**ЛЕКЦИЯ №6. ОБЪЕМНЫЕ РЕЗОНАТОРЫ.**

**План:**

6.1. Общие сведения о резонаторах. Классификация.

6.2. Объемные резонаторы волноводного типа.

6.3. Добротность объемного резонатора.

6.4. Структура полей в резонаторах волноводного типа.

**6.1. Общие сведения о резонаторах. Классификация.**

Мы изучали в теории цепей колебательные контура, которые в общем-то предназначены для накопления энергии. Причем последовательный контур – последовательное соединение емкости и индуктивности, которые обмениваются энергией и накопляют электрическую и магнитную энергию.

А как нам эту энергию подкопить?

На наших диапазонах частот (СВЧ) конденсатор и катушка должны быть огромных размеров. То есть физически реализовать колебательный контур невозможно.

Поэтому в технике СВЧ используют резонаторы.

Мы обратим внимание на резонаторы в основном волноводного типа, потому что не волноводного типа используются в качестве магнитных систем накопления энергии в радиопередающих устройствах, а нас с точки зрения полей больше интересуют резонаторы волноводного типа.



**6.2. Объемные резонаторы волноводного типа.**

Существуют объемные резонаторы волноводного типа реализованные на основании бегущей и стоячей волны.

Объемные резонаторы волноводного типа представляют собой волновод, свернутый в кольцо. (Рис. 6.2)

**6.2.1. Объемные резонаторы волноводного типа с бегущей волной.**

Если мы будем подпитывать волну в резонаторе в определенном сечение в фазе, то у нас будут незатухающие колебания.

Значит можно запаять стеночки, подключить передатчик в нужном месте: волна доходит до этого места с фазой 0 и в этом месте с нулевой фазой подпитывается. Вот и накопление энергии.



Резонаторы будут характеризоваться теми же параметрами, что и колебательными контуры: добротность, собственная частота.

Однако есть отличия: в резонаторе с сосредоточенными параметрами необходимо знать структуру поля, чтобы подпитывать там, где нам это требуется.

Таким образом нужно решить 3 задачи:

- Определить собственные частоты объемного резонатора

- Определить добротность резонатора

- Рассмотреть структуру поля резонатора на этих частотах.

**Рассмотрим простенький пример.** Резонатор волноводного типа представлен на Рис. 6.2. Мы свернули волновод в кольцо, запитали его бегущей волной => поле будет усиливаться только в том случае, если фаза возбуждаемого поля в конкретном сечении кольца совпадает (отличается на целое число 2pi) с фазой поля, достигшего этого сечения (то есть с пришедшим полем к этому сечению). В этом случае энергия накапливается.

Определим собственную частоту.

Для того, чтобы поле усиливалось, должно выполняться условие:



У p пропущен квадрат!!!



 - это собственная длинна волны резонатора(резонансная).

Собственных частот в резонаторе множество, потому что  зависит от и от p.

**6.2.2. Объемные резонаторы волноводного типа со стоячей волной.**

Режим стоячих волн образуется при закороченности линии (режиме короткого замыкания), режиме холостого хода либо когда волновое сопротивление чисто реактивное.

Нас устроит вариант, если мы возьмем волновод и стенку запаяем.



В результате падающая волна отражается полностью с разницей фазы 180 градусов. В результате мы получаем узлы и пучности – минимальные значения амплитуды поля чередующиеся с максимальной.

Продольная вектора Ez показана более темной, а продольная составляющая вектора Hz сдвинута на 90 градусов.

То есть здесь нужно рассмотреть граничные условия.

Поперечная составляющая Es в точке Z=0 (у нас же короткое замыкание и Z=0). Это и есть тангенциальная составляющая и она должна согласно граничным условия быть равной нулю.



А раз так, то поперечная составляющая Es исходя из графика пропорциональна sinBZ.



А продольная составляющая в этот момент пропорциональна изменению по косинусу



И аналогично для магнитного поля.



Далее возьмем на каком-то расстоянии точка А. И скажем, что граничные условия Es при z равном нулю, то есть отодвинем на граничную частоту. И скажем Es на контуре «z-lрезонансная» и приравняем к нулю:



И получим:



Добиться резонанса можно изменяя резонансную длину резонатора или изменяя длину волны (рабочую частоту) генератора ().

Удобно записать в виде:





Um,n – корень функции Бесселя.

Для прямоугольного резонатора(резонатора прямоугольной волноводной формы) – выражение 6.5.

Для круглых резонаторов волн типа Е и Н – выражения 6.6 и 6.7 соответственно.

Из полученных соотношений видно, что условие резонанса определяется индексами m,n и p.

Для прямоугольного резонатора:

m – число полуволн, укладывающихся вдоль широкой стенки волновода

n – вдоль узкой стенки волновода

p – целое число стоячих полуволн вдоль оси резонатора.

Для круглого резонатора:

m – порядок функции Бесселя первого рода+указывает количество полных вариаций поля по угловой координате

n – порядковый номер функции Бесселя

p – целое число стоячих полуволн вдоль оси резонатора.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение объемному резонатору.
2. Перечислите основные типы объемных резонаторов.
3. Сравните объемный резонатор с LC-контуром.
4. Как определяется добротность объемного резонатора?
5. Назовите основные параметры объемных резонаторов.
6. Чем нагруженная добротность отличается от собственной?
7. Какие способы возбуждения объемных резонаторов вам известны?
8. Назовите основные типы открытых резонаторов.
9. Как накапливается энергия в открытых резонаторах?
10. Как определяются резонансные частоты объемных резонаторов?
11. Какие особенности имеют ферритовые резонаторы?
12. Как из регулярной линии можно сделать объемный резонатор?