

8.4. СТАБИЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ АВТОГЕНЕРАТОРА

На частоту генерируемых колебаний автогенератора, кроме параметров колебательного контура или другого фазирующего четырехполюсника, существенное влияние оказывают параметры усилителя, зависящие в свою очередь от изменений температуры окружающей среды, напряжений источников питания, атмосферного давления и влажности, нагрузки и т. п. Влияние этих и других дестабилизирующих факторов сказывается тем сильнее, чем меньше добротность колебательного контура или другого фазирующего четырехполюсника. Для увеличения добротности избирательных систем применяют катушки индуктивности и конденсаторы с малыми сопротивлениями потерь, уменьшают шунтирование избирательных систем со стороны входа и выхода усилителя, используют параметрическую стабилизацию усилителя путем введения в него различных ООС и т. п. Этими способами удастся получить относительную нестабильность частоты авто-

генератора $\Delta f/f_0 = 10^{-4} \dots 10^{-5}$. Однако наиболее эффективным способом стабилизации частоты автогенераторов является кварцевая стабилизация, когда в качестве колебательной системы используется кварцевый резонатор, или сокращенно — кварц, добротность которого достигает значения 10^6 и более.

Кварц по своим свойствам эквивалентен колебательному LC -контур с высокой добротностью, и его можно представить электрической схемой, показанной на рис. 8.10, а. Значения элементов $L_{кв}$, $C_{кв}$, $R_{кв}$ и C_0 определя-

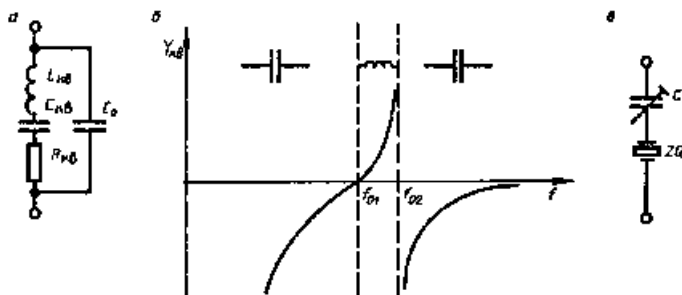


Рис. 8.10. Эквивалентная схема кварца (а), зависимость его реактивного сопротивления от частоты — (б) и схема изменения реактивного сопротивления (в)

ются геометрическими размерами пластинки кварца и видом среза. Так, например, для кварца на 1,5 МГц $L_{кв} = 400$ мГн; $C_{кв} = 0,028$ пФ, $R_{кв} = 35$ Ом, а для кварца на 4 МГц $L_{кв} = 100$ мГн; $C_{кв} = 0,015$ пФ, $R_{кв} = 100$ Ом, $C_0 = 5$ пФ.

Из характера изменения сопротивления кварцевого резонатора (рис. 8.10, б) следует, что он имеет две резонансные частоты: частоту последовательного резонанса f_{01} и частоту параллельного резонанса f_{02} . При $f_{01} < f < f_{02}$ реактивное сопротивление кварца имеет индуктивный характер, а при $f < f_{01}$ и $f > f_{02}$ емкостный.

Частота последовательного резонанса определяется выражением

$$f_{01} = 1 / (2\pi \sqrt{L_{кв} C_{кв}}),$$

а частота параллельного резонанса — выражением

$$f_{02} = \sqrt{1 + C_{кв} / C_0} / (2\pi \sqrt{L_{кв} C_{кв}}).$$

Так как $C_{кв} \ll C_0$, то из приведенных выражений следует:

$$f_{01} \approx f_{02}.$$

Если необходимо изменить частоту кварцевого резонатора в небольших пределах, то последовательно с ним включают подстроечный конденсатор, емкость которого значительно больше, чем $C_{кв}$ (рис. 8.10, в).

При кварцевой стабилизации частоты возможно построение двух типов кварцевых LC -генераторов: с LC -контуром и без LC -контура.

В первом типе генераторов кварцевый резонатор включают в цепь обратной связи, а основной колебательный контур LC — в коллекторную цепь транзистора. Автогенератор в таком случае можно выполнять по схеме индуктивной (рис. 8.11, а) или емкостной (рис. 8.11, б)

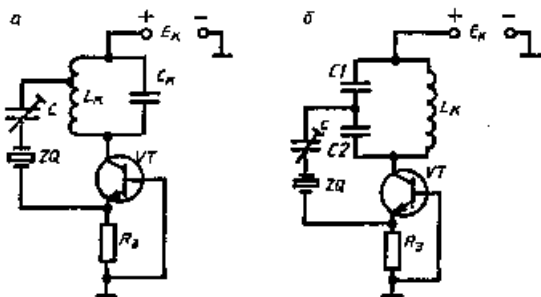


Рис. 8.11. Схемы автогенераторов с кварцевой стабилизацией частоты

трехточки. Для выполнения условий самовозбуждения необходимо, чтобы резонансная частота колебательного контура $L_k C_k$ равнялась частоте кварцевого резонатора или была кратна ей. В последнем случае генератор будет работать на соответствующей гармонике кварца.

На рис. 8.12 показана схема кварцевого генератора на интегральном ОУ. В этом генераторе кварцевый резонатор, выполняющий роль параллельного колебательного контура с высокой добротностью, включен в цепь

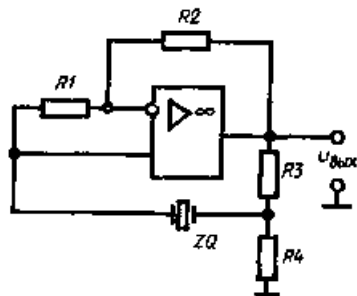


Рис. 8.12. Схема кварцевого автогенератора на ОУ

ПОС ОУ между подключенным к выходу ОУ делителем $R3R4$ и неинвертирующим входом. Выполнение условия баланса амплитуд зависит от соотношения сопротивлений резисторов делителя $R3R4$ и цепи ООС $R1R2$.

Кварцевая стабилизация частоты транзисторных автогенераторов позволяет уменьшить относительную нестабильность частоты генерируемых колебаний на 2—3 порядка по сравнению с обычными генераторами. Для получения более высокой стабилизации частоты применяют различные методы термокомпенсации генераторов и их термостатирование.