

H.G. ARZUMANYAN, O.J. SEVOYAN, H.A. GOMTSYAN

A METHOD FOR PROCESSING SIGNALS OF ANALOG AND DIGITAL TRANSDUCERS IN DATA LOGGER SYSTEMS

A new method for analog and digital sensors' signal processing in a data logger is proposed based on the usage of field-programmable gate array (FPGA) and a microchip with a large number of inputs for receiving signals from analog and digital sensors. The proposed method allows to simplify the circuit of the implemented system, to reduce the system cost, as well as to increase the speed of the system.

Keywords: field-programmable gate array, analog sensor, digital sensor, speed, sensor signal receiving device.

УДК 621.391

М.С. АЗОЯН

ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Известно, что при расчете параметрического делителя сверхвысоких частот (СВЧ) необходимо определить Фурье-компоненты для нелинейных функций заряда $q(u)$ и тока $i(u)$, аппроксимирующих вольт-кулоновую и вольт-амперную характеристики (ВКХ и ВАХ). При этом вычисление интегралов, определяющих эти компоненты даже при воздействии двухчастотного сигнала на нелинейный элемент, связано с некоторыми трудностями. С инженерной точки зрения, расчет СВЧ параметрических систем производится классическим методом, сравнение результатов которого с предложенным методом составляет погрешность около 5%, что практически вполне приемлемо. На основе результатов исследования энергетических характеристик параметрического делителя СВЧ рекомендуются условия для запуска системы.

Ключевые слова: аппроксимация, параметрический делитель, субгармоника, вольт-амперная и вольт-кулоновая характеристики.

Введение. В [1,2] для анализа ряда параметрических устройств на нелинейной емкости [3] был использован метод И.В. Басика [4]. В настоящей работе на основе этого метода для экспериментально снятых характеристик определены компоненты тока коллектора.

Использование вышеуказанного метода существенно упрощает расчет компонентов тока для любой субгармоники, когда на нелинейный элемент воздействует сумма гармонических колебаний. При этом ВКХ и ВАХ нелинейного элемента (коллекторного перехода) могут быть определены как произвольными аппроксимирующими функциями, так и экспериментальными графиками. В пос-

леднем случае аппроксимация не требуется, и для расчета достаточно определить соответствующие производные от ВКХ и ВАХ в рабочей точке.

Методы исследования. С помощью укороченных уравнений выводятся расчетные соотношения для условий, определяющих устойчивость полупроводникового параметрического делителя (ППД) СВЧ, а также оптимальные энергетические параметры.

Исходной для расчета принята коллекторная цепь наиболее распространенной Т-образной эквивалентной схемы транзистора [5]. При этом считается, что роль генератора накачки выполняет генератор тока в коллекторной цепи (см. рис 1).

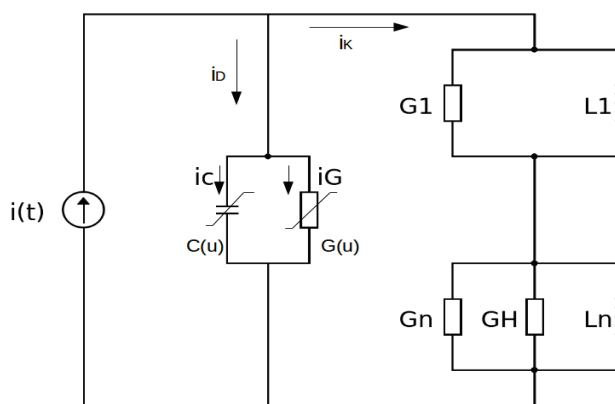


Рис. 1. Эквивалентная схема ППД СВЧ

При выводе укороченных уравнений для транзисторного параметрического делителя (ТПД) СВЧ предполагалось, что на коллекторный р-п переход воздействуют напряжения основного сигнала и его субгармоники:

$$u(t) = U_0 + U_1 \cos \omega t + U_n \cos(\omega t + \varphi_n), \quad (1)$$

где U_0 – постоянная составляющая напряжения, определяющая рабочую точку; U_1 и U_n – амплитуды сигнала накачки и его субгармоники соответственно; φ_n – фаза субгармоники, $n = 2, 3, 4, \dots$

При этом принимаем, что ток накачки равен

$$I(t) = \alpha I_3 \sin(\omega t + \varphi_1), \quad (2)$$

где амплитуда тока коллектора $I_k = \alpha I_3$ и φ_1 – фаза эквивалентного генератора коллекторной цепи.

С учетом соотношений (1) и (2) для стационарного режима получены следующие укороченные уравнения для частоты накачки и субгармоники, где

компоненты для контура накачки фигурируют с индексом 1, а для субгармоники - с индексом n:

$$U_1(G_{\Sigma 1} + K_1 b_1 \sin \varphi_n) = n \alpha I_3 \sin \varphi_1, \quad (3)$$

$$U_n(X_1 - K_1 b_1 \cos \varphi_n) = n \alpha I_3 \cos \varphi_n, \quad (4)$$

$$G_{\Sigma n} - K_n b_n \sin \varphi_n = 0, \quad (5)$$

$$X_n - K_n b_n \cos \varphi_n = 0, \quad (6)$$

где

$$G_{\Sigma 1} = B_1 + \frac{B_3}{8} U_1^2 + \frac{B_3}{4} U_n^2 + G_{s1}, \quad (7)$$

$$G_{\Sigma n} = G_{sn} + G_n + B_1 + \frac{B_3}{4} U_1^2 + \frac{B_3}{8} U_n^2 + \frac{B_n}{\omega A_n} \left[\frac{1}{\omega L_n} - \omega \left(A_1 + \frac{A_3}{4} U_1^2 + \frac{A_3}{8} U_n^2 \right) \right], \quad (8)$$

$$X_1 = \frac{1}{n \omega L_1} - n \omega \left(A_1 + \frac{A_3}{4} U_1^2 + \frac{A_3}{8} U_n^2 \right), \quad (9)$$

$$X_n = \frac{1}{\omega L_n} - \omega \left(A_1 + \frac{A_3}{8} U_1^2 + \frac{A_3}{4} U_n^2 \right); \quad (10)$$

b_1, b_n - коэффициенты преобразования от ВКХ [4]; K_1, K_n - квазилинейные коэффициенты комбинационных компонентов токов накачки и субгармоники; G_{s1}, G_{sn} - проводимости пассивных потерь; L_1, L_n - внешние индуктивности резонансных контуров накачки и субгармоники $G_{\Sigma 1}, G_{\Sigma n}$ - проводимости потерь на образование субгармоники, вносимые нелинейными емкостью и проводимостью коллектора; X_1, X_n - реактивные проводимости на образование субгармоники, вносимые нелинейными емкостью и проводимостью коллектора; $A_i = \frac{d^i q(u)}{d u^i} \big|_{u=u_0}$ - i -я производная от ВКХ в рабочей точке; $B_i = \frac{d^i i(u)}{d u^i} \big|_{u=u_0}$ - i -я производная от ВАХ в рабочей точке.

Исключив фазы φ_1 в (3) и (4) и φ_n в (5) и (6), получаем соотношение определяющее частотные свойства ТПД частоты [5].

С практической точки зрения, наиболее интересным является режим деления на два, для которого в результате несложных преобразований получаем

$$U_2 = \sqrt{\frac{8}{b_1 b_2} \sqrt{1 + Q_n^2 \delta_n^2} \left(\alpha I_3 b_2 - G_{\Sigma 1} G_{\Sigma 2} \sqrt{1 + Q_2^2 \delta_2^2} \sqrt{1 + Q_{1\Lambda}^2 \delta_{1\Lambda}^2} \right)}. \quad (11)$$

Так как $U_2 > 0$, то при

$$\alpha I_3 \geq \frac{1}{b_2} G_{\Sigma 1} G_{\Sigma 2} \sqrt{1 + Q_2^2 \delta_2^2} \sqrt{1 + Q_{1\Lambda}^2 \delta_{1\Lambda}^2} \quad (12)$$

возникают субгармонические колебания, причем чем больше αI_3 , тем больше U_2 . Если полагать, что система настроена в резонанс на обеих частотах, т.е.

расстройки в контурах накачки $-\delta_{1\Lambda}$ и субгармоники $-\delta_n$ отсутствуют, и, следовательно, $\delta_n = \delta_{1\Lambda} = 0$, то соотношение (11) примет упрощенный вид

$$U_2 = \sqrt{\frac{8}{b_1 b_2} (\alpha I_3 b_2 - G_{\Sigma 1} G_{\Sigma 2})}. \quad (13)$$

Мощность, выделяемая в нагрузке, в последнем случае будет

$$P_H = \frac{U_2^2}{2} G_H = \frac{4}{b_1 b_2} [\alpha I_3 b_2 - G_{\Sigma 1} (G_2 + G_H)] G_H, \quad (14)$$

где $G_2 = G_{\Sigma 2} - G_H$, а оптимальная нагрузка, определяемая из условия $\frac{d P_H}{d G_H} = 0$, имеет величину

$$G_{H\text{опт}} = \frac{\alpha I_3 b_2 - G_2 G_{\Sigma 1}}{2 G_{\Sigma 1}}. \quad (15)$$

С учетом (14) выражение для максимальной выходной мощности примет вид

$$P_{H\text{макс}} = \frac{2}{b_1 b_2 G_{\Sigma 1}} (\alpha I_3 b_2 - G_{\Sigma 1} G_2)^2. \quad (16)$$

Таким образом, из соотношения (11) можно судить о частотных свойствах делителя СВЧ на два с учетом комплексной нелинейной проводимости коллекторного р-п перехода при известных добротностях $Q_{1\Lambda}$ и Q_2 .

По результатам исследования амплитудно-частотной характеристики выходного контура (11) и условия деления частоты (12) получены области генерации и деления, приведенные на рис. 2.

Используя выражения (15) и (16), можно рассчитать оптимальную проводимость нагрузки и максимальную выходную мощность ТПД частоты.

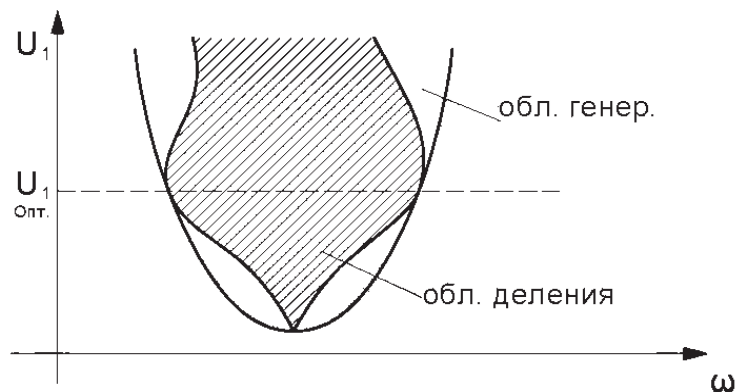


Рис. 2. АЧХ выходного контура

Заключение. Результаты, полученные в данной работе, позволяют на основе решения уравнения (11) проанализировать и рассчитать энергетические характеристики ТПД частоты с любым коэффициентом деления при заданных произвольных ВКХ и ВАХ коллекторного р-п перехода, а также спроектировать ППД частоты на любом нелинейном элементе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Каплан А.Е.** Субгармонические колебания в параметрическом генераторе с нелинейной емкостью //Радиотехника и электроника.- 1963. - Т.8, N8. - С.276.
2. **Басик И.В.** Метод определения компонент тока при воздействии на нелинейную систему суммы синусоидальных напряжений //Сборник научных трудов ЦНИИС. – М., 1948. - С.70-76.
3. **Малышев В.А., Толоманенко А.Ф.** Анализ параметрических устройств на нелинейной емкости с произвольной вольткулоновой характеристикой//Радиотехника. - 1975.- N7.-С.38-44.
4. **Азоян М.С., Азоян Т.М.** Анализ многочастотного воздействия сигнала на комплексную нелинейную проводимость контакта //Вестник ГИУА (Политехник). Серия "Информационные технологии, электроника, радиотехника". - 2014. -Вып.17, №1.-С.87-91.
5. **Арустамян В. Е., Азоян Т.М., Азоян М.С.** Анализ энергетических характеристик параметрического делителя сверхвысоких частот // Вестник ГИУА (Политехник). Серия Информационные технологии, электроника, радиотехника".- 2014. -Вып. 17, N2. - С.95-99.

Մ.Ս. ԱԶՈՅԱՆ

ԳԲՀ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻԿ ԲԱԺԱՆԻՉԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Հայտնի է, որ ԳԲՀ պարամետրիկ բաժանիչի հետազոտման դեպքում անհրաժեշտ է որոշել լիցքի $q(u)$ և հոսանքի $i(u)$ ոչ գծային ֆունկցիաների Ֆուրյե բաղադրիչները՝ վոլտ-կուլոնային և վոլտ-ամպերային բնութագրերի ապրոքսիմացման համար: Այդ բաղադրիչները բնութագրող ինտեգրալների հաշվարկը, անգամ ոչ գծային տարրի վրա երկհաճախային ազդեցության դեպքում, պայմանավորված է որոշակի բարդություններով: Ճարտարագիտական տեսանկյունից նման հաշվարկները կատարվում են դասական տարբերակով: Առաջարկված հաշվարկային մեթոդի արդյունքների շեղումը չի գերազանցում 5%, ինչը գործնականորեն լրիվ բավարար է: ԳԲՀ պարամետրիկ բաժանիչի ճարտարագիտական հաշվարկի արդյունքում առաջարկված է համակարգի գործարկման պայմանը ևս:

Առանցքային բառեր. ապրոքսիմացիա, պարամետրիկ, բաժանիչ, ենթահարմոնիկա, վոլտամպերային և վոլտկուլոնային բնութագիր:

M.S. AZOYAN

ENGINEERING CALCULATION OF A PARAMETRIC SHF DIVIDER

It is known that at calculating the parametric SHF divider, it is necessary to determine the Fourier components for nonlinear functions of charge $q(u)$ and current $i(u)$, approximating the charge-voltage and volt-ampere characteristics. In this case, the calculation of integrals, defining these components, even under the influence of a two-frequency signal on the nonlinear element is associated with certain difficulties. From an engineering point of view, the calculation of the SHF parametric system is carried out by the classical method. The comparison of the results of this method with those of the method proposed by us reveals an error of about 5% which is completely admissible from the practical standpoint. Based on the investigation results of the energetic characteristics of the parametric SHF divider, conditions for the system start – up are recommended.

Keywords: approximation, parametric divider, subharmonic, volt-ampere, charge- voltage, characteristics.

ՀՏԴ 621.382

Գ.Ե. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Կ.Գ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ս.Խ. ԽՈՒԴԱՎԵՐԴՅԱՆ

ՍԵՎ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻ ՄՏԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Ռեակտիվ իոնային խաճատման մեթոդով հետազոտվել է SF₆-ի և O₂-ի գազային խառնուրդում սիլիցիումի մակերևույթին և սիլիցիումի ստացման գործընթացը: Ցույց է տրվել, որ և սիլիցիումի ասեղիկների խտությունը և բարձրությունը զգալիորեն կախված են նրա ձևավորման տեխնոլոգիական ռեժիմից, մասնավորապես՝ գազային խառնուրդի հոսքից և խաճատման տևողությունից:

Առանցքային բառեր. և սիլիցիում, խաճատում, ասեղիկներ, խտություն, բարձրություն, արևային էլեմենտ:

Ներածություն: Արևային էլեմենտների (ԱԷ) օպտիկական կորուստների փոքրացման արդյունավետ մեթոդներից է հակաանդրադարձնող մակերևույթների կիրառումը: Դրանք ներկայացնում են մակերևութային կանոնավոր կամ անկանոն տեղաբաշխված ծակոտիներ, ակոսներ, ասեղիկներ, բուրգեր, փոսիկներ, որոնք հանգեցնում են ընկնող լուսային ճառագայթների անդրադարձման գործակցի փոքրացմանը:

Վերջին տասնամյակում ակտիվ հետազոտական աշխատանքներ են իրականացվում, այսպես կոչված, “և սիլիցիումից” հակաանդրադարձնող մակերևութի ստացման և կիրառման ուղղությամբ [1-3]: Այն կազմված է մեծ խտությամբ սիլիցիումային բարակ ասեղիկներից, որոնց առկայությունը սիլիցիումին տալիս է ևս