

ВИМІРЮВАННЯ РІЗНИЦІ ФАЗ МІЖ ДВОМА СИГНАЛАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі запропоновано використовувати модифікований метод детектування переходу через нуль для визначення фазового зсуву між сигналами для фазо-частотного засобу вимірювального контролю плинних середовищ та описано процес вимірювання.

Ключові слова: вимірювання різниці фаз, метод детектування переходу через нуль, фазо-частотний метод.

Abstract

In this work was proposed to use a modified zero-crossing detection method to determine the phase shift between signals for the phase-frequency means of measuring control of flow environment and described the process of measuring.

Keywords: phase difference measurement, zero-crossing detection method, phase-frequency method.

В [1] описано ультразвуковий метод вимірювання швидкості потоку плинного середовища за рахунок вимірювання різниці фаз між передавальним і приймальним сигналами за та проти потоку. Основними вимогами даного методу для виміру різниці фаз є точність та швидкодія.

Існує безліч методів знаходження зсуву фаз між двома сигналами. Для цифрової реалізації найбільш розповсюдженим є метод перетворення Фур'є з подальшим використанням фазової складової [2], проте такий метод потребує значної швидкодії АЦП та обчислювальних можливостей процесора, особливо якщо використовувати двоканальний режим, при якому необхідно оцифровувати та проводити розрахунки над чотирма сигналами ультразвукового діапазону в реальному часі, тому даний метод не забезпечить необхідної швидкодії. Метод перетворення різниці фаз в напругу потребує стабільності амплітуд сигналів [3], що для даного використання потребує схеми автоматичного регулювання підсилення, що в свою чергу вносить систематичну змінну похибку. Метод компенсації фазового зсуву має досить високу точність [4], але низьку швидкодію. З огляду на вищевказане, більш простішим методом є детектування переходу сигналу через нуль що забезпечує високу швидкодію і достатню точність. Для визначення різниці фаз між двома синусоїдальними сигналами з нульовими або однаковими постійними складовими достатньо визначити час між подіями T1 та T2 або T3 та T4 (рис. 1).

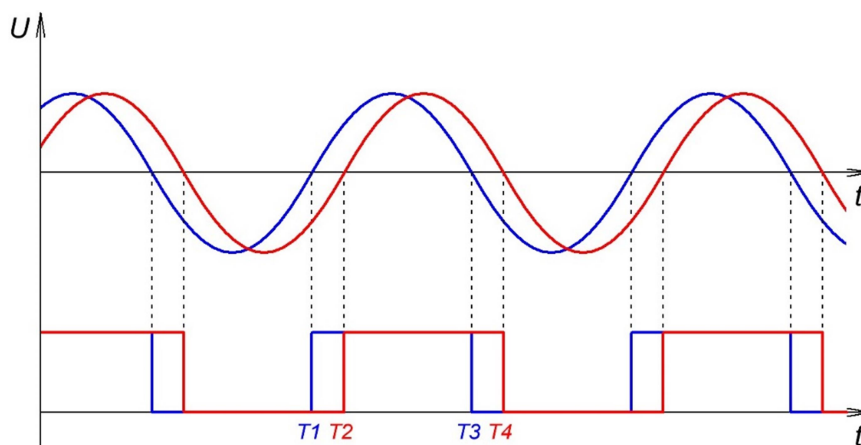


Рисунок 1 – Визначення різниці фаз між двома синусоїдальними сигналами з нульовими або однаковими постійними складовими

Проте, якщо синусоїдальні сигнали мають певні постійні складові і вони є різними за величиною, що є звичайною справою після підсилення сигналу, для визначення різниці фаз між двома синусоїдальними сигналами запропоновано враховувати як час між подіями T1 та T2 так і час між подіями T3 та T4 (рис. 2).

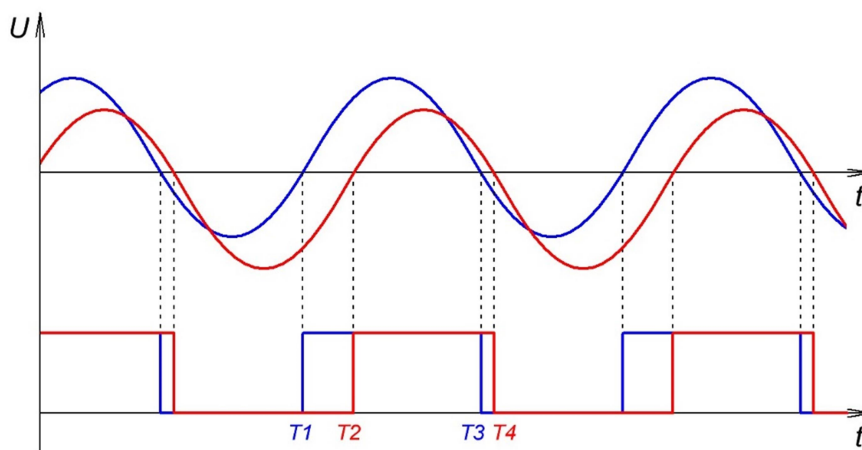


Рисунок 2 – Визначення різниці фаз між двома синусоїдальними сигналами з різними постійними складовими

Тому різниця фаз буде розраховуватись за формулою

$$\varphi = \frac{(T_1 - T_2) + (T_3 - T_4)}{2} \cdot f \cdot 360; \quad (1)$$

де f – частота сигналу.

Для фіксації вищеписаних подій запропоновано використовувати модуль захоплення мікроконтролера. Точність визначення різниці фаз залежить від дискретизації. При роботі модуля захоплення на частоті 200 МГц дискретність визначення різниці фаз між сигналами частотою 200 кГц становитиме $\pm 0,36^\circ$. Даний метод дозволяє визначати зсув фаз кожний період вхідного сигналу, що дозволяє використати додаткову фільтрацію. З огляду на вищеписане, такий метод виміру різниці фаз між двома сигналами дозволяє використовувати його в фазо-частотному засобі вимірювального контролю плинних середовищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Й. Й. Білинський і В. Б. Бурдейний, «ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ФАЗО-ЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ШВИДКОСТІ ПОТОКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ЗАКРИТИХ ТРУБОПРОВОДАХ МАЛОГО ДІАМЕТРА», Вісник ВПІ, вип. 5, с. 7–13, Жов 2019.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. — 2-е изд. — СПб : Питер, 2006. — 751 с.
3. Т. В. Яковлева, «Метод определения фазового сдвига квазигармонических сигналов, основанный на анализе огибающей» Компьютерная оптика, № 6, с. 950-956, 2017.
4. М. К. Чмых, Цифровая фазометрия. Москва: Радио и связь, 1993.

Білинський Йосип Йосипович – доктор техн.наук, проф., зав. кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: yosyp.bilynsky@gmail.com

Бурдейний Валентин Борисович – аспірант кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: burdeinyi.v.b@gmail.com

Yosyp Bilynsky – Doctor of Technical Sciences, Prof., Head. Department of ENS, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia; Email: yosyp.bilynsky@gmail.com

Valentyn Burdeinyi – postgraduate of the department of ENS, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: burdeinyi.v.b@gmail.com