

Экспериментально была также проверена зависимость максимальной амплитуды колебаний во втором контуре $u_{2 \max}$ от k при фиксированном значении α_2 и при различных значениях θ . Результаты эксперимента приведены на рис. 2.

При $k/\alpha_2 \cong 1$ и $\theta \cong \pi$ амплитуда колебаний во втором контуре стремится к нулю, т. е. напряжение, наводимое в контуре за счет симметричной связи, полностью компенсируется напряжением, наводимым за счет однонаправленного канала.

Частотные кривые экспериментально исследовались для случая перестройки нагружающего контура. Они также хорошо совпадают с расчетами. Наиболее наглядно влияние величины k на характер связи видно для случая $\theta = \pi$. На рис. 3 приведены результаты эксперимента для случаев $k=0$ (кривая 1) $k=k_1$, $\theta=0$ (кривая 2) и $k=k_1$, $\theta=\pi$ (кривая 3). Как видно из этих кривых, величина эффективной связи при фиксированном k существенно зависит от θ , стремясь к минимальной для кривой 3. При $k_2 > k_1$ при $\theta=0$ частотная кривая — выраженная кривая двухконтурной системы с реактивной связью (кривая 4), а при $\theta=\pi$ — системы с резистивной связью.

Таким образом, проведенное теоретическое и экспериментальное исследование двухконтурной автоколебательной системы с двумя типами связи (обычной реактивной и однонаправленной) позволило выявить ряд новых особенностей поведения таких систем в стационарном режиме при реактивной связи меньше критической. В частности, получено, что наличие однонаправленного канала связи существенно изменяет как величину, так и характер полной эквивалентной связи между парциальными системами, что приводит к заметному отличию амплитудных и частотных кривых рассматриваемой системы от аналогичных кривых в системах с симметричной связью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмелев А. Б. «Радиотехника и электроника», № 4, 751, 1970.
2. Альтшуль Б. А., Рубаник В. П. «Изв. вузов», радиофизика, 6, № 1, 137, 1963.
3. Ирисов Е. А., Хохлов Р. В. «Вестн. Моск. ун-та», физ., астроном., № 2, 137, 1958.
4. Курдюмов О. А., И. И. Минакова. «Радиотехника», 24, № 6, 65, 1969.

Поступила в редакцию
15.9 1971 г.

Кафедра
физики колебаний

УДК

А. А. БЕЛОВ, Л. Г. ВИКРИСТЮК

ОБ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРОНАМИ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОСИГНАЛОВ

Техническое применение одноконтурных параметрических генераторов основано в основном на управлении условиями возбуждения и фазой возбуждающихся колебаний. Управление условиями возбуждения осуществляется в большинстве случаев за счет модуляции либо амплитуды напряжения накачки, либо затухания или расстройки колебательного контура самого параметрического генератора. Управление же фазой возбуждающихся колебаний осуществляется почти исключительно путем подачи извне в контур параметрического генератора высокочастотного напряжения с той же частотой, что и возбуждающееся колебание и с требуемой фазой¹. В ряде случаев более удобным было бы управление работой параметрического генератора с помощью видеосигналов. В данной заметке и рассмотрена одна из возможностей управления работой одноконтурного параметрического генератора с помощью видеосигналов, которая позволяет управлять как возбуждением генератора, так и фазой возбуждающихся в нем колебаний.

Упрощенная схема рассматриваемого генератора показана на рис. 1. Ее особенностью является использование накачки на частоте, равной частоте возбуждающихся в параметрическом генераторе колебаний. Возбуждение параметрического генератора осуществляется за счет второй гармоники в спектре емкости параметрических диодов. Генератор собран по мостовой схеме. Мост образован вторичной обмоткой трансформатора накачки T_r , имеющей вывод от средней точки, и двумя пара-

¹ См. А. Е. Каплан, Ю. А. Кравцов, В. А. Рылов. Параметрические генераторы и делители частоты. М., «Советское радио», 1966.

метрическими диодами D_1 и D_2 , подключенными последовательно к концам вторичной обмотки трансформатора накачки. Индуктивность L колебательного контура генератора включена в диагональ моста. Цепи смещения параметрических диодов на рис. 1 не показаны. При балансе моста напряжение накачки не влияет на выбор фазы возбуждающихся колебаний. Введение управляющего напряжения в диагональ моста вызывает разбаланс последнего, вследствие чего на индуктивности L появляется напряжение накачки. Это напряжение для рассматриваемого генератора является синхронным воздействием, фаза и амплитуда которого зависят от полярности и величины управляющего напряжения. Поэтому, изменяя управляющее напряжение по величине и полярности, можно осуществлять силовое управление работой генератора [1].

Если генератор работает в двухстабильном режиме, то с помощью видеосигнала можно осуществлять изменение фазы генерируемых колебаний (переключение). Если же используется расстроенный механизм ограничения амплитуды колебаний и генератор работает в трехстабильном режиме, то с помощью видеосигнала можно осуществлять перевод системы в любое из трех возможных состояний, т. е. включение, выключение и переключение фазы генератора.

Используя простейшую аппроксимацию емкости параметрического диода $C_g = C_0 + du + \beta u^2$, предполагая, что диоды идентичны по характеристикам и на каждой половине вторичной обмотки трансформатора накачки действует напряжение накачки

$$E = E_0 \cos \omega t,$$

для напряжения u на индуктивности колебательного контура генератора получим

$$LC_{\text{п}} \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{L}{R} \frac{du}{dt} + u = L \frac{d}{dt} \left[\frac{dE}{dt} (2u_y \alpha - 2u \alpha - 4\beta Eu) \right] - \\ - L \frac{d}{dt} \left\{ \frac{du}{dt} [2C_0 + 2\alpha E + 2\beta (E^2 + u^2)] \right\}. \quad (1)$$

Здесь $C_{\text{п}}$ — паразитная статическая емкость контура генератора, R — эквивалентное параллельное сопротивление потерь этого контура.

Решая уравнение (1) методом медленно меняющихся амплитуд, для амплитуды Z_0 возможных стационарных колебаний получим

$$Z_0^2 = \frac{\left[\left(\xi - \frac{m}{2} \right)^2 + \vartheta^2 \right] \left(E_0 \frac{\alpha u_y}{C} \right)^2}{\left(\xi^2 - \frac{m^2}{4} + \vartheta^2 \right)^2}. \quad (2)$$

Здесь

$$\xi = \xi_0 + \frac{\beta Z_0^2}{4C_{\text{п}}}, \quad \xi_0 = \frac{1}{2} \frac{\omega_{\text{н}}^2 - \omega_0^2}{\omega_{\text{н}}^2}, \quad \vartheta = \frac{L}{2R},$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{L(C' + \beta E_0^2)}, \quad C' = C_{\text{п}} + 2C_0; \quad m = \frac{\beta E_0^2}{2C}.$$

Ненулевые значения для амплитуды Z_0 могут быть лишь при амплитуде накачки, превышающей пороговое значение $E_{\text{опор}} = \sqrt{\frac{4C\vartheta}{\beta}}$.

На рисунках 2 и 3 приведены рассчитанные с помощью (2) кривые зависимости амплитуды решения Z_0 от величины емкостного разбаланса моста $\Delta C = 2\alpha u_y$ (ΔC — разность между постоянными составляющими дифференциальных емкостей диодов). В расчете принято, что добротность контура генератора $Q = 130$ (измерено экспериментально). На рис. 2 и 3 указаны также значения расстроек и амплитуд накачки, при которых были рассчитаны соответствующие кривые.

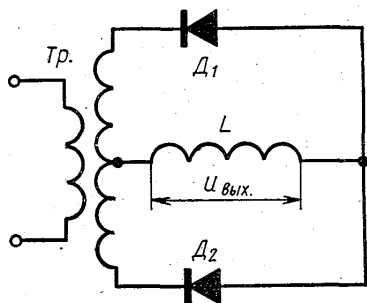


Рис. 1

Анализ устойчивости решений уравнения (1) показывает, что устойчивы те решения, которым на рис. 2, 3 соответствуют участки кривых с положительной крутизной. Участки кривых с отрицательным наклоном неустойчивы. Вследствие этого при тех значениях параметров, которые соответствуют кривым на рис. 2, 3 система имеет соответственно два и три устойчивых состояния. Третье устойчивое состояние (на рис. 3 $\epsilon_0/\epsilon_{0\text{пор}}=1,06$; $\xi_0=0,015$) является состоянием отсутствия возбуждения.

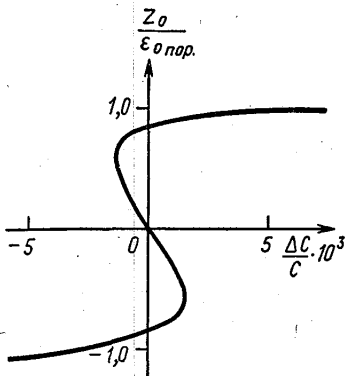


Рис. 2

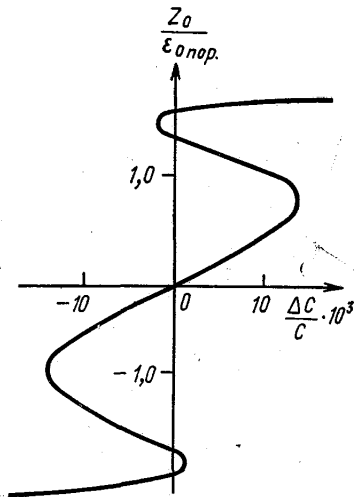


Рис. 3

Для экспериментального исследования процессов в схеме, показанной на рис. 1, напряжение с выхода параметрона подводилось на фазовый детектор, с выхода которого сигнал поступал на осциллограф. Управление работой параметрона и развертка осциллографа осуществлялись переменным напряжением с частотой 50 гц. На экране осциллографа наблюдались кривые, которые в зависимости от величины расстройки и амплитуды напряжения накачки соответствовали работе параметрона с двумя или тремя устойчивыми состояниями. Вид кривых полностью соответствовал рисункам 2, 3.

Поступила в редакцию
15.9. 1971 г.

Кафедра
физики колебаний

УДК 621.391.822.3:539.293.011

В. В. ПОТЕМКИН, К. И. РОЗЕНТУР СПЕКТР ФЛУКТУАЦИЙ ПРОВОДИМОСТИ В ГЕРМАНИИ И КРЕМНИИ

Известно [1], что у полупроводников типа Ge и Si энергетический спектр зоны проводимости содержит ряд эквивалентных эллипсоидов, симметрично расположенных в зоне Бриллюэна. В работе [2] было показано, что временная функция корреляции для флуктуаций числа носителей в эллипсоиде, связанных с межэллипсоидными переходами, удовлетворяет интегродифференциальному уравнению немарковского типа [3]:

$$\frac{df(t)}{dt} = - \int_0^t K(t-t') f(t') dt', \quad (1)$$

где $f(t)$ — временная функция корреляции, $K(t-t')$ — положительно определенное ядро.

В дебаевском приближении при не слишком малых температурах:

$$K(t-t') = \sum_{\vec{k}, \vec{k}'} \frac{2g^2 k_0 T}{\hbar^3 V c^2} \{ \cos(\omega_{kk'} - \omega_q)(t-t') + \cos(\omega_{kk'} + \omega_q)(t-t') \} (\varphi_{\vec{k}} + \varphi_{\vec{k}'}). \quad (2)$$