

проксимации; кривая 3 соответствует коэффициенту отражения $S_{11_{рв}}$, кривая 4 – коэффициенту передачи $S_{12_{рв}}$ при равноволновой аппроксимации затухания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан метод расчета ступенчатых фильтров нижних частот по известным передаточным функциям параметров рассеяния, который является более экономичным по сравнению с известными методами. Метод оперирует с полиномами знаменателя и числителей параметров рассеяния фильтра, представленных дробно-рациональными функциями комплексной частоты, чем обеспечивается наглядность и простота процесса формирования структуры фильтра и синтеза параметров его элементов.

Разработанный метод может быть также использован для решения задач анализа и синтеза микроволновых устройств различного назначения, представленных структурой в виде каскадного соединения четырех полюсников.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем: В 2 т. / Згуровский М. З., Ильченко М. Е., Кравчук С. А. и др. – К.: Політехніка, 2003. – Т. 1: Распространение радиоволн. Антенные и частотно-избирательные устройства. – 456 с.

2. *Hong Jia-Sheng, Lancaster M. J.* Microstrip filters for RF / Microwave applicatios. – New York: John Wiley, 2001. – 476 p.
3. *Сысоев И. В.* Расчет полосковых фильтров. – М.: Специальная техника и связь, 2004. – 124 с.
4. *Роудз Дж. Д.* Теория электрических фильтров: Пер. с англ. / Под ред. А. М. Трахмана. – М.: Сов. радио, 1980. – 240 с.
5. *Сазонов Д. М., Гридин А. Н., Мишустин Б. А.* Устройства СВЧ. – М.: Высшая школа, 1981. – 295 с.
6. *Карпуков Л. М.* Символьный анализ устройств СВЧ методом подсхем // Электронное моделирование. – 1984. – № 3. – С. 81–84.
7. *Гантмахер Ф. Р.* Теория матриц. – М.: Физматлит, 2004. – 624 с.
8. *Карпуков Л. М.* Символьный анализ устройств СВЧ // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 1982. – Т. 25. – № 6. – С. 85–87.

Надійшла 22.11.2007
Після доробки 17.12.2007

Запропонований матричний метод розрахунку східчастих мікрохвильових фільтрів. Метод заснований на використанні матриць спеціального вигляду, що складаються з поліномів комплексної частоти, відповідних знаменнику і чисельникам параметрів розсіяння фільтру. Наведені результати розрахунку фільтрів з максимально-плоскою і рівнохвильовою характеристиками загасання.

The matrix method of calculation step microwave filters is offered. The method is based on use of matrixes of the special kind made of polynoms of complex frequency, corresponding a denominator and numerators of parameters of dispersion of the filter. Results of calculation of filters with as much as possible-flat and equal wave characteristics of attenuation are presented.

УДК 621.382

Ю. А. Крисан, А. А. Крисан

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО КЛЮЧА С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ

Предложен электронный ключ, используемый как быстродействующий пороговый элемент с гальванической развязкой – электронное реле для контроля состояния приборов в полупроводниковых преобразователях, который удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к устройствам контроля.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем в преобразовательной технике является получение достоверной информации о состоянии приборов силовой схемы. Известные устройства не обеспечивают достаточной надежности и быстродействия, необходимых при конструировании преобразователей.

© Крисан Ю. А., Крисан А. А., 2008

Применяемые для таких целей устройства коммутации на основе реле и развязочных трансформаторов с магнитопроводом имеют известные недостатки [1]. К недостаткам гальванических развязок с использованием оптронов можно отнести низкую надежность работы из-за деградации светоизлучающих и светоприемных свойств оптронных пар. Происходит как деградация яркости, так и увеличение темнового тока оптронов. Оптроны критичны к режиму эксплуатации. Изменение режимов эксплуатации существенно влияет на надежность работы. При повышенных температурах эксплуатации деградация световых свойств оптронной пары происходит быстрее, что не обеспечивает работу устройства в течение гарантийного срока работы изделия [2, 3].

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ КЛЮЧА

Альтернативным решением вышеупомянутым устройством развязки является электронный ключ с гальванической развязкой (рис. 1), реализуемый на базе высокочастотного генератора G с выходным трансформатором $TV1$, вторичная обмотка которого нагружена через ключ K на резистор $R3$ и выпрямитель на диоде $VD1$.

Устройство работает следующим образом. При отсутствии напряжения на входе BX выходной ключ K разомкнут и контур, образованный вторичной обмоткой трансформатора $TV1$, входным ключом K и резистором $R3$, также разомкнут. На трансформаторе $TV1$ присутствует высокочастотное напряжение, наличие которого свидетельствует о разомкнутом состоянии ключевого элемента и отсутствии напряжения на входе. Высокочастотное напряжение с трансформатора $TV1$ через выпрямитель поступает на вход выходного ключа. При подаче напряжения на вход ключа K вторичная обмотка трансформатора $TV1$ нагружается на резистор $R3$. При этом изменяется эквивалентное резонансное сопротивление контура генератора. Условие самовозбуждения генератора нарушается и колебания срываются. Выпрямленное напряжение, поступающее в базовую цепь выходного ключа, реализованного на транзисторе $VT3$, исчезает и ключ закрывается, замыкая выходную цепь. При снятии напряжения со входа, генератор возобновляет свою работу, выходной ключ открывается, замыкая выходную цепь. Схема замещения трансформатора представлена рис. 2 [3].

Здесь r_1 – активное сопротивление первичной обмотки; L_1 – индуктивность первичной обмотки; M – взаимная индуктивность первичной и вторичной об-

моток; L_2 – индуктивность вторичной обмотки; r_2 – активное сопротивление вторичной обмотки; r_n, x_n – активное и реактивное сопротивление нагрузки.

Учитывая необходимость в большом быстродействии ключа, частота генератора должна быть высокой, при этом активные сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора по сравнению с реактивным сопротивлением обмоток составляют малую величину и, с достаточной точностью для качественной и количественной оценки процессов, ими можно пренебречь. Тогда схема замещения упрощается и, с учетом элементов схемы ключа, будет иметь следующий вид (рис. 3, а).

Здесь $C_{ген}$ – емкость генератора; R – сопротивление нагрузки; S – ключ; $L_э$ – величина, характеризующая эквивалентную индуктивность трансформатора с учетом величин L_1, L_2, M, R ; $R_{вн}$ – это вещественная часть комплексного числа, характеризующая потери, вносимые сопротивлением.

При разомкнутом ключе S индуктивностью контура генератора является индуктивность первичной обмотки трансформатора L_1 , при этом потери в контуре отсутствуют, добротность контура высокая, что и обеспечивает устойчивую работу генератора. При замкнутом ключе S сопротивление нагрузки R вносит затухание в колебательный контур, величина которого зависит от соотношений величин L_1, L_2, M .

Определим степень вносимого затухания сопротивлением нагрузки R . Комплексное входное сопротивление трансформатора при замкнутом ключе S (с клемм 1, 2 рис. 3, а)

$$Z_{вх} = j\omega(L_1 - M) + \frac{[j\omega(L_2 - M) + R] \cdot j\omega M}{R + j\omega[(L_2 - M) + M]} \quad (1)$$

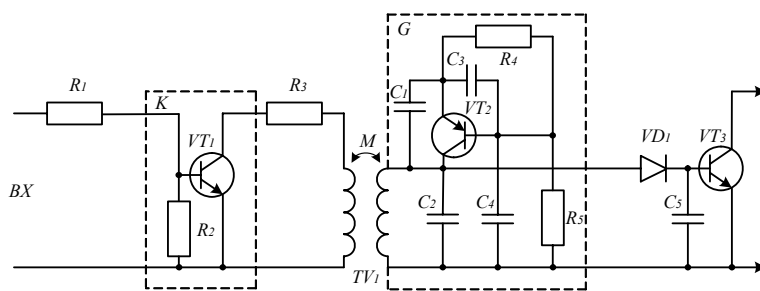


Рисунок 1

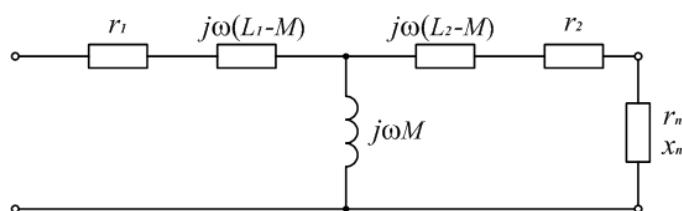


Рисунок 2

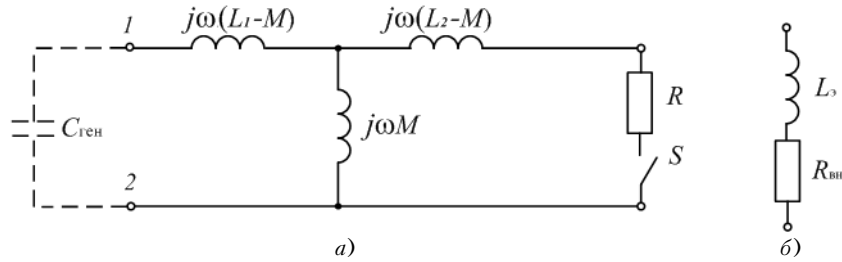


Рисунок 3

После преобразований получим выражение

$$Z_{\text{вх}} = j\omega(L_1 - M) + \frac{\omega^2 R M L_2 - \omega^2 (L_2 - M) M R}{R^2 + \omega^2 L_2^2} + \frac{j\omega R^2 M + j\omega^3 (L_2 - M) M L_2}{R^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что $Z_{\text{вх}}$ представляет собой комплексное сопротивление

$$Z_{\text{вх}} = R_{\text{вн}} + j\omega L_3, \quad (3)$$

которое является эквивалентом схемы (рис. 3, а), и приведено на рис. 3, б.

Эквивалентное вносимое сопротивление потерь в контуре генератора равно

$$R_{\text{вн}} = \frac{\omega^2 R M L_2 - \omega^2 (L_2 - M) M R}{R^2 + \omega^2 L_2^2}, \quad (4)$$

после преобразования получаем выражение

$$R_{\text{вн}} = \frac{R}{R^2 / \omega^2 M^2 + L_2^2 / M^2}. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что при $R = 0$ и при $R = \infty$ эквивалент вносимого сопротивления также равен нулю. При других значениях вносимое сопротивление имеет действительное значение и достигает при определенных значениях сопротивления нагрузки максимума. Для нахождения оптимального значения сопротивления, обеспечивающего максимальное затухание в контуре, определим производную из выражения и приравняем ее к нулю ($\frac{dR_{\text{вн}}}{dR} = 0$).

$$\frac{dR_{\text{вн}}}{dR} = \frac{L_2^2 / M^2 + R^2 / \omega^2 M^2 - 2R^2 / \omega^2 M^2}{(L_2^2 / M^2 + R^2 / \omega^2 M^2)^2} = 0. \quad (6)$$

Приравняв числитель к нулю

$$\frac{L_2^2}{M^2} + \frac{R^2}{\omega^2 M^2} - \frac{2R^2}{\omega^2 M^2} = 0, \quad (7)$$

находим $R_{\text{опт}}$:

$$R_{\text{опт}} = \omega L_2. \quad (8)$$

При этом значении сопротивления нагрузки трансформатор будет работать в согласованном режиме, внося максимальное затухание в контур.

Значение эквивалентной индуктивности L_3 определяется из выражения (2)

$$L_3 = L_1 - M + \frac{\omega^2 (L_2 - M) L_2 M + R^2 M}{R^2 + \omega^2 L_2^2}. \quad (9)$$

После преобразований получаем выражение

$$L_3 = L_1 - \frac{\omega^2 M^2 L_2}{R^2 + \omega^2 L_2^2} = L_1 - \frac{M}{R^2 / \omega^2 M L_2 + L_2 / M}. \quad (10)$$

Резонансное сопротивление контура $Za = \frac{L}{RC}$, при различных значениях R_2 , равно:

$$R_2 = 0, Z_1 = \frac{L_1(1 - K_{\text{св}}^2)}{C R_1} L_1; \quad (11)$$

$$R_2 = \infty, Z_2 = \frac{L_1}{C R_1}; \quad (12)$$

$$R_2 = \omega L_2, Z_3 = \frac{L(2 - K_{\text{св}}^2)}{C(2R_1 + L\omega K_{\text{св}}^2)}, \quad (13)$$

где $K_{\text{св}} = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$.

Количественную оценку достигнутого эффекта определим через коэффициент эффективности

$$K_{\text{эф}} = \frac{K_2}{K_1}, \quad (14)$$

где K_1 и K_2 – степень изменения резонансного сопротивления контура при коммутации обмотки на коротко и на резистор $R = \omega L_2$.

$$K_1 = \frac{1}{(1 + K_{\text{св}}^2)}, \quad (15)$$

$$K_2 = \frac{2 + QK_{\text{св}}^2}{2 - K_{\text{св}}^2}. \quad (16)$$

Коэффициент эффективности после преобразования

$$K_{\text{эф}} = 1 + \frac{K_{\text{св}}^2(Q - 1) - QK_{\text{св}}^4}{2 - K_{\text{св}}^2}. \quad (17)$$

Из выражения видно, что, если числитель дроби приравнять к нулю, то коэффициент эффективности будет постоянным и равен 1

$$K_{\text{св}}^2(Q - 1) - QK_{\text{св}}^4 = 0. \quad (18)$$

Откуда после преобразований получаем

$$Q = \frac{1}{1 - K_{\text{св}}^2}. \quad (19)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При изменении значения $K_{\text{св}}$ от 0 до 1 определены зависимости добротности Q при $K_{\text{эф}} = 1$. По рассчитанным данным построен график $Q = f(K_{\text{св}})$ при $K_{\text{эф}} = 1$ (рис. 4). А также определены зависимости $K_{\text{эф}} = f(K_{\text{св}})$ при $Q = \text{const}$ (рис. 5). Анализируя эти зависимости, можно отметить, что при значениях $Q = 50$ и $K_{\text{св}} = 0,6 \div 0,8$ коэффициент эффективности почти на порядок выше, чем в первом случае и что обеспечивает надежность работы устройства в целом.

Надежность работы ключа оценивается по следующему критерию.

Амплитуда стационарных колебаний генератора определяется условием баланса амплитуд

$$|-S_{\text{ср}}| \cdot |Z| \cdot |\beta| = 1, \quad (20)$$

где $S_{\text{ср}}$ – средняя крутизна активного прибора, например, транзистора; Z – резонансное сопротивление контура; β – коэффициент передачи цепи обратной связи.

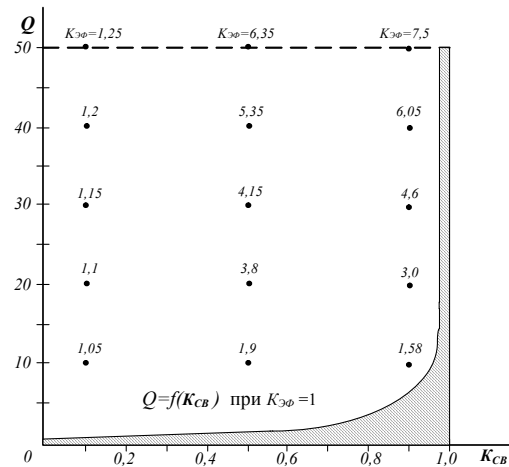


Рисунок 4

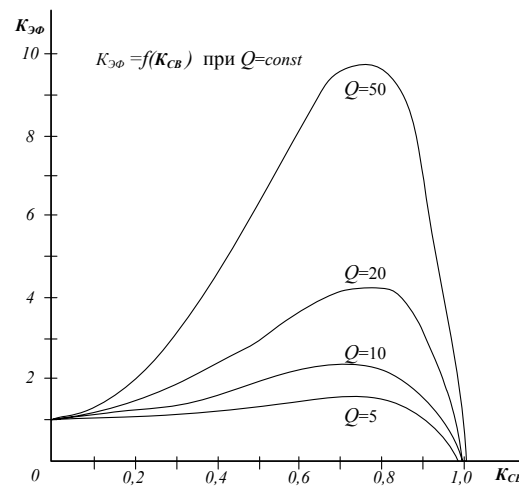


Рисунок 5

Практически нестабильными величинами являются все три составляющие $S_{\text{ср}}$, Z и β . Используя возможность воздействия на состояние генератора изменением резонансного сопротивления контура в достаточно большом диапазоне, можно исключить влияние дестабилизирующих факторов на $S_{\text{ср}}$ и β , что и обеспечит высокую надежность работы ключа.

Быстродействие ключа определяется по декременту затухания

$$d = \frac{R}{2L}T, \quad (21)$$

R – активное сопротивление контура; L – индуктивное сопротивление контура; T – период колебаний.

Декремент затухания при $R_{\text{опт}} = \omega L$

$$d = \frac{R}{2L}T = \frac{1}{2}. \quad (22)$$

Величина d достатньо велика, завдяки чому перехідний процес в схемі буде по характеру ближче к аперіодическому, що і забезпечує високе швидкодействие ключа.

ВИВОДИ

Предлагаемое технічне рішення може бути використано в автоматичній, обчислювальній і вимірній техніці, коли потрібно ключ з великим швидкодействием і великими напругами розв'язки «вхід – вихід».

Конструктивно електронний ключ розроблено на печатному трансформаторі з робочим напругою розв'язки 500 В (спробне напруга 2,5 кВ) з швидкодействием $t_{\text{вкл}} + t_{\text{выкл}} = 0,2$ мкс.

Характеристика ключа аналогічна релейному елементу з гістерезисом. Крім прямого використання ключ використовується як пороговий елемент для контролю стану тиристорів в перетворювачах енергії постійного і змінного струму.

УДК 621.396.6

В. М. Крищук, Г. М. Шило, Б. А. Артюшенко

РОЗПАРАЛЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ АНТЕННОЇ ГРАТКИ НА КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ

Для підвищення ефективності генетичного алгоритму (ГА) параметричного синтезу антенних решіток при заданих допусках запропоновано метод розпаралелення. Запропонований метод розроблено для роботи на комп'ютерній мережі та базується на паралельній моделі островів. Було досліджено вплив асинхронного, синхронного та адаптивного режимів роботи і обрано асинхронний режим.

ВСТУП

Використання генетичних методів при синтезі антенних систем останнім часом отримало значного поширення [1–4]. В основу роботи ГА покладено ідею запозичену з еволюційного процесу біології: найпристосованіші індивідууми популяції виживають, схрещуються між собою та дають нове, краще, покоління. Мутація, схрещення та відбір дозволяють видам пристосуватись до різноманітних умов існування. Ці ж проце-

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Дугин Г. К. Схеми на феррит-полупроводникових ячееках в аппаратуре связи. – М.: «Связь», 1968. – 312 с.
2. Применение оптоэлектронных приборов: Пер. с англ. С. Гейг, Д. Эванс, М. Хоуп, Х. Соренсен. – М.: «Радио и связь», 1981. – 344 с.
3. Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. – М.: «Физматлит», 2007. – 424 с.
4. Попов В. П. Основы теории цепей. – М.: «Высшая школа», 2005. – 575 с.

Надійшла 29.03.2007
Після доробки 17.03.2008

Запропоновано електронний ключ, який використовується як швидкодіючий пороговий елемент з гальванічним розв'язанням – електронне реле для контролю стану приладів в напівпровідникових перетворювачах, що задовольняє основним вимогам до приладів контролю.

The electronic key used as a high-speed threshold element with a galvanic outcome – the electronic relay for the control of a devices condition over semi-conductor converters which meets the basic requirements shown to devices of the control is offered.

си дають можливість знаходити оптимальні рішення і для різноманітних прикладних задач.

Але ці методи потребують значних обчислювальних ресурсів. В зв'язку з чим постає задача розпаралелення обчислень [5]. Для цього можуть застосовуватись різноманітні апаратні системи, але, враховуючи наявні можливості конструкторських організацій, доцільно адаптувати паралельні обчислення саме для мереж персональних комп'ютерів (ПК).

Метою роботи є розробка засобів підвищення ефективності генетичного алгоритму параметричного синтезу антенних систем при заданих допусках шляхом розпаралелення ГА на комп'ютерній мережі.

Для вирішення поставленої задачі необхідно:

- дослідити особливості комп'ютерної мережі;
- дослідити можливі засоби розпаралелення ГА;
- адаптувати запропоновані засоби для задачі ГА синтезу антенних систем.

© Крищук В. М., Шило Г. М., Артюшенко Б. А., 2008