

ФИЗИКО–МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 531.8

А.Ю.Озолин (5 курс, каф. МПУ), Л.В.Штукин, к.ф.-м.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОНА КАК ЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ АВТОБЛОКИРОВКИ

Для перехода на более высокую частоту сигнального тока в рельсовой цепи в данной работе было предложено в качестве логического элемента системы автоблокировки использовать параметрон, принцип действия которого основан на явлении параметрического возбуждения колебаний и который удовлетворяет требованиям безопасности.

Принципиальная схема параметрона представлена на рис. 1.

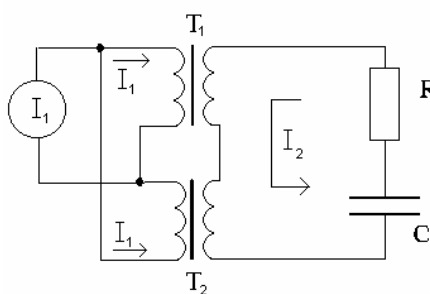


Рис.1. Схема параметрона.

Схема содержит два одинаковых трансформатора, имеющие ферромагнитные магнитопроводы. Их первичные обмотки подключены к источнику тока I_1 , который задан.

Ток $I_1 = I_0(1 + h \cos 2\omega t)$ состоит из постоянного тока, который обеспечивает создание постоянного подмагничивания в катушке индуктивности, и переменного тока частоты 2ω и амплитуды hI_0 . Первичные обмотки включены встречно, а вторичные – последовательно. Вторичные обмотки нагружены на цепь,

которая состоит из последовательно включенного конденсатора С и резистора R.

Источник пульсирующего тока располагается в начале блок-участка, а приемная часть, состоящая из двух трансформаторов и колебательного контура, подключена через рельсовую цепь к концу блок-участка. Если на участке находится поезд, то постоянное подмагничивание не создаст параметрических колебаний и реле зажжет запрещающий сигнал – красный свет. Если блок-участок свободен, то пульсирующий ток создаст параметрические колебания с частотой равной половине частоты возбуждения и зажжется разрешающий сигнал. При попадании в рельсовую цепь помехи колебания не возникнут.

Для материала магнитопровода при наличии насыщения была выбрана следующая зависимость индукции В от напряженности магнитного поля Н

$$B = \mu_0 \mu (H - \alpha H^3), \quad (1)$$

где μ_0 - магнитная постоянная, μ - магнитная проницаемость.

В результате с помощью уравнений Лагранжа-Максвелла было получено следующее уравнение колебательного контура параметрона:

$$((1 - m \cos 2\omega t) - \gamma i^2 / \lambda^2) \ddot{u} + 2m\omega i \sin 2\omega t + 2n\dot{u} + \lambda^2 u = 0,$$

где u – безразмерное напряжение на обкладках конденсатора.

Колебательный режим в контуре с частотой ω искали в таком виде:

$$u = A \cos(\omega t - \delta),$$

где А – амплитуда установившегося безразмерного напряжения.

Резонансная кривая определяется по следующей формуле:

$$a = 2\sqrt{(z^2 - 1 \pm \sqrt{(mz^2/2)^2 - (2\nu z)^2}) / z^2}.$$

На рис. 2 показана зависимость амплитуды a от частоты z при различных значениях амплитуды пульсаций m и затухания ν .

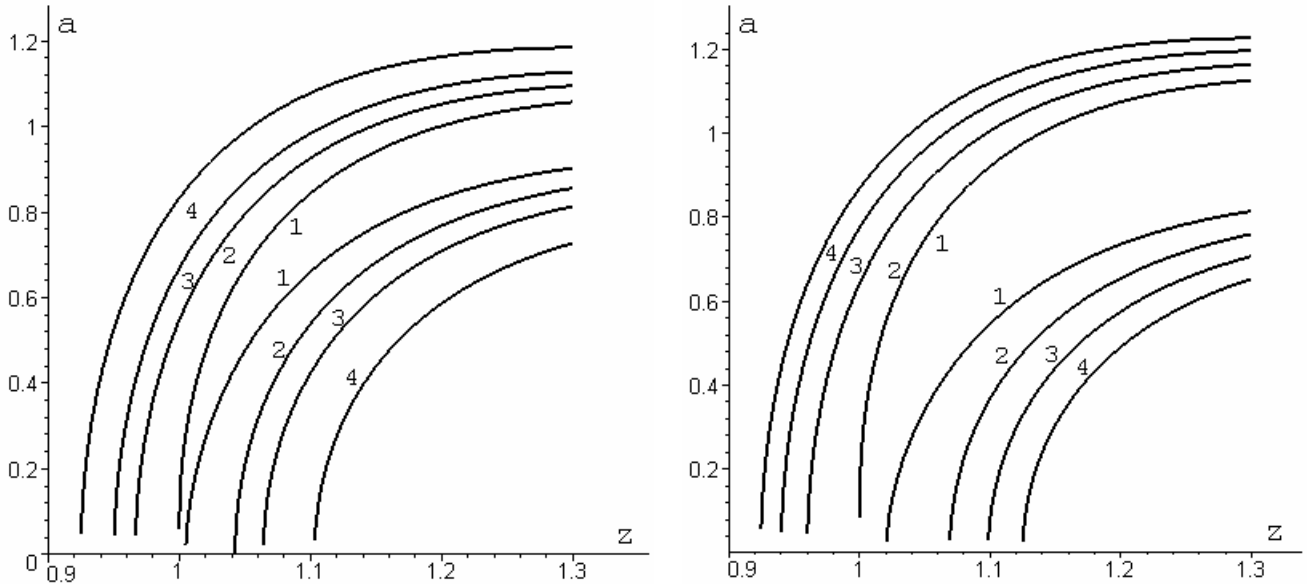


Рис. 2. Резонансная кривая.

1 - $m=0.2$, 2 - $m=0.25$, 3 - $m=0.3$, 4 - $m=0.4$, $\nu=0.05$ 1 - $m=0.4$, 2 - $m=0.45$, 3 - $m=0.5$, 4 - $m=0.55$, $\nu=0.1$

Возникновение колебательного режима с частотой, равной половине частоты возбуждения, возможно только в узком диапазоне вблизи собственной частоты контура. Ширина этого диапазона зависит от амплитуды пульсаций и от затухания в контуре. При данном затухании колебания возникают только при амплитуде пульсаций, превосходящей некоторое критическое значение. С увеличением затухания увеличивается и критическое значение амплитуды пульсаций.

Была собрана схема, показанная на рис. 1, и проведена серия экспериментов при различных наборах параметров. Качественные выводы, сделанные из рис. 2, подтвердились, однако количественно не совсем совпали. Это связано с тем, что модель для магнитопровода (1) требует уточнения.