

Лабораторная работа:
Параметрический резонанс

Воробьев А.В.

12 марта 2006 г.

Теоретическая часть.

Резонансом в общем случае можно назвать специфическое явление, когда результат воздействия периодической внешней силы на колебательную систему существенным образом зависит от темпа воздействия, т.е. от периода силы.

Возможен, однако, и резонанс несколько другого рода, когда внешняя сила не действует непосредственно на колеблющуюся величину, а лишь изменяет параметры системы. Например, маятник при некоторых условиях можно раскачать, периодически изменяя его длину, даже если внешняя сила не создает сама по себе вращательного момента, как в обычном случае. Таким же образом колебания в электрическом контуре можно возбудить не прикладывая к нему извне э.д.с., если периодически изменять параметры контура. Это явление называется параметрическим резонансом.

Из второго закона Кирхгофа следует:

$$iR + \frac{q}{C(t)} + \frac{d}{dt}[L(t)i] = 0 \quad (1)$$

где как обычно q и i заряд конденсатора и ток в контуре, величина $\Psi = L(t)i$ представляет собой магнитный поток в катушке.

После умножения (1) на $i = \frac{dq}{dt}$ получим

$$\frac{dW}{dt} = -i^2 R(t) - \frac{1}{2} \left(i^2 \frac{dL}{dt} + V^2 \frac{dC}{dt} \right) \quad (2)$$

где $V = \frac{q}{C}$ - напряжение на конденсаторе, $W = \frac{1}{2}(Li^2 + CV^2)$ - запасенная в контуре электромагнитная энергия.

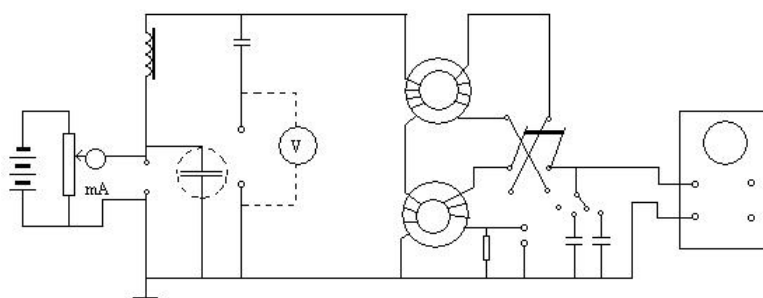
Первый член в правой части (2), как и в контуре с постоянными параметрами, соответствует тепловым потерям. Второй же член означает, что изменение параметров L и C также влияет на энергию в контуре, т.е. силы, изменяющие эти параметры, совершают определенную работу.

При уменьшении L и C электромагнитная энергия может быть увеличена без подключения к контуру внешней э.д.с. Очевидно, уменьшение параметров возможно лишь в конечных пределах, поэтому для достижения значительной раскачки колебаний процесс необходимо периодически повторять. При увеличении L и C , однако, электромагнитная энергия убывает. Чтобы при этом не растерять полученный ранее энергетический выигрыш, увеличение емкости выгодно производить в те моменты, когда заряд конденсатора минимален (а индуктивность - когда минимален ток) и уменьшать при максимальном заряде. Таким образом, в принципе можно обеспечить монотонную раскачку колебаний в контуре. При противоположных фазах (уменьшение C при малом заряде, увеличение при большом), наоборот, колебания будут быстро затухать.

Явление параметрического резонанса в последнее время находит различные применения, например, для создания параметрических преобразователей

частоты (в частности, делителей), в быстродействующих запоминающих устройствах для вычислительных машин (так называемые параметроны). Кроме того, это явление используется в параметрических усилителях слабых сигналов, в особенности на высоких частотах.

Схема установки:



Практическая часть.

1. Мы исследовали зависимость индуктивности контура от силы тока в первичных обмотках и построили график.

2. Мы увеличивали амплитуду напряжения V_n , подводимого к клеммам "накачка" и наблюдали нелинейные искажения, которые при этом возникают.

3. Мы получили параметрический резонанс в основной зоне. Для этого мы переключили коммутатор в положение "работа" и, включив емкость C_2 , регулировкой f_n , V_n и i добились возбуждения колебаний. Затем мы сняли зависимость амплитуды колебаний от частоты и построили графики.

4. Мы исследовали зависимость амплитуды генерируемых колебаний от амплитуды накачки V_n при фиксированных значениях тока смещения и частоты накачки и построили графики.

5. Мы получили параметрический резонанс во второй зоне при напряжении накачки 1,44 В.

6. Мы исследовали модель параметрического усилителя, для этого мы установили ток смещения равным 60 мА. Затем уменьшив до нуля амплитуду накачки мы подключили генератор сигнала к клеммам "вход" и настроились на резонанс. Мы получили коэффициент усиления равным 12,5. Также мы оценили полосу генерации: 150 Гц.

Вывод: В данной работе мы исследовали явление параметрического резонанса, параметрический усилитель.