

Глава 8. ГЕНЕРАТОРЫ СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

8.1. УСЛОВИЯ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ

Генератором синусоидального, или гармонического, напряжения (ГСН) называют электронное устройство, преобразующее электрическую энергию источника постоянного тока в энергию незатухающих электрических колебаний синусоидальной формы.

Различают ГСН с внешним, или независимым, возбуждением и с самовозбуждением. ГСН с внешним возбуждением — это резонансные усилители, работающие в режиме больших амплитуд. ГСН с самовозбуждением, называемые обычно автогенераторами, представляют собой автономные электронные устройства, в которых генерирование электрических колебаний происходит благодаря выполнению условий самовозбуждения. Автогенераторы, как правило, применяются в качестве задающих генераторов, колебания которых могут использоваться для возбуждения следующего, более мощного каскада или генератора с внешним возбуждением.

В зависимости от частоты генерируемых колебаний ГСН подразделяются на *низкочастотные* (от 10 Гц до 100 кГц), *высокочастотные* (от 100 кГц до 100 МГц) и *сверхвысокочастотные* (свыше 100 МГц).

По виду используемого в ГСН частотноизбирательного четырехполюсника различают *LC-генераторы* и *RC-генераторы* синусоидального напряжения.

Любой автогенератор электрических колебаний представляет собой усилитель, охваченный цепью положительной обратной связи (рис. 8.1). При ПОС часть выходного напряжения $\dot{U}_{\text{вых}}$ через цепь ПОС поступает на вход усилителя в фазе с входным напряжением, обеспечиваю-

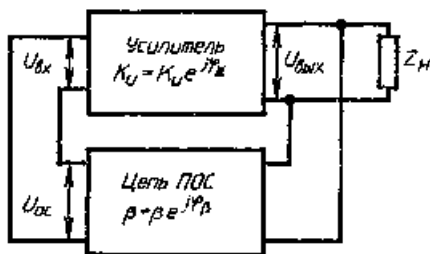


Рис. 8.1. Структурная схема автогенератора

щим заданное значение $U_{\text{вых}}$. Чтобы амплитуда выходного напряжения не изменилась, должно быть выполнено условие $\dot{U}_{\text{ос}} = \dot{U}_{\text{вх}}$. Так как $\dot{U}_{\text{вх}} = \dot{U}_{\text{вхх}}/K_u$ и $\dot{U}_{\text{ос}} = \beta \dot{U}_{\text{вхх}}$, то из равенства $\dot{U}_{\text{ос}} = \dot{U}_{\text{вх}}$ следует $\beta \dot{U}_{\text{вхх}} = \dot{U}_{\text{вхх}}/K_u$, или

$$K_u \beta = 1. \quad (8.1)$$

Уравнение (8.1) является условием существования в генераторе незатухающих электрических колебаний. Ему соответствуют два уравнения:

$$K_u \beta = 1, \quad (8.2)$$

отражающее баланс амплитуд в автогенераторе, и

$$\varphi_u + \varphi_\beta = 2\pi n, \quad (8.3)$$

отражающее баланс фаз, в котором $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Уравнение (8.1) требует от усилителя такого коэффициента усиления, при котором полностью компенсируются потери напряжения, поступающего через цепь ПОС.

Уравнение (8.3) определяет условие, при котором в замкнутой системе (усилитель + цепь ПОС) обеспечивается ПОС.

Следует отметить, что уравнение (8.2) справедливо для установившегося, или стационарного, режима работы автогенератора. При проектировании автогенератора должно быть выполнено условие $K_u \beta > 1$. В этом случае при подаче на автогенератор напряжения питания любые сколь угодно малые напряжения на входе (например, напряжения шумов) будут вызывать возрастающие по амплитуде выходные напряжения. По мере увеличения $\dot{U}_{\text{вхх}}$ вследствие нелинейности амплитудной характеристики усилителя его коэффициент усиления K_u будет уменьшаться, и стационарное состояние установится при $K_u \beta = 1$.

В зависимости от вида амплитудной характеристики усилителя различают *мягкий* (рис. 8.2, а) и *жесткий* (рис. 8.2, б) *режимы самовозбуждения*. На рис. 8.2 кривая \bar{K}_u отражает зависимость выходного напряжения усилителя от входного, поступившего по цепи ПОС, а прямая β — зависимость входного напряжения усилителя от выходного.

При мягком режиме самовозбуждения для возникновения электрических колебаний в генераторе необходимо и достаточно выполнение условий (8.2) и (8.3). При жестком режиме самовозбуждения, кроме этих условий, для возникновения колебаний в первоначальный момент

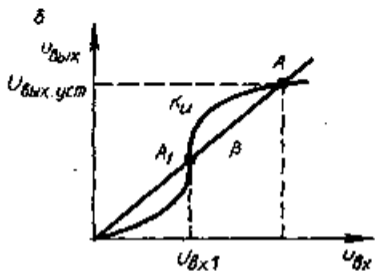
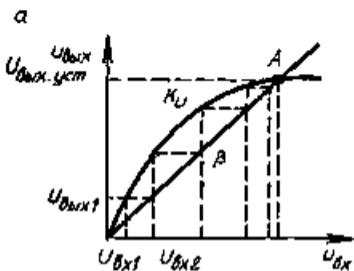


Рис. 8.2. Амплитудные характеристики автогенератора с мягким (а) и жестким (б) режимами самовозбуждения

на входе усилителя необходимо задать напряжение $U_{вх} > U_{вх1}$.

Для получения синусоидального выходного напряжения необходимо, чтобы условия (8.2) и (8.3) выполнялись только для некоторой одной частоты. С этой целью цепь ПОС должна обладать избирательными свойствами. Такие свойства, как известно, имеют параллельный колебательный LC -контур (последовательный контур применяется очень редко) и RC -цепи.