

2. Гареев, А.М. Упреждающее обслуживание гидравлических систем летательных аппаратов [Текст]: Монография / А.М. Гареев, С.Н. Тиц – Самара: Издательство Самарского научного центра Российской академии наук, 2010. - 110 с.

УДК 621.3.011.32

ПРИМЕНЕНИЕ ГИР ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПАССИВНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МАНИПУЛЯТОРА

С.А. Куликов, В.А. Днищенко
Самарский университет, г. Самара

В радиотехнике часто приходится рассчитывать, изготавливать и настраивать пассивные колебательные LC-цепи. В радиолюбительской практике давно известен достаточно эффективный и одновременно простой способ измерения частоты настройки колебательного контура с применением гетеродинного индикатора резонанса (ГИР). Достоинствами данного метода являются простота измерительной аппаратуры и гальваническая развязка с исследуемым контуром. Для проведения измерений достаточно, чтобы настраиваемый контур находился в зоне действия магнитного поля катушки измерительного генератора [1].

Принцип работы ГИР основан на явлении перераспределения энергии в связанных контурах в момент настройки их в резонанс [1]. Упрощенная схема ГИР приведена на рисунке 1.

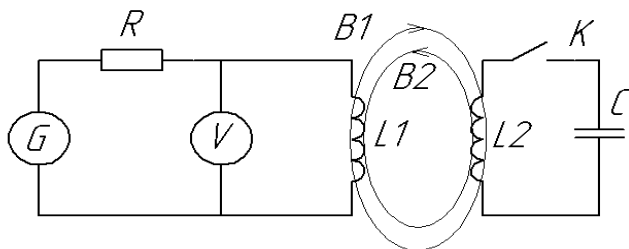


Рисунок 1 – Упрощенная схема ГИР

Катушка L1 генератора высокой частоты G является элементом, который излучает высокочастотную энергию генератора в окружающее пространство. Если в зону действия катушки прибора поместить контур, резонансная частота которого совпадает с генерируемой, то этот контур, отбирая энергию генератора, в зависимости от коэффициента связи между катушкой и контуром, а также от добротности контуров может уменьшать амплитуду генерируемых колебаний или сорвать их. Момент изменений

амплитуды генерируемых колебаний обнаруживается с помощью высокочастотного вольтметра V.

Рассматриваемое явление может быть положено в основу работы канала фиксации момента нажатия командной кнопки беспроводного пассивного манипулятора.

Для проверки практической реализуемости варианта построения пассивного компьютерного манипулятора, основанного на ГИР, при реальных расстояниях между дистанционным манипулятором и генерируемым блоком была оценена величина коэффициента связи между катушками при этих расстояниях.

Количественно связь контуров через общее магнитное поле оценивается коэффициентом связи [2]:

$$K_{св} = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}, \quad (1)$$

где L_1 и L_2 – индуктивности контуров генератора и исследуемой LC-цепи, M – взаимная индуктивность связанных контуров.

Эта величина сложным образом зависит от геометрических размеров связанных контуров, числа витков в них и от их взаимного расположения. Исчерпывающая информация о расчете взаимных индуктивностей при различных конфигурациях катушек приведена в [2]. Воспользуемся материалами этой справочной книги для расчета коэффициента связи между двумя одинаковыми соленоидами при параллельном (а) и коаксиальном (б) расположении их осей (рисунок 2).

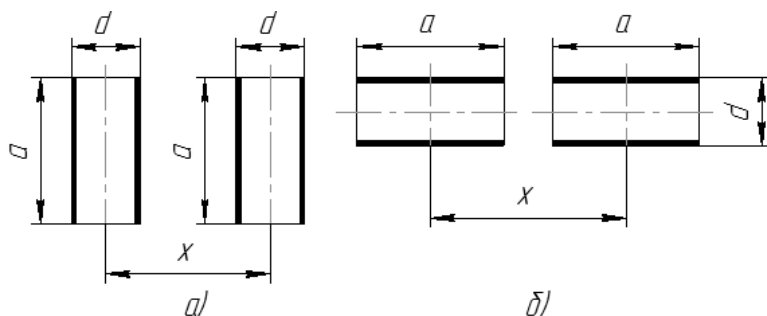


Рисунок 2 – Взаимное расположение соленоидов

В программе MATLAB были произведены расчёты по формулам (2) и (3) [2] и получены графики зависимости коэффициента связи от расстояния между осями соленоидов x и от диаметров соленоидов d . Длина намотки соленоидов оставалась постоянной и равной $a = 10$ мм. Графики, полученные при моделировании, приведены на рисунке 3.

Зависимость взаимной индуктивности связанных контуров, при параллельном и коаксиальном расположении осей описывается формулами (2) и (3) [2] соответственно:

$$M = \frac{\pi}{16} \cdot \mu_0 \cdot \frac{d^2}{a^2} \cdot w^2 \cdot \xi \left[\frac{b}{x} - 1 + \frac{\xi^2}{2} \left(1 - \frac{3}{2} \eta^2 + \frac{1}{2 \cdot \eta^3} \right) - \frac{5}{8} \xi^4 \left(1 - 5\eta^2 + \frac{35}{8} \eta^4 - \frac{3}{8 \cdot \eta^5} \right) + \frac{35}{32} \xi^6 \left(1 - \frac{21}{22} \eta^2 + \frac{189}{8} \eta^4 - \frac{231}{16} \eta^6 + \frac{5}{16 \cdot \eta^7} \right) \right] \quad (2)$$

$$M = \frac{\pi}{8} \cdot \mu_0 \cdot \frac{d^2}{a} \cdot \frac{q_2}{l_2} \cdot w^2 \left[1 - \frac{d^2}{8 \cdot l_2^2} \cdot \beta_2^2 (\xi_2 + \xi_4 \cdot \eta_2'' \cdot \beta_2^2 + \xi_6 \cdot \eta_4'' \cdot \beta_2^4) \right] - \frac{\pi}{8} \cdot \mu_0 \cdot \frac{d^2}{a} \cdot \frac{q_1}{l_1} \cdot w^2 \left[1 - \frac{d^2}{8 \cdot l_1^2} \cdot \beta_1^2 (\xi_2 + \xi_4 \cdot \eta_2' \cdot \beta_1^2 + \xi_6 \cdot \eta_4' \cdot \beta_1^4) \right] \quad (3)$$

Все величины, входящие в формулы (2) и (3) приведены в [2].

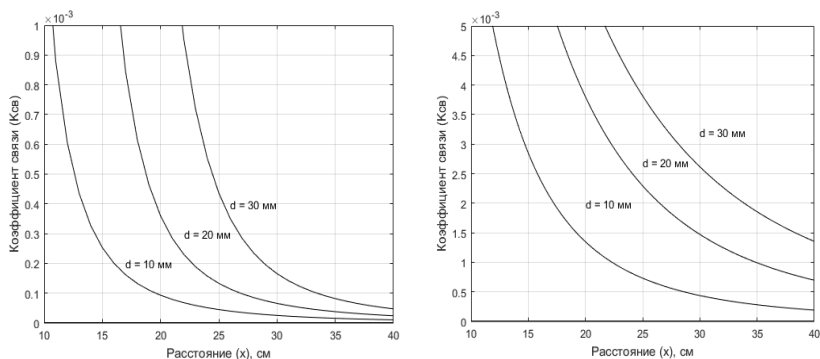


Рисунок 3– Графики зависимостей коэффициента связи от расстояния между катушками для разных диаметров катушки при параллельном (слева) и коаксиальном (справа) расположении осей

Таким образом, теоретический расчет показывает возможность применения ГИР для построения пассивного компьютерного манипулятора.

Список использованных источников:

1. Гвоздицкий Г. Гетеродинный индикатор резонанса // Радио, 1993, №1, с. 36-37.
2. Калантаров П.Л. Расчет индуктивностей: справочная книга [текст]/П.Л.Калантаров, Л.А.Цейтлин, – Л.: Энергоатомиздат., 1986. –488 с.