

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Донбаська державна машинобудівна академія**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
"Монтаж, обслуговування та ремонт систем управління"  
(для студентів спеціальності 151)**

**Краматорськ 2020**

УДК 621.365

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Монтаж, обслуговування та ремонт систем управління" (для студентів спеціальності 151) / Упоряд .: В.Г.Макшанцев - Краматорськ: ДДМА, 2020.- 36с.

Наведено короткі відомості з вивчення програмного забезпечення «PowerGraph», призначеного для запису, візуалізації, обробки і зберігання аналогових сигналів, що реєструються за допомогою аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Наведені приклади обробки вимірюваних параметрів за допомогою програми. Задані варіанти виконання лабораторних робіт.

укладач

В.Г.Макшанцев, доц,

Відповідальний за випуск  
доц.

О.В.Субботін,

## ЗМІСТ

Стор

Загальні відомості .....	4
Лабораторна робота №1 Швидкий старт .....	10
Лабораторна робота №2 Моделювання сигналів по дискретного частотного спектру .....	22
Лабораторна робота №3 Фільтрація сигналів .....	27
Лабораторна робота №4 Виділення корисної складової і визначення вихідного цифрового коду сигналу .....	31
Список рекомендованої літератури .....	36

## Короткі відомості про програму

Програмне забезпечення (ПЗ) «PowerGraph» призначене для реєстрації, візуалізації, обробки і зберігання аналогових сигналів, записаних за допомогою АЦП, і дозволяє використовувати персональний комп'ютер у якості стандартних вимірювальних і реєструючих приладів (вольтметрів, самописців, осцилографів, спектроаналізаторів і ін.)

### Призначення ПЗ «PowerGraph»:

- Збір даних з різних вимірювальних пристроїв і приладів.
- Реєстрація, візуалізація і обробка сигналів в режимі реального часу.
- Редагування, математична обробка та аналіз даних.
- Зберігання, імпорт і експорт даних

### Функціональні можливості ПЗ «PowerGraph»:

#### 1. Підтримка різних пристроїв збору даних:

- розширювана бібліотека драйверів, що включає плати і модулі АЦП, вимірювальні прилади, віртуальні генератори сигналів, комп'ютерні пристрої введення і звукозапису;
- можливість підключення нових пристроїв і джерел сигналів;
- підтримка керуючих компонентів пристроїв (цифрові входи / виходи, ЦАП'и і ін.).

#### 2. Збір даних:

- попередній моніторинг вхідних сигналів;
- незалежна настройка і калібрування каналів;
- можливість використання будь-яких одиниць виміру;
- вибір довільного набору каналів для реєстрації;
- підтримка будь-яких швидкостей запису;
- послідовна запис даних блоками в один файл;
- апаратна і програмна синхронізація збору даних з використанням таймерів і лічильників, а також за рівнем сигналу із записом перед- і пост-історії;
- автоматична реєстрація параметрів збору даних (дата і час початку запису, тип пристрою, швидкість і тривалість запису);
- можливість введення довільного тексту для кожного блоку даних і для всього файлу (замітки і коментарі користувача, протокол експерименту).

#### 3. Візуалізація даних:

- ефективна система графічного представлення великих обсягів даних;
- зручна система навігації та пошуку даних;
- вибір довільного набору каналів для відображення;
- вільне позиціонування і масштабування графіків;
- змінити колір і стиль графіків і сітки;
- друк графіків і сітки в масштабі міліметрового паперу.

#### 4. Редагування даних:

- використання стандартних операцій редагування і монтажу даних;
- можливість виділення ділянки даних для редагування і аналізу;

- додавання до поточного запису даних з інших файлів;
- зміна послідовності записаних блоків даних;
- проріджування і усереднення даних за часом;
- коригування даних з використанням статистичних значень;
- графічне редагування окремих значень.

## 5. Обробка даних:

- велика бібліотека функцій математичної обробки даних: арифметичні і логічні операції з каналами, статистичні обчислення, калібрування і коригування сигналів, частотна і амплітудна фільтрація сигналів, диференціювання та інтегрування сигналів, розрахунок параметрів циклічних сигналів, тригонометричні, логарифмічні та інші математичні функції;
- математична обробка сигналів в реальному часі;
- створення нових каналів з розрахунковими даними;
- необмежена кількість проміжних обчислень;
- запис протоколу обчислень для повторного використання комплексних алгоритмів математичної обробки.

## 6. Аналіз даних:

- визначення параметрів сигналів за графіками за допомогою ковзних маркерів;
- додаткові графічні побудови (проекції, дотичні, статистичні рівні і розрахункові прямі);
- багатофункціональний спектроаналізатор: побудова різних типів спектральних графіків, вибір частотних смуг і розрахунок статистичних значень, синхронізація і усереднення спектрів за часом, накладення вихідних осцилограм на спектральні графіки, реєстрація спектрів в реальному часі;
- побудова графіків міжканальних залежностей, в тому числі в процесі реєстрації даних;
- побудова гістограм розподілу сигналів по амплітуді;
- бібліотека статистичних та інформаційних функцій аналізу даних.

## 7. Зберігання, експорт та імпорт даних:

- ефективний формат файлів, що дозволяє зберігати разом з даними різні настройки, додатковий текст і таблиці розрахункових значень;
- збереження і використання індивідуальних налаштувань для кожного типу вимірювань;
- імпорт і експорт текстових файлів;
- імпорт і експорт звукових файлів;
- імпорт і експорт довічних файлів;
- імпорт і експорт даних в текстовому форматі через буфер обміну.

## 8. Додаткові утиліти:

- **«File Recorder»**(Реєстрація в файл) - утиліта для безпосередньої реєстрації даних в файл на диску. Дозволяє здійснювати безперервний збір великих обсягів даних на високих швидкостях при мінімальному завантаженні ресурсів комп'ютера. Утиліта «File Recorder» дозволяє проводити пакетний запис серій файлів з синхронізацією по системному годиннику комп'ютера і може використовуватися для автономного збору даних, що не потребує присутності оператора.

- **«Digital Voltmeter»**(Цифровий вольтметр) - дозволяє використовувати пристрій збору даних в якості стандартного цифрового вольтметра. Має два цифрових дисплея і два режими роботи - одиничне і безперервне вимірювання значень вхідного сигналу.

### Формати файлів

Програма «PowerGraph» використовує для зберігання даних власний формат файлів, а також дозволяє імпортувати і експортувати дані у файли загальнодоступних форматів (текстові, звукові і виконавчі).

### Файли даних (PGC)

Для зберігання даних програма «PowerGraph» використовує файли формату "PowerGraph Chart" (розширення pgc). Цей формат дозволяє зберігати дані у вигляді послідовності блоків, а також дозволяє зберігати разом з даними різні настройки, додатковий текст і таблиці розрахункових значень.

## Лабораторна робота №1

### Швидкий старт

**Мета роботи: отримання навичок роботи в програмному середовищі «PowerGraph»**

### Інтерфейс програми

Головне вікно програми (рис. 1.1) складається з наступних функціональних частин:

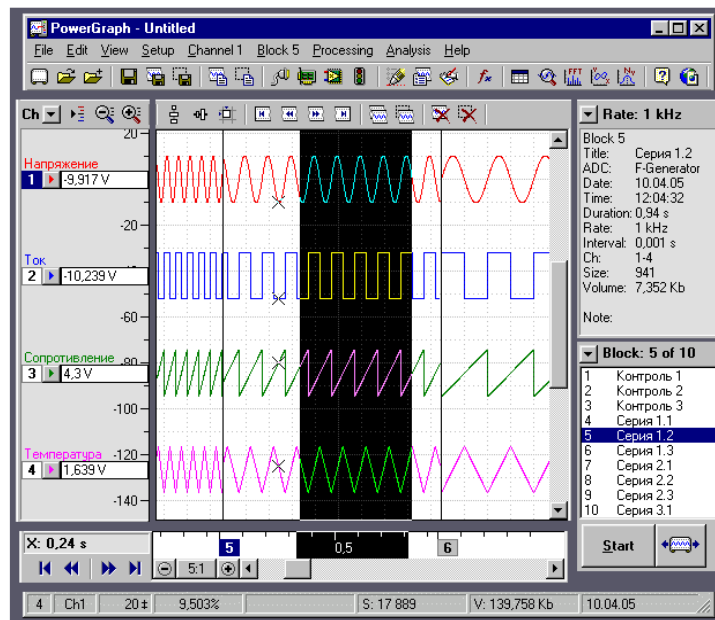


Рисунок 1.1 - Головне вікно програми

1. **Меню і панель інструментів** - займає верхню частину вікна програми.
2. **графічний дисплей** - займає центральну частину вікна програми.
3. **шкала амплітуди** - розташована ліворуч від графічного дисплея.

4. **шкала часу** - розташована знизу від графічного дисплея.
5. **інформаційна панель** - розташована праворуч зверху від графічного дисплея.
6. **панель записи** - розташована праворуч знизу від графічного дисплея.
7. **Рядок стану** - розташована в нижній частині вікна програми.

### **Графічний дисплей**

Графічний дисплей містить графіки всіх записаних даних у вигляді послідовності блоків. Для кращого розуміння роботи графічного дисплея можна уявити його в якості стрічки самописця, що містить координатну сітку і графіки каналів (див. рис.1.1).

Графічний дисплей дозволяє виділяти будь-яку область даних всередині блоку для редагування і аналізу. При переміщенні курсора миші над графічним дисплеєм, по кожному з графіків переміщається маркер, який вказує відповідну точку даних. Чисельне значення амплітуди сигналу в точці під маркером відображається на шкалі амплітуди.

### **Шкала амплітуди**

Шкала амплітуди містить кнопки управління каналами і графіками, які мають кольорове маркування. Ліворуч від кнопки графіка вказується номер каналу, зверху - назва каналу, праворуч - масштаб шкали для даного каналу або поточне значення амплітуди сигналу під маркером. Шкала амплітуди дозволяють за допомогою миші змінювати положення кожного графіка по вертикалі.

### **Шкала часу**

Шкала часу містить вісь часу і горизонтальну смугу прокрутки, що дозволяє перегортати вперед і назад стрічку записи. Зліва від смуги прокрутки розташовані кнопки, що дозволяють змінювати масштаб вісі часу. Для кожного блоку на вісі часу також вказується його порядковий номер.

### **Інформаційна панель**

Інформаційна панель надає в ході роботи різну корисну інформацію - параметри запису блоків і характеристики області виділення, а також значення сигналів в процесі реєстрації. У верхній частині інформаційної панелі розташована додаткова кнопка для вибору швидкості запису.

### **Панель запису**

Панель запису містить список усіх записаних блоків і кнопку для запуску і зупинки реєстрації даних. У верхній частині панелі запису розташована кнопка швидкого доступу до меню операцій над блоками.

### **Рядок стану**

Рядок стану містить контекстну інформацію про поточний стан програми та файлу:

<i>елемент</i>	<i>показує</i>
<b>4</b>	Кількість включених графіків.
<b>Ch1</b>	Активний канал.
<b>20 ‡</b>	Масштаб шкали Y активного каналу.

<b>9,5%</b>	Видима частина стрічки записи.
<b>операція</b>	Поточна операція.
<b>S: 17, 889</b>	Загальний розмір файлу (кількість значень за шкалою часу).
<b>V: 139,758 Кб</b>	Загальний обсяг файлу (в байтах).
<b>10.04.05</b>	Поточна дата.

### **Визначення та позначення, що використовуються в програмі**

**ADC, Baseline, Block, Chart, Channel, Correlation, Covariation, Deviation, Duration, Graph, Input Amplifier, Maximum, Mean, Median, Minimum, Mode, Range, Resolution, Samples, Sampling Rate, Scale, Selection, Variance**

- **ADC**- Аналого-цифровий Перетворювач (АЦП). Фізичний пристрій здійснює аналого-цифрове перетворення сигналів і введення їх в комп'ютер. Основні характеристики: розрядність (роздільна здатність), кількість аналого-цифрових каналів, діапазони вимірювань (коефіцієнти посилення) каналів, максимальна швидкість перетворень і т.д.
- **Resolution**- роздільна здатність АЦП, яка вимірюється в бітах (bit), тобто показник ступеня числа 2.
- **Channel, Ch**- аналого-цифровий канал, який здійснює прийом даних від одного джерела сигналів. Кількість аналого-цифрових каналів залежить тільки від типу АЦП. Максимальна кількість аналого-цифрових каналів, які підтримує програма «PowerGraph», становить 32 (починаючи з версії 3.2, в попередніх версіях - 16). Програма підтримує довільний вибір каналів для запису, позначення каналів здійснюється нумерацією від 1 до 32 (Ch1-Ch32), а також власними назвами каналів (вказується користувачем або зумовлено в драйвері АЦП). Кожен канал має наступні незалежні параметри: діапазон виміру (коефіцієнт посилення - див. нижче), настройки вхідний корекції сигналу (зміщення, інвертування) колір графіку і тип заливки (заливка кольором здійснюється від 0 до поточного значення амплітуди,
- **Range**- діапазон амплітуди, в межах якого здійснюється реєстрація вхідного сигналу. У програмі «PowerGraph» при зміні цього діапазону відбувається перемикання коефіцієнта посилення для відповідного аналого-цифрового каналу.
- **Input Amplifier**- вхідний підсилювач. У програмі «PowerGraph» використовується програмний вхідний підсилювач, що дозволяє провести моніторинг вхідного сигналу для кожного з каналів, встановити діапазон вимірювань і провести первинну корекцію сигналу (інвертування і зміщення).
- **Graph, G**- графік одного з аналого-цифрових каналів. Кожен графік може містити дані будь-якого (але тільки одного) аналого-цифрового каналу, або взагалі не містити даних. Дані кожного аналого-цифрового каналу можуть відобразитися в тільки в одному графіку. Максимальна кількість графіків, які підтримує програма «PowerGraph», також становить 32, позначення графіків здійснюється нумерацією від 1 до 32 (G1-G32). Кількість графіків, що відображаються на стрічці самописця, може відрізнятись від кількості записаних каналів.
- **Scale** - масштаб шкали.
- **Baseline** - базова лінія (нульове значення амплітуди).
- **Chart**- загальний набір записаних даних та їх графічне представлення (стрічка самописця). Chart містить дані всіх записаних блоків і параметри каналів. Chart - це також назва основного документа програми «PowerGraph». Програма використовує



свій власний формат файлів ("PowerGraph Chart", файли з розширенням "pgc"), розроблений для найбільш ефективного зберігання аналого-цифрових даних, параметрів відображення і налаштувань.


- **Block, B**- безперервний набір даних (блок). Програма «PowerGraph» здійснює запис сигналів блоками. Кожен блок містить дані одного запису, яка характеризується наступними параметрами: тип АЦП, кількість і номери аналого-цифрових каналів, швидкість запису, кількість записаних значень, час запису (залежить від двох попередніх). Для кожного з блоків ці параметри незалежні. Максимальна кількість значень в блоці необмежено. Для кожного блоку фіксується дата і час початку запису. Послідовність блоків в загальній записи може бути змінена відповідно до більш логічною послідовністю вимірювань. Більшість операцій редагування і обробки також здійснюється з блоками даних.
- **Sampling Rate, Rate**- швидкість запису, відповідає визначенню "частота дискретизації", тобто кількість записаних значень в одиницю часу. Важливе практичне значення має параметр "максимальна швидкість запису", який повністю залежить від типу АЦП і характеризується часом, протягом якого здійснюється одне аналого-цифрове перетворення. Програма «PowerGraph» підтримує будь-які швидкості запису.
- **Duration** - тривалість запису в одиницях часу.
- **Samples** - кількість записаних значень.
- **Selection** - область виділення.

## Статистичні визначення

- **Maximum, Max** - максимальне значення.
- **Minimum, Min** - мінімальне значення.
- **Mean** - середнє значення.
- **Median** - медіана вибірки.
- **Mode** - метод вибірки.
- **Variance** - дисперсія вибірки.
- **Deviation, Standard Deviation** - стандартне відхилення.
- **Correlation** - кореляція (лінійний коефіцієнт кореляції).
- **Covariation** - коваріація.

### Крок 1 Створення нового файлу

*Практичне завдання*

1. *Виберіть команду New в меню File.*
2. *Натисніть в панелі інструментів кнопку .*
3. *Натисніть на клавіатурі поєднання клавіш Ctrl + N.*



### Вибір драйвера АЦП

Робота з програмою «PowerGraph» починається з вибору драйвера АЦП, який ви будете використовувати для запису даних. На перших етапах роботи з програмою використовуйте віртуальний прототип АЦП [F-Generator](#) ("Генератор функцій"). Цей драйвер математично генерує гармонійні сигнали і дозволяє змінювати їх амплітуду і частоту.

У процесі запуску програма пропонує вибрати пристрій для реєстрації даних (рис.1.2):

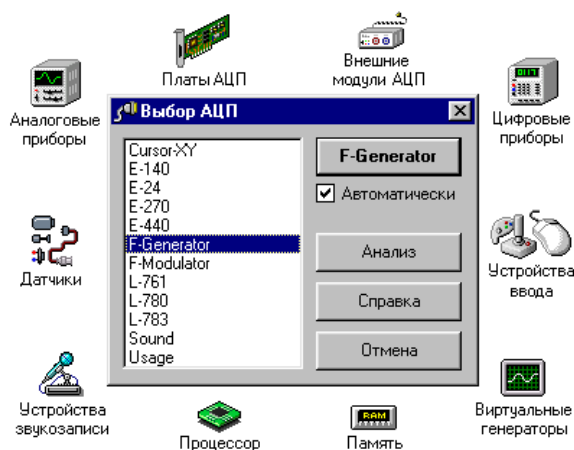


Рисунок 2 - Вибір АЦП

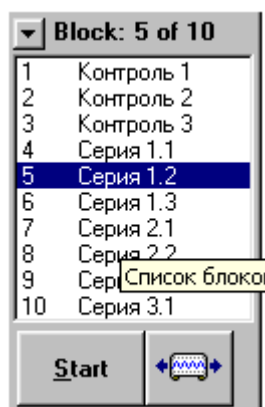
### Практичне завдання

Виберіть зі списку драйвер АЦП **F-Generator**. Ім'я обраного драйвера АЦП вказується в заголовку програми.

## КРОК 2 РЕЄСТРАЦІЯ ДАНИХ **конец редактирования**

Програма «PowerGraph» здійснює блочну запис результатів аналого-цифрового перетворення.

Панель записи, розташована в правій нижній частині вікна програми, містить список всіх записаних блоків даних. Під списком блоків знаходиться кнопка запуску і зупинки реєстрації. Для запуску реєстрації нового блоку необхідно натиснути кнопку Start (при цьому її назва зміниться на Stop). Повторне натискання на цю кнопку приводить до зупинки реєстрації блоку. Після зупинки реєстрації новий блок автоматично додається до списку.



У загальному випадку, реєстрацію даних можна почати безпосередньо після завантаження програми.

### **запис даних**

*практичне завдання*

У правому нижньому кутку вікна програми розташована кнопка *Start*.

1. Натисніть кнопку *Start* для запуску процесу запису даних.
2. Натисніть цю кнопку ще раз, щоб зупинити запис.

### **Вибір швидкості реєстрації**

Програма «PowerGraph» підтримує будь-які швидкості реєстрації даних. Однак максимальна швидкість реєстрації обмежена можливостями АЦП (часом, необхідним для одного аналого-цифрового перетворення). Програма автоматично визначає максимально-можливу швидкість запису для даного АЦП і не дозволяє вказувати значення швидкості запису, що перевищують цю величину.

Крім того, для багатьох типів АЦП істотну роль грає кількість записуваних каналів, тобто максимальну швидкість запису можна досягти при записі тільки одного каналу. Наприклад, для когось АЦП максимальна швидкість запису для одного каналу становить 1000 герц (значень в секунду), тоді для двох каналів ця величина складе - 500 герц, для 4 каналів - 250 герц і т.д.

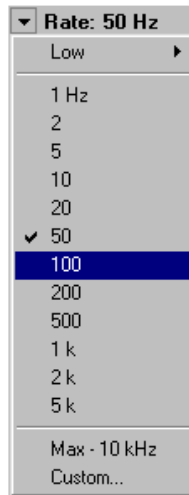
Вибір швидкості реєстрації здійснюється командою *Sampling Rate* в меню *Setup*. Також для виклику цього меню можна використовувати кнопку, розташовану у верхній частині інформаційної панелі. Меню швидкості містить набір стандартних значень (кратних 2, 5 і 10) швидкості запису від 1 до максимально-можливого для цього типу АЦП. Ці значення відповідають кількості значень в секунду, що записуються для кожного каналу (відповідає частоті записи в герцах, Гц).

### **Зміна швидкості запису**

У правому верхньому куті вікна програми розташована кнопка, праворуч від якої написано *Rate*.

*практичне завдання*

1. Натисніть цю кнопку щоб з'явилося меню, показане на малюнку 1.3.
2. Виберіть в меню іншу швидкість запису.
3. Повторіть запис даних (див. Вище).



Малюнок 1.3 - Вікно регулювання швидкості запису

*практичне завдання*

*Запишіть кілька блоків з різною швидкістю, - 20, 50, 100, ... (ці цифри позначають кількість значень в секунду записаних для кожного каналу). Всі записані блоки з'являться в списку над кнопкою Start.*

Переміщайте курсор миші над графіками - при цьому Ви зможете визначити значення часу і амплітуди для кожного графіка в точці під курсором. Інформація про блок буде відображатися над списком блоків.

Пункт Low дозволяє вказувати повільні швидкості запису (нижче одного значення в секунду), вимірювані в кількості значень в хвилину (/ min).

Пункт Max визначає максимально-можливу швидкість запису для даного АЦП.

Пункт Custom ... дозволяє вказувати довільні значення швидкості реєстрації, не перевищує максимальну.

### **КРОК 3 ВИБІР КАНАЛІВ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ**

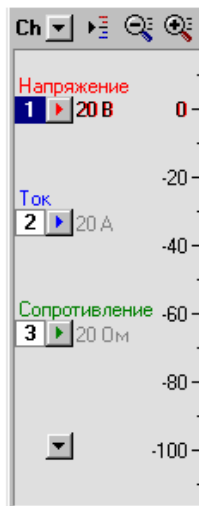
Програма «PowerGraph» дозволяє використовувати до 32 каналів даних. Кожен канал має свої незалежні настройки (назва, одиниці виміру, формули розрахунків і ін.) І може містити дві копії даних: вихідні (записані з АЦП) і розрахункові (отримані в результаті математичної обробки). Детальніше див. Розділ довідки «Робота з даними каналів».

#### **графіки**

Для візуального відображення даних каналу в програмі використовується поняття Графік (Graph). Графіки також мають свої незалежні настройки (колір і стиль ліній, масштаб і положення на стрічці самописця) і використовуються для управління параметрами каналів.

#### **Управління каналами і графіками**

Ліву частину головного вікна програми займає шкала амплітуди (рис.1.4), на якій розташовані кнопки графіків (від 1 до 32).





Малюнок 1.4 - Шкала амплітуди

Кожен графік може відобразити дані одного з 32-х каналів або знаходитися у вимкненому стані (нижня кнопка на малюнку). Номер вибраного каналу вказується зліва від кнопки графіка. Зверху над кнопкою графіка відображається назва каналу. Праворуч від кнопки вказується масштаб графіка (значення амплітуди між сусідніми мітками шкали).

У процесі роботи програми один з каналів є активним - команди меню Channel (Канал) та відповідні кнопки панелі інструментів відносяться тільки до активної каналу. Активний канал позначається виділенням номера каналу і зміною кольору масштабу графіка. Шкала амплітуди відображає значення тільки для активного каналу.

Кнопки на шкалі амплітуди використовуються для швидкого доступу до команд меню:

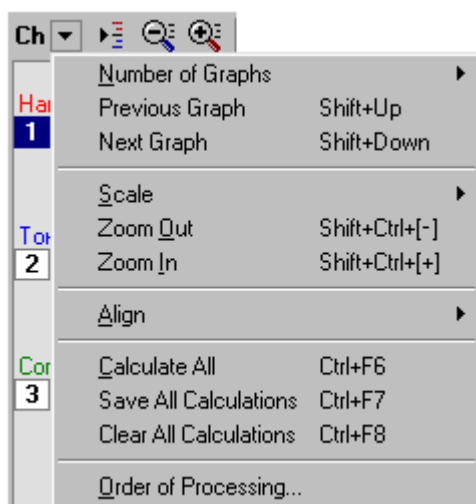
Ch  - кнопка у верхній частині шкали амплітуди викликає загальне меню для всіх каналів (меню Setup / Channels);

 - кнопка графіка викликати меню активного каналу (меню Channel);

 - кнопка вимкненого графіка викликає меню вибору каналу для графіка.

### Вибір кількості графіків і каналів

Команда Number of Graph ("Кількість графіків") в загальному меню каналів містить список, що розкривається від 1 до 32 (рис.1.5). Вибір будь-якого значення зі списку включає відповідну кількість графіків і каналів для відображення і реєстрації даних.

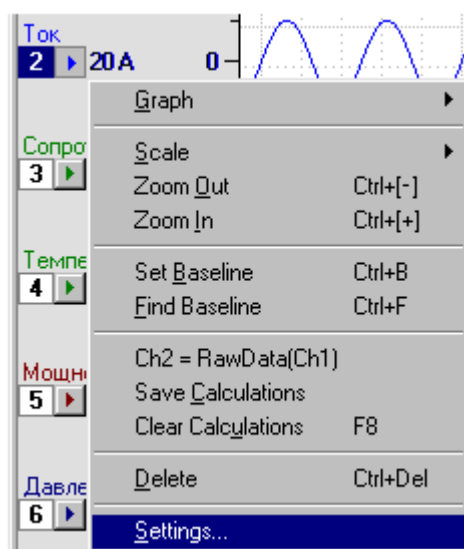


Малюнок 1.5 - Загальна меню каналів

Кількість реєстрованих каналів відповідає кількості включених графіків. Конкретні канали, які будуть записуватися, визначаються графіками, для яких ці канали призначені. Вибір каналів для реєстрації здійснюється наступним чином:

*практичне завдання*

1. Встановіть кількість графіків, що відповідає кількості каналів, необхідних для запису - 8.
2. Вкажіть для кожного графіка один з каналів, які Ви хочете записувати.
3. Встановіть ім'я і значення вимірюваного параметра в налаштуваннях *Settings* меню активного каналу (рис. 1.6).



Малюнок 1.6 - Меню активного каналу

## Крок 4 Налаштування драйвера [F-Generator](#)

Віртуальний прототип АЦП, вбудований в систему «PowerGraph» F-Generator є емулятором реального АЦП і дозволяє визначити різні характеристики системи «PowerGraph» і особливості функціонування різних типів АЦП. Крім того, F-Generator є еталонним джерелом сигналів, виконуючи функції більшості стандартних генераторів сигналів.

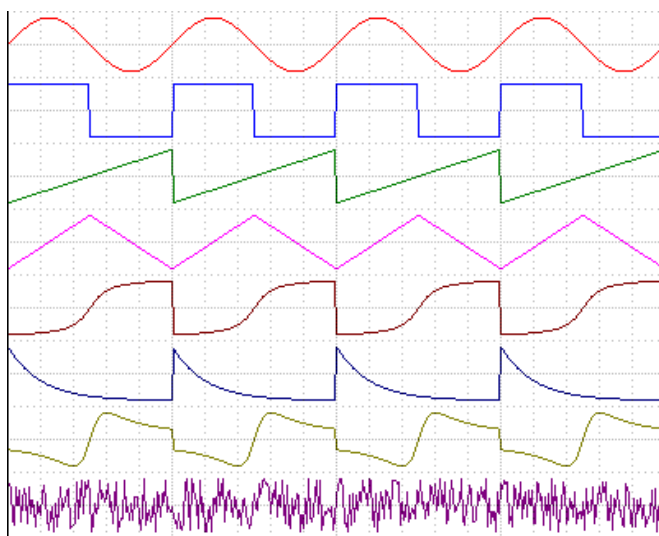
**Розрядність:** 4-16 біт

**Максимальна швидкість запису:** 10 кГц

**Кількість каналів:** 8

**Діапазони вимірювань:**  $\pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1, \pm 0.5, \pm 0.2$  і  $\pm 0.1$  Вольт

F-Generator підтримує зміну розрядності (від 4 до 16 біт) і має 6 діапазонів вимірювань (коефіцієнтів посилення):  $\pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1, \pm 0.5, \pm 0.2$  і  $\pm 0.1$  вольт. Для генерації сигналу в драйвері використовуються 8 функцій, що описують зміну амплітуди сигналу в часі (рис.1.7):



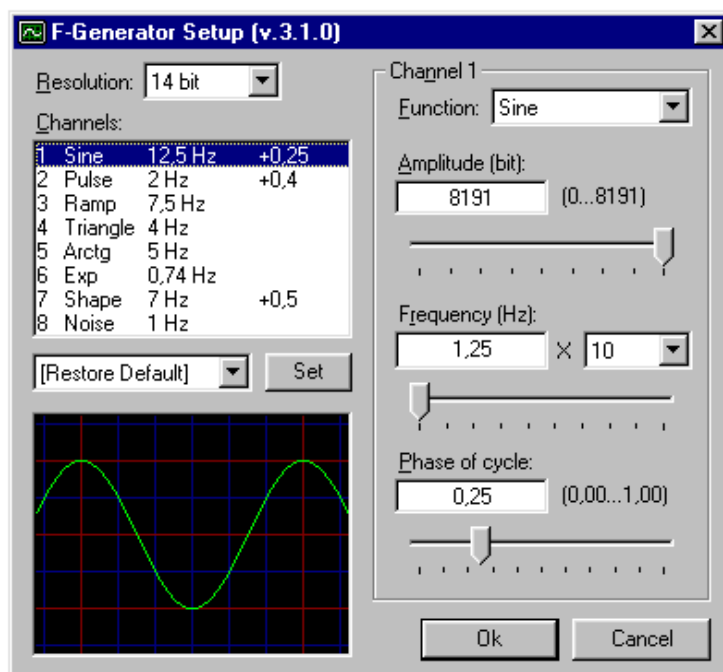
1. **Sine** - синусоїдальний сигнал;
2. **Pulse** - імпульсний сигнал;
3. **Ramp** - пилоподібний сигнал;
4. **Triangle** - трикутний сигнал;
5. **Arctg** - сигнал у формі функції арктангенса;
6. **Exp** - сигнал у формі спадної експоненти;
7. **Shape** - зумовлена функція сигналу;
8. **Noise** - генерація випадкового сигналу (шум);

Малюнок 1.7 - Види сигналів

**F-Generator** містить 8 "аналого-цифрових" каналів, для кожного з яких може бути встановлена будь-яка з цих функцій з власної незалежної частотою (періодом) і амплітудою сигналу (відповідно до розрядності). Однак, кінцеве значення амплітуди для кожного з каналів буде залежати від обраного діапазону вимірювань.

### Налаштування F-Generator'a

Доступ до налаштувань драйвера F-Generator можна отримати через команду "F-Generator" Setup ... в меню Setup головного вікна програми (рис.1.8):



**Resolution** - розрядність АЦП (єдина для всіх каналів).

**Channels** - список каналів.

**Channel N** - індивідуальні настройки каналу, обраного в списку:

**Function** - функція сигналу (див. Вище).

**Amplitude** - амплітуда сигналу (від 0 до значення рівного 2 певною мірою розрядності).

**Frequency** - частота сигналу (від 0,01 Гц до 1 кГц).

**Phase** - фаза сигналу (зміщення за часом в частках періоду - від 0 до 1 з кроком 0,01).

Малюнок 1.8 - Вікно налаштування F-Generator'a:

Вікно налаштувань дозволяє змінювати параметри сигналів для всіх восьми каналів F-Generator'a. Для введення чисельних значень амплітуди, частоти і фази сигналу можна використовувати як горизонтальні регулятори, так і відповідні текстові поля введення. Помістіть курсор в поле, введіть з клавіатури необхідну чисельне значення, натисніть клавішу Enter

*практичне завдання*

*Прийняти нові значення каналів (див. Таблицю 1.1).*

*Таблиця 1 - Параметри сигналів*

№ n / n	Канал	Амплітуда, (bit)	Частота, (Hz)	фаза
1	Sine	806	20	0,28
2	Pulse	1938	3	0,00
3	Ramp	1279	2	0,01
4	Triangle	1504	0,6	0,20
5	Arctg	1613	12,5	0,26
6	Exp	тисячі чотиреста сімдесят три	10	0,54



7	Shape	+1783	1	0,65
8	Noise	1000	5	0,10

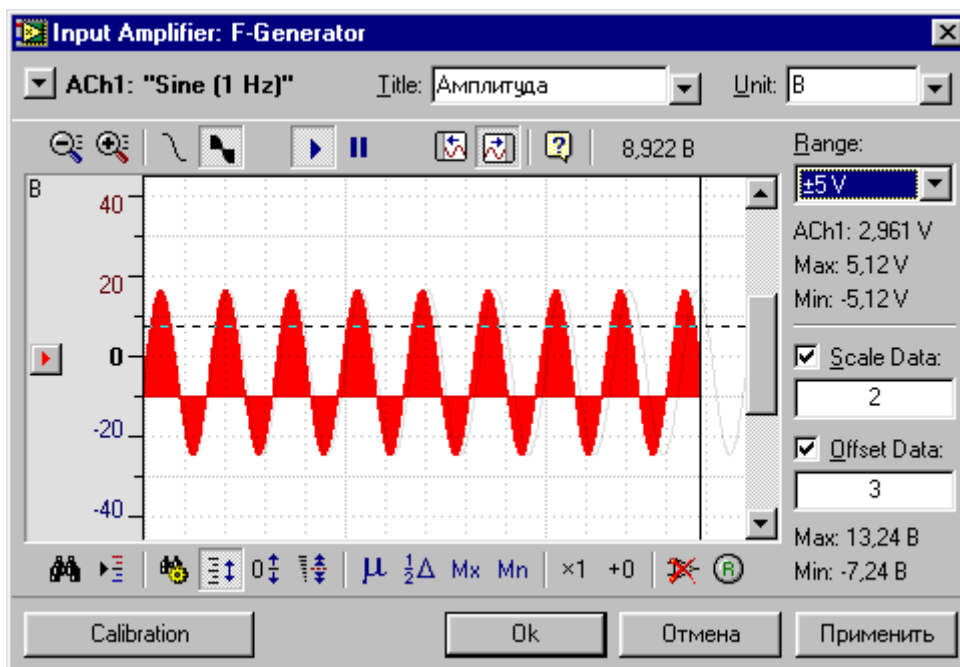
записати блок

## Крок 5 Налаштування аналого-цифрових каналів

Для настройки аналого-цифрових каналів в програмі «PowerGraph» використовується додаткове вікно - Input Amplifier ("Вхідний підсилювач"). Для виклику цього вікна виберіть команду Input Amplifier ... в меню Setup або натисніть відповідну кнопку на панелі інструментів головного вікна програми.

### Input Amplifier ("Вхідний Підсилювач")

Вікно Input Amplifier дозволяє проводити попередній моніторинг вхідних сигналів будь-якого каналу АЦП, встановлювати діапазон вимірювань каналу (коефіцієнт посилення) і проводити програмну калібрування і корекцію вхідного сигналу (рис.1.9).



Малюнок 1.9 Вхідний підсилювач

Центральне місце у вікні займає графічний дисплей, на якому відображається графік вхідного сигналу. Зліва від графічного дисплея розташовується шкала амплітуди, а праворуч - елементи управління дозволяють змінювати налаштування обраного каналу АЦП. Над графічним дисплеєм знаходиться панель інструментів для управління режимами перегляду сигналів. Панель інструментів, розташована під графічним дисплеєм, використовується для калібрування вхідного сигналу.

*практичне завдання*

*Налаштувати аналогово-цифрові канали відповідно до значень в таблиці 1.2.*

*Таблиця 1.2 - Параметри настройки аналого-цифрових каналів*

номер каналу	Title	Unit	Range	Scale Data	Offset Data
Ach1	частота	Hz	$\pm 10V$	1	1
Ach2	температура	$^{\circ}C$	$\pm 5V$	1	2


Ach3	опір	Ohm	$\pm 2,5V$	2	1
Ach4	сила	N	$\pm 1V$	2	3
Ach5	відстань	m	$\pm 0,5V$	3	2
Ach6	потужність	W	$\pm 0,25V$	1	3
Ach7	Струм	A	$\pm 0,1V$	3	1
Ach8	напруга	V	$\pm 10V$	2	2

Записати блок даних.

## Режими роботи


**Input Amplifier** дозволяє використовувати різні режими моніторингу, відображення і калібрування сигналів:

1. Реєстрація сигналів може здійснюватися безперервно або може бути зупинена за допомогою клавіші Pause на клавіатурі (наприклад для калібрування записаних даних). Продовження реєстрації після зупинки також здійснюється натисканням клавіші Pause. Кнопки панелі інструментів:

 продовжити реєстрацію сигналів

 зупинити реєстрацію сигналів


2. Графічний дисплей може відображати дані в наступних режимах:

**самописець** - дані прокручуються справа наліво 

 **осцилограф** - дані промальовувалися зліва направо

3. Для полегшення візуального визначення загального рівня сигналу, графіки можна заливати кольором від 0 до значення сигналу в даній точці:

 - графік у вигляді лінії;

 - графік з заливанням до 0.

4. Ви можете використовувати мишу для різних операцій управління графічним дисплеєм і шкалою амплітуди (прокрутка дисплея і шкали, візуальна калібрування сигналів, виділення ділянки даних). Для цього слід переміщати курсор вгору-вниз або вправо-вліво, утримуючи ліву кнопку миші. Кнопки панелі інструментів, розташовані зліва під графічним дисплеєм, дозволяють використовувати різні режими управління графічним дисплеєм і шкалою амплітуди.

## Крок 6 Обробка статистичних значень

В ході реєстрації Input Amplifier визначає максимальне (Max) і мінімальне (Min) значення сигналу, які відображаються праворуч від графічного дисплея. Крім того, на графічному дисплеї відображається поточне значення сигналу у вигляді горизонтальної пунктирної лінії (маркер поточного значення).


При виділенні ділянки сигналу максимальне і мінімальне значення перераховуються тільки для виділеної області. Поточне значення розраховується як середнє арифметичне за всіма даними області виділення.

Додаткові кнопки панелі інструментів, розташовані під графічним дисплеєм, також дозволяють розраховувати деякі статистичні значення всього сигналу або виділеної області.


*практичне завдання*

*визначити:*

- середнє арифметичне значення. 

- середина діапазону сигналу =  $(Max + Min) / 2$ . 

- максимальне значення. 

- мінімальне значення. 

Подальше використання цих значень залежить від обраного режиму роботи графічного дисплея:



## Крок 7 Використання візуального калібрування

Існує велика кількість ситуацій, коли методи візуального калібрування сигналів істотно полегшує визначення лінійних коефіцієнтів перетворення. Розглянемо найбільш поширені з них:

### Зсув базового рівня сигналу

У ряді випадків реєструється параметр вимірюється в діапазоні від 0 (базовий рівень) до якоїсь величини. Однак, під час запису сигналу нульове значення параметра не завжди відповідає 0 на вході АЦП. У цій ситуації необхідно змістити весь сигнал так, щоб його базовий рівень дорівнював нулю. Для цього потрібно з кожного значення відняти значення помилки 0 на вході АЦП, тобто використовувати лінійний коефіцієнт зміщення (**B**):

*практичне завдання*

- Пропишіть на графічному дисплеї базовий рівень сигналу.
- Увімкніть режим зсуву сигналу - кнопка .
- Натисніть кнопку  - програма автоматично розрахує помилку нуля як середнє арифметичне за всіма даними і змістить весь сигнал на цю величину (можна також використовувати область виділення).



Таким чином, середнє значення базового рівня сигналу буде відповідати 0 реєстрованого параметра.




## Використання калібрувальних сигналів

У ряді випадків є можливість калібрування даних за допомогою калібрувальних сигналів.

калібрувальний сигнал - це, як правило, сигнал у вигляді імпульсу, нижній рівень якого відповідає 0 реєстрованого параметра, а верхній рівень дорівнює 1. В цій ситуації слід використовувати і лінійний коефіцієнт зміщення (**B**), і лінійний коефіцієнт масштабування (**A**):

*практичне завдання*

- Пропишіть на графічному дисплеї калібрувальний сигнал.
- Виділіть на графіку ділянку, що містить нульове значення калібрувального сигналу.
- Змістіть базовий рівень сигналу (як це описано в попередній частині), щоб нульовий рівень каліброваного сигналу відповідав 0 на шкалі амплітуди.
- Увімкніть режим масштабування сигналу - кнопка .
- Виділіть на графіку ділянку, що містить середнє арифметичне значення калібрувального сигналу.
- Натисніть кнопку  - програма автоматично розрахує середнє арифметичне значення одиничного рівня і встановить на цьому рівні маркер поточного значення.
- За допомогою миші перемістіть маркер на рівень, відповідний 1 на шкалі амплітуди.

Таким чином, весь діапазон каліброваного сигналу виявиться в межах від 0 до 1. Якщо калібрувальний сигнал досить чистий і не містить шумів, то замість кнопки  (Середнє) можна використовувати кнопки  (Мінімальне) для нульового рівня і  (Максимальне) для одиничного рівня каліброваного сигналу.  
*Показати результати викладачеві.*

### Контрольні питання

1. Призначення програми PowerGraph »
2. Основні функціональні можливості програми.
3. Основні поняття і визначення:
  - Блок даних;
  - Канали і графіки;
  - Інтерфейс програми;
  - Графічний дисплей;
4. Призначення і основні характеристики [F-Generator](#)'A.
5. Калібрування вхідного сигналу.

## Лабораторна робота 2

### МОДЕЛЮВАННЯ СИГНАЛІВ з дискретної частотних діапазонах

**Мета роботи:** вивчення принципів моделювання сигналів

#### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Кожен реальний сигнал має нескінченний частотним спектром. Але всі канали зв'язку мають обмежену смугу пропускання. Передача сигналів по реальному каналу, котрий володіє обмеженою пропускну здатністю, супроводжується спотворенням форми сигналів. Тому через канал зв'язку пропускають найбільш істотну частину спектру сигналу. Кожен сигнал характеризується цілком певним частотним спектром. Таким чином, однією з узагальнених характеристик сигналу є ширина його частотного спектра. За практичну ширину спектра сигналу приймають діапазон частот, в межах якого знаходиться найсуттєвіша частина спектра сигналу.

Завдання оптимального прийому сигналів полягає у використанні відомостей про властивості корисного сигналу і перешкоди. Внаслідок того, що на вхід приймального пристрою надходить сума корисного сигналу і перешкоди, ймовірність правильного прийому буде визначатися відношенням корисного сигналу до перешкоди. Для підвищення ймовірності правильного прийому повинна бути проведена попередня обробка прийнятого сигналу, що забезпечує збільшення відносини сигнал / перешкода. Таким чином, приймальний пристрій має містити два основних елементи: фільтр, що забезпечує поліпшення відношення сигнал / перешкода, і вирішальне пристрій, що виконує головні функції прийому (виявлення, розрізнення або відновлення сигналів).

Відомі такі методи фільтрації, що забезпечують поліпшення співвідношення сигнал / перешкода:

- частотна фільтрація;
- метод накопичення;
- кореляційний метод;
- узгоджена фільтрація.

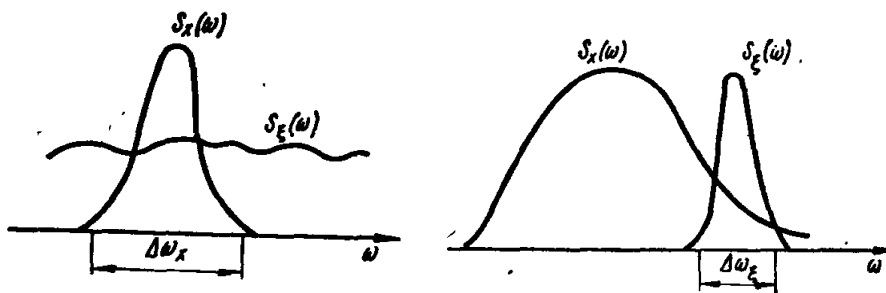
Всі ці методи засновані на використанні відмінностей властивостей корисного сигналу і перешкоди.

**частотна фільтрація** заснована на відміну спектрів корисного сигналу і перешкоди.

Ідея частотної фільтрації заснована на відміну спектрів корисного сигналу і перешкоди. При цьому використовуються лінійні частотні фільтри, що дозволяють придушувати перешкоду і покращувати тим самим співвідношення сигнал / перешкода. Параметри фільтра визначаються спектральними характеристиками сигналу і перешкоди. На практиці найбільш часто зустрічаються такі випадки:

а) на вхід приймального пристрою надходять вузькосмуговий сигнал і широкосмугова перешкода. Цей випадок представлений на рис.2.1, де  $S_x(\omega)$  - спектральна щільність сигналу і  $S_\xi(\omega)$  - спектральна щільність перешкоди. В цьому випадку в тракт прёмного пристрою включається вузькосмуговий фільтр з смугою пропускання  $\Delta\omega_x$ ;

б) на вхід приймача надходить широкосмуговий сигнал і узкополосная перешкода (рис.2.1.б). У таких випадках в тракт приймача включається фільтр, який забезпечує придушення перешкоди в смузі  $\Delta\omega_\xi$ .



а)

б)

**Малюнок 2.1 - Виділення корисного сигналу**

**Порядок виконання роботи**

Робота виконується бригадою у складі 3-4 осіб. Варіанти завдань наведені в таблиці 2.1.

**Таблиця 2.1 - Варіанти завдань**

№	$f_1$	$A_1$	$f_2$	$A_2$	$f_3$	$A_3$	$f_{3AD}^{ВБД}$	$f_{3AD}^{ФПЛ}$
1	1	2000	4	1500	12	1100	$f_1$	$f_2$
2	3	1400	7	2010	15	1200	$f_2$	$f_1$
3	2	1900	7	1700	10	500	$f_3$	$f_2$
4	5	1000	12	2000	20	1000	$f_1$	$f_3$
5	3	1200	6	1300	9	2000	$f_3$	$f_1$
6	2	1000	6	900	13	2000	$f_2$	$f_3$
7	4	1300	11	1000	7	1500	$f_1$	$f_2$
8	1	1900	5	1400	12	1000	$f_2$	$f_1$
9	3	1500	8	2000	14	1100	$f_3$	$f_2$
10	5	1100	11	1300	10	2100	$f_1$	$f_3$
11	2	1800	6	1600	14	1100	$f_3$	$f_1$
12	4	1400	7	2000	15	1200	$f_2$	$f_3$
13	1	2050	5	1400	11	1100	$f_1$	$f_2$
14	3	1450	6	1400	11	600	$f_2$	$f_1$
15	5	1050	10	2030	18	950	$f_3$	$f_2$
16	2	1 850	7	2000	14	1250	$f_1$	$f_3$
17	6	1100	7	1900	10	800	$f_1$	$f_2$
18	4	1200	8	1800	9	900	$f_2$	$f_1$
19	1	1300	9	1700	8	1000	$f_2$	$f_3$
20	2	1400	10	1600	7	850	$f_3$	$f_2$
21	3	1500	11	1500	6	950	$f_3$	$f_1$
22	4	1600	12	1400	5	1050	$f_1$	$f_2$
23	5	1700	11	1300	11	1150	$f_2$	$f_1$
24	6	1800	10	1400	12	1200	$f_2$	$f_3$
25	2	1900	9	1500	13	900	$f_3$	$f_2$

26	3	2000	8	1600	14	850	$f_1$	$f_2$
27	1	2100	7	1700	15	700	$f_3$	$f_1$
28	4	1800	11	2050	15	850	$f_1$	$f_1$

## 2.1 Моделювання сигналів по дискретному частотному спектру

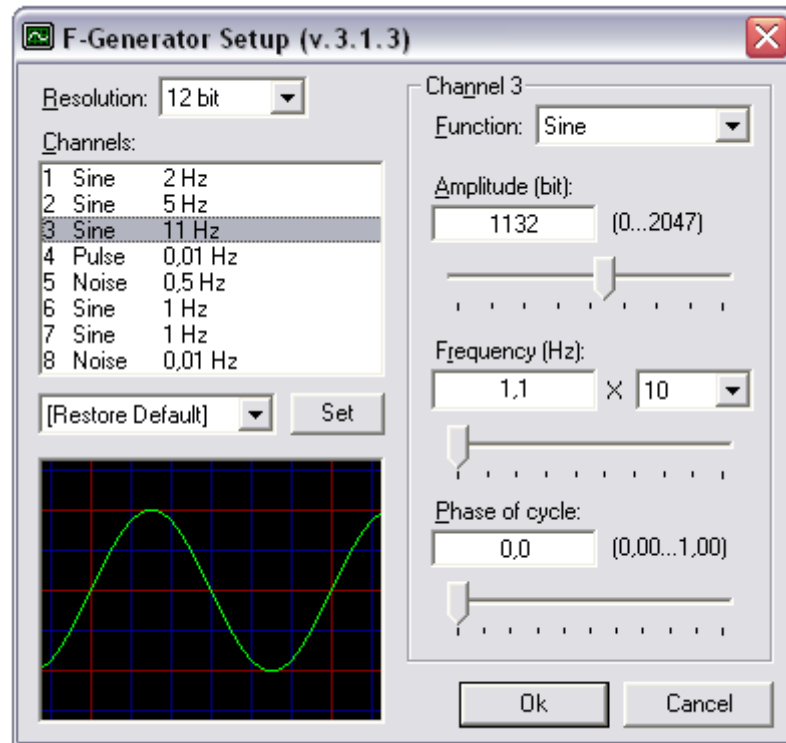
Як АЦП вибираємо F-Generator.

1. Встановлюємо кількість графіків рівне 5. Для цього виконуємо ряд дій: Setup → Channels → Number of Graphs → 5.

2. Задаємо параметри F-Generator Setup → F-Generator Setup:

для Channel1 - Sine з частотою  $f_1$  амплітудою  $A_1$  (В бітах щодо максимального значення, що задається вхідним підсилювачем Input Amplifier);  
 для Channel2 - Sine з частотою  $f_2$  амплітудою  $A_2$ ;  
 для Channel3 - Sine з частотою  $f_3$  амплітудою  $A_3$ .

Вікно настройки каналів генератора сигналів F-Generator представлено на малюнку 2.1.



Малюнок 2.1 - Вікно налаштування каналів генератора сигналів F-Generator

3. Для більш зручної роботи з модулятором сигналів доцільно змінити деякі настройки, зокрема, імена каналів:

Channels → Settings → Channel1 → Ім'я → Sine ( $f_1$  Hz) (рисунок 2.2);

Channel2 → Ім'я → Sine ( $f_2$  Hz);

Channel3 → Ім'я → Sine ( $f_3$  Hz);

Channel4 → Ім'я → Result;

Channel5 → Ім'я → ResultAll.

Крім каналів 4 і 5 скасувати обробку всіх каналів (рисунок 2.3):

Channels → Settings → Channel1 ... 3 → Обробка → Функція → Off.

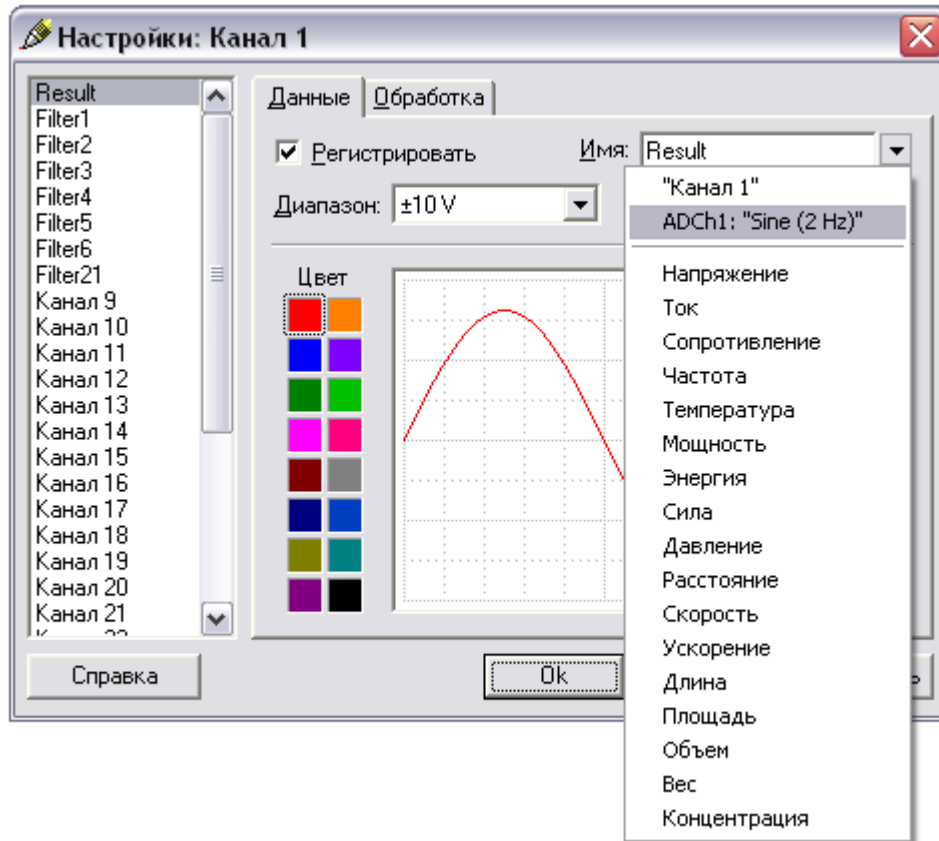
Налаштувати канали 4 і 5 (рисунок 2.4):

Channels → Settings → Channel4 → Обробка:

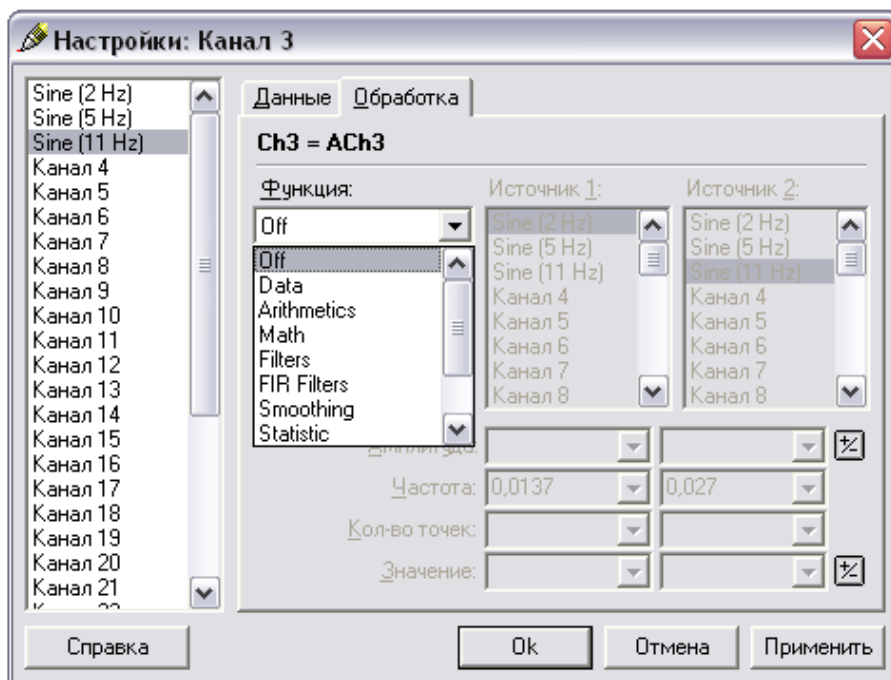
Ch4 = Ch1 + Ch2;

Channels → Settings → Channel5 → Обробка:

Ch5 = Ch4 + Ch3.

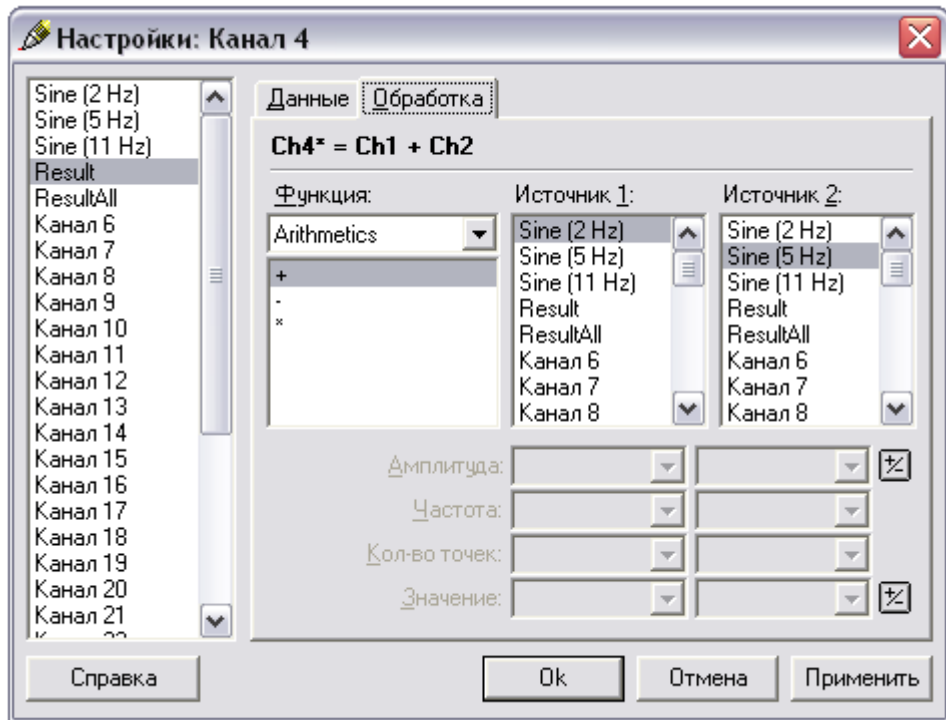


Малюнок 2.2 - Завдання імен каналів



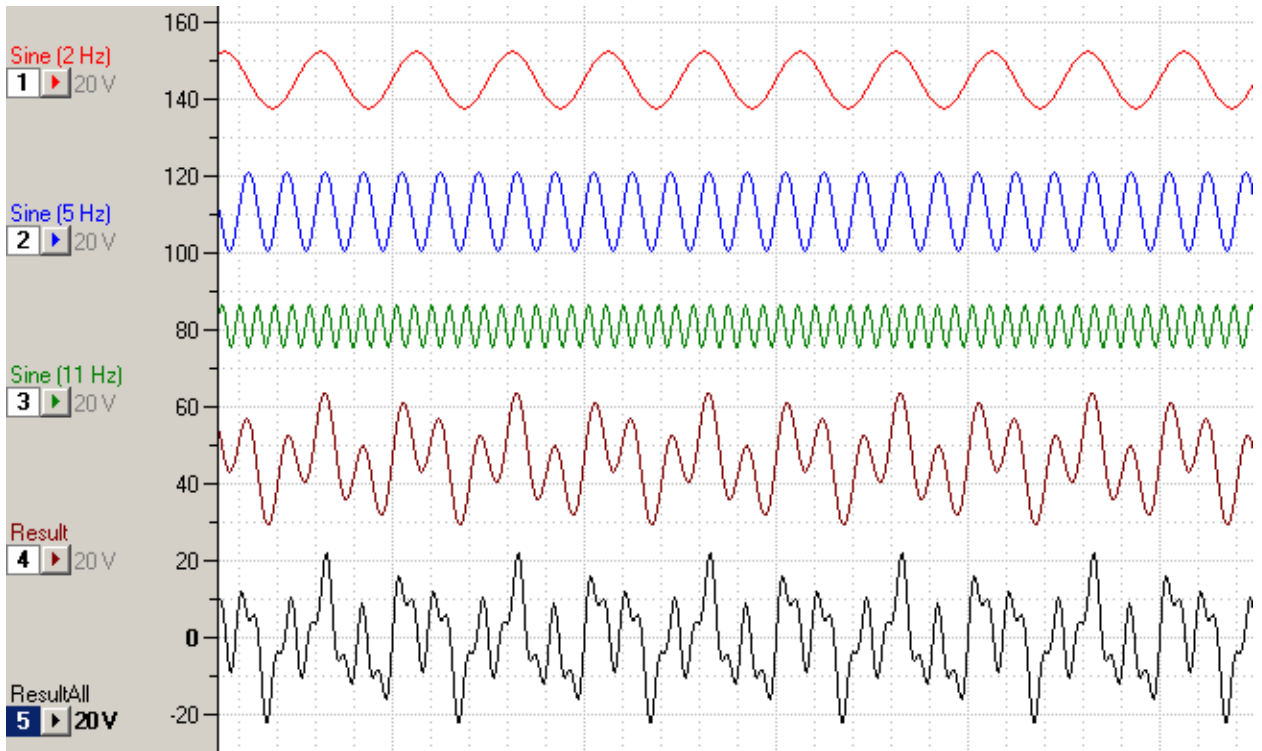
Малюнок 2.3 - Відключення обробки каналів





Малюнок 2.4 - Завдання обробки каналу 4

4. Отримаємо графіки сигналів, змодельованих за допомогою F-Generator. Для цього просто запусимо генератор → Start. З отриманих графіків (рисунок 2.5) видно, що змодельований сигнал ResultAll може відповідати якогось реального сигналу, отриманого накладенням синусоид різних частот.



Малюнок 2.5 - Графіки змодельованих сигналів

## Лабораторна робота 3 ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛІВ

Мета роботи: вивчення принципів фільтрації сигналів

### загальні седення

#### Аналізатори спектру частот

Розкладання в ряд Фур'є сигналу складної форми дозволяє представити його у вигляді суми гармонік, кожна з яких має своє максимальне значення, частоту і фазу. Сукупність цих гармонік визначає повний спектр сигналу. Найбільш повне уявлення про спектральний склад сигналу дає розподіл амплітуд або потужності по частотах (між амплітудою гармонік і її потужністю існує однозначна залежність). Експериментальний аналіз спектра сигналу проводиться за допомогою аналізаторів - високочастотних і низькочастотних.

Розрізняють два методи аналізу спектрів: одночасний (паралельний) і послідовний.

При одночасному аналізі спектра використовують сукупність ідентичних вузькосмугових фільтрів, кожен з яких налаштований на різні досить близькі частоти  $f_1$ ,  $f_2$ , .... При одночасному впливі досліджуваного сигналу на всі фільтри кожен фільтр виділяє відповідну його налаштування складову спектра. Максимум кожної гармоніки вимірюють селективним піковим вольтметром, їх частоту - за шкалою налаштування фільтра.

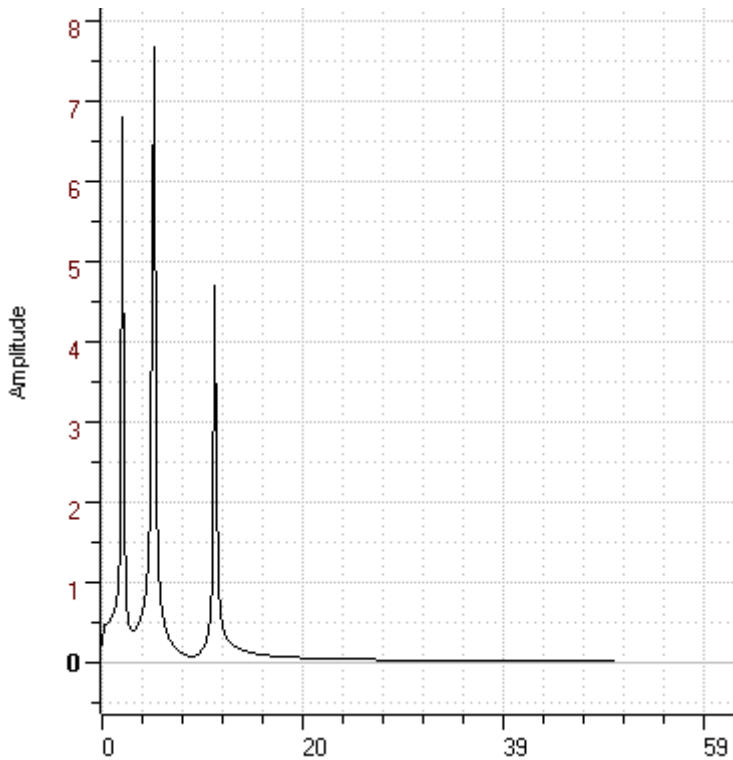
При послідовному аналізі спектра досліджуваний сигнал впливає на один вузькосмуговий фільтр, який послідовно розбудовується в широкій смузі частот. При кожній налаштування фільтр виділяє чергову гармоніку і селективний піковий вольтметр вимірює її амплітуду.

#### 1. Спектральний аналіз

Дана програма дозволяє здійснювати обробку, аналіз і перетворення сигналів. Припустимо, сигнал в вимірювальному каналі має форму, представлену графіком ResultAll (рисунок 2.5). Проведемо спектральний аналіз цього сигналу:

Analysis → Spectrum.

Спектр (рисунок 3.1) має явно виражений дискретний характер, що складається з трьох гармонік.



Малюнок 3.1 - Спектрограма досліджуваного сигналу

2. Перше завдання, яке необхідно вирішити, - виділення сигналу, що цікавить нас частоти  $f_2$  з досліджуваного сигналу. Для цього на спектрограмі помічаємо область даної частоти (рисунок 3.2). Для випадку, показаного в прикладі на малюнку 3.2, ця область становить від 3 до 9 Гц ( $f_2'$  і  $f_2''$ ).

Закриваємо вікно спектрограми і для візуалізації дії фільтрації

добавляем графік:  
Setup → Channels → Number of Graphs → 6.

Ім'я → "Filter1".

Для отримання необхідного сигналу скористаємося смуговим фільтром, реалізованих у програмі PowerGraph за допомогою функції BandPass. Виконаємо ряд дій:

Channel6 → Settings → Обробка → Функція → FIRFilter → BandPass;

Джерело 1 → ResultAll;

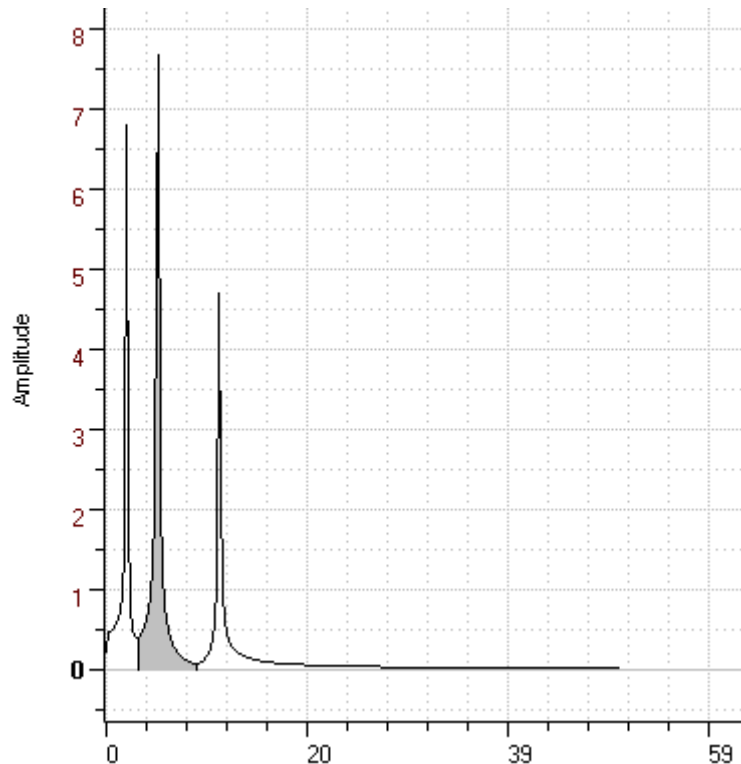
частота →  $f_2' - f_2''$  (Для нашого випадку 3 Гц і 9 Гц відповідно).

Потім виконуємо:

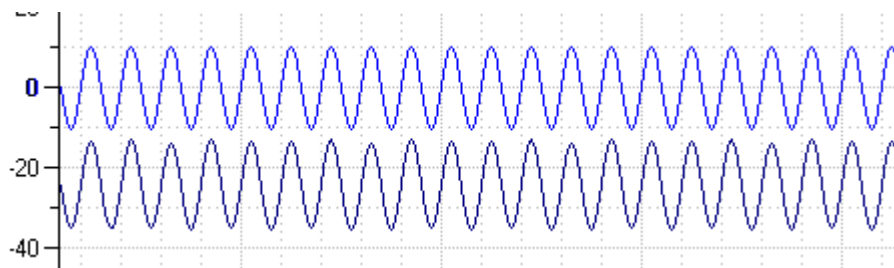
Processing → Functions (F6);

Приймач → Filter1 → Обчислити.

Як видно з порівняння графіків задається синусоїди (з частотою  $f_2$ ) і отриманого відфільтрованого сигналу (рисунок 3.3), ці графіки аналогічні.



Малюнок 3.2 - Виділення області досліджуваної частоти на спектрограмі сигналу



Малюнок 3.3 - Порівняння графіків задається синусоїди (з частотою  $f_2$ ) і отриманого відфільтрованого сигналу

3. Друге завдання, яке необхідно вирішити, - видалення з вихідного ResultAll небажаної складової частоти  $f_3$ , Тобто фільтрація сигналів від перешкод.

Для отримання необхідного сигналу скористаємося функцією BandStop, що імітує фільтр, вирізані з сигналу смугу частот.

Додамо графік 7 "Filter2" і виконаємо ряд дій:

Channel17 → Settings → Обробка → Функція → FIRFilter → BandStop;

Джерело 1 → ResultAll;

частота →  $f_2'' - f_2^*$  (Для нашого випадку 9 Гц і 15 Гц відповідно) (рисунок 3.4).

- частота, повністю охоплює спектр цікавить нас сигналу.  $f_2^*$

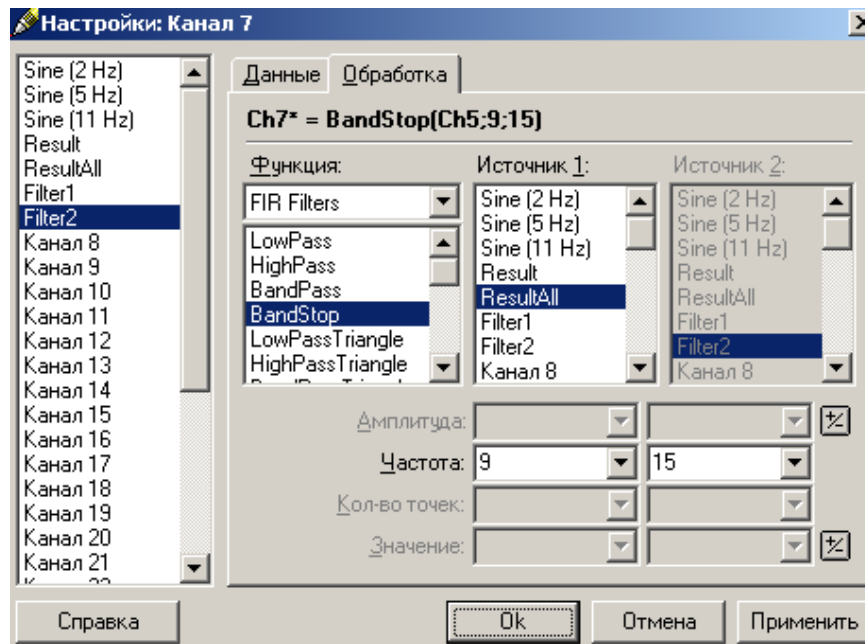
Потім виконуємо:

Processing → Functions (F6);

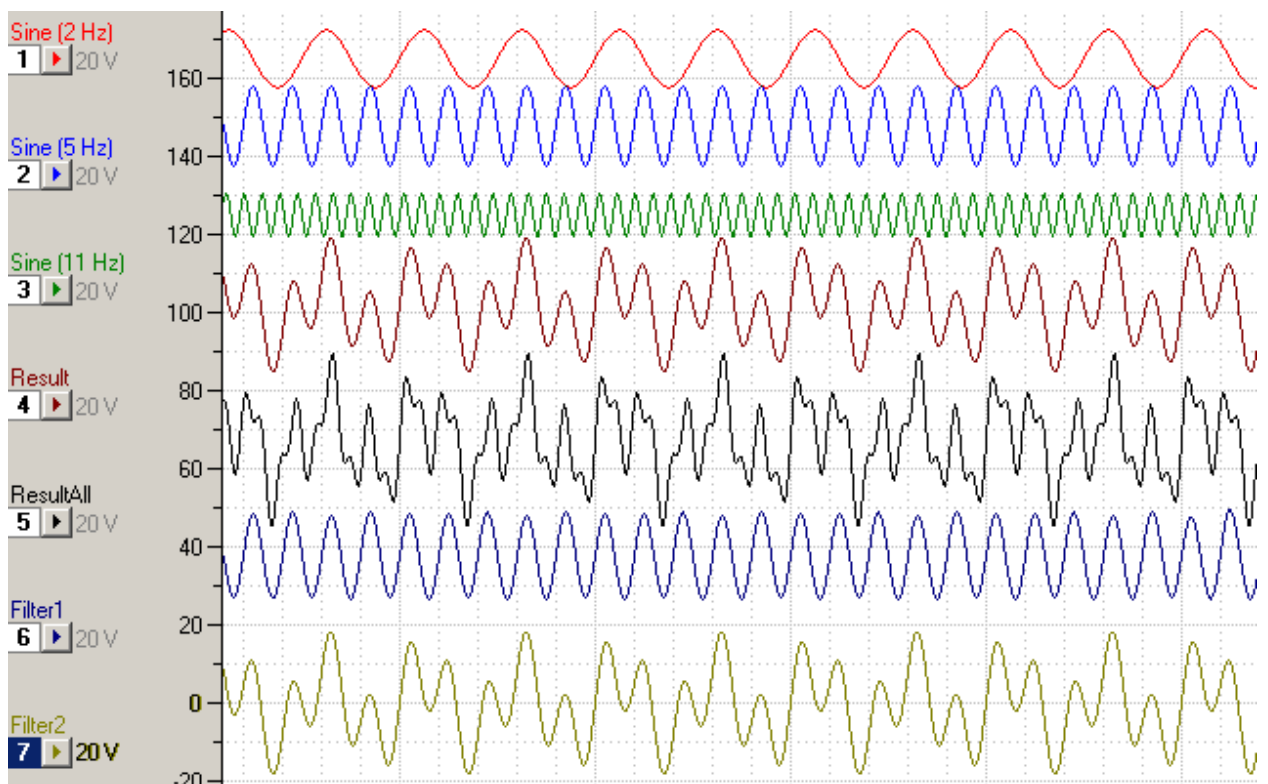
Приймач → Filter2 → Обчислити.

Як видно з графіків відфільтрованих сигналів (малюнок 3.5), сигнали Result і Filter2 ідентичні, чого й треба було очікувати, тому що канал Result є сумою перших двох каналів

Ch1 + Ch2, а Filter2 - по суті справи різниця між сигналом ResultAll і Ch3, що дорівнює  $\text{ResultAll} - \text{Ch3} = (\text{Ch1} + \text{Ch2} + \text{Ch3}) - \text{Ch3} = \text{Ch1} + \text{Ch2}$ .



Малюнок 3.4 - Завдання обробки каналу 7



Малюнок 3.5 - Графіки змодельованих і відфільтрованих сигналів

### Контрольні питання

1. Моделирование сигналів.
2. Фільтрація сигналів.
3. Спектральний аналіз.
4. Смуговий фільтр.
5. Частотний спектр.

## Лабораторна робота №4 ВИДІЛЕННЯ КОРИСНОЇ СКЛАДОВОЇ І ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНОГО ЦИФРОВОГО КОДА СИГНАЛА

Мета роботи: в ході роботи необхідно навчитися проводити обробку сигналу з метою виділення корисної складової.

### теоретичні відомості

При передачі інформації по цифрових лініях зв'язку виникають перешкоди, пов'язані з різними причинами. В основному - це вплив зовнішніх електромагнітних полів, джерелами яких служать потужні споживачі енергії, силові лінії підведення електроенергії і т.д.

У зв'язку з цим виникає необхідність, при прийомі переданих даних, виробляти додаткову обробку сигналів з метою виділення корисної складової. Для виділення корисного сигналу проводять аналіз спектра частот вводяться перешкодами. Потім, за допомогою смугових фільтрів, вони гасяться. Таким чином залишився сигнал можна приймати, як сигнал передачі даних.

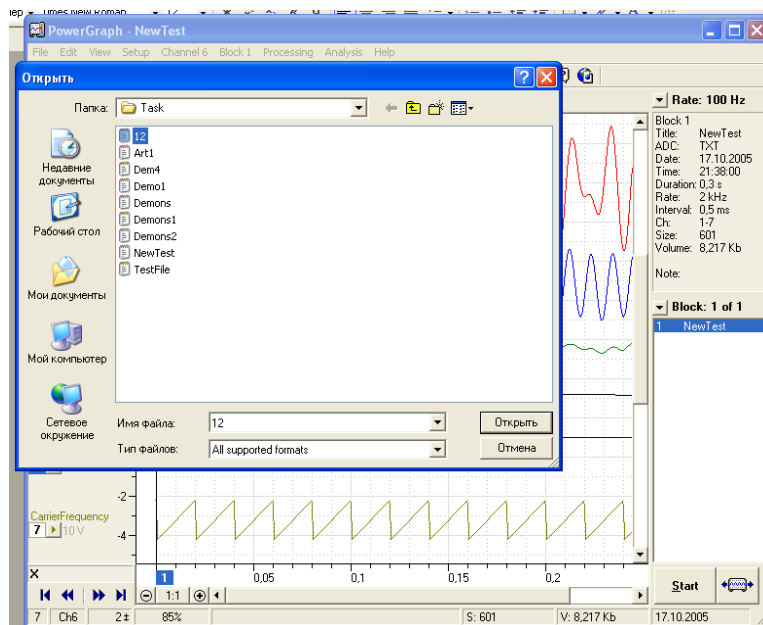
### Опис роботи.

Для проведення роботи студенту видається файл, в якому змодельовано фрагмент інформаційного сигналу в цифровому вигляді (логічного «нуля» і «одиниці»). Необхідно провести аналіз спектра сигналу, провести обробку фільтрами і отримати вихідний сигнал.

### Хід роботи.

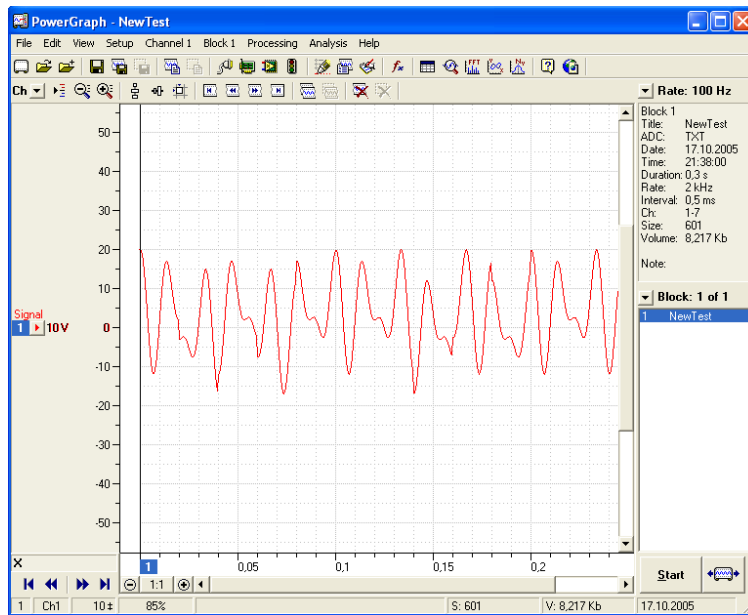
Для проведення роботи необхідна програма Power Graph версії 3.2 DemoEdition.

1. Необхідно відкрити виданий файл File-Open (рисунок 4.1).
- 2.




Малюнок 4.1 - Відкриття файлу завдання.

Після цього на екрані з'явиться вид фрагмента заданого сигналу (рис.4.2).

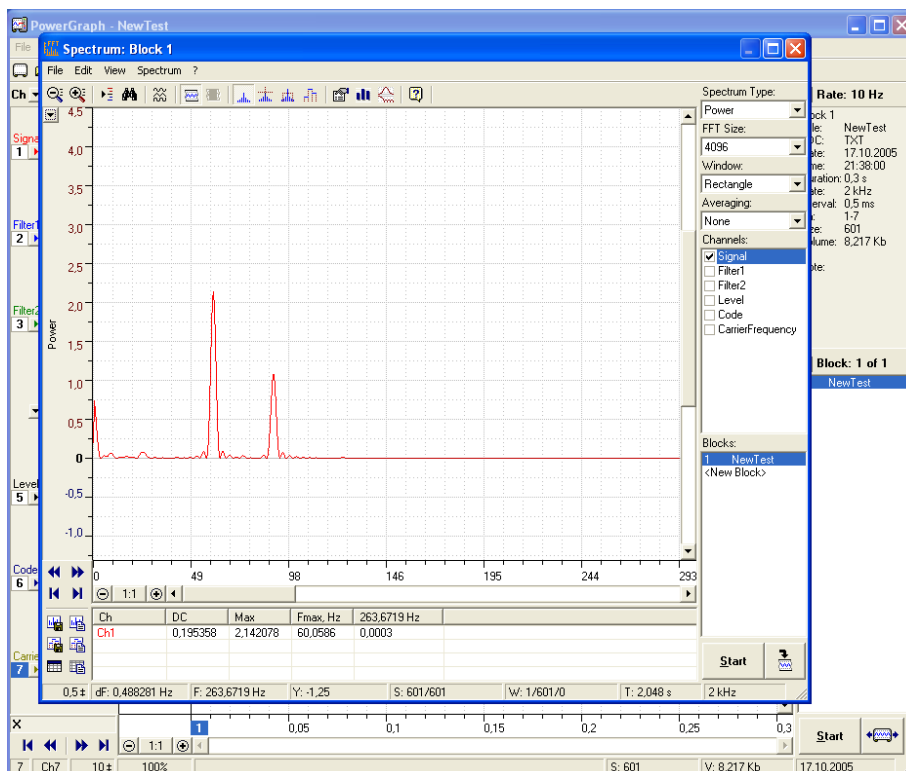


Малюнок 4.2 - Вид заданого сигналу.

Для подальшої обробки сигналу необхідно провести спектральний аналіз. Для

цього вибираємо меню Analysis - Spectrum (або кнопка меню ).

Вікно графіка частотної характеристики матиме вигляд рис. 4.3.



Малюнок 4.3 - Вид спектральної характеристики сигналу.

Примітка: настройки зовнішнього вигляду характеристики виробляються за



допомогою установки параметра FFT Size

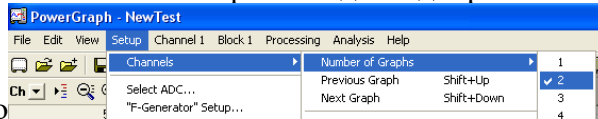
Необхідно виділити частоти гармонік перешкод, знаючи, що корисний сигнал лежить в області низьких частот.

Таким чином, після аналізу, робимо висновок, що частоти сигналів перешкод розташовані в області 60Гц і 90Гц відповідно.

Для подальшої обробки необхідно провести вирізку виділених складових перешкод. Для цього в програмному пакеті передбачені різні фільтри. В даному випадку скористаємося смуговим затримують фільтром.

Спочатку додамо віртуальний канал вимірювань для відображення отриманого

результату. Для цього виберемо

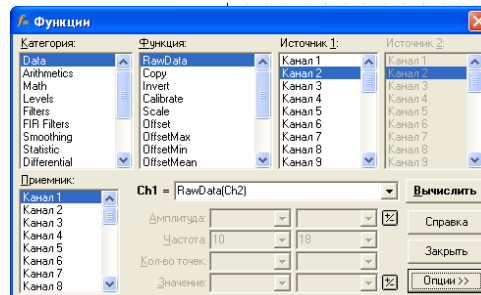


Для додавання математичної обробки сигналу необхідно вибрати меню Processing-

Functions (натиснути F6 або кнопка меню



Вікно буде мати вигляд рис. 4.4.



Малюнок 4.4 - Вид вікна вибору дії.

У вікні необхідно вибрати такі опції:

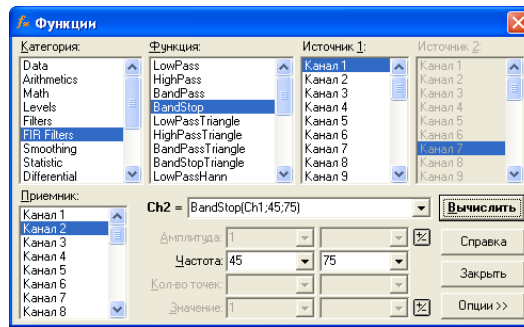
- Приймач - Канал2;
- Категорія - FIR Filters;
- Функція - BandStop;
- Істочник1 - Канал 1;

Параметри «Частота» встановлюємо 45Гц і 75Гц, відповідно (вирізання першої частоти).

**Примітка:** параметри налаштування фільтра вибираються виходячи з піків в області високих частот на спектральній складовій сигналу. Необхідно враховувати те, що сигнал має складний спектр, отже потрібно брати до уваги прилеглі гармоніки меншої амплітуди.

Після установки параметрів НЕОБХІДНО натиснути кнопку «Обчислити» вікно прийме наступний вигляд рис. 4.5.



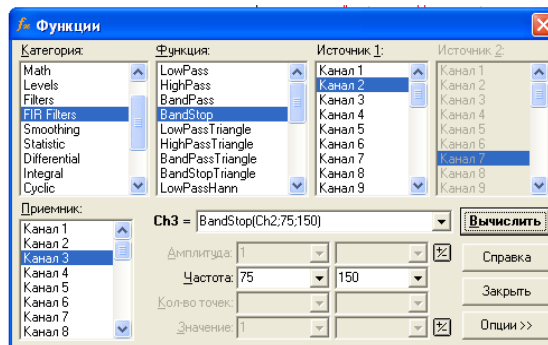


Малюнок 4.5 - Вікно налаштування фільтра першої гармоніки.

Для настройки фільтра другої гармоніки виконаємо ті ж дії, але в параметрах зазначимо:

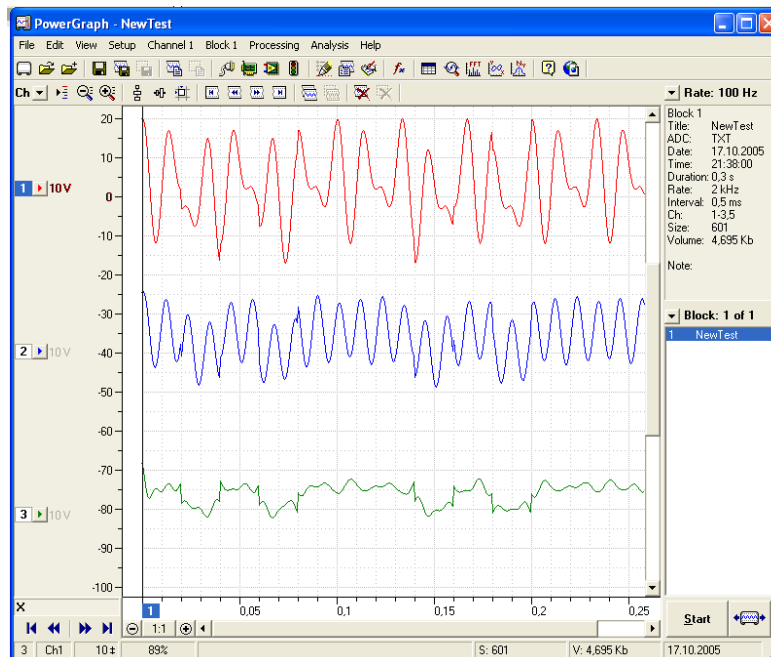
- Приймач - Канал3;
- Категорія - FIR Filters;
- Функція - BandStop;
- Істочник1 - Канал 2;

Вид вікна представлений на рис. 4.6.



Малюнок 4.6 - Вікно налаштування другого фільтра.

Після проведених операцій на робочому полі програми ми бачимо отриманий в результаті обробки сигнал рис. 4.7



Малюнок 4.7 - Вид оброблених сигналів.

Далі необхідно провести аналіз середнього значення сигналу для отримання можливості виділення логічних рівнів.

Для цього додамо ще один канал з наступними параметрами:

- Приймач - Канал4;
- Категорія - Filters;
- Функція - Trend;
- Істочник1 - Канал 3;

Таким чином, ми отримали уявний «нульовий рівень» (рис.4.8).

Далі необхідно обробити отриманий сигнал, з метою чіткого отримання сигналу логічних рівнів. Це можна зробити за допомогою функції логічного порівняння.

Параметри каналів матимуть наступні значення:

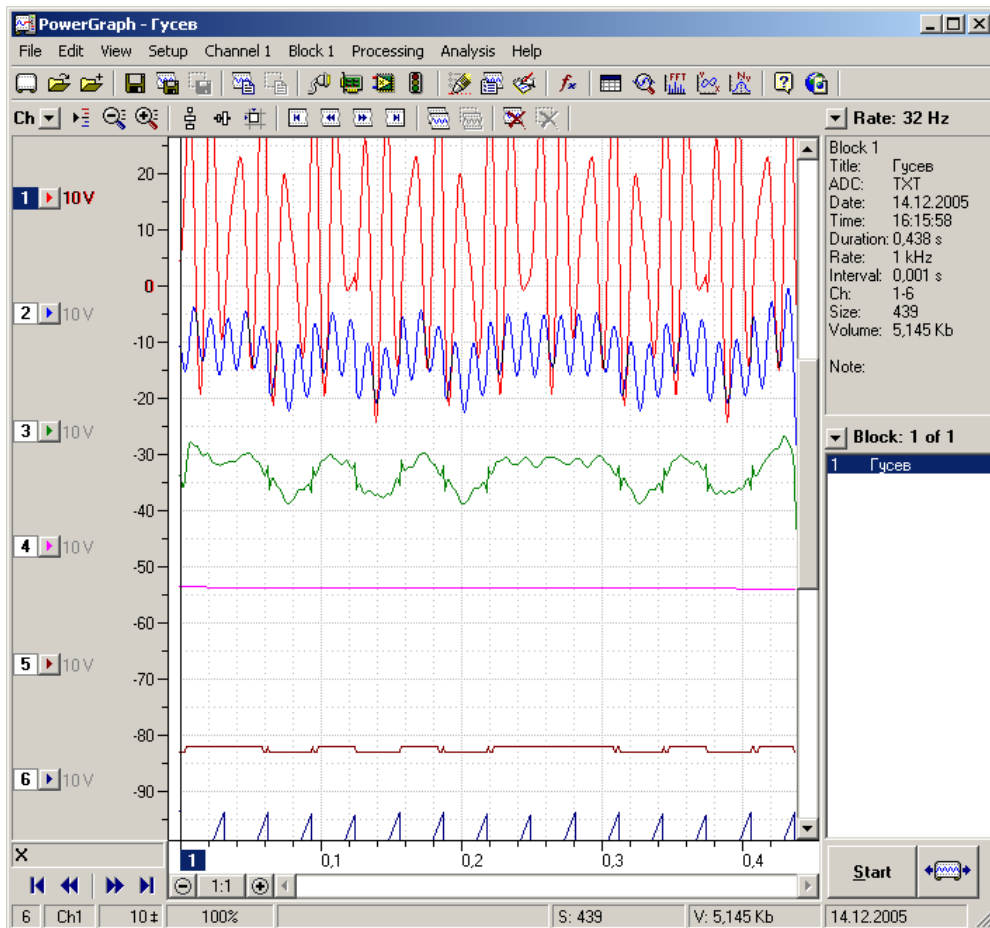
- Приймач - Канал5
- Категорія - Logic;
- Функція -> =;
- Джерело 1 - Канал 4;
- Джерело 2 - Канал 3;

В результаті ми отримаємо графік передачі інформації в двійковому коді. Для визначення зашифрованого «слова» необхідно зіставити отриманий сигнал з частотою передачі. Для цього вставимо канал з пилкоподібним сигналом відповідної частоти.

Параметри каналів матимуть наступні значення:

- Приймач - Канал6
- Категорія - Generator;
- Функція - GenRamp;
- Частота 25 (50) Гц;

Після цього, зіставивши частоту передачі і отриманий сигнал, ми маємо можливість «прочитати» закодований сигнал.



Малюнок 4.8 - Вид оброблених сигналів

Після цього, зіставивши частоту передачі і отриманий сигнал, ми маємо можливість «прочитати» закодований сигнал - 11010101110101.

### Контрольні питання

1. Види сигналів. Дискретний сигнал.
2. Спектральний аналіз.
3. Що розуміють під кодуванням сигналів.
4. Цілі кодування сигналів.
5. Що зумовило широке застосування двійкових кодів?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

3. Гель П. Як перетворити персональний комп'ютер у вимірювальний комплекс.- М .: ДМК, 1999.-144с.
4. Кузьмін І.В., Кедрус В.А. Основи теорії інформації та кодування, -К .: Вища шк., 1986.- 238с.
5. Атамалян Є.Г. Прилади та методи вимірювання електричних величин.- М .: Вища. школа, 1982.-233с.
6. <http://www.lcard.ru>