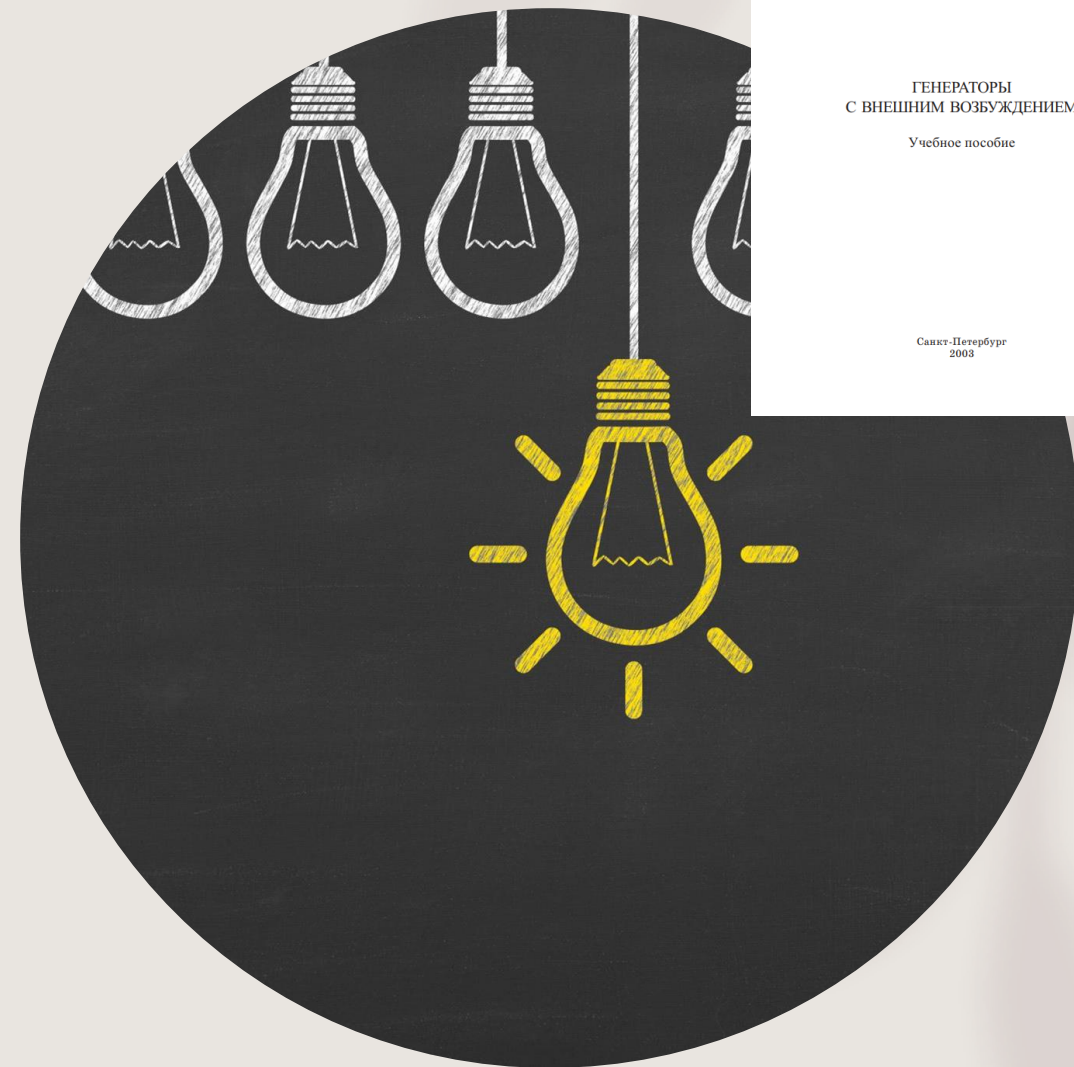


# Тема 1.4 Сложение мощностей генераторов

Обоснование сложения мощностей.  
Параллельное и двухтактное включение АЭ.  
Сложение мощностей в контуре.

Принцип мостового сложения мощностей.  
Практические мостовые схемы сложения мощностей: синфазные и квадратурные, на R, L, C-элементах и отрезках длинных линий.



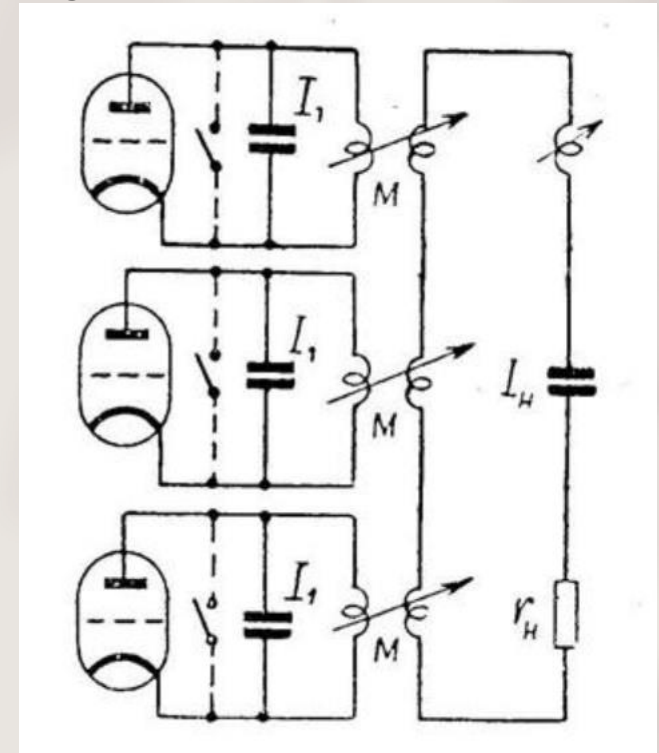
В тех случаях, когда один генератор не обеспечивает требуемую мощность, используют несколько, работающих на общую нагрузку. Однако, из-за разброса параметров и трудности обеспечения идентичности их возбуждения, мощность на выходе передатчика возрастает непропорционально числу генераторов. Кроме того, при увеличении числа генераторов ухудшается надежность работы передатчика, поскольку затрудняется борьба с паразитным самовозбуждением, увеличивается вероятность возникновения неисправностей и др. В связи с этим для получения больших мощностей используют три основных метода:

- сложение мощностей системы блоков в общем контуре;
- мостовое сложение мощностей;
- сложение мощностей в пространстве (в "эфире").

Кроме получения большой мощности сложение мощностей позволяет повысить надежность работы передатчика. В случае отказа одного из генераторов передатчик сохраняет свою работоспособность при пониженном уровне выходной мощности. В таких областях, как телевидение, радиовещание, это требование иногда оказывается решающим.

## Сложение мощностей системы блоков в общем контуре

При таком способе сложения мощностей каждый блок содержит небольшое число генераторных ламп и отдельный анодный контур. Анодные контуры всех блоков связаны с общим промежуточным контуром, или антенной. Возможны различные варианты построения системы в целом, отличающиеся как схемой включения элементов связи общего контура с контурами отдельных блоков, так и схемами колебательных систем блоков и общего контура.



Наличие связи между блоками через общий нагрузочный контур осложняет работу системы. Так, при выходе из строя лампы одного из блоков в его анодном контуре, связанном с нагрузочным контуром, развивается очень большой ток и соответствующее напряжение, что может привести к выходу из строя элементов схемы блока. Для защиты аппаратуры блока в каждом контуре предусмотрено его автоматическое замыкание.

Высокочастотное сеточное возбуждение блоков должно быть синфазным, в противном случае блоки будут работать как бы на расстроенную нагрузку. Изменение настройки контура одного блока в некоторой степени отражается на настройке остальных блоков. Все это усугубляется с повышением частоты, поэтому на коротких волнах сложение мощностей системы блоков получило ограниченное применение.

## Сложение мощности в пространстве

Сложение мощности в пространстве производят в тех случаях, когда требуется на непродолжительное время увеличить напряженность электромагнитного поля, излучаемого передатчиком в заданном направлении. Обычно такая необходимость возникает при обеспечении радиосвязи и вещания в диапазоне коротких волн на сверхдальние расстояния в условиях плохого прохождения радиоволн. В последнее время этот способ применяют в радиолокационных СВЧ-устройствах фазированных антенных решеток (ФАР) с управляемой электрическим способом диаграммой направленности. В авиации ФАР являются, чуть ли не единственным способом построения бортовых радиолокационных устройств.

В этом случае складываются электромагнитные поля. Для получения хорошей формы результирующей диаграммы направленности антенны должны быть расположены близко одна от другой. Однако, при этом передатчики влияют друг на друга через антенны.

Для ослабления связи между передатчиками (между их выходными каскадами) антенны располагают на расстоянии, равном  $\frac{3}{4}\lambda$ .

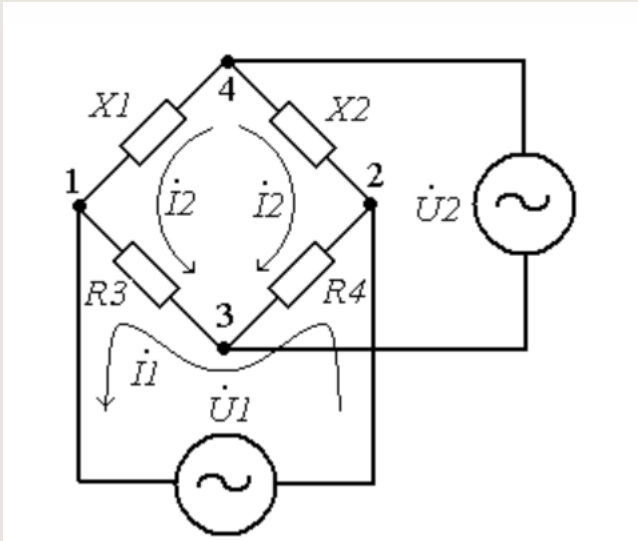
Передатчики возбуждаются от общего возбудителя. Для того, чтобы поля, создаваемые антеннами, складывались, между токами, питающими антенны, не должно быть сдвига по фазе, поэтому в схеме используют фазовращатели. Нарушение синфазности питания антенн приводит к повороту результирующей диаграммы направленности



## Сложение мощности в мостовых устройствах

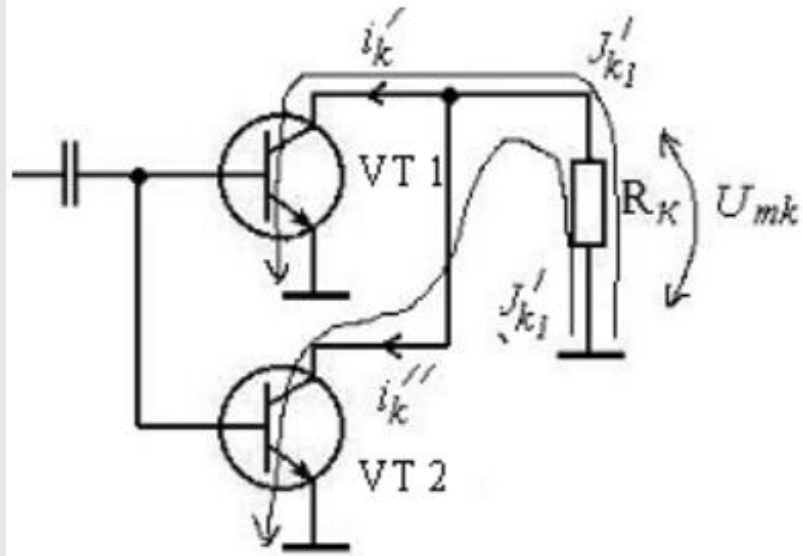
Мостовым устройством называют многополюсник, с помощью которого обеспечивается совместная и взаимно независимая работа двух (и более) источников ВЧ-колебаний на одну общую нагрузку. Взаимно независимая работа (взаимная развязка) позволяет сохранять постоянным сопротивление нагрузки для всех усилителей при изменении режима работы любого из них (например, короткое замыкание или обрыв цепи по любому входу мостового устройства).

+ Схемы мостовых устройств классифицируют по фазовым соотношениям суммируемых сигналов (синфазные, противофазные и квадратурные), способу сложения (по току или напряжению), частотным свойствам (узкополосные и широкополосные), элементной базе (устройства на R-, L-, C-элементах, трансформаторные и т. д.).



Амплитуды и фазы напряжений  $U_1$  и  $U_2$  подбираются так, чтобы токи  $i_1$  и  $i_2$  были синфазными и равными по величине. Тогда для направлений, выбранных на рисунке, токи суммируются в резисторе  $R_4$  и вычитаются в резисторе  $R_3$ . В результате мощность обоих генераторов выделяется в резисторе  $R_4$ , который в этом случае выполняет функции нагрузки. Резистор  $R_3$  представляет собой балластную нагрузку. Хотя в идеальном случае мощности в балластной нагрузке нет, тем не менее, исключать ее из схемы нельзя, т.к. только при её наличии обеспечивается независимость работы генераторов.

## Параллельное включение



Одноименные выводы транзисторов соединены попарно. Если транзисторы работают в режиме с отсечкой коллекторного тока, то  $i_k$  имеет импульсный характер, следовательно, вместо  $R_k$  необходимо ставить резонансный контур, чтобы выделить 1-ую гармонику.

При совместной работе на общую нагрузку транзисторы влияют друг на друга.

Напряжение на общем коллекторном контуре можно представить выражением:

$$U_{mk} = J'_{k1} \left(1 + \frac{J''_{k1}}{J'_{k1}}\right) \cdot R_k$$

Тогда кажущееся сопротивление:

$$R_{\text{каж}} = \frac{U_{mk}}{J'_{k1}} = \left(1 + \frac{J''_{k1}}{J'_{k1}}\right) \cdot R_k$$

Т.к. транзисторы всегда имеют большой разброс параметров, то при параллельном включении либо требуется подбор транзисторов, либо какими-либо схемными решениями обеспечивается симметрирование режимов работы транзисторов.

необходима строгая синфазность и равенство коллекторных токов параллельно включенных транзисторов.

