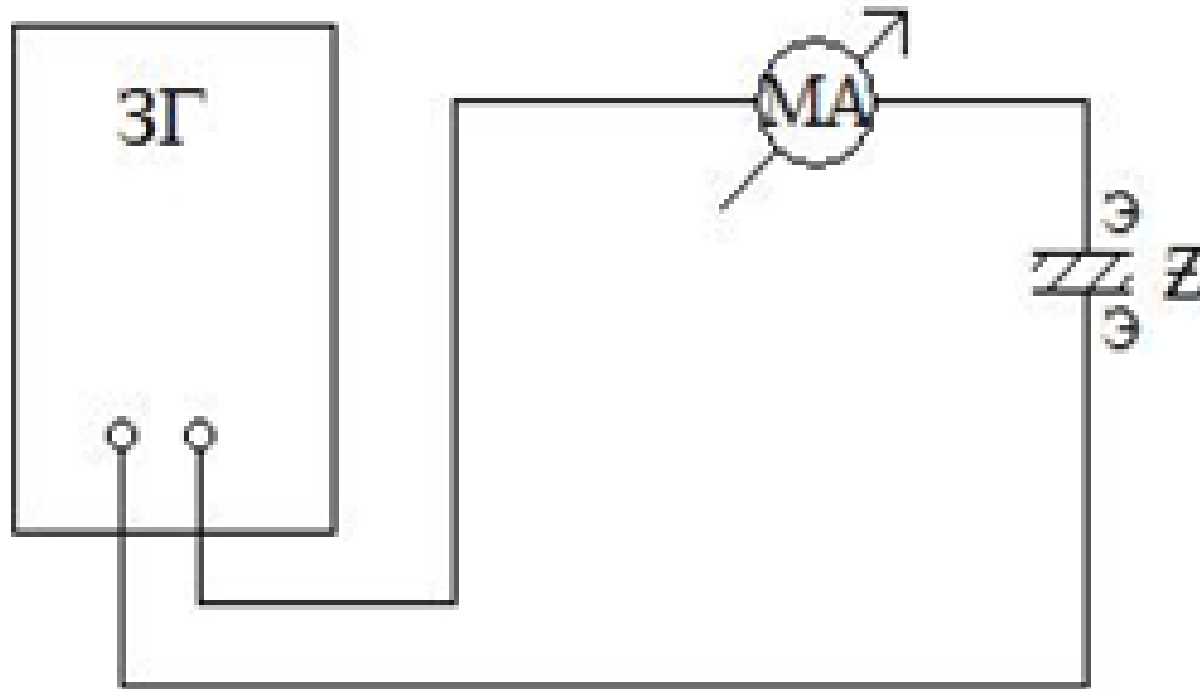
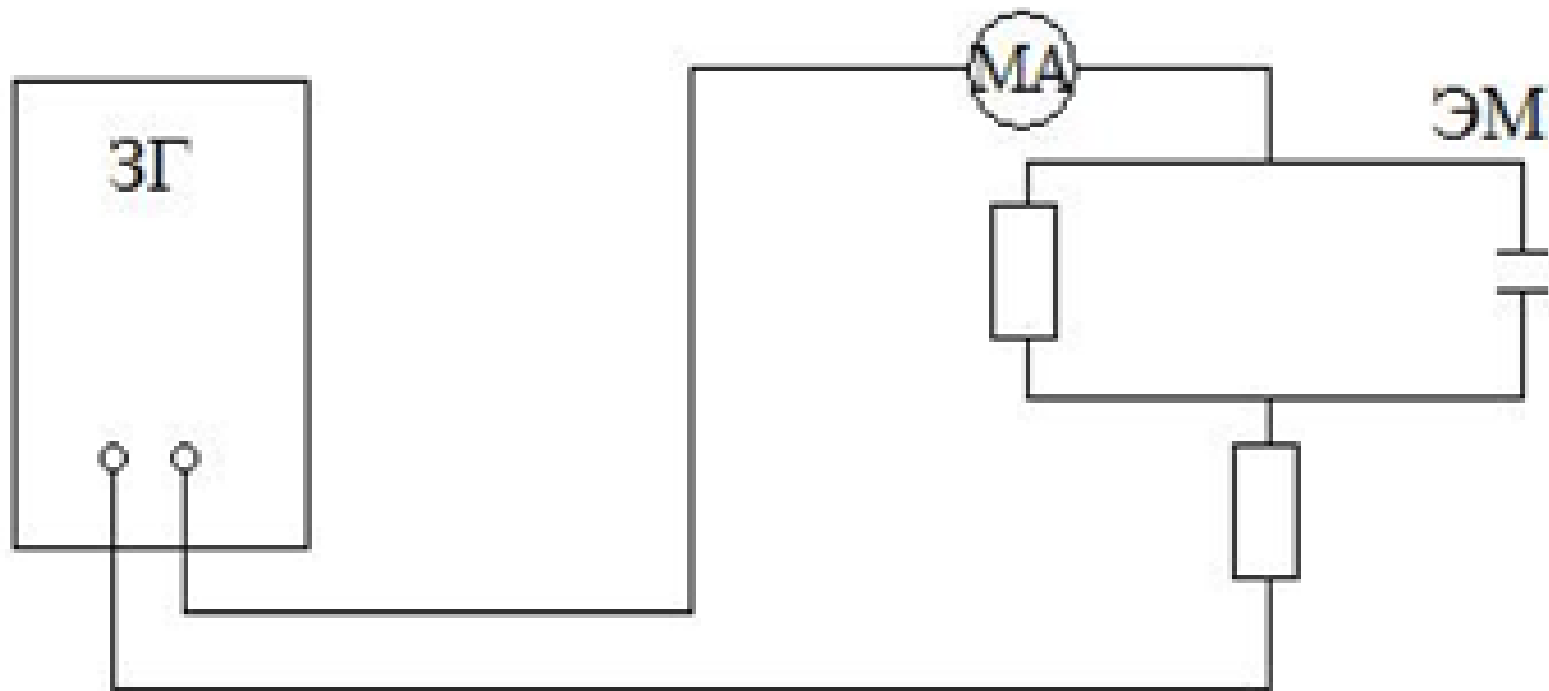


Схема підключення електродів

Схема підключення електричної моделі



Таблиця вимірювань:

Границя шкали вольтметра = 30 В

$U = 30 \text{ В}$

Ціна поділки вольтметра = 1

$\Delta U = 0,5 \text{ В}$

Границя шкали амперметра = 200 мА

Клас точності амперметра = 2

$\Delta I = 2 \text{ мкА}$

$$\Delta Z = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2} \cdot Z \quad Z = \frac{U}{I}$$

№	ν , Гц	$Lg \nu$	Ділянка живої тканини		електрична модель	
			$I \pm \Delta I$, мкА	$Z \pm \Delta Z$, 10^6 Ом	$I \pm \Delta I$, мкА	$Z \pm \Delta Z$, 10^6 Ом
1	25	1,40	9 ± 2	$3,3 \pm 0,7$	8 ± 2	$3,8 \pm 0,9$
2	50	1,70	10 ± 2	$2,9 \pm 0,6$	10 ± 2	$3,0 \pm 0,6$
3	100	2,00	12 ± 2	$2,4 \pm 0,4$	12 ± 2	$2,5 \pm 0,4$
4	200	2,30	25 ± 2	$1,2 \pm 0,1$	25 ± 2	$1,20 \pm 0,09$
5	300	2,47	35 ± 2	$0,82 \pm 0,05$	35 ± 2	$0,85 \pm 0,05$
6	400	2,60	45 ± 2	$0,64 \pm 0,03$	45 ± 2	$0,66 \pm 0,03$
7	500	2,70	55 ± 2	$0,52 \pm 0,02$	55 ± 2	$0,54 \pm 0,02$
8	600	2,80	65 ± 2	$0,44 \pm 0,01$	65 ± 2	$0,46 \pm 0,01$
9	1200	3,00	120 ± 2	$0,240 \pm 0,005$	120 ± 2	$0,250 \pm 0,005$
10	1500	3,20	145 ± 2	$0,200 \pm 0,004$	150 ± 2	$0,200 \pm 0,004$
11	1800	3,26	180 ± 2	$0,160 \pm 0,003$	180 ± 2	$0,160 \pm 0,003$
12	2000	3,30	200 ± 2	$0,140 \pm 0,002$	200 ± 2	$0,150 \pm 0,002$

Приклад розрахунку для виміру №1

- **жива тканина**

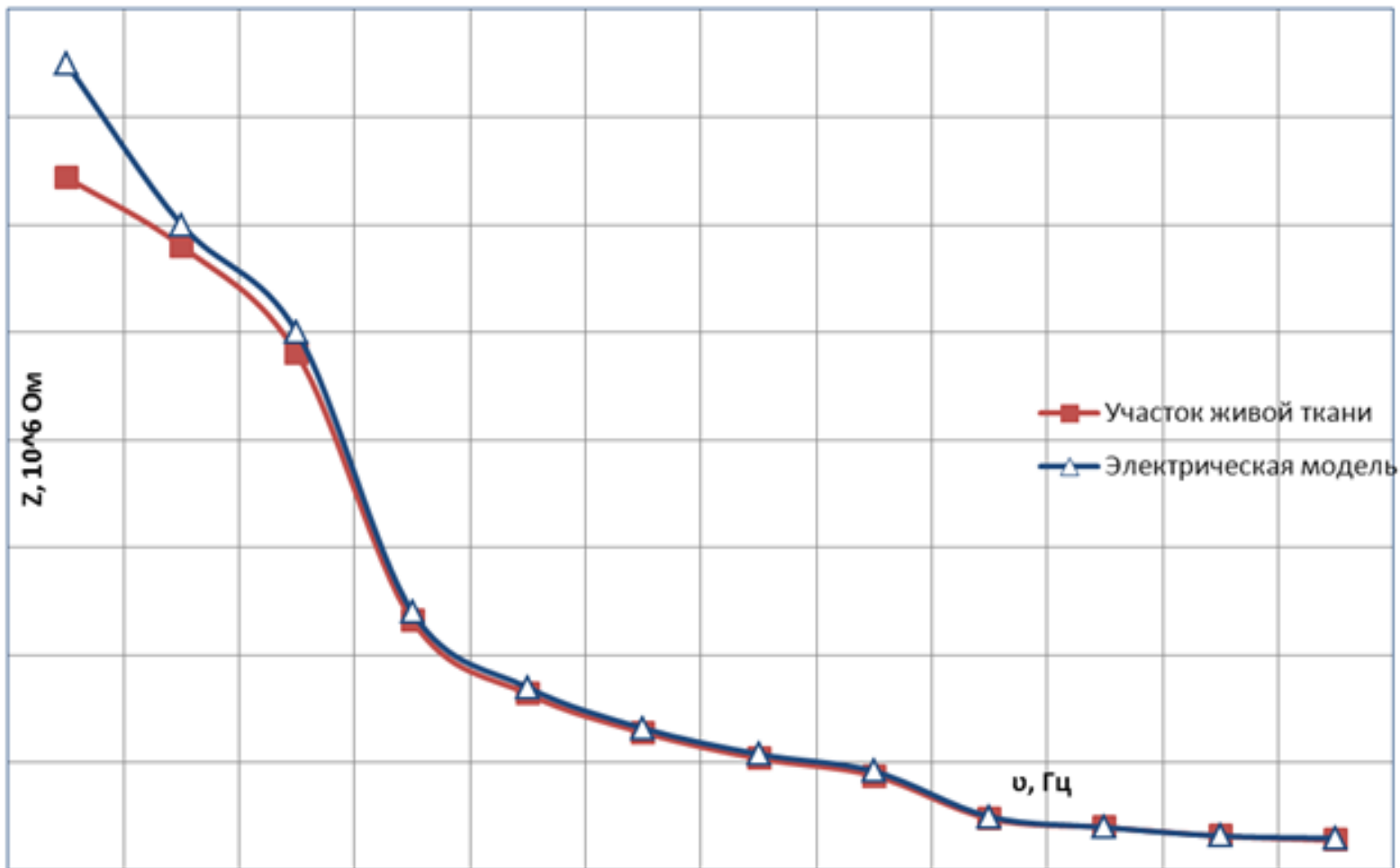
$$Z = \frac{30}{9} \cdot 10^6 = \underline{3,3 \cdot 10^6} \text{ Ом}$$

$$\Delta Z = \sqrt{\left(\frac{0,5}{30}\right)^2 + \left(\frac{2}{9}\right)^2} \cdot 3,3 \cdot 10^6 = \sqrt{0,0003 + 0,05} \cdot 3,3 \cdot 10^6 = 0,74 \cdot 10^6 \approx \underline{0,7 \cdot 10^6} \text{ Ом}$$

- **електрична модель**

$$Z = \frac{30}{8} \cdot 10^6 = 3,75 \cdot 10^6 \approx \underline{3,8 \cdot 10^6} \text{ Ом}$$

$$\Delta Z = \sqrt{\left(\frac{0,5}{30}\right)^2 + \left(\frac{2}{8}\right)^2} \cdot 3,75 \cdot 10^6 = \sqrt{0,0003 + 0,0625} \cdot 3,75 \cdot 10^6 = 0,93 \cdot 10^6 \approx \underline{0,9 \cdot 10^6} \text{ Ом}$$

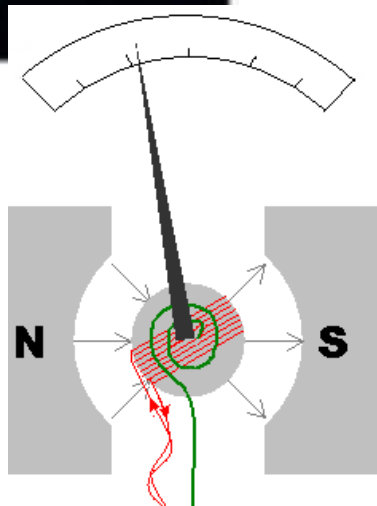


Висновок: Напруга у електричній моделі і моделі ділянки живої тканини практично _____, а сила струму співпадає при _____ частотах.

Звуковий генератор



Звукові генератори застосовуються при знятті частотних характеристик і налагодженні підсилювачів радіоприймачів, магнітофонів, різних фільтрів і коригувальних ланцюгів. Звуковий генератор як джерело сигналу необхідне для градування вольтметрів. Генератори використовуються для харчування вимірювальних мостів змінного струму й деяких датчиків при вимірюванні неелектричних величин електричними методами (тисків, зусиль, моментів, переміщень і т.п.)...



- Амперметр (ампер + метр от метрѡ — вимірюю) — це інструмент для вимірювання сили струму в амперах. Шкалу амперметра градуюють в мікроамперах, міліамперах, кілоамперах або в амперах відповідно до межі вимірювального приладу. Амперметр ланцюга вмикається послідовно з тією ділянкою електричного кола, в якій вимірюють силу струму. Отже, чим нижчий внутрішній опір амперметра (в ідеалі-о), тим меншим буде вплив пристрою на досліджуваний об'єкт і тим вищою буде точність вимірювання.

Контрольні запитання

1. Що називають електричним імпедансом?
2. Який вигляд мають векторні діаграми для повного кола змінного струму з послідовним та паралельним увімкненням R , L , C .
3. Як записується повний опір кола змінного струму. Узагальнений закон Ома для кола змінного струму.
4. Які особливості проходження постійного та змінного струмів крізь біологічні мембрани тканин.
5. Як залежить імпеданс біологічних тканин від частоти змінного струму.
6. Що називають дисперсією імпедансу. Як визначити коефіцієнт дисперсії