

Н. М. СТАРОБИНСКИЙ,  
Л. М. КАПИТОНОВА, К. Ш. ЛИБЕРЗОН

## ТРАНЗИСТОРНО-МАГНИТНЫЙ ГЕНЕРАТОР СТАБИЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ

Питание различных измерительных преобразователей от источников повышенной частоты существенно улучшает их технические характеристики. Этим объясняется широкое применение генераторов стабильной частоты в качестве источников питания в различных областях автоматики, телемеханики и радиотехники.

В статье рассматривается генератор стабильной частоты на базе транзисторно-магнитного инвертора.

Схема генератора стабильной частоты приведена на рис. 1. Генератор состоит из транзисторно-магнитного преобразователя I и частотно-дискриминатора II. Когда частотный дискриминатор отключен, генератор работает как обычный преобразователь с подмагничиваемыми промежуточными трансформаторами (1).

При включении преобразователя на источник питания в силу неидентичности характеристик

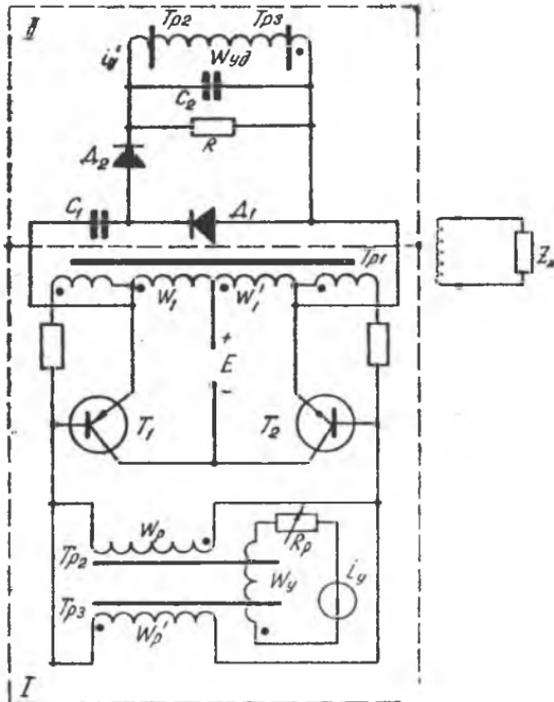


Рис. 1. Схема генератора стабильной частоты

транзисторов, а также наличия положительной обратной связи происходит запуск схемы.

В полупериод, когда проводящим является триод Т-1, в базовой цепи его протекает ток, достаточный для поддержания транзистора в области насыщения, а транзистор Т-2 находится в области отсечки. Насыщение сердечника промежуточного трансформатора  $Tr_2$  приводит к увеличению тока в рабочей обмотке, что вызывает уменьшение базового тока открытого транзистора до величины, при которой рабочая точка транзистора выходит в активную область, что приводит к переключению транзисторов.

Теперь Т-1 запирается, а Т-2 открывается, и процесс повторяется с той разницей, что переключение триода Т-2 вызывается насыщением трансформатора  $Tr_3$ . Частота колебаний на выходе преобразователя определяется по формуле

$$f = f_0 + KH_y, \quad (1)$$

где  $H_y$  — напряженность поля управления;

$$K = \frac{L_s}{E \left( \beta A - \frac{1}{R_n} \right)^2},$$

$E$  — напряжение питания;

$\beta$  — коэффициент усиления транзистора по току;

$R_n$  — сопротивление нагрузки преобразователя;

$A$  — постоянная, определяемая соотношением числа витков обмоток трансформаторов;

$L_s$  — индуктивность подмагничивающих трансформаторов в области насыщения.

Известно, что существенным недостатком таких преобразователей является зависимость частоты выходного сигнала от напряжения питания и температуры окружающей среды.

Для устранения влияния на частоту величины напряжения питания, температуры и других возмущений в данном генераторе введен резисторно-емкостный частотный дискриминатор (ЧД). В качестве частотного дискриминатора использован диодный интегратор, который подключается к выходу транзисторно-магнитного преобразователя и нагружается на его дополнительную обмотку управления (рис. 1, 2). На накопительный конденсатор  $C_2$  частотного дискриминатора каждый импульс приносит определенный заряд  $q$ . Конденсатор  $C_2$  разряжается через сопротивление  $R$ , создавая ток  $I_y'$  в дополнительной обмотке управления преобразователя.

В условиях равновесия  $I_y' = q \cdot f$ , т. е. ток дополнительной обмотки управления пропорционален частоте следования импульсов. Зависимость тока этой обмотки от частоты  $I_y' = F(f)$  идентична закону изменения частоты преобразователя от тока управления

$f = F(I_y)$ . При этом намагничивающая сила дополнительного тока ( $I_y'$ ) направлена встречно  $H_c$  основного тока управления ( $I_y$ ), что необходимо для компенсации отклонений частоты при воздействии возмущающих факторов. В схеме осуществляется отрица-

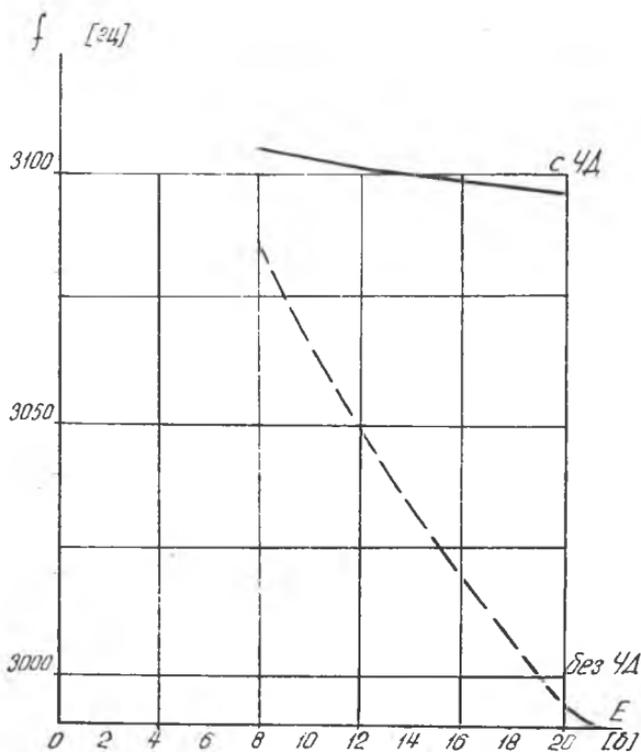


Рис. 2. График зависимости частоты от напряжения питания

тельная обратная связь по частоте. Частота колебаний определяется из выражения.

$$f = f_0 + K(H_y - K_g \Delta f), \quad (2)$$

$$\Delta f = \frac{KH_y}{1 + K \cdot K_g}, \quad K \cdot K_g \gg 1,$$

$$\Delta f = \frac{H_y}{H_g},$$

где  $K_g$  — постоянная частотного дискриминатора, которая фактически не зависит от температуры окружающей среды.

Таким образом, при  $H_y = \text{const}$  частота генератора постоянна и не зависит от напряжения питания и температуры окружающей среды.

Необходимо отметить, что при регулировании частоты генератора не требуется перестройки частотного дискриминатора и стабильность сохраняется в широком диапазоне регулирования.

Экспериментальные исследования показали, что при изменении напряжения питания в пределах  $\pm 15\%$  изменение частоты не превышает  $\pm 0,2\%$  (рис. 2) (в диапазоне регулирования частоты 1500—5000 гц). Это позволяет в ряде случаев отказаться от стабилизации напряжения питания. Стабилизация тока управления, ввиду его малости не представляет трудностей.

На рис. 3 приведены зависимости частоты генератора от температуры окружающей среды. Для обычных преобразователей относительное изменение частоты составляет  $(1 \div 6) \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ .

Для схем с частотным дискриминатором относительное изменение частоты снижается до  $(0,5 \div 1) \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ .

Таким образом, температурная стабильность возрастает более чем на один порядок.

Необходимо отметить, что генератор отличается малоэлементностью и простотой схемы.

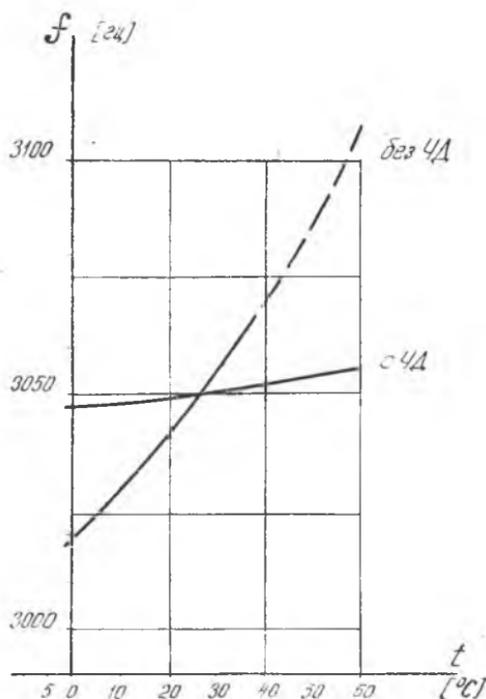


Рис. 3. График зависимости частоты выходного напряжения от температуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Ф. Ильинский. «Электричество», № 2, 1963. «Анализ транзисторных преобразователей частоты с подмагничиваемыми промежуточными трансформаторами».
2. Н. М. Старобинский, Л. М. Капитонова, К. Ш. Либерзон. «Магнитные усилители с частотноуправляемым источником питания». Юбилейный сборник КуАИ, Куйбышев, 1967.