

УДК 623.004.67

А.С. Олійник, В.М. Юрченко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ З ПРОМІЖНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ НАПРУГА-ЧАСТОТА

У роботі описано метод вимірювання частоти із проміжним перетворенням напруга-частота.

Ключеві слова: напруга-частота, вимірювальні прилади.

Вступ

Постановка задачі. Проблеми, які пов'язані з вимірюванням характеристик гармонічних сигналів із проміжним перетворенням напруги в частоту, постійно привертають увагу фахівців. Опис методу вимірювання частоти із проміжним перетворенням напруга-частота може бути корисним при розробці стендового та випробувального устаткування вимірювально-інформаційних систем, що знаходять своє використання в промисловості. Тому питання, яке розглядається у цієї роботи є актуальним для народного господарства України.

Аналіз літератури. У відомій літературі, яка присвячена питанням вимірювання характеристик гармонічних сигналів із проміжним перетворенням напруги в частоту [1 – 5], розглядаються питання, пов'язані з теоретичними основами цифрової вимірювальної техніки. Але деякі особливості вимірювання частоти із проміжним перетворенням напруга-частота не вказуються.

Метою роботи є дослідження методу вимірювання частоти із синусоїдального сигналу, заснований на перетворенні напруги в частоту проходження імпульсів.

Основний матеріал

Метод вимірювання частоти (періоду) синусоїдального сигналу, заснований на перетворенні напруги в частоту проходження імпульсів, зводиться до наступного.

Нехай досліджуваний сигнал описується як

$$U(t) = v_m \sin \omega t + \xi(t). \quad (1)$$

Цей сигнал перетвориться в пропорційну частоту проходження імпульсів

$$F(t) = K_f v_m \sin \omega t + K_f \xi(t), \quad (2)$$

де K_f – коефіцієнт перетворення напруги в частоту.

Частотно-модуляційний імпульсний $F(t)$ сигнал інтегрується на інтервали, який дорівнює напівперіоду вхідного сигналу, де виходить число імпульсів

$$N_T = \int_0^{T/2} F(t) dt. \quad (3)$$

Підставляючи співвідношення (2) у формулу (3), знаходимо

$$\begin{aligned} N_T &= K_F v_m s \int_0^{T/2} [\sin \omega t + \xi(t)] dt = \\ &= K_F v_m \int_0^{T/2} \sin \omega t dt + K_F \int_0^{T/2} \xi(t) dt = \frac{K_F v_m T}{\pi} + \Delta N_\xi = \\ &= N_T + \Delta N_\xi, \end{aligned} \quad (4)$$

де $N_T = \frac{K_F v_m T}{\pi}$ – інформативна, корисна складова

результату вимірювання, пропорційна періоду T

сигналу $U(t)$; $\Delta N_\xi = K_F \int_0^{T/2} \xi(t) dt$ – похибка, внесена

перешкодою.

Беручи до уваги тільки корисну складову результату вимірювання, запишемо

$$T = \frac{N_T \pi}{K_F v_m} = \frac{K_T}{v_m} N_T, \quad (5)$$

де $K_T = \pi / K_F$ – коефіцієнт пропорційності.

Частота досліджуваного сигналу визначиться з співвідношення

$$f = \frac{1}{T} = \frac{v_m}{K_T N_T} = \frac{K_F v_m}{N_T}, \quad (6)$$

де $K_F = 1 / K_T$.

Як видно зі співвідношення (6) результат вимірювання частоти f залежить від амплітуди v_m гармонійного сигналу. Для виключення цієї залежності досліджуваний сигнал можна піддати нормалізації за амплітудою, тобто домогтися $v_m = \text{const}$.

Тоді вираз (6) можна записати у вигляді

$$f = \frac{d_f}{N_T}, \quad (7)$$

де $d_f = K_f v_m$ – дискретність вимірювання частоти.

Для аналізу похибки ΔN_ξ , внесеної перешкодами, застосовуються оцінки алгоритму усереднення, які мають яскраво виражені фільтруючі властивості відносно перешкод. Зокрема, якщо перешкода є гармонійною із частотою, кратній частоті вимірюваного сигналу, то похибка $\Delta N_\xi = 0$.

Висновки

1. Описано метод вимірювання частоти із проміжним перетворенням напруга-частота.
2. Наведено співвідношення результату вимірювання частоти гармонійного сигналу.
3. За результатами вимірювання частоти гармонійного сигналу визначається похибка ΔN_{ξ} , яка внесена перешкодами.
4. Для аналізу похибки ΔN_{ξ} застосовуються оцінки алгоритму усереднення, які мають яскраво виражені фільтруючі властивості відносно перешкод.
5. Проведене дослідження, наведені співвідношення можуть бути корисними при розробці стендового та випробувального устаткування вимірювально-інформаційних систем, що знаходять своє використання в промисловості народного господарства України.

Список літератури

1. Чинков В.М. *Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник* / В.М. Чинков. – Х.: ХВУ, 2001. – 424 с.
2. Чинков В.Н. *Цифрові засоби вимірюваної техніки військового призначення: підручник* / В.М. Чинков. – Х.: ХУПС, 2007. – Ч. 1. – 244 с.
3. Гель П. *Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс: пер. с франц.* / П. Гель. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК, 1999. – 144 с.
4. Прянишников В.А. *Интегрирующие цифровые вольтметры постоянного тока* / В.А. Прянишников. – Л.: Энергия, 1976. – 224 с.
5. Новицкий П.В. *Цифровые приборы с частотными датчиками* / П.В. Новицкий, В.Г. Кнорринг, В.С. Гутников. – Л.: Энергия, 1970. – 424 с.

Надійшло до редколегії 21.11.2008

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЕ-ЧАСТОТА

А.С. Олейник, В.М. Юрченко

В работе описан метод измерения частоты с промежуточным преобразованием напряжение-частота.
Ключевые слова: напряжение-частота, измерительные приборы.

METHOD OF MEASURING OF FREQUENCY WITH INTERMEDIATE TRANSFORMATION TENSION-FREQUENCY

A.S. Oleynik, V.M. Yurchenko

In work the method of measuring of frequency is described with intermediate transformation tension-frequency.
Keywords: tension-frequency, measurings devices.