

Лабораторна робота 3

Неперервні випадкові сигнали

1. Мета лабораторної роботи

1.1. Дослідження властивостей двох неперервних випадкових сигналів, а саме: гармонічного сигналу з випадковим значенням початкової фази та флуктуаційної завади.

1.2. Способи виявлення у неперервних випадкових сигналів властивості стаціонарності та її практичне значення.

1.3. Вміти експериментально отримати характеристику «відносна частота появи значень неперервного випадкового сигналу».

1.4. Вміти експериментально визначати середнє значення потужності для флуктуаційної завади.

2. Теоретичні і практичні знання, які повинен мати студент для виконання цієї лабораторної роботи

Для розуміння постановки задачі, а відтак і виконання лабораторної роботи, необхідно знати відповіді на контрольні запитання.

3. Завдання для виконання досліджень у лабораторній роботі

3.1. Перевірте працездатність приладів, яке задіяне в установці для виконання досліджень.

3.2. Перевірте наявність властивості стаціонарності за допомогою осцилографа у двох заданих неперервних випадкових сигналів:

3.2.1. Флуктуаційна завада.

3.2.2. Гармонічний сигнал з випадковою фазою.

3.3. Для гармонічного сигналу з випадковою фазою виконайте дослідження характеристики «відносна частота появи значень сигналу» у разі зміни:

3.3.1. Частоти гармонічного сигналу.

3.3.2. Амплітуди гармонічного сигналу.

3.4. Для флуктуаційної завади виконайте дослідження змін у характеристиці «відносна частота появи значень сигналу» у разі зміни:

3.4.1. Ефективної напруги флуктуаційної завади.

3.4.2. Верхньої частоти спектральної характеристики.

Опис засобів для виконання досліджень

Структурна схема установки для виконання досліджень наведена на

рис.3.1,

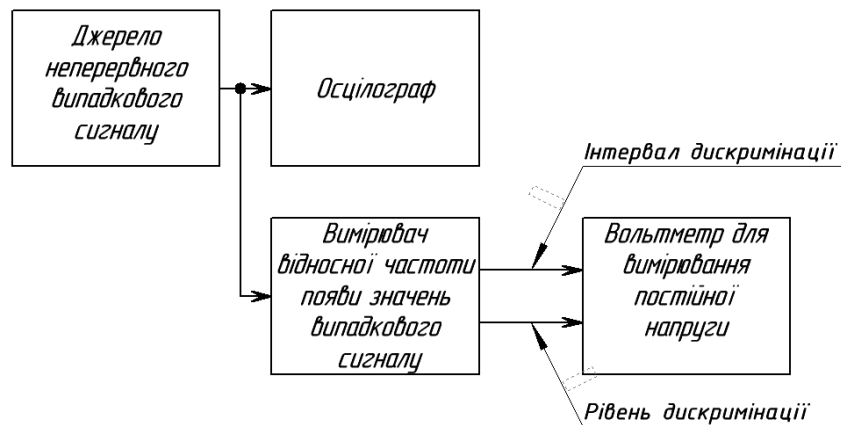


Рис.3.1. Структурна схема установки для дослідження властивостей неперервного випадкового сигналу

для формування якої необхідно використати такі прилади:

Джерелом неперервного випадкового сигналу типу «флуктуаційна завада» слугує прилад «Генератор шуму низькочастотний Г2-57 або Г2-59».

Джерелом неперервного випадкового сигналу типу «гармонічний сигнал з випадковою фазою» слугує прилад «Генератор сигналів ГЗ-112».

Для спостереження осцилограм використовують осцилограф С1-112А.

Вимірювач відносної частоти появи значень випадкового сигналу. Для роботи з цим приладом необхідно використовувати вольтметр В7-40/4 в режимі вимірювання постійних напруг.

5.Методики, які необхідно скласти і використати під час виконання лабораторної роботи

5.1.Методика перевірки працездатності приладів, перелічених в п. 4.

5.2.Методика якісного дослідження характеристики неперервних випадкових сигналів «відносна частота появи значень сигналу».

5.3.Методика практичного визначення ефективної напруги та середнього значення потужності для флуктуаційної завади.

Для практичного визначення середнього значення потужності неперервного випадкового сигналу необхідно мати прилад, який безпосередньо дає змогу виміряти цей параметр. За відсутності такого приладу середнє значення потужності можна обчислити за формулою (3.3) і для цього необхідно виміряти параметр «діюче (ефективне) значення напруги» неперервного випадкового сигналу. У зв'язку з цим постає запитання:

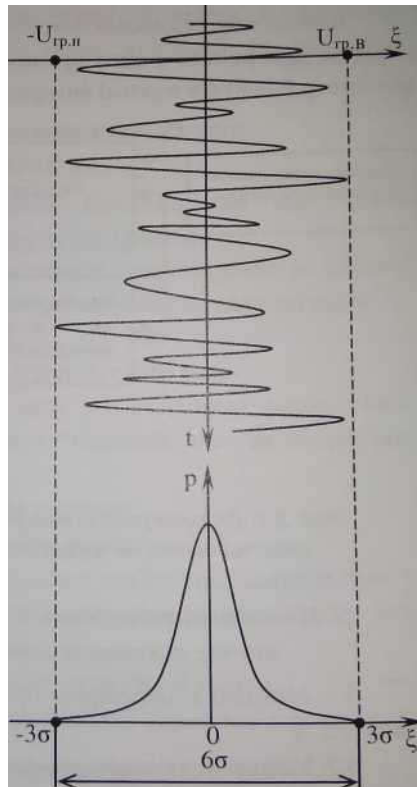


Рис.3.2.Флуктуаційна завада та ймовірнісна математична модель її часового представлення

Як практично можна виміряти діюче (ефективне) значення напруги для флуктуаційної завади?

Розглянемо теоретичне обґрунтування методики. У теорії електрозв'язку визначено, що флуктуаційна завада має такі характерні ознаки:

а) ймовірнісна математична модель часового представлення флуктуаційної завади $p(\xi)$ відповідає нормальному закону розподілу (див. рис. 2.2);

б) параметр «середнє значення напруги для флуктуаційної завади» дорівнює нулю.

У теорії ймовірностей визначено, що в межах $\pm 3\sigma$ випадкова величина, яка відповідає нормальному закону розподілу, появляється з ймовірністю 0,978 [див.: Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.:Наука, 1964.-С. 124-125].

Отже, враховуючи, що значення напруги флуктуаційної завади змінюється в межах граничних нижнього $(-U_{гр.н})$ і верхнього $(U_{гр.в})$ значень напруги (див. рис. 3.2), її діюче (ефективне) значення можна визначати так:

$$U_d = \sigma = \frac{U_{гр.в} - (-U_{гр.н})}{6} = \frac{U_{гр.в} + U_{гр.н}}{6} \quad 3.1$$

Величину ($U_{гр.в} + U_{гр.н}$) називатимемо «розмах сигналу».

Однак, такий метод визначення діючого (ефективного) значення напруги флюктуаційної завади дає помилку, оскільки нормальний закон розподілу передбачає появу випадкової величини в межах від $-\infty$ до $+\infty$. А реальний сигнал в інформаційних мережах завжди існує у визначених межах. Отже, діюче значення напруги флюктуаційної завади, визначене за формулою (3.1), буде меншим від фактичного. У статті [див.: Нетцер И. Проектирование малошумящих усилителей // ТИИЭР, т. 69, № 6, июнь 1981. - С. 58-74] автор на с. 60 показує, що ближче до фактичного значення ефективної напруги флюктуаційної завади отримаємо тоді, коли розмах сигналу ($U_{гр.в} + U_{гр.н}$) ділити не на 6, а на 5.

Беручи до уваги викладене вище, методика практичного визначення середнього значення потужності для флюктуаційної завади буде такою:

1) за допомогою осцилографа вимірюємо розмах флюктуаційної завади у визначеній точці системи передавання інформації (у цій лабораторній роботі – на виході каналу зв'язку).

2) обчислюємо діюче значення напруги флюктуаційної завади за формулою

$$U_d = \frac{U_{гр.в} + U_{гр.н}}{5} \quad 3.2$$

3) обчислюємо середнє значення флюктуаційної завади за формулою

$$P_\xi = \frac{U_d^2}{R} \quad 3.3$$

де R – значення величини опору, на якому проведено вимірювання напруги, що представляє розмах сигналу.

5.4. Методика роботи з «Приладом для вимірювання відносної частоти появи значень випадкового сигналу».

6. Результати виконаних досліджень

Подання результатів досліджень повинно містити:

6.1. Опис спостережень згідно з завданням п. 3.2.

6.2. Чотири характеристики «відносна частота появи значень сигналу» для гармонічного сигналу з випадковою фазою, зняті у разі двох значень частоти і двох значень амплітуди.

6.3. Чотири характеристики «відносна частота появи значень сигналу» для флюктуаційної завади, зняті у разі двох значень ефективної напруги і при двох значеннях верхньої частоти спектральної характеристики.

7. Висновки за результатами виконаних досліджень

Формулюючи висновки, необхідно дати відповідь на такі запитання:

7.1. Яку Ви побачили зміну в характеристиці «відносна частота появи значень *гармонічного сигналу*» у разі зміни його частоти?

7.2. Яку Ви побачили зміну в характеристиці «відносна частота появи значень *флуктуаційної завади*» у разі зміни ширини її спектральної характеристики?

7.3. Які нові практичні знання і вміння отримали Ви після виконання цієї лабораторної роботи?