

# ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ В МИКРОВОЛНОВОМ ТРАКТЕ

Бакши А.А.

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Гимпилевич Ю.Б.  
 Севастопольский национальный технический университет, Украина  
 E-mail: alina.bakshi@mail.ru

*Аннотация* — Предложен цифровой алгоритм определения уровня проходящей мощности и коэффициента отражения в микроволновом тракте.

## 1. Введение

Задача создания встроенных приборов, обладающих повышенной стабильностью метрологических характеристик является весьма актуальной. В докладе рассмотрен принцип построения встроенного измерителя уровня проходящей мощности и коэффициента отражения в СВЧ тракте, основанного на цифровой обработке измерительных сигналов.

## 2. Основная часть

Зная падающую  $P_n$  и отраженную  $P_o$  мощности, можно определить проходящую мощность  $P_{пр}$ , а также величину коэффициента отражения  $\Gamma$ :

$$P_{пр} = P_n - P_o; \quad (1)$$

$$\Gamma = \sqrt{P_o/P_n}. \quad (2)$$

Наиболее перспективным для решения поставленной задачи является детекторный метод измерения СВЧ мощности, поскольку он обеспечивает высокое быстродействие, широкополосность и простоту аппаратной реализации [1]. На рис. 1 представлена разработанная функциональная схема измерителя на основе этого метода измерения мощности.

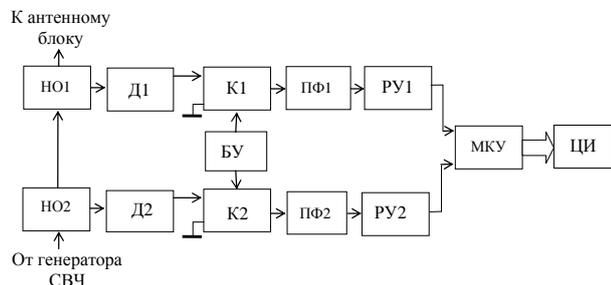


Рис. 1

Электромагнитная волна от СВЧ генератора передается по линии передачи через направленные ответвители NO1 и NO2 к антенному блоку, где часть ее отражается и движется в противоположном направлении. Ответвленные сигналы с NO1 и NO2 поступают на детекторы D1 и D2, на выходах которых формируется два постоянных напряжения, пропорциональных логарифмам падающей и отраженной мощностей. Эти напряжения подаются на первые входы коммутаторов K1 и K2, вторые входы которых подключаются к корпусу. Блок управления (БУ) осуществляет периодическое переключение коммутаторов K1 и K2, что приводит к формированию на выходах этих коммутаторов переменных напряжений (меандров). Это позволяет применить усилители переменного тока, то есть уменьшить дрейф нуля. Полосовые фильтры ПФ1 и ПФ2, выделяют первые гармоники, амплитуды которых пропорциональны логарифмам падающей и отраженной волн. Эти гармонические колебания поступают на усилители с регулируемыми коэффициентами усиления PY1, PY2, кото-

рые усиливают их до требуемого уровня. Микроконтроллерное устройство (МКУ), осуществляет дискретизацию гармонических колебаний и преобразование отсчетов в цифровые коды. Выберем интервал дискретизации  $T_d = T/4$ , где  $T$  — период первой гармоники. При этом число выборок дискретного сигнала на периоде равно  $N = 4$ . В этом случае выражения для отсчетов дискретных сигналов в каналах падающей  $u_1(k)$  и отраженной  $u_2(k)$  имеют вид:

$$u_1(k) = U_1 \cos\left(\frac{\pi}{2}k + \theta_1\right); \quad u_2(k) = U_2 \cos\left(\frac{\pi}{2}k + \theta_2\right), \quad (3)$$

где  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  — амплитуды и начальные фазы гармоник в каналах падающей и отраженной волн.

МКУ осуществляет дискретное преобразование Фурье (ДФФ) временных последовательностей (4). В результате определяются комплексные амплитуды  $A_{11}$  и  $A_{12}$  первых гармоник дискретных сигналов (3):

$$A_{11} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} u_1(k) e^{-j\frac{2\pi}{N}k}; \quad A_{12} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} u_2(k) e^{-j\frac{2\pi}{N}k}. \quad (4)$$

Подставим (3) в (4) и учтем, что  $N = 4$ . Тогда

$$A_{11} = U_1 e^{j\theta_1} / 2; \quad A_{12} = U_2 e^{j\theta_2} / 2. \quad (5)$$

Из (5) следует, что, модули комплексных амплитуд пропорциональны амплитудам  $U_1$  и  $U_2$ . Далее МКУ осуществляет антилогарифмические операции с модулями комплексных амплитуд (5). В результате этого определяются уровни падающей  $P_n$  и отраженной  $P_o$  волн. Затем осуществляется расчет по формулам (1) и (2). Результаты расчета отображаются цифровым индикатором ЦИ.

## 3. Заключение

Показана возможность создания высокостабильного измерителя уровня проходящей мощности и коэффициента отражения в микроволновом тракте. Разработан цифровой алгоритм обработки информации.

## 4. Список литературы

- [1] Кукуш В.Д. Электрорадиоизмерения / В.Д. Кукуш. — М.: Радио и связь, 1985. — 149 с.
- [2] Гимпилевич Ю.Б. Измерение и контроль параметров микроволновых трактов / Ю.Б. Гимпилевич. — Севастополь: изд-во СевНТУ, 2009. — 293 с.

## MEASURING DEVICE OF THE POWER LEVEL AND THE REFLECTION COEFFICIENT IN THE MICROWAVE PATH

Bakshi A.A.

Scientific adviser: Gimpilevich Yu.B.  
 Sevastopol National Technical University, Ukraine

*Abstract* — A digital algorithm to determine the passing power level and the reflection coefficient in the microwave path is considered.