

Отчет по лабораторной работе №1

Вынужденная синхронизация

Работу выполнили студенты
430 группы радиофизического факультета
Сарафанов Ф.Г., Платонова М.В.

Нижний Новгород, 23 апреля – 21 апреля 2019 г.

Содержание

Введение	2
1. Структурная схема и обобщенная модель генератора	2
2. Синхронизация мягкого режима	3
2.1. Модели генератора в мягком режиме возбуждения	3

Введение

Синхронизация колебаний - согласование частот, фаз или др. характеристик сигналов, генерируемых взаимодействующими колебательными системами. Различают взаимную синхронизацию колебаний, когда парциальные подсистемы перестраивают режим колебаний друг друга, и внешнюю (вынужденную) синхронизацию колебаний, когда характеристики колебаний системы (систем) изменяются под действием внешней силы. Вынужденную синхронизацию по частоте колебаний называют захватыванием частоты.

Захватывание частоты - явление, состоящее в том, что автоколебательная система (автогенератор) при воздействии на неё периодически изменяющейся во времени внешней силы совершает колебания не с частотой автоколебаний ω_0 , а с частотой ω внешнего воздействия. Захват частоты осуществляется благодаря нелинейности и диссипативности и имеет место при условии, что частоты ω_0 и ω не слишком отличаются друг от друга, то есть для некоторого ограниченного диапазона частотных расстроек, который называется полосой захвата. Полоса захвата зависит от свойств автогенератора и от амплитуды внешней силы. Захват частоты может наблюдаться в автоколебательных системах любой физической природы и при различных периодических внешних воздействиях. Впервые же оно было обнаружено и объяснено для томпсоновского генератора с синусоидальным воздействием. Другой распространённый термин для захвата частоты синхронизация автогенератора внешней силой.

Наиболее полно развита теория синхронизации колебаний для квазигармонических колебаний в слабо нелинейных системах [1-3]. Целью настоящей работы является изучение явления синхронизации (захвата) лампового генератора внешней гармонической силой, частота и которой близка к собственной частоте генератора ω_0 .

1. Структурная схема и обобщенная модель генератора

Схема генератора и графики анодно-сеточной и сеточной характеристик лампы приведены на рис.1. Уравнения генератора, составленные без учета реакции анода и межэлектродных емкостей, имеют вид

где i_a и i_c – анодный и сеточный токи лампы, зависящие в общем случае от анодного и сеточного напряжения. Если напряжения на сетке положительны, но не велики, то сила тока в цепи сетки будет мала по сравнению с силой анодного тока $i_c \ll i_a$ (при отрицательных напряжениях на сетке ток в цепи сетки практически исчезает).

На практике к условию отсутствия сеточного тока можно подойти достаточно близко, выбирая режим работы лампы так, чтобы напряжение на сетке не переходило в область положительных значений. В этом случае наличием тока в цепи сетки можно пренебречь $i_c(u) = 0$. Далее будем рассматривать именно такой случай.

Рис. 1. Схема лампового генератора с гармоническим воздействием (а), графики анодносеточной и сеточной характеристик лампы (б)

Для математического анализа уравнения (1) необходимо иметь характеристики электронной лампы в явном виде. Наиболее обычный путь – представление функции $i_a(u)$ при помощи полинома. Во многих случаях характеристики лампы могут быть с достаточной точностью аппроксимированы полиномами третьей или пятой степени, симметричными относительно рабочей точки (см. [4], стр.540.), при этом переменное напряжение на сетке лампы удобно рассматривать относительно постоянного сеточного смещения E_0 , т.е. $u = u + E_0$. Напомним, что при аппроксимации характеристики лампы полиномом третьей степени возникающий автоколебательный режим всегда является мягким, а в случае полинома пятой степени он может быть жестким (см. [5], стр.684).

2. Синхронизация мягкого режима

2.1. Модели генератора в мягком режиме возбуждения

Рассмотрим случай, когда автономный генератор находится в режиме мягкого самовозбуждения. Для этого случая достаточно характеристику лампы аппроксимировать полиномом 3-й степени $i_a(u) = i_0 + S_0 u - i_c$, где напряжения отсечки и насыщения расположены симметрично относительно рабочей точки. Для этих напряжений крутизна характеристики лампы обращается в ноль, в частности,