Лабораторная работа 3.6.1

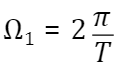
Спектральный анализ электрических сигналов

***Цель работы***: изучение спектрального состава переодических элекстрических сигналов.

***Оборудование***: анализатор спектра, генератор прямоугльных импульсов, генератор сигналов, осциллограф.

# Теория

## А. Переодическая последовательность прямоугольных импульсов

Коэффициенты при косинусных составляющих в разложении в ряд Фурье прямоугольных импульсов с амплитудой C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916319820.png, длительностью C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916319841.png, частотой повторения  равны

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916320133.png |

Коэффициенты при синусах равны нулю в силу четности. Отсюда следуют соотношения неопределенности

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916320304.png |

И спектр будет выглядеть так:

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916320315.jpeg |

## Б. Переодическая последовательность цугов

Аналогичное выражение для цугов будет

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916320936.png |

Тогда, спектр цугов аналогичен спектру прямоугольных импульсов, но сдвинут по частоте, потому соотношения неопределенностей сохраняются.

## В. Амплитудно-модулированные колебания.

Пусть гармонические колебания описываются формулой

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916321147.png |

причем C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916321198.png. C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image14795916321199.png- глубина модуляции. Легко видеть, что

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163212610.png |

А спектр колебаний

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163216711.png |

И потому будет выглядеть следующим образом:

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163216712.png |

# Ход работы

## А. Исследование спектра переодической последовательности прямоугольных импульсов

Соберем следующую схему

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163216813.png |  |

Получим на экране анализатора спектр импульсов с параметрами:

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163217914.png | |
| меандр1.jpg | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163218215.jpeg |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163219216.png | |
| меандр2.jpg | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163219417.jpeg |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163220318.png | |
| меандр3.jpg | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163220519.jpeg |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163221620.png | |
| меандр4.jpg | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163221721.jpeg |

### Проверка соотношения неопределенностей

Снимем зависимость C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163222322.pngпри C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163222623.pngи построим график.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| , мкс | , кГц | plot1.bmp |
| 60 | 14 |
| 80 | 12 |
| 100 | 9 |
| 120 | 8 |
| 140 | 6 |
| 160 | 5 |
| 180 | 4 |
| 200 | 4 |
|  |  |

## Б. Исследование спектра переодической последовательности цугов гармонических колебаний

Соберем установку как на схеме

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163222824.png |

Получим на экране анализатора спектр цугов с параметрами

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163223825.png | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163224126.jpeg |
| цуг1.jpg | |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163225227.png | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163225528.jpeg |
| цуг2.jpg | |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163226629.png | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163226930.jpeg |
| цуг3.jpg | |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163228031.png | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163228132.jpeg |
| цуг4.jpg | |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163229133.png | C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163229434.jpeg |
| цуг5.jpg | |

### Проверка соотношения неопределенностей

Снимем зависимость C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163230035.pngи построим график

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| , кГц | , кГц | plot2.bmp |
| 1.2100 | 1 |
| 2.2200 | 2 |
| 3.7000 | 3 |
| 4.6000 | 4 |
| 5.9000 | 5 |
| 7.2000 | 6 |
| 8.5000 | 7 |
| 9.5000 | 8 |
|  |  |

## В. Исследование спектра гармонических сигналов, модулированных по амплитуде

Соберем следующую установку:

|  |
| --- |
| C:\Users\Loro\AppData\Local\Temp\ConnectorClipboard4376795377786414799\image147959163230236.png |

Снимем зависимость отношения амплитуды боковой линии спектра к амплитуде основной линии от глубины модуляции и построим график.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | plot3.bmp |
| 1.0000 | 0.5263 |
| 0.9200 | 0.5000 |
| 0.7701 | 0.4367 |
| 0.6610 | 0.3745 |
| 0.5652 | 0.3448 |
| 0.4595 | 0.2632 |
|  |  |