

відповідати категорії об'єкту, ступеню обмеження доступу і важливості відомостей, що охороняються;

забезпечувати технічну, програмну, інформаційну і організаційну сумісність з функціональними процесами, архітектурою елементів, що захищаються, методами і засобами захисту інформації від технічних засобів розвідки за рахунок побічних випромінювань, а також з системою безпеки засобів зв'язку при передачі інформації між об'єктами управління.

Узгоджена реалізація всього комплексу вимог при побудові захищеної системи розподіленої обчислювальної системи покликана забезпечити максимальний захист інформації від загроз різних типів і бути адаптивною в разі появи нових погроз

На жаль, рішенню існуючих проблем інформаційної безпеки на об'єктах спеціального призначення не приділяється достатньо уваги в порівнянні із підвищеним темпом зростання інформаційних загроз. Це призводить до відсутності узгоджених підходів і ясного розуміння цілей, завдань і напрямів робіт у формуванні системи захисту інформації на всіх рівнях управління організацій спеціального призначення.

Процес побудова КСЗІ для мобільних об'єктів спеціального призначення базується на основі результатів аналізу вразливостей інформаційної системи конкретного об'єкту з урахуванням особливостей циркулюючої в ній інформації, апаратно-програмних засобів, що використовуються, системи документообігу.

Даний процес передбачає необхідність перегляду і адаптації етапів створення КСЗІ, розробку нових методик оцінки ризиків, стану захищеності та багато іншого, з урахуванням особливостей роботи АСУ С і локальних підсистем АСУ С, для яких розробляються КСЗІ.

Надійшла: 23.10.2013р

Рецензент: д.т.н., проф. Олійник В.Ф.

УДК 621.372

В.В. Козловский

ВАРАКТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ НА НЕРЕГУЛЯРНЫХ ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ

Показано, что использование нерегулярных линий передачи, нули и полюсы сопротивления которой удовлетворяют соотношениям Мэнли-Роу, позволяет улучшить энергетические характеристики варакторных устройств.

Ключевые слова: нерегулярная линия передачи, варакторный преобразователь частоты.

Преобразователи частоты являются важнейшими элементами приёмопередающей аппаратуры, так как гетеродинный принцип приёма сигналов на сегодняшний день является основным. Идеи, изложенные при построении фильтров варакторных умножителей частоты [1], с успехом могут быть использованы при построении цепей фильтрации преобразователей частоты.

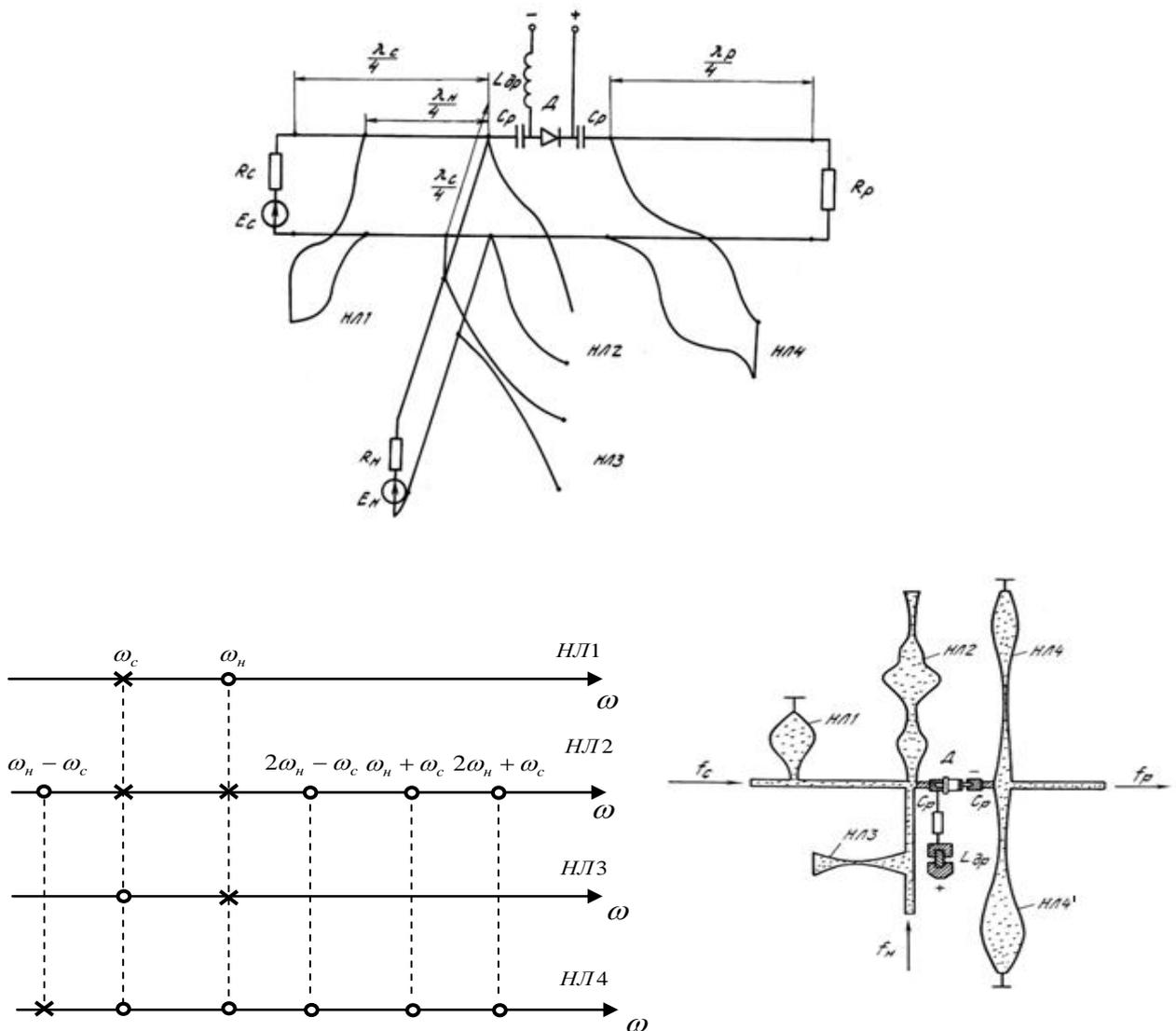
Рассмотрим схему преобразователя рис. 1, содержащей четыре отрезка НЛ. Длины волн, соответствующие частотам колебаний сигнала ω_c , накачки (гетеродина) ω_n , разностной частоте $\omega_p = \omega_n - \omega_c$, обозначим соответственно через $\lambda_c, \lambda_n, \lambda_p$. Четвертьволновые однородные отрезки линий передачи служат для согласования сопротивления источника сигнала R_c и сопротивления канала разностной частоты R_n с сопротивлениями входа и выхода диода и в совокупности с фильтрами на нерегулярных линиях НЛ1 – НЛ4 обеспечивают развязку каналов на частотах $\omega_p, \omega_n, \omega_c, m\omega_n \pm m\omega_c, m, n = 1, 2, \dots$. Распределение нулей и полюсов входных сопротивлений НЛ1 – НЛ4 в соответствии с теоремой Мэнли Роу показано на рис. 1. При таком

распределении нулей и полюсов энергия источника сигнала и накачки полностью поступает в диод (варактор), а энергия разностной частоты ω_p поступает только в нагрузку R_p .

Опытный образец преобразователя частоты рассчитывался при тех же параметрах подложки, что и умножитель частоты [1] при $f_c = 1,35 ГГц$, $f_n = 1,8295 ГГц$. Ширина полосы фильтровых структур рис. 2 определялась как в умножителе частоты [1]. Конструктивно для реализации высокой волновой проводимости шлейф НЛ4 реализован в виде двух параллельно соединённых нерегулярных линий НЛ4 и НЛ4'.

Экспериментальные исследования проводились при мощности сигнала, равной $P_c = 50 мВт$. Для получения максимального коэффициента преобразования по мощности η изменялось обратное напряжение на диоде и мощность гетеродина. При этом оказалось, что наилучшие результаты были достигнуты при мощности сигнала гетеродина $P_n = 70 мВт$ и обратном напряжении на диоде $U_{обр} = 6,3 В$.

В частности коэффициент преобразования по мощности (отношение мощности выходного сигнала разностной частоты к мощности входного сигнала) в трёхпроцентной области частот составил:



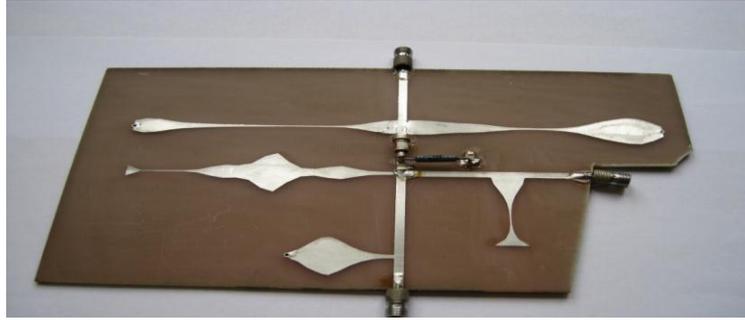


Рис. 1. Схема, конструкция и опытный образец варакторного преобразователя частоты

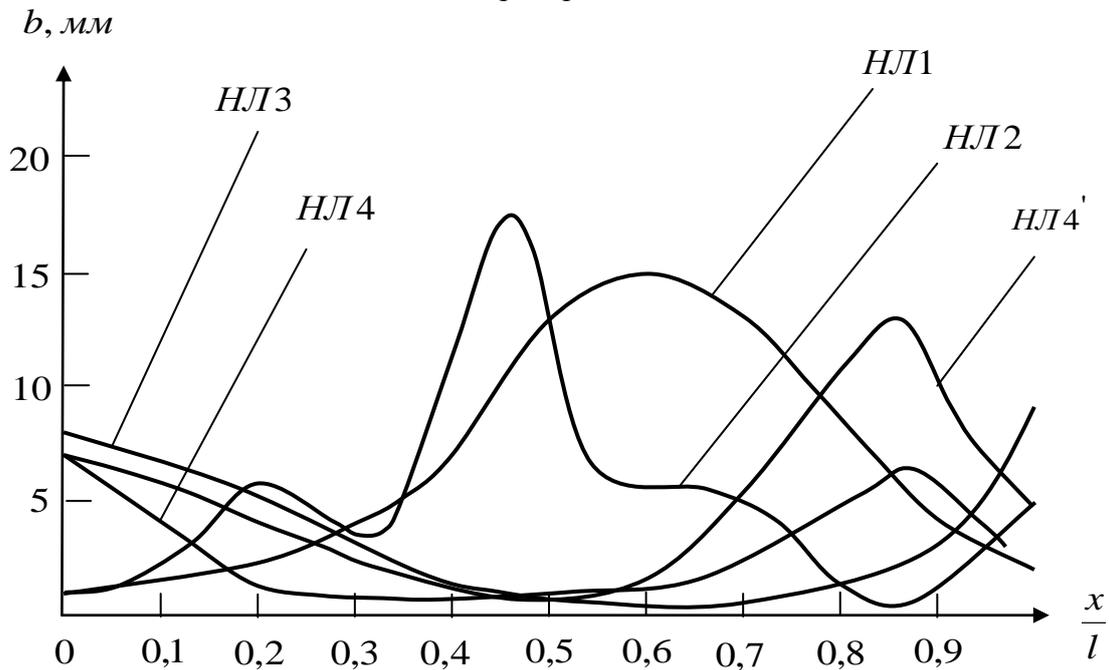


Рис. 2. Зависимости ширины полосок фильтров преобразователя от длины

$$\eta, \text{дБ} = 10 \lg \frac{P_p}{P_c} = 10 \lg 0,6 = -2,35 \text{ дБ}.$$

Следует отметить, что при одном холостом контуре на частоте f_p теоретический предел для коэффициента преобразования по мощности, вытекающий из соотношений Мэнли – Роу [2], равен $\eta, \text{дБ} = 10 \lg 0,26 = -5,85 \text{ дБ}$.

Таким образом, за счёт трёх холостых контуров (рис. 1), реализуемых на нерегулярных структурах НЛ1 – НЛ4, получен выигрыш по коэффициенту преобразования $\eta, \text{дБ}$ в 2,49 раза.

Следует отметить, что в качестве неоднородных линий можно использовать линии со ступенчатой нерегулярностью (рис.3), где $Z_{e1}, Z_{e2}, \dots, Z_{en}$ - волновые сопротивления однородных отрезков линий передачи; t_c - время задержки одной ступени; t - время

задержки многоступенчатой линии, $t = nt_c$; $Z(s)$ - входное сопротивление линии; $s = thpt_c$, p – комплексная частотная переменная.

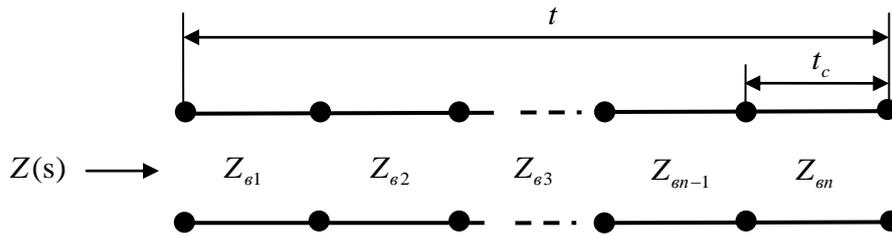


Рис. 3. Линия со ступенчатой нерегулярностью

В данном случае сопротивление линии записывается в виде

$$Z(s) = A \frac{s^2 + \delta_1^2}{s(s^2 + \zeta_1^2)} \cdot \frac{s^2 + \delta_2^2}{(s^2 + \zeta_2^2)} \dots \frac{s^2 + \delta_n^2}{(s^2 + \zeta_n^2)}, \quad A > 0, \quad (1)$$

$$0 < \delta_1 < \zeta_1 < \delta_2 < \dots < \delta_n < \zeta_n, \quad s = thpt_c,$$

где A - постоянный положительный множитель. Не нарушая общности можно принять $A=1$.

Выражение (1) соответствует разомкнутой линии. Если используются замкнутые шлейфы, то в формуле (1) под $Z(s)$ следует понимать проводимость замкнутой линии (линия с волновой проводимостью Z_{en} замкнута), а под волновыми сопротивлениями рис.3 следует понимать волновые проводимости $Y_{ek}, k=1,2,\dots,n$. Определение волновых проводимостей и волновых сопротивлений осуществляется по процедуре Ричардса [3]

Заключение. Разработан новый подход к построению фильтров варакторных преобразователей. Его суть состоит в изменении нерегулярности распределённой структуры таким образом, чтобы нули и полюсы входных сопротивлений линий передачи удовлетворяли частотно - энергетическим соотношениям Мэнли – Роу, что даёт возможность проектировать нелинейно - параметрические устройства с энергетическими показателями, близкими к теоретическому пределу.

Разработанные варакторные преобразователи с высоким коэффициентом преобразования по мощности открывают новые возможности для создания новых высокоэффективных параметрических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловский В.В.. Варакторный множитель частоты на нерегулярных линиях передачи / В.В. Козловский // Сучасний захист інформації. ДУІКТ. - 2013. - №2.-С. 15-21.
2. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей / В.С. Андреев.- М.: Радио и связь, 1982 - 280 с.
3. Фильтры и цепи СВЧ. Пер. с англ. Л.В.Алексеева, А.Е.Знаменского, В.С. Полякова. - М.: Связь, 1976. - 248 с.

Надійшла: 27.10.2013р.

Рецензент: д.т.н., проф. Щербак Л.М.