

## RC — ГЕНЕРАТОР КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТЫ

В. К. ЖУКОВ, А. В. ЕРОХИН

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Для снятия частотных характеристик четырехполюсников (низкочастотных фильтров, усилителей низкой частоты) удобно использовать генератор качающейся частоты ГКЧ. Наиболее распространенной схемой, применяемой для этой цели, является схема генератора на биениях, состоящая из двух высокочастотных генераторов, смесителя и усилителя низкой частоты. Частота одного из генераторов стабилизируется квартцем, а у другого изменяется в небольших пределах реактивной лампой.

Генератор качающейся частоты получается проще, если использовать схему RC-генератора с фотосопротивлениями в цепи положительной обратной связи. Фотосопротивления освещаются лампочкой нагревания  $L_1$ , напряжение питания которой изменяется по пилообразному закону (рис. 1). В соответствии с изменением питания величина фотосопротивления будет изменяться примерно по логарифмическому закону.

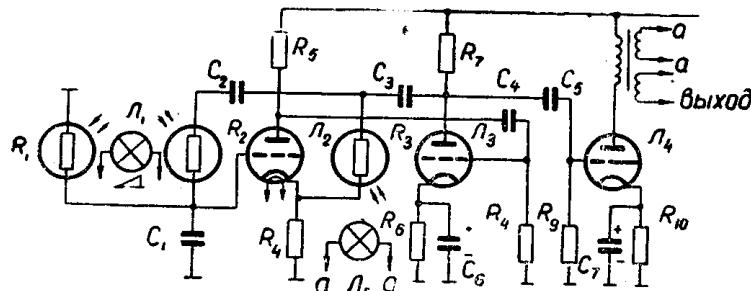


Рис. 1. Принципиальная схема RC — генератора качающейся частоты.

Для стабилизации амплитуды и уменьшения коэффициента гармоник генератор охвачен рефлексной отрицательной обратной связью через фотосопротивление  $R_3$  и лампочку  $L_5$ . Работа генератора на фиксированной частоте с такой стабилизацией амплитуды описана в [1].

С целью получения возможной большей девиации частоты необходимо для цепи положительной обратной связи применять фотосопротивление с большой кратностью изменения, такие как ФС-Д, ФСК-М и ФСК-2Н.

Устойчивая работа диапазонных RC-генераторов обеспечивается при условии, если

$$\frac{1}{1 + \sqrt{\frac{R_2^2}{R_1^2} + \frac{C_1^2}{C_2^2} + \frac{R_2 C_1}{R_1 C_2}}} = \text{const},$$

которое при постоянном отношении  $\frac{C_1}{C_2}$  выполняется, когда  $R_1$  и  $R_2$  изменяются одинаково. В данном случае это требование приводит к необходимости подбора для цепи положительной обратной связи фотосопротивлений с одинаковыми характеристиками  $R_\Phi = f(U_\lambda)$ . Выполнения этого условия, в некоторой степени (помимо подбора экземпляров фотосопротивлений), можно добиваться изменением расстояния между нитью накала лампочки и поверхностью фотосопротивления.

Известно, что частота  $RC$ -генератора равна

$$\frac{1}{2\pi RC} \quad \text{при } R_1 = R_2 = R \quad \text{и} \quad C_1 = C_2 = C,$$

а коэффициент перекрытия для диапазонного генератора  $K = \frac{f_b}{f_n} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}}$ , следовательно, коэффициент перекрытия диапазона будет равен кратности примененных фотосопротивлений, что в случае применения ФСК-М или ФСК-2Н дает величину  $10^3 \div 10^4$ . Практически эта величина получается несколько ниже вследствие невозможности подбора фотосопротивлений с одинаковыми характеристиками  $R_\Phi = f(U_\lambda)$  во всем диапазоне изменения величины  $R_\Phi$ .

При выборе типа фотосопротивления для цепи отрицательной обратной связи нужно руководствоваться следующими соображениями.

Коэффициент обратной связи генератора равен  $K_{oc} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \approx \frac{1}{3}$ .

$R_4$  выбирается из условия обеспечения режима работы лампы  $L_2$  и для разных типов может колебаться от 500 до 1,5 ком, следовательно, величина фотосопротивления должна быть, примерно,  $1 \div 3$  ком. Такое малое сопротивление в освещенном состоянии имеют фотосопротивления типа ФСК-2Н, минимальное значение которых может доходить до 100 ом. Применение фотосопротивлений с низким значением  $R_\Phi$  в освещенном состоянии обеспечивает большую величину  $\frac{dR_\Phi}{dU_\lambda}$  в рабочей точке, что хорошо сказывается на стабильность амплитуды генератора.

Большое влияние на постоянство амплитуды генератора по диапазону качания оказывает правильный выбор частоты качания. Эксперименты показывают, что она не должна превышать 1 Гц, так как в противном случае начинает сказываться инерционность лампочек накаливания  $L_4$  и  $L_5$ , что проявляется в уменьшении девиации частоты и в увеличении изменения амплитуды по диапазону качания.

Работа генератора экспериментально исследовалась на макете. Исследования показали, что легко может быть получено перекрытие по частоте, превышающее  $10^2$  при изменении выходного напряжения по

диапазону качания около 5%. Девиация и начальная частота  $f_{\min}$  легко регулируется изменением напряжения на  $L_1$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Ройтман, В. К. Жуков. Применение фотосопротивлений для стабилизации напряжений. Труды второй конференции по автоконтролю и методам электрических измерений, СО АН СССР, 1960.
-