

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ТАРАСА ШЕВЧЕНКА ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Звіт

Про виконання лабораторної роботи №1 з курсу «Сучасна електроніка»

Роботу виконали:

Гриценяк Олександра Олександрівна

Мальцева Діана Сергіївна

Викладач:

Єрмоленко Руслан Вікторович

Київ 2020

ЗМІСТ

1. Частина перша	3
1.1. Коротко про головне: осцилограф Tektronix TDS 1002B	3
1.2. Перетворення Фур'є в електроніці	6
1.3. Виконані побудови	7
2. Частина друга	10
2.1. Залежність ємності конденсатора від частоти	10
2.2. Залежність індуктивності котушки від частоти	13
3. Висновки	15
4. Додатки	16

1. Частина перша

1.1.Коротко про головне: осцилограф Tektronix TDS 1002B

Під час виконання лабораторної роботи було використано двоканалну версію осцилографа Tektronix TDS, зовнішній вигляд якого показано на рис. 1.

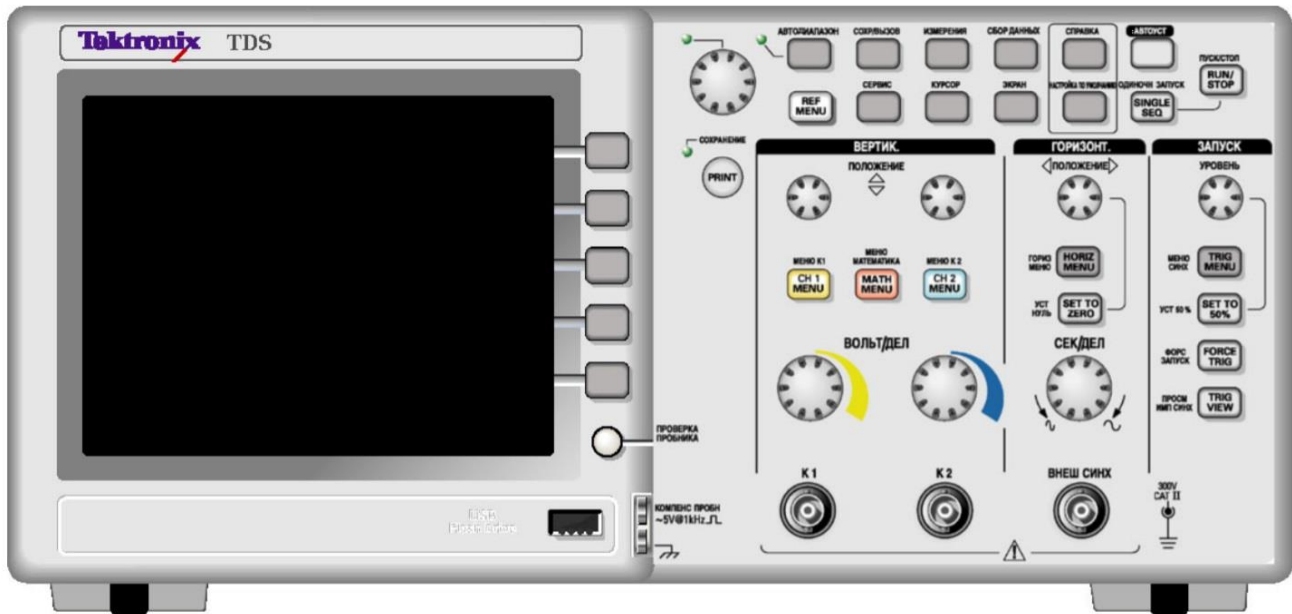


Рис. 1. Осцилограф Tektronix TDS 1002B

Кількість каналів: двоканалний.

Полоса пропускання: 60 МГц.

Частота дискретизації: 500 МВідл./с.

Осцилографи серії TDS1000B забезпечують точну реєстрацію даних в реальному масштабі часу, аж до повного значення смуги пропускання, однакову довжину пам'яті при всіх значеннях часової розгортки, складні режими синхронізації, що дозволяють виділити необхідні сигнали і 11 видів стандартних автоматичних вимірювань у всіх моделях. Можливості виконання перетворення Фур'є (ШПФ), а також математичні функції додавання, віднімання і множення осцилограм дозволяють швидко аналізувати роботу схем.

Розглянемо основне з функціоналу даного осцилографа.

На екрані крім осцилограм відображаються докладні відомості про сигнали і налаштування управління осцилографом: горизонтальне положення синхронізації, стан у часі, рівень синхронізації по фронту або по тривалості імпульсу. У полях вказані також коефіцієнти масштабування по вертикалі для каналів, значення основного масштабу часу, джерело сигналу, значення частоти та тип синхронізації.

Функції кнопок на панелі керування:

- ПОЛОЖЕНИЕ: за допомогою цих ручок регулюється положення осцилограм у всіх каналах і розрахункових осцилограм.
- ВОЛЬТ/ДЕЛ: вибір масштабу по вертикалі.
- МЕНЮ МАТЕМАТИКА: після натискання кнопки на екрані відображається меню математичних операцій для сигналів. Кнопка також використовується для включення і виключення розрахункових осцилограм.
- ГОРИЗ МЕНЮ: вивід на екран меню горизонталі.
- УСТ НУЛЬ: встановлюється нульове положення по горизонталі.
- СЕК/ДЕЛ: поворотом цієї ручки задається коефіцієнт масштабування (час / поділ) для основного масштабу часу або масштабу часу вікна.
- УРОВЕНЬ: якщо використовується синхронізація по фронту або по тривалості імпульсу, ручка РІВЕНЬ дозволяє встановити рівень амплітуди, яку повинен мати сигнал, щоб його можна було зареєструвати.
- МЕНЮ СИНХ: виведення меню синхронізації.
- УСТ 50 %: рівень запуску встановлюється по вертикалі посередині між піковими рівнями сигналу синхронізації.
- ФОРС ЗАПУСК: при натисканні цієї кнопки збір даних завершується незалежно від наявності необхідного сигналу синхронізації.
- ПРОСМ ИМП СИНХ: на екрані замість сигналу каналу відображається сигнал синхронізації.
- Универсальная ручка: конкретна функція ручки визначається відображенням на екрані меню або обраної командою меню.
- АВТОДИАПАЗОН: при натисканні кнопки на екрані з'являється меню автодіапазону і включається або вимикається функція автоматичного вибору діапазону.
- СОХР/ВЫЗОВ: при натисканні кнопки на екрані з'являється меню збереження і завантаження даних для параметрів настройки і осцилограм.
- ИЗМЕРЕНИЯ: при натисканні цієї кнопки на екрані відображається меню автоматичних вимірювань.
- СБОР ДАННЫХ: при натисканні цієї кнопки відображається меню збору даних.
- REF MENU (Меню опорного сигнала): висновок на екран меню опорного сигналу, що дозволяє швидко відображати і приховувати опорні осцилограми, що зберігаються в незалежній пам'яті осцилографа.
- СЕРВИС: при натисканні цієї кнопки на екран виводиться меню сервісу.
- КУРСОР: вивід на екран меню курсору.

- ЭКРАН: відображення меню екрана.
- СПРАВКА: вивід на екран меню довідки.
- НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ: відновлення заводських налаштувань.
- АВТОУСТ: автоматична установка значень параметрів управління сигналом, що забезпечують прийнятне зображення сигналів.
- ОДИНОЧН ЗАПУСК: реєструється одиночний сигнал, після чого збір даних припиняється.
- ПУСК/СТОП: сигнали реєструються неперервно або збір даних призупиняється.
- PRINT: запуск друку на принтері, сумісному з PictBridge або виконання функції ЗБЕРЕЖЕННЯ на пристрої зберігання даних з шиною USB.
- СОХРАНЕНИЕ: палаючий індикатор вказує, що кнопка PRINT налаштована для збереження даних в пам'яті великого об'єму пристрої USB.

1.2.Перетворення Фур'є в електроніці

Перетворення Фур'є застосовується в електроніці для представлення сигналу у вигляді суми сигналів з окремими гармоніками.

Для періодичного сигналу застосовується дискретне перетворення Фур'є, яке можна виконати наступним чином:

$$U(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(\omega_1 n t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(\omega_1 n t)$$

$$a_n = \frac{2}{T_1} \int_0^{T_1} U(t) \cos(\omega_1 n t) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T_1} \int_0^{T_1} U(t) \sin(\omega_1 n t) dt.$$

Для неперіодичних сигналів використовується неперервне (інтегральне) перетворення Фур'є:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\omega) e^{ix\omega} d\omega$$

$$\hat{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ix\omega} dx.$$

1.3.Виконані побудови

Після ознайомлення з різними функціями осцилографа за допомогою USB-порту ми записали такі побудови:

- Синусоїдальний сигнал (рис. 2) та його Фур'є-перетворення (рис. 3)

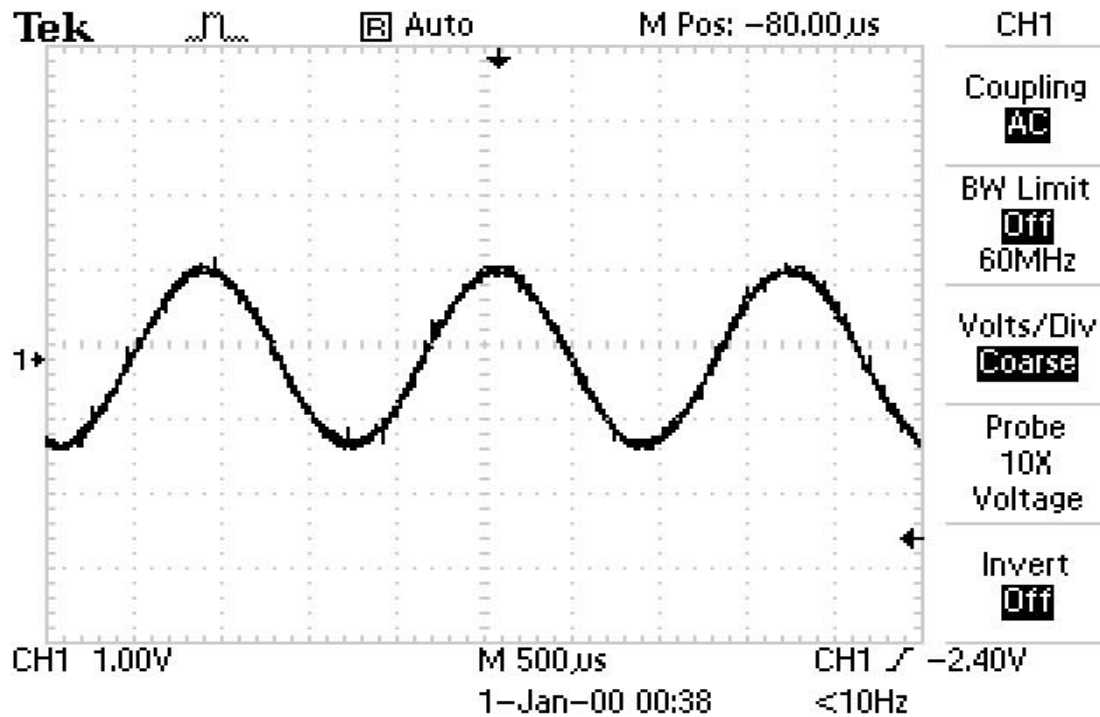


Рис. 2. Синусоїдальний сигнал

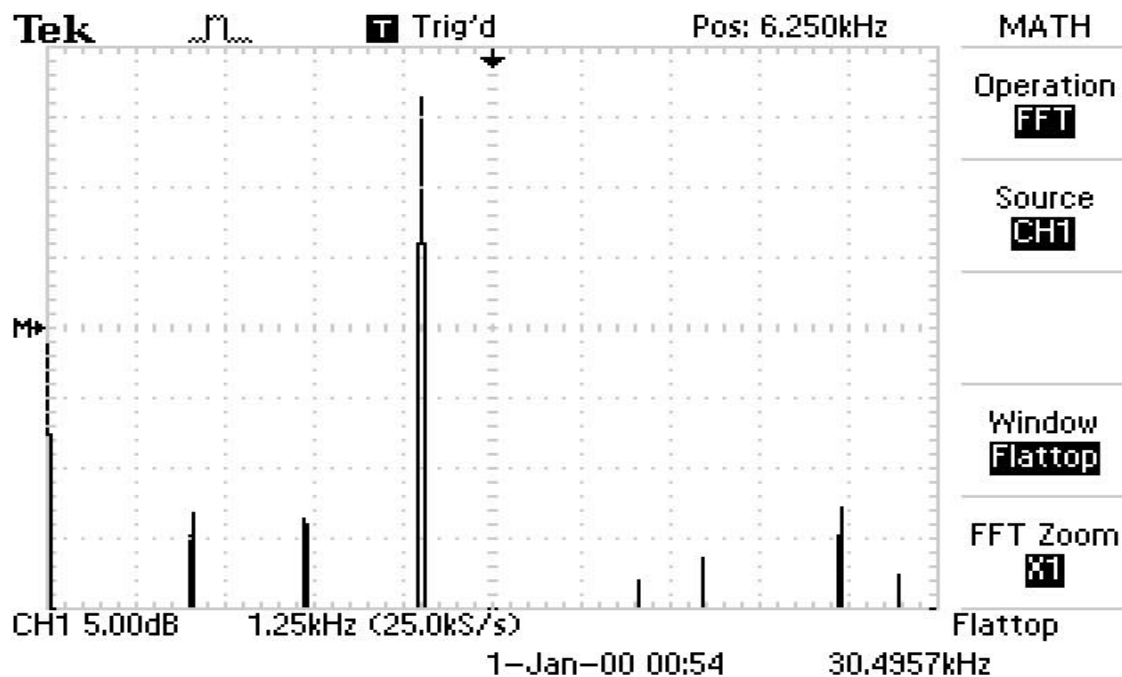


Рис. 3. Фур'є-перетворення синусоїдального сигналу

- Прямокутний сигнал (рис. 4)

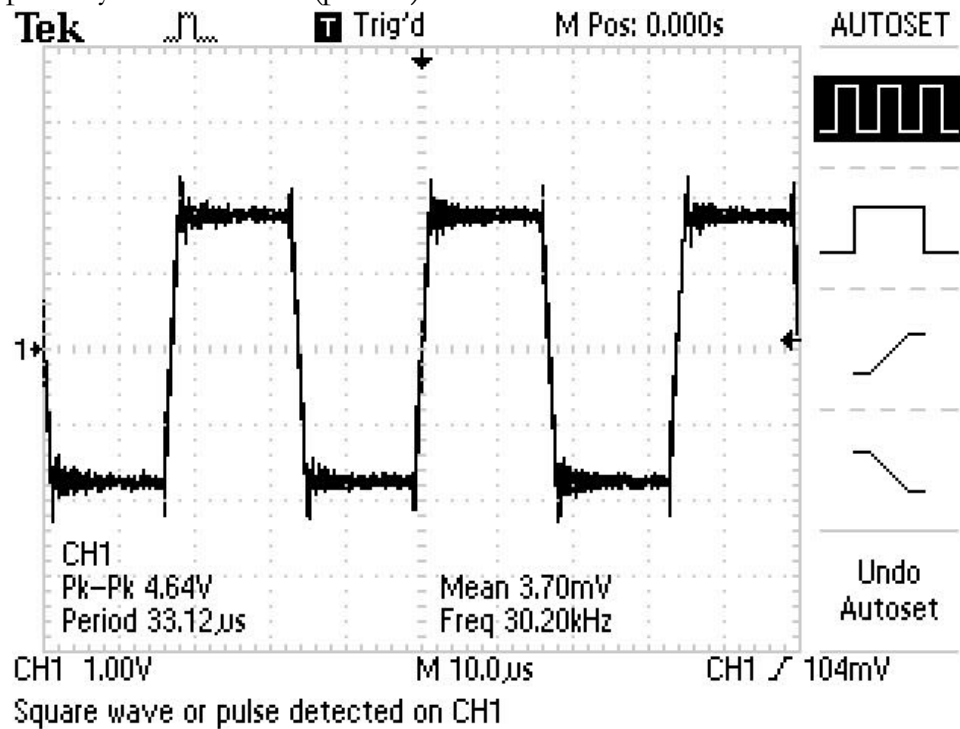


Рис. 4. Прямокутний сигнал

- Трикутні сигнали (рис. 5, 6) та Фур'є перетворення одного з них (рис. 7)

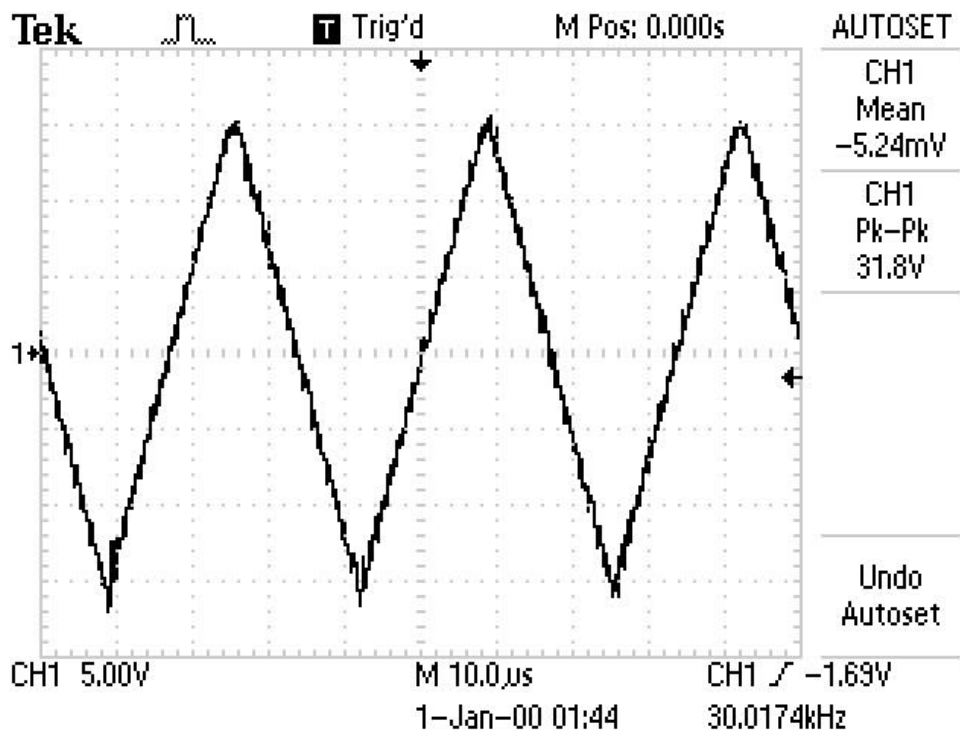


Рис. 5. Трикутний сигнал

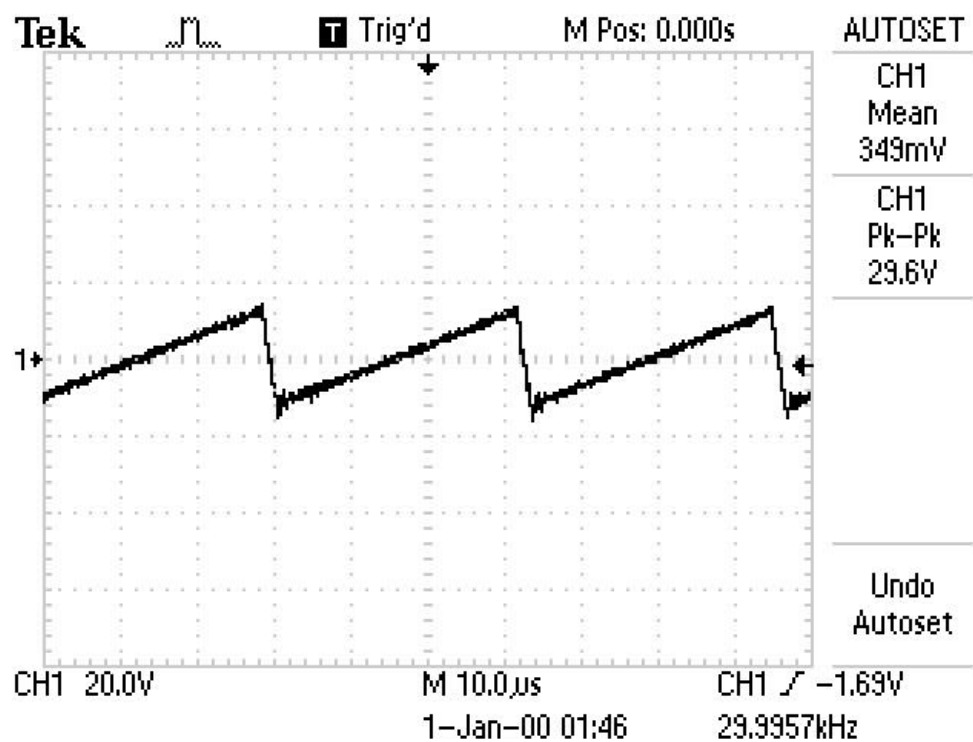


Рис. 6. Трикутний сигнал

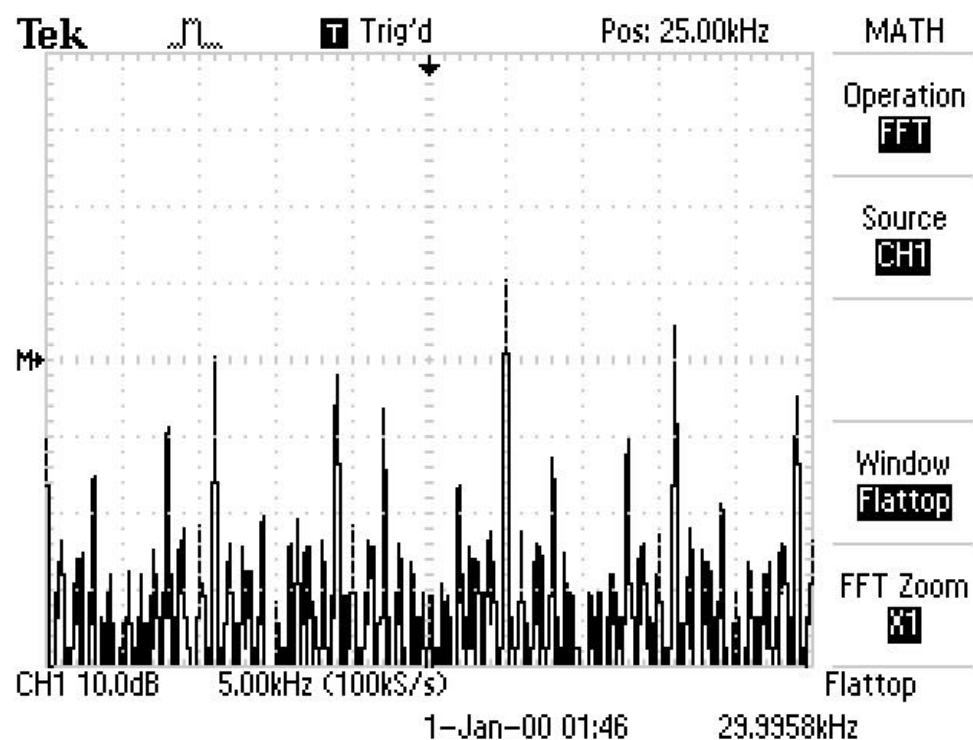


Рис. 7. Перетворення Фур'є трикутного сигналу

2. Частина друга

2.1.Залежність ємності конденсатора від частоти

Дану роботу було виконано за допомогою вимірювача імпедансу HP 4192A. Суть роботи – у дослідженні явища паразитної індуктивності та визначення частоти, на якій паразитні ефекти починають домінувати над основними. Результати вимірів представлено на графіках (рис. 8-11).

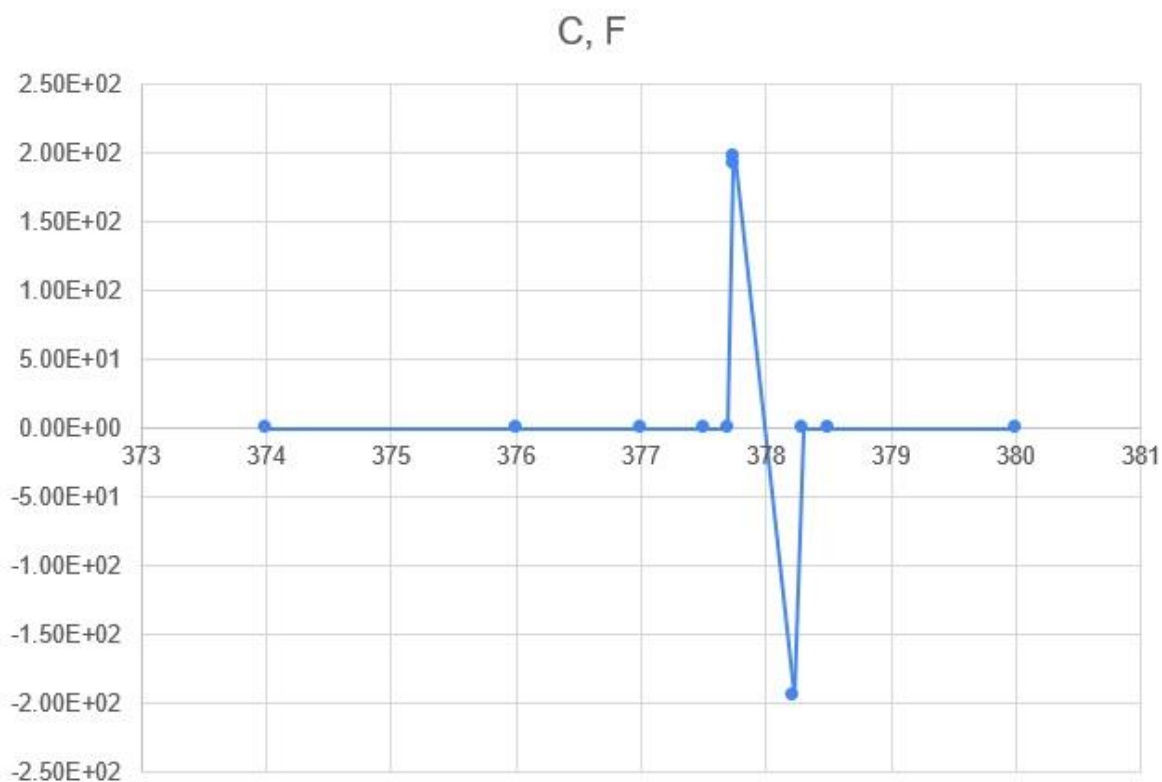


Рис. 8. Графік залежності ємності конденсатора від частоти

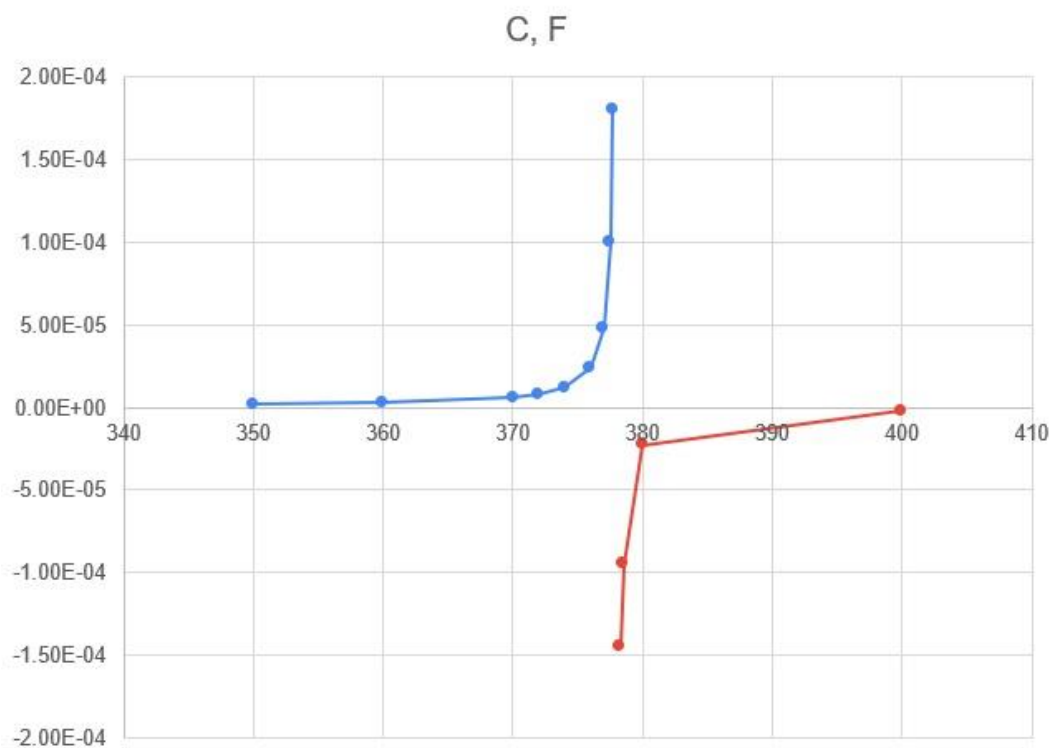


Рис. 9. Графік залежності ємності конденсатора від частоти
(збільшений в області розриву)

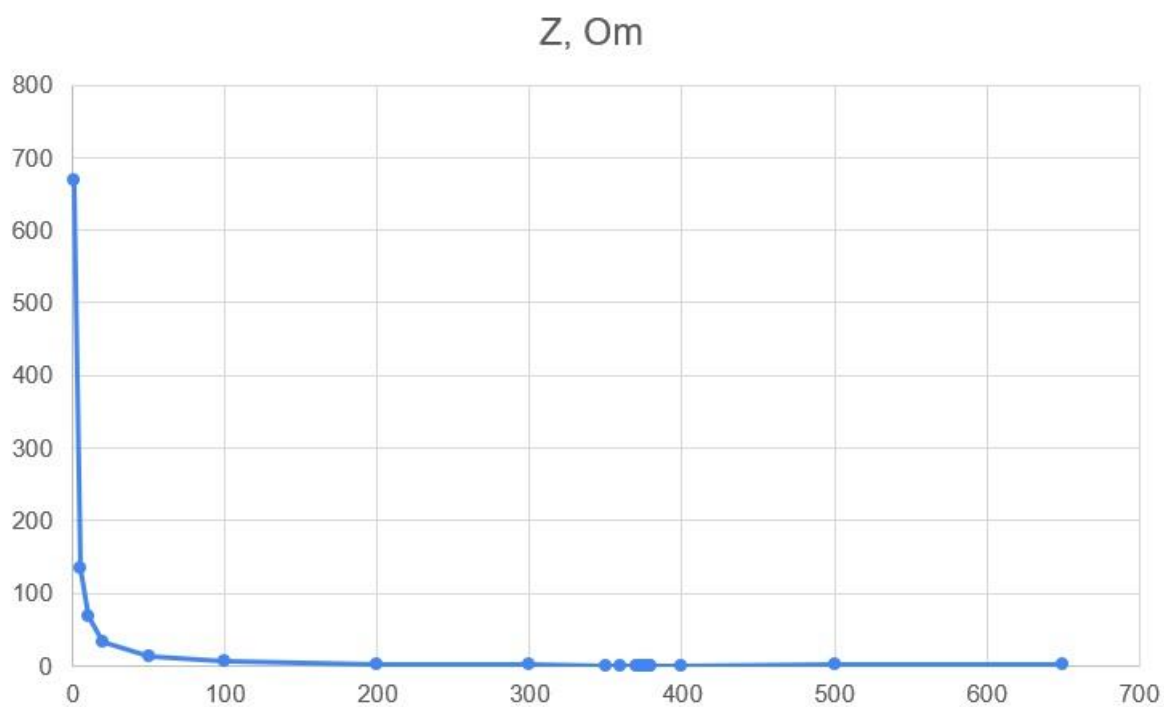


Рис. 10. Графік залежності імпедансу від частоти

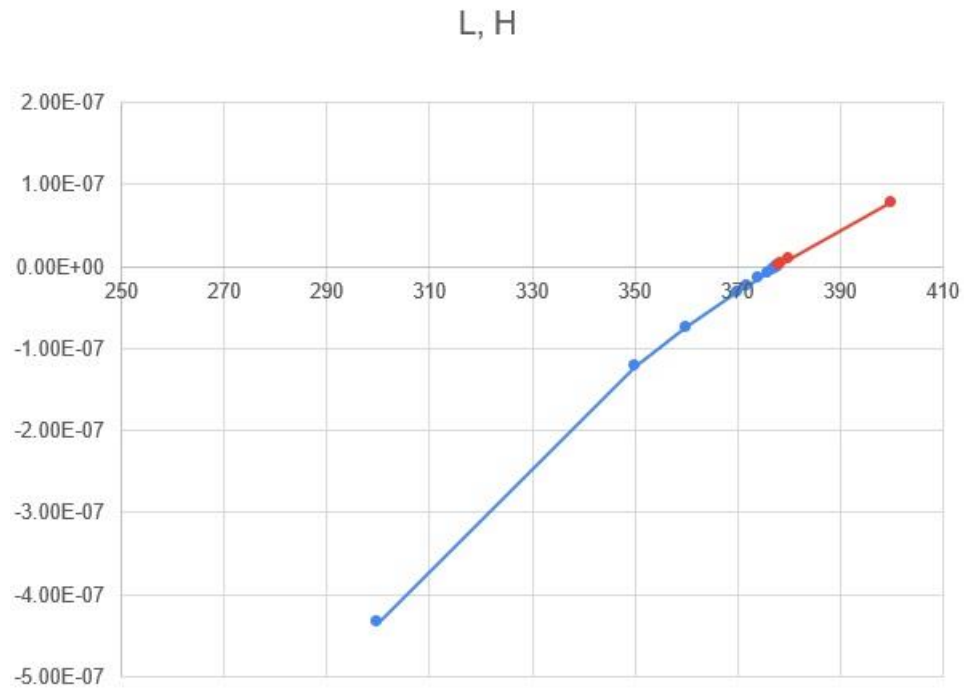


Рис. 11. Графік залежності індуктивності конденсатора від частоти

Ознайомитися з даними замірів можна у Додатку 1 або у повному документі за посиланням

https://github.com/npd2020/electronics/blob/master/gr5b/Olexandra_Hrytseniak/lab_1/Laba%201%20impedance%20.xlsx .

2.2.Залежність індуктивності котушки від частоти

Аналогічні заміри було проведено для відповідних величин котушки. Знову ж було знайдено таку частоту, за якої паразитні ефекти починають відігравати більшу роль, ніж дійсні. Ознайомитися з даними замірів можна у Додатку 2 або у повному файлі за посиланням:

https://github.com/npd2020/electronics/blob/master/gr5b/Olexandra_Hrytseniak/lab_1/Laba%201%20impedance%20.xlsx .

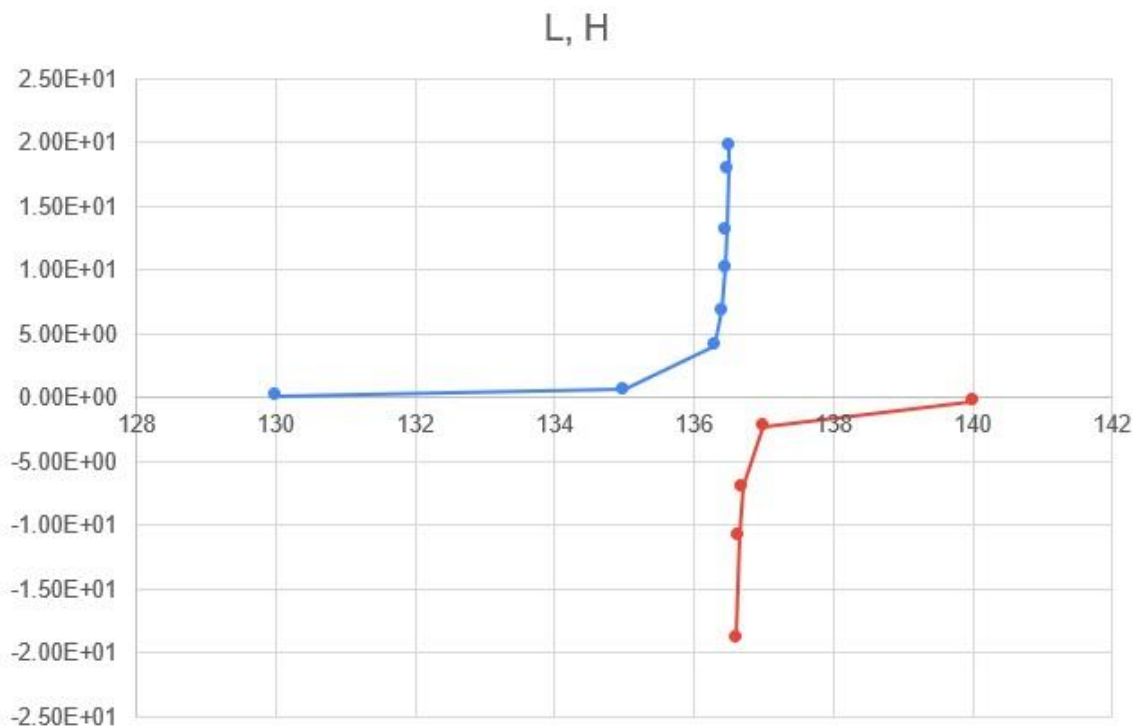


Рис. 12. Графік залежності індуктивності котушки від частоти

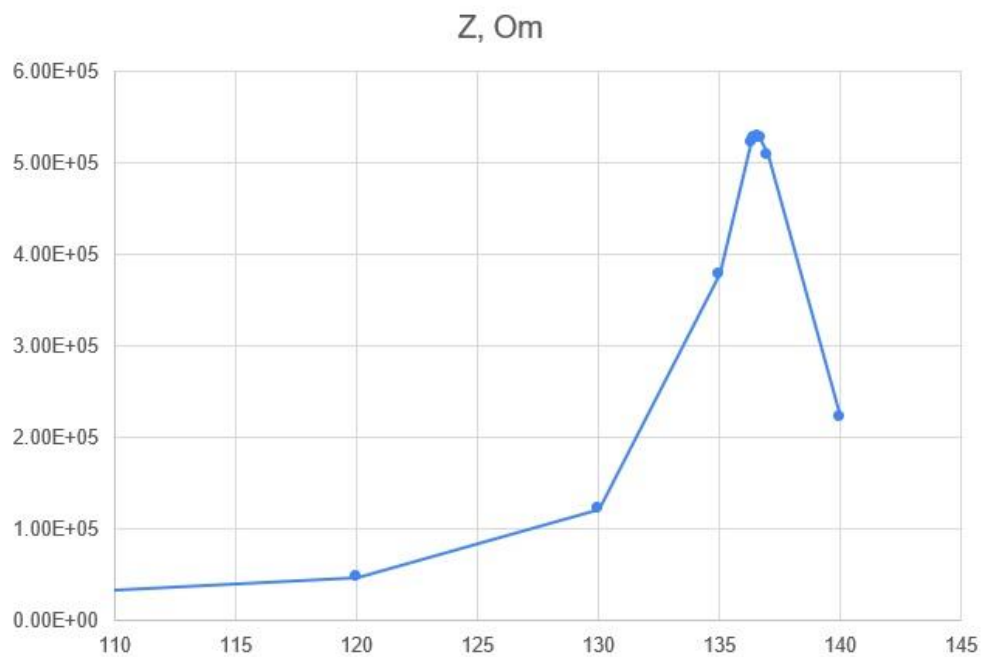


Рис. 13. Графік залежності імпедансу котушки від частоти

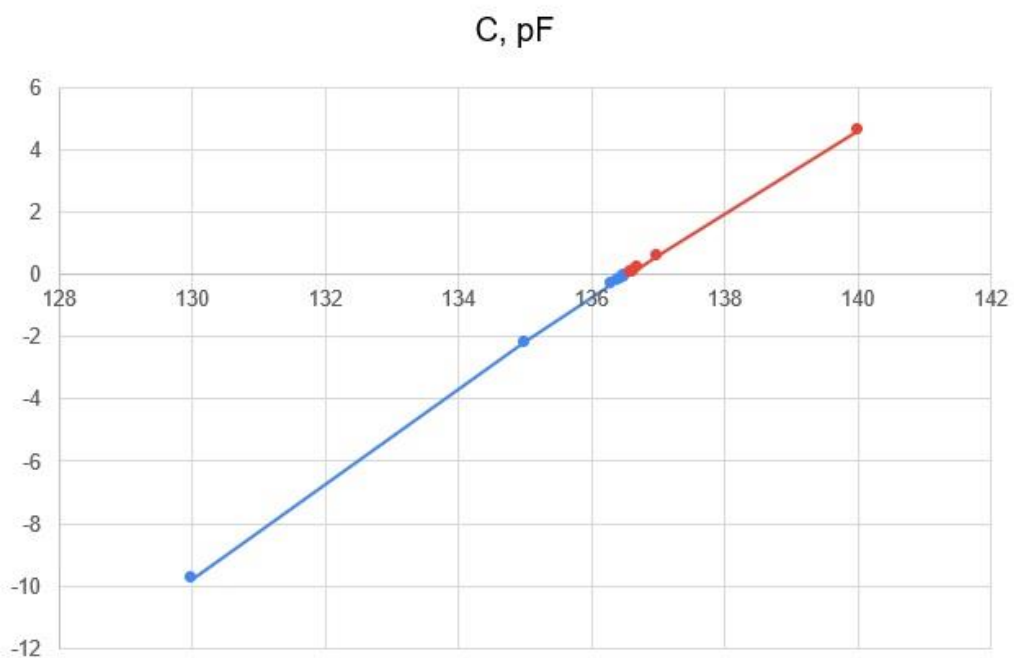


Рис. 14. Графік залежності ємності котушки від частоти

3. Висновки

Перша частина

Ми навчилися користуватися осцилографом Tektronix TDS 1002B та виконувати на ньому необхідні побудови сигналів. Ознайомилися з різними видами періодичних сигналів та спостерігали їхні Фур'є перетворення. Як і очікувалося, синусоїдальний сигнал має найкраще виражений пік у представленні Фур'є частотного спектру. Це зумовлено тим, що сигнал є гармонічним і поширюється (в ідеалізованому випадку, звичайно) на одній частоті, тому його представлення можна з хорошим наближенням вважати однією функцією.

Побудувати фігури Лісажу на жаль не встигли, оскільки коли зрозуміли, що їх не вистачає, навчання було припинено.

Друга частина

У другій частині роботи ми спостерігали частотну залежність характеристик елементів та виникнення паразитних ефектів на певних частотах при проходженні струму через котушку та конденсатор. Справа в тому, що витки котушки можна розглядати як систему конденсаторів, а конденсатор – як елемент індуктивності. При звичних частотах роботи ці ефекти непомітні чи просто незначні, але при дослідженні цього явища за допомогою імпедансметра ці ефекти спостерігати легко: можна підібрати такі частоти, коли паразитні ефекти починають переважати і фіксуватися приладом як основні, при цьому основні характеристики переходять у від'ємні значення. Для конденсатора така частота виявилася приблизно рівною 377,77 кГц, а для котушки індуктивності – 136,60 кГц.

4. Додатки

Додаток 1

w, khz	Z, Ом	C, F	L, H
1	668.2	2.38E-07	
5	134.1	2.37E-07	
10	67.14	2.37E-07	
20	33.56	2.37E-07	
50	13.25	2.37E-07	
100	6.276	2.55E-07	
200	2.47	3.31E-07	
300	1.015	6.49E-07	-4.34E-07
350	0.672	1.70E-06	-1.22E-07
360	0.642	2.60E-06	-7.50E-08
370	0.626	5.90E-06	-3.20E-08
372	0.624	7.70E-06	-2.40E-08
374	0.617	1.17E-05	-1.50E-08
376	0.617	2.40E-05	-8.00E-09
377	0.617	4.80E-05	-4.00E-09
377.5	0.617	1.00E-04	-2.00E-09
377.7	0.617	1.80E-04	-1.00E-09
377.74	0.617	193	-1.00E-09
377.75	0.617	198	-1.00E-09
377.77	0.616	-----	
378.22	0.616	-195	1.00E-09
378.3	0.616	-1.45E-04	1.00E-09
378.5	0.617	-9.50E-05	2.00E-09
380	0.617	-2.30E-05	8.00E-09
400	0.652	-2.00E-06	7.80E-08
500	1.068		
650	2.073	-1.25E-07	4.79E-07

Додаток 2

w, khz	L, H	C, pF	Z, Ом
100	3.09E-02	-1.77E+06	1.94E+04
120	6.30E-02	-27.91	4.73E+04
130	1.54E-01	-9.765	1.22E+05
135	6.40E-01	-2.172	3.78E+05
136.3	4.10E+00	-0.33	5.21E+05
136.4	6.80E+00	-0.2	5.25E+05
136.45	1.02E+01	-0.132	5.26E+05
136.47	1.32E+01	-0.103	5.26E+05
136.49	1.79E+01	-0.075	5.27E+05
136.499	1.98E+01	-0.07	5.27E+05
136.603	-----	0.058	5.28E+05
136.606	-----	0.067	5.27E+05
136.61	-1.89E+01	0.07	5.27E+05
136.65	-1.07E+01	0.127	5.27E+05
136.7	-6.98E+00	0.194	5.26E+05
137	-2.23E+00	0.607	5.08E+05
140	-2.81E-01	4.599	2.22E+05
377	-2.19E-03	81.5	
1000	-2.66E-04	95.17	1670
5000	-1.08E-05	94.2	335.5
10500	-2.67E-06	86.08	205.6