

ВЛИЯНИЕ ДОБРОТНОСТИ РЕЗОНАТОРНОГО ДАТЧИКА НА РАБОТУ СИСТЕМЫ АПЧ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СВЧ ГЕНЕРАТОРА

Васильев Ю.С.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Бондаренко И.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Микроэлектроники, электронных приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62,
E-mail: d_meda@nure.ua

Information on the nature of the changes in the parameters of the information signal generation system can be obtained by analyzing the changes in the characteristics of the discriminator with a resonator measuring transducer as a reference. The nature of the change in the amplitude of the output signal of the discriminator indicates strong dependence, both from the frequency deviation modulation, and the magnitude of the quality factor of the reference resonator.

Во многих работах по сканирующей микроволновой микроскопии (СММ) в качестве системы формирования информационных сигналов используется система АПЧ измерительного СВЧ генератора по резонансному измерительному преобразователю (РИП) с частотной модуляцией СВЧ генератора [1, 2].

Однако, в результате изменения параметров эталона (в нашем случае РИП) будут также изменяться и параметры системы авторегулирования, что, в свою очередь, ведет к изменению функциональных связей измерительных величин и, соответственно, к снижению точности и чувствительности измерения информационных параметров.

Обобщенное уравнение авторегулирования для однокольцевой системы АПЧ (ЧАП) можно записать следующим образом:

$$\Delta f_{\text{ст}}(t) = \Delta f_{\text{ст.с}}(t) + K_{\text{У}} \cdot K_{\text{Т}} \cdot K_{\text{Ф}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{П}} [\Delta f_{\text{эт}}(t) - \Delta f_{\text{ст}}(t) - \Delta f_{\text{д}}(t)],$$

где $K_{\text{У}}$, $K_{\text{Т}}$, $K_{\text{Ф}}$, $K_{\text{Д}}$, $K_{\text{П}}$ – операторы управляющего элемента, УПТ, ФНЧ, дискриминатора, УПЧ; $\Delta f_{\text{ст.с}}(t)$ – изменение собственной частоты стабилизируемого генератора; $\Delta f_{\text{д}}(t)$ – средняя частота дискриминатора; $\Delta f_{\text{эт}}(t)$ – изменение частоты эталонного генератора; $\Delta f_{\text{ст}}(t)$ – изменение частоты стабилизируемого генератора в процессе подстройки.

Анализ уравнения при допущении неустойчивости (вариации) характеристик эталонного сигнала приводит к выводу, что основным элементом, влияющим на изменения параметров системы авторегулирования, будет оператор или функция передачи дискриминатора $K_{\text{Д}}$, поскольку операторы остальных элементов при этом функционально не меняются.

Таким образом, информацию о характере изменения параметров системы формирования информационных сигналов при изменениях резонансной частоты и добротности РИП можно получить при анализе соответствующих изменений функции $K_d(\Delta f_{\text{эт}}, Q_{\text{эт}})$ или $U_d(\Delta f_{\text{эт}}, Q_{\text{эт}})$.

Выходное напряжение дискриминатора можно записать в следующем виде:

$$u_d = \frac{\alpha P_0}{1 + (a_1 - a_0 \sin \Omega t)^2},$$

где P_0 – мощность, подводимая к детектору при резонансе; α – коэффициент, зависящий от чувствительности детекторов; $a_0 = 2Q_0 \frac{\Delta f_0}{f_{0r}}$ – обобщенная амплитуда девиации частоты; Q_0 – добротность резонатора; $a_1 = 2Q_0 \frac{\Delta f}{f_{0p}}$ – обобщенная расстройка; Δf – отклонение частоты генератора от частоты резонатора; f_{0p} – частота настройки резонатора.

Анализ характеристик дискриминатора показывает сильную их зависимость, как от девиации частоты модуляции, так и от величины добротности эталонного резонатора – РИП (рис. 1, 2).

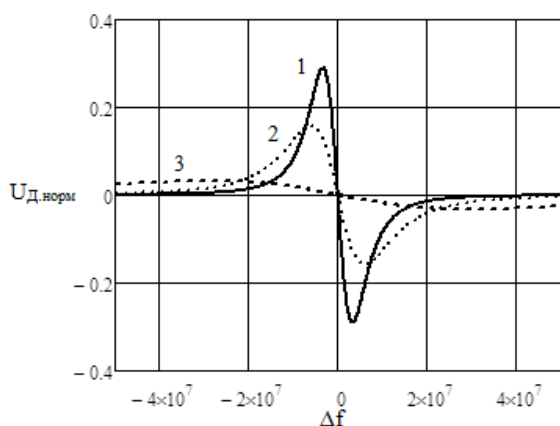


Рис.1 Зависимости нормированных значений выходного сигнала дискриминатора от величины частотной расстройки при $f = 10$ ГГц, $a_0 = 0,5$, $Q_p = 10^3$ (1); $5 \cdot 10^2$ (2); 10^2 (3).

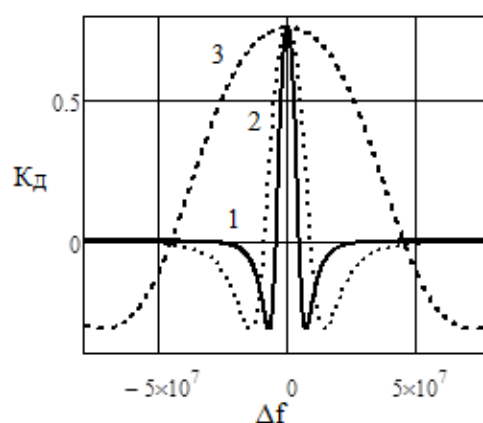


Рис. 2 Зависимости изменения крутизны характеристики дискриминатора от величины частотной расстройки при $Q_p = 10^3$ (1); $5 \cdot 10^2$ (2); 10^2 (3).

Список использованной литературы:

1. *Imtiaz Atif, Anlage S.M.* Effect of tip geometry on contrast and spatial resolution of near-field microwave microscope // *Jorn. of Appl. Phys.*, 2006, 100, 044304.
2. *Бондаренко И.Н., Гордиенко Ю.Е., Ларкин С.Ю.* Применение системы АПЧ измерительного генератора в микроволновой сканирующей микроскопии // *Радиоэлектроника и информатика*, 2009, №3, с. 3-6.