

Литература

1. Дубровкина М.В. Перспективы применения детектора скрытых пустот на основе эффекта обратного рассеяния гамма-излучения при контроле транспортных средств / М.В. Дубровкина, А.В. Калюжный // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT-2010: Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. – С. 27-31.
2. Калюжный А.В. Исследование методов контроля скрытых пустот различными способами / А.В. Калюжный // Адаптивні системи автоматичного управління: Міжвідомчий науково – технічний збірник. – Днепропетровск: Системні технології, 2007. – Выпуск 10 (30). – С. 54-62.
3. Дослідження та оптимізація приладів оглядового контролю, в яких використовується метод зворотного гамма-випромінювання: Звіт про НДР (проміжний) / Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут “Іскра”; Науковий керівник проф. В. А. Ульшин. – № ГР 0111U000022, Інв. № 87 – Луганськ, 2011. – 300 с.

Abstract

The method of back-scattered gamma-radiation is the most promising for the searching devices which are used at the customs examination, providing non-destructive examination. In the case of application of such devices an apparent impact on the efficiency of detection is exerted by the parameters of control geometry. Geometry includes a large number of parameters, such as the location of the detector relatively to the studied surface, the material and thickness of the barrier, the dimensions of hidden objects, the intensity and direction of the radiation. The results of the research, presented in the article, can be applied to define the parameters, the change of which has the greatest influence on the contrast countability (the difference between the number of received back-scattered gamma-ray quanta at changing the density of the studied object), to upgrade the existing searching devices and to develop the new concepts for new devices

Keywords: contrast countability, back-scattered radiation, control geometry, intensity of radiation, examination

Метою даної роботи є розгляд методу нелінійної локації, дослідження його можливості для пошуку пристроїв в телефонній лінії. У роботі наведено теоретичне обґрунтування та імітаційне моделювання в САПР методу нелінійної локації для пошуку закладних пристроїв в телефонній лінії

Ключові слова: нелінійний локатор, телефонна лінія, закладний пристрій, спектр

Целью данной работы является рассмотрение метода нелинейной локации, исследование его возможности для поиска устройств в телефонной линии. В работе приведено теоретическое обоснование и имитационное моделирование в САПР метода нелинейной локации для поиска закладных устройств в телефонной линии

Ключевые слова: нелинейный локатор, телефонная линия, закладное устройство, спектр

УДК 004.056

ПОИСК РАДИОЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ В ТЕЛЕФОННОЙ ЛИНИИ МЕТОДОМ НЕЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЦИИ

Ю. В. ЛыковКандидат технических наук, доцент
Кафедра «Основы радиотехники»Харьковский национальный университет
радиоэлектроникипр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166
Контактный тел.: 068-107-32-98

E-mail: yusik@3g.ua

1. Введение

Среди всего многообразия способов несанкционированного перехвата информации особое место за-

нимает прослушивание телефонных переговоров, поскольку телефонная линия – самый удобный и при этом самый незащищенный источник связи между абонентами в реальном масштабе времени. На началь-

ном этапе развития телефонной связи никто особо не задумывался о защите линий от прослушивания, и электрические сигналы распространялись по проводу в открытом виде.

В наше время прослушивание телефонной линии можно осуществлять, не заходя в помещение, при минимальных затратах и минимальном риске. Нужно просто подключить к телефонной линии (ТЛ) объекта специальное приемно-передающее или регистрирующее устройство.

С точки зрения безопасности телефонная связь имеет еще один недостаток: возможность перехвата речевой (акустической) информации из помещений, по которым проходит ТЛ и где подключен телефонный аппарат. Это осуществимо даже тогда, когда не ведутся телефонные переговоры (так называемый микрофонный эффект телефона и метод высокочастотного навязывания). Для такого перехвата существует специальное оборудование, которое подключается к ТЛ внутри контролируемого помещения или даже за его пределами.

На данный момент разработано большое количество методов и средств защиты ТЛ, которые при их комплексном использовании позволяют достаточно эффективно закрыть данный канал утечки информации.

Однако, зачастую бывает более целесообразно не защищать линию связи, а выявить сам факт несанкционированного доступа к ней, с последующим разоблачением злоумышленника, что позволит полностью исключить применение им других более совершенных методов (средств) съема информации. Для этих случаев разработаны различные средства контроля ТЛ, среди которых одними из самых эффективных являются рефлектометры и нелинейные локаторы.

Преимущества нелинейного локатора следуют из его способности обнаруживать:

- Неработающие в данный момент закладные устройства (ЗУ);
- ЗУ с дистанционным управлением, находящиеся в режиме ожидания;
- ЗУ со специальными технологиями передачи информации, служащими повышению скрытности их работы (узкополосная модуляция, передача сигналов короткими сериями после их предварительного накопления в запоминающем устройстве, использование нескольких несущих частот, различные сложные виды модуляции и др.).

2. Постановка задачи

Большое многообразие публикаций дают достаточно подробное изложение метода нелинейной локации (НЛ) при облучении электромагнитной волной полупроводниковых элементов. Описаны принципы работы устройств реализующих метод НЛ, но при этом практически отсутствует информация о средствах реализующих данный метод для поиска (ЗУ) именно в телефонных (проводных) линиях связи, которые имеют свою специфику применения.

Целью данной работы является рассмотрение метода нелинейной локации, исследование его возможности для поиска радиозакладных устройств в ТЛ.

3. Основные положения

Метод НЛ реализуется путем использования специальных приборов – нелинейных локаторов – и основан на специфическом свойстве полупроводниковых материалов, которое заключается в том, что при прохождении через них гармонического сигнала происходит его преобразование, сопровождающееся ростом коэффициента гармоник. В большинстве случаев оценивается уровень первых трёх гармоник.

Существенным отличием метода нелинейной локации от классического наблюдения (обнаружения) объектов с активным ответом является прямое преобразование падающей на объект энергии зондирующего сигнала в энергию высших гармоник. В связи с этим модель радиолокационного наблюдения (обнаружения) в условиях нелинейной локации можно классифицировать как наблюдение с полуактивным ответом, что связано с отсутствием потребления энергии объектом от специального источника питания.

Нелинейным объектом называется объект, обладающий нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ). К ним относятся диоды, транзисторы, микросхемы, контакты металл-окисел-металл (МОМ-диод).

Простейшим нелинейным (полупроводниковым) элементом, безусловно, является диод. Как известно, ВАХ любого нелинейного элемента раскладывается в ряд Тейлора в виде аппроксимирующего степенного полинома. Тогда выражение для выходного тока при воздействии гармонического входного сигнала будет иметь вид [1]:

$$i_{\text{вых}}(t) = i_0 + \alpha e_s(t) + \beta e_s^2(t) + \gamma e_s^3(t) + \dots, \quad (1)$$

где $e_s(t)$ – входной сигнал на нелинейном элементе, α, β, γ – коэффициенты аппроксимирующего полинома.

Из (1) следует, что нелинейность ВАХ обуславливает появление в выходном сигнале, основной гармоники с амплитудой, умноженной на коэффициент α и высших гармоник основной частоты, амплитуды которых пропорциональны соответствующим коэффициентам.

Пусть входной сигнал представляет собой гармоническое колебание вида:

$$e_s(t) = A_0 \cos \omega t, \quad (2)$$

где A_0 – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – круговая частота сигнала, радиан/сек, f – частота сигнала, Гц.

Подставляя (2) в (1) выполним тригонометрические преобразования над степенными функциями $\cos \omega t$, получим выражение для отклика от нелинейного элемента в виде:

$$i_{\text{вых}}(t) \approx i_0 + \beta A_0^2 + (\alpha A_0 + 1,25\gamma A_0^3) \cos \omega t + 0,5\beta A_0^2 \cos 2\omega t + 0,25\gamma A_0^3 \cos 3\omega t \dots \quad (3)$$

Из (3) следует, что в сигнале отклика присутствуют гармонические составляющие, среди которых наиболее существенными являются вторая и третья гармоники. При отсутствии напряжения смещения (пассивный режим) рабочая точка находится на на-

чале ВАХ, где крутизна минимальна. Большинство полупроводниковых приборов, используемых в радиоэлектронных устройствах съема информации – транзисторы, диоды, микросхемы, обладают характеристиками, близкими к квадратичной. Что касается естественных МОМ-диодов – окисленных частей металла или их контактов, идентификация строится на предположении кубической зависимости их ВАХ, когда отсутствуют производные четного порядка. Данное предположение не имеет четкого физического основания, поскольку невозможно создать элементы с идеальными квадратичной или кубической формой ВАХ [2].

Естественный контакт двух металлов или их окисление (ржавчина) представляет собой элемент с механически нестабильным «р-п переходом» и с нестабильной ВАХ, которая в данном случае сильно зависит от свойств окружающей среды. Это приводит к такой же зависимости от внешних условий и производных ВАХ.

4. Выбор модели телефонного закладного устройства и среды распространения

Большинство гальванически подключенных (последовательно или параллельно) в линию передачи ЗУ с питанием от телефонной линии содержат на входе диодный мост. Выбор диода и диодного моста в качестве моделей ЗУ во время исследовании позволит охватить большой класс применяемых ЗУ в телефонных линиях.

Кроме элементарных моделей ЗУ в работе будут использоваться схемы 4-х реальных телефонных закладных устройств.

Рассмотрим возможные модели ТЛ. При использовании зондирующих сигналов нелинейного локалатора с частотами находящимися в звуковом диапазоне, длина волны в линии будет во много раз больше протяженности исследуемой линии. Поэтому целесообразно использовать, в этом случае, не модель длинной линии, а модель линии с сосредоточенными параметрами. В общем случае двухпроводная телефонная линия представляет собой аналог фильтра нижних частот. Тогда произвольный отрезок ТЛ можно представить одним из приведенных на рис. 1 эквивалентным четырехполюсником [1].

Значения элементов модели выбираются в соответствии с погонными параметрами телефонных проводов марки ТРП или ТРВ. Исходя из данных ТУ 16.К04.005-89 для телефонного провода марки ТРП с токопроводящими медными однопроволочными жилами диаметром 0,5 мм электрическое сопротивление не более 94 Ом/км; электрическое сопротивление

изоляции – не менее 500 МОм/км. Для приведенной модели будем использовать граничные значения сопротивлений.

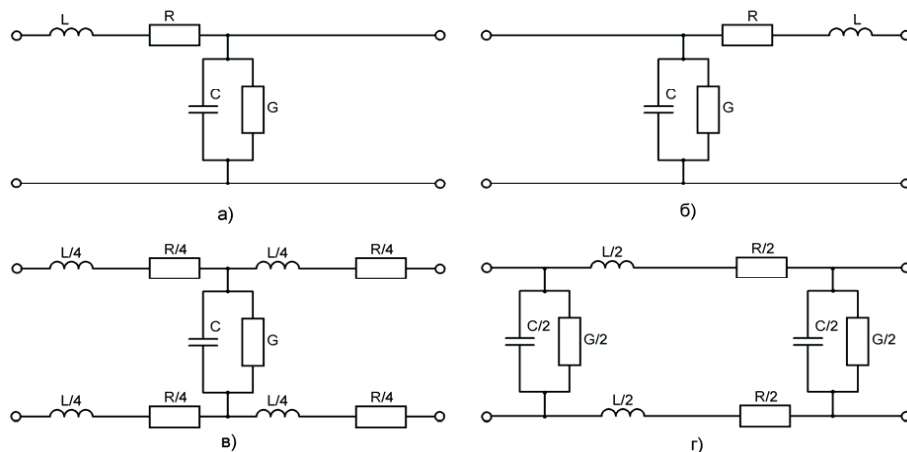


Рис. 1. Модели телефонной линии с учетом потерь: а, б – симметричные уравновешенные четырехполюсники; в, г – несимметричные неуравновешенные четырехполюсники

Поскольку погонные индуктивность и емкость данного кабеля не приведены в ТУ 16.К04.005-89, найдем их значения исходя из его геометрических размеров (конструкция провода показана на рис. 2, значения геометрических размеров приведены в табл. 1).

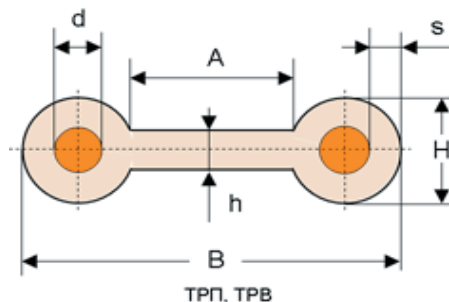


Рис. 2. Конструкция проводов марки ТРП, ТРВ

Погонная индуктивность для симметричной двухпроводной линии определяется выражением [1]:

$$L = \frac{\mu\mu_0}{\pi} \ln \frac{D-d/2}{d/2} = 4 \cdot 10^{-7} \mu \ln \frac{D-d/2}{d/2}, \tag{4}$$

где μ – относительная магнитная проницаемость металла;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная вакуума;

D – расстояние между проводниками;

d – диаметр проводников.

Согласно данным из табл. 1 и рис. 2, получим расстояние D между проводниками, равное 3,9 мм.

Жилы провода марки ТРП изготовлены из меди.

Погонную емкость линии можно рассчитать по формуле 5 [1].

$$C = \frac{\pi\epsilon\epsilon_0}{\ln \frac{D-d/2}{d/2}} = \frac{10^{-9}\epsilon}{36 \cdot \ln \frac{D-d/2}{d/2}}, \tag{5}$$

Характеристики проводов марки ТРП, ТРВ

Основные характеристики		Единицы измерения	ТРП 2x0,4	ТРП 2x0,5	ТРВ 2x0,4	ТРВ 2x0,5
Электрическое сопротивление жилы		Ом/км	148	94	148	94
Количество жил в проводе		шт	2	2	2	2
Сечение жилы		мм ²	0,12	0,21	0,12	0,21
Диаметр токопроводящей жилы	d	мм	0,4	0,5	0,4	0,5
Толщина изоляции	s	мм	0,7- 0,1	0,7- 0,1	0,7- 0,1	0,7- 0,1
Ширина разделительного основания	A	мм	2,0-0,1	2,0-0,1	2,0-0,1	2,0-0,1
Ширина провода	B	мм	5,1– 6,4	5,3– 6,4	5,1– 6,4	5,3– 6,4
Высота провода	H	мм	max 2,2	max 2,2	max 2,2	max 2,2
Толщина разделительного основания	h	мм	0,9-0,1	0,9-0,1	0,9-0,1	0,9-0,1

где ϵ – относительная электрическая проницаемость,

$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ – электрическая постоянная вакуума.}$$

В проводах марки ТРП в качестве диэлектрика используется полиэтилен, его относительная электрическая проницаемость составляет 2,25.

Таким образом, параметры телефонной линии из марки ТРП с диаметром провода 0,5 мм равны следующим значениям: $L=1$ мкГн/м, $C=25$ нФ/м, $R=0,1$ Ом/м, $G=2$ мкСм/м.

Для моделирования нелинейных свойств закладных устройств в пакете программ OtCAD необходимо выбрать модель физической двухпроводной линии передач. Пользователям данного пакета программ доступны следующие модели [3]: Т и TLOSSY – линии передач с распределенными параметрами (идеальная и с потерями соответственно); TLUMPx – RLCG линия передач с сосредоточенными параметрами, где x – количество элементарных цепочек; TLURCx – RC линия передач с сосредоточенными параметрами. Для линий передачи с потерями используются следующие параметры: R – сопротивление потерь на единицу длины, L – индуктивность на единицу длины, C – собственная емкость на единицу длины, G – проводимость на единицу длины, LEN – физическая длина, выраженная в метрах.

Модель линии передачи с сосредоточенными параметрами предполагает, что такая линия может быть представлена последовательностью простых сегментов, каждый из которых содержит последовательный резистор и индуктивность, а также параллельные емкость и проводимость. Если цепь будет содержать достаточно большое количество таких сегментов, то можно говорить о дискретной модели линии с распределенной структурой.

Для решения задачи обнаружения нелинейного элемента подразумевается его размещение в произвольном месте двухпроводной линии передачи. Для этого ТЛ представляется в виде двух соединенных моделей TLUMP1. Однако корректна такая замена будет только при замене модели линии передачи на две линии – вдвое меньшей длины (что соответствует уста-

новке ЗУ посередине ТЛ). Некоторые сложности возникают при необходимости разбиения линии передачи на неравные части. При этом наблюдается некоторое отличие АЧХ двух моделей, что проявляется в отличии резонансных частот. Решением данной проблемы является выбор более сложной модели линии передачи с распределенными параметрами – TLOSSY. Выбор такой модели дает выигрыш в точности, но требует больших вычислительных затрат при моделировании. Кроме того, удобство использования такой модели ТЛ заключается в том, что изменить физическую длину определенной линии можно путем изменения одного параметра LEN (длина), оставив электрические параметры модели постоянными.

5. Моделирование нелинейных свойств простейших моделей телефонных ЗУ

В общем случае длина ТЛ от абонентского телефонного аппарата до АТС может составлять сотни метров. Поэтому, при обнаружении ЗУ предпочтительно подключать анализатор только к одной стороне ТЛ, кроме того, для различных типов гальванического подключения ЗУ эффективны и различные типы испытательных режимов.

В режиме анализа наличия подключений параллельных нелинейных устройств в линию подается напряжение зондирующего сигнала с уровнем, обеспечивающим нелинейный режим работы обнаруживаемого устройства. При этом от линии должны быть отключены все известные нагрузки и АТС (режим “холостого хода”).

В режиме анализа наличия подключений последовательных нелинейных устройств от линии должны быть отключены все известные нагрузки и АТС, а линия должна быть замкнута на противоположном к месту подключения анализатора конце (режим “короткого замыкания”).

В качестве простейших моделей телефонных ЗУ были выбраны диод и диодный мост. Проведено исследование нелинейных свойств параллельно подключенного диода как модели телефонного закладного устройства. Схема для исследования приведена

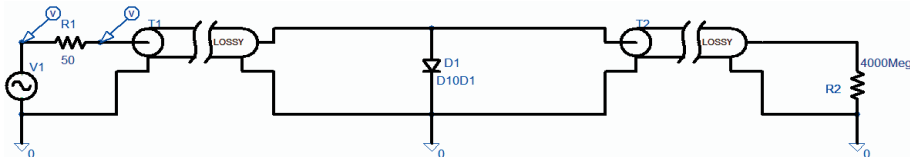


Рис. 3. Схема для исследования параллельно подключенного диода

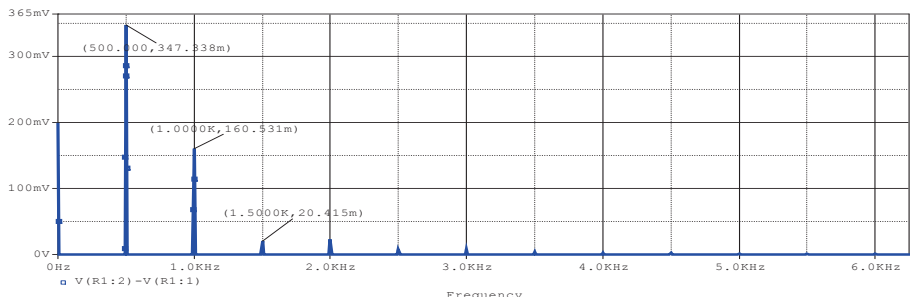


Рис. 4. Спектр отклика зондирующего сигнала от параллельно подключенного диода

на рис. 3, представляющая собой эквивалент 100-метровой телефонной линии, состоящей из двух одинаковых отрезков провода марки ТРП с диаметром токопроводящей жилы 0,5 мм.

Нелинейные свойства ЗУ оцениваются по уровню первых гармоник спектра сигнала на резисторе, последовательно включенного с генератором. Спектр такого отклика показан на рис. 4.

Исследование отклика при последовательно подключенном диоде в ТЛ проводится в соответствии со схемой, представленной на рис. 5. Спектр отклика показан на рис. 6.

В большинстве ЗУ с питанием от телефонной линии применяются диодные мосты на входе. Поэтому необходимо уделить отдельное внимание исследованию нелинейных свойств таких моделей ЗУ.

Схема параллельно включенного в линию диодного моста, показана на рис. 7, спектр отклика – на рис. 8.

Характерной особенностью диодного моста является присутствие в спектре отклика только нечетных спектральных компонент сигнала.

Нередко встречаются также ЗУ с диодным мостом на входе, которые подключаются в разрыв одного из проводов ТЛ (рис. 9), полученный спектр отклика показан на рис. 10.

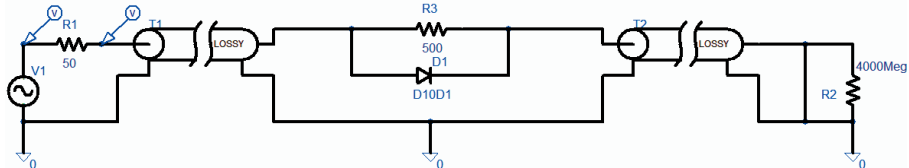


Рис. 5. Схема для исследования последовательно подключенного диода

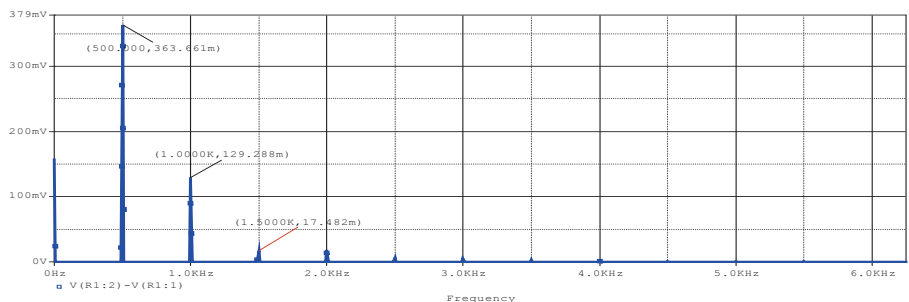


Рис. 6. Спектр отклика зондирующего сигнала от последовательно подключенного диода

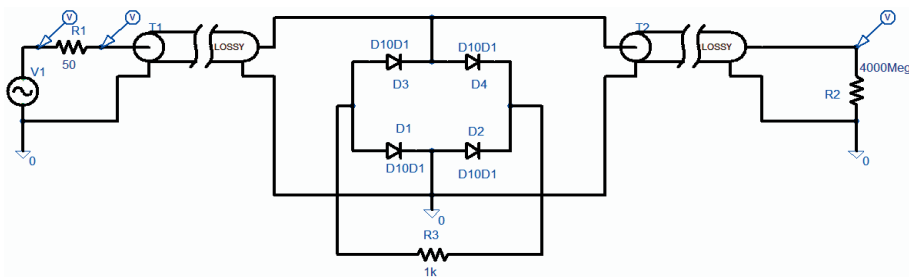


Рис. 7. Схема для исследования параллельно подключенного диодного моста

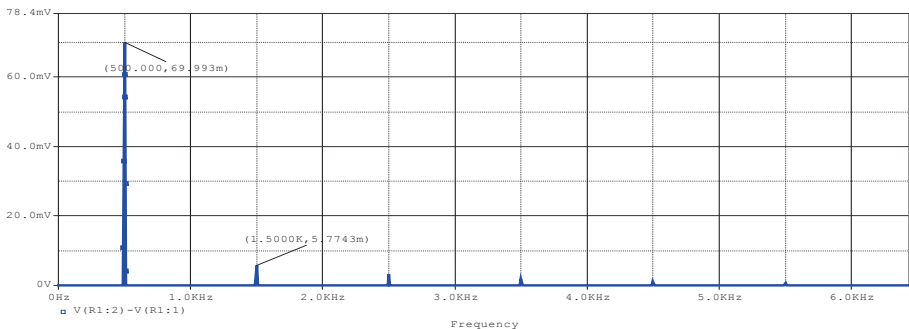


Рис. 8. Спектр отклика зондирующего сигнала от параллельно подключенного диодного моста

Для численной оценки возможности обнаружения ЗУ применялся коэффициент гармоник с учетом только первых трех гармонических составляющих (6), результаты представлены в табл. 2.

$$K = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1}, \quad (6)$$

где U_1, U_2, U_3 – амплитуды соответственно первой, второй и третьей гармоник сигнала.

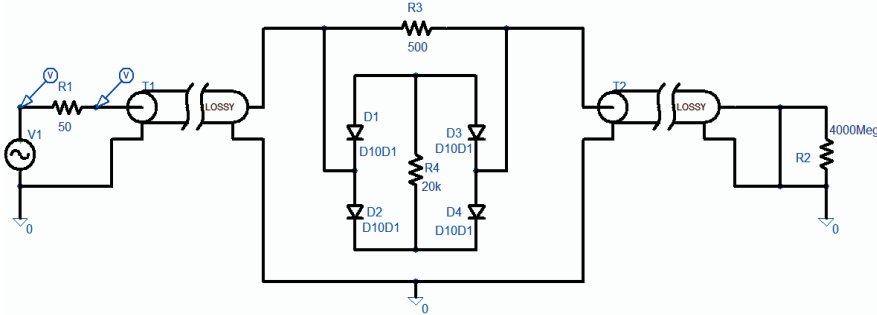


Рис. 9. Схема для исследования последовательно подключенного диодного моста

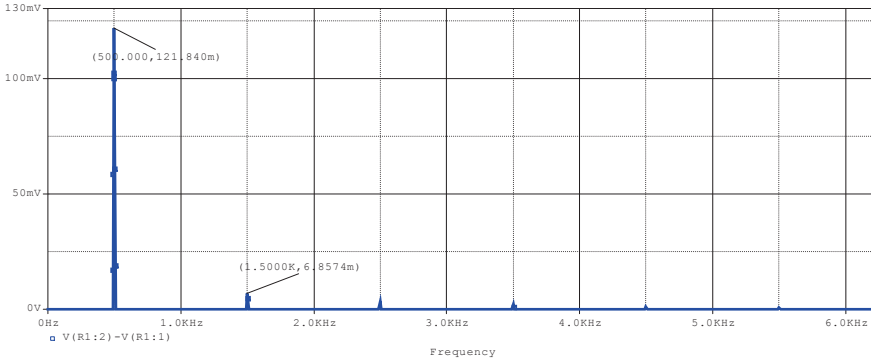


Рис. 10. Спектр отклика зондирующего сигнала от последовательно подключенного диодного моста

Таблица 2

Результаты исследования простых моделей телефонных ЗУ

Модель телефонного ЗУ	Амплитуды гармоник, мВ			Коэффициент гармоник
	первая	вторая	третья	
Параллельно подключенный диод	347,34	160,53	20,41	0,465
Последовательно подключенный диод	363,7	129,28	17,48	0,358
Параллельно подключенный диодный мост	70	—	5,77	0,082
Последовательно подключенный диодный мост	121,54	—	6,56	0,054

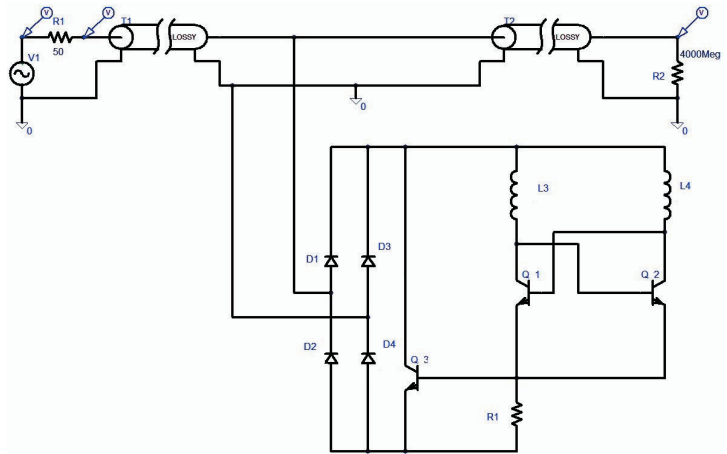


Рис. 11. Схемная реализация радиоретранслятора с параллельным подключением и питанием от телефонной линии (Схема № 1)

6. Моделирование нелинейных свойств реальных телефонных закладных устройств

Существует огромное количество схем телефонных ЗУ. Большинство из них представляет собой передатчики, выполненные по простым схемам с небольшим количеством элементов, поскольку к данным устройствам предъявляются требования миниатюризации. В качестве антенн телефонного

радиоретранслятора чаще всего применяются провода ТЛ, реже – другие специально сконструированные антенны. Питание ЗУ осуществляется от внешнего источника питания или от ТЛ (постоянное напряжение в линии составляет 40-60 В при положенной телефонной трубке, 10-15 В – при поднятой). Некоторые ЗУ предварительно накапливают несанкционированно полученную информацию, а потом передают ее в эфир в виде сессий в определенные моменты времени.

Один из многочисленных вариантов телефонных ретрансляторов показан на рис. 11. В качестве антенны используются телефонные провода.

Данная схема и все последующие в процессе моделирования в программе OrCAD 9.2 предварительно запускались в рабочий режим и контролировались на наличие высокочастотных промодулированных колебаний на выходе устройства (рис. 12).

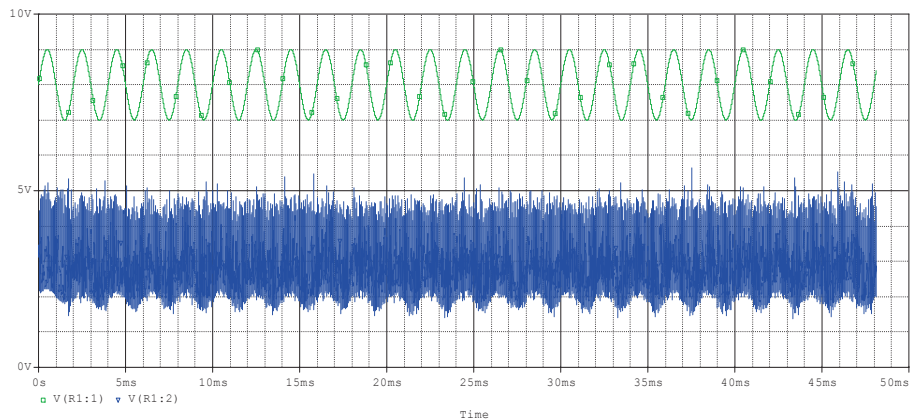


Рис. 12. Сигналы в телефонной линии при работающем ЗУ (Схема № 1)

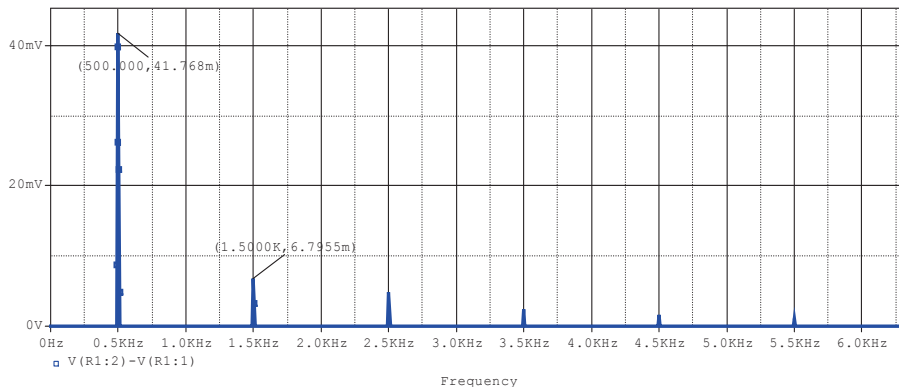


Рис. 13. Спектр отклика от ЗУ (Схема №1)

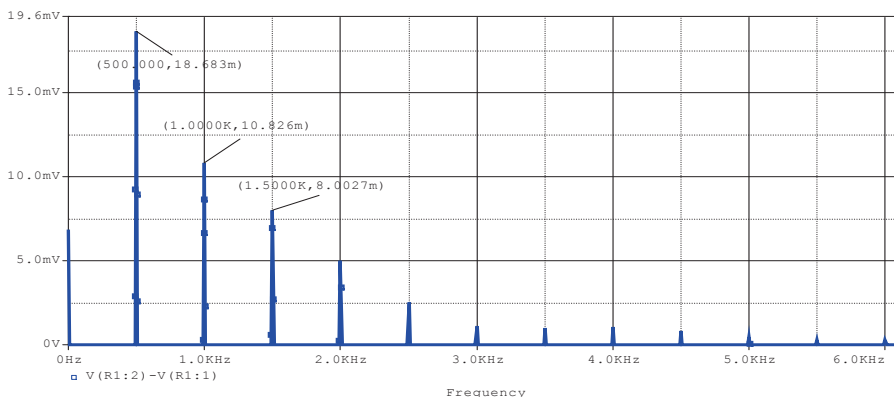


Рис. 14. Спектр отклика от ЗУ (Схема №2)

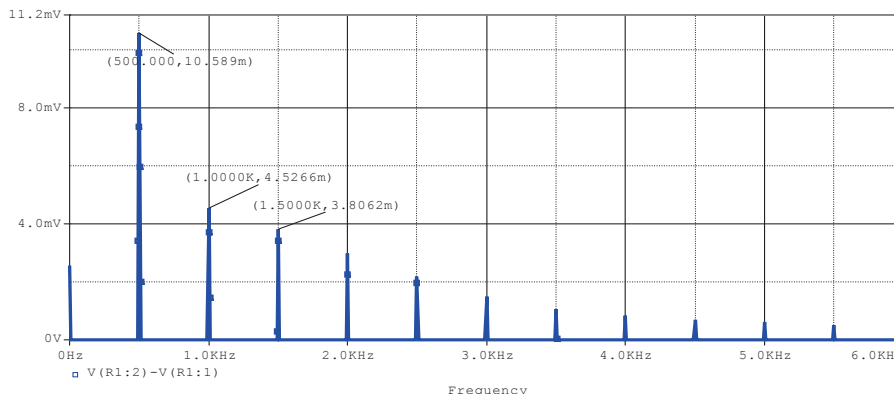


Рис. 15. Спектр отклика от ЗУ (Схема №3)

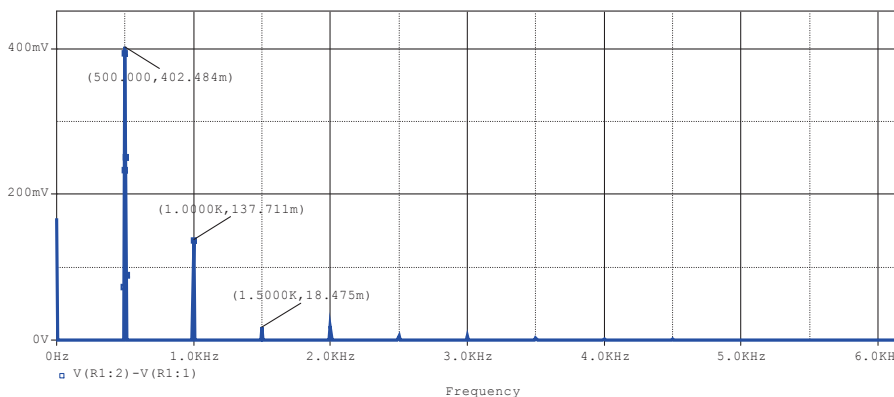


Рис. 16. Спектр отклика от ЗУ (Схема №4)

В качестве полезного сигнала был выбран гармонический сигнал с частотой 0.5 кГц и амплитудой 1 В – такой сигнал моделирует речевую информацию передаваемую от абонента по линии. Так же в линию было подано постоянное напряжение 12 В. Зарядное устройство промодулировало полезный сигнал по амплитуде, несущая частота составила 50 МГц.

Нелинейными элементами в такой схеме являются полупроводниковые диоды и транзисторы. Покажем возможность метода нелинейной локализации обнаруживать ретрансляторы такого типа. Спектр отклика от ЗУ показан на рис. 13.

Особенностью отклика подобных схем является отсутствие четных гармоник в спектре сигнала, так как на входе ЗУ стоит диодный мост.

Рассмотрим возможность обнаружения других телефонных ЗУ.

Схема №2. Простая схема передатчика на одном транзисторе, который является единственной нелинейностью в данном ЗУ. В линию подключается параллельно. Питание от ТЛ. Спектр отклика от нелинейности в такой схеме показан на рис. 14.

Проведено исследование нелинейных свойств ЗУ, выполненного на одном транзисторе, с последовательным подключением и питанием от линии передачи (Схема №3). Спектр отклика данной схемы приведен на рис. 15.

Выполнено моделирование еще одной схемы последовательного ЗУ с питанием от ТЛ (Схема №4).

Устройство представляет собой УКВ ЧМ передатчика и состоит из диодного моста на входе схемы, одного транзистора, варикапа и стабилитрона.

Спектр отклика зондирующего сигнала от такого ЗУ показан на рис. 16.

Численная оценка нелинейных свойств приведенных выше схем телефонных зарядных устройств сведена в табл. 3.

Таблица 3

Результаты исследования телефонных ЗУ

Схема телефонного ЗУ	Амплитуды гармоник, мВ			Коэффициент гармоник
	первая	вторая	третья	
Схема №1	41,76	–	6,79	0,163
Схема №2	15,65	10,62	5,00	0,75
Схема №3	10,59	4,52	3,80	0,557
Схема №4	402,45	137,71	18,47	0,345

7. Исследование влияния длины ТЛ и температуры окружающей среды на проявление нелинейных свойств ЗУ

В работе проведено исследование влияния длины телефонной линии на отклик модели ЗУ – параллельно подключенного диода (рис. 3) для длины ТЛ 50 м, 100 м, 500 м и 1000 м соответственно. Полученные данные сведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты исследования влияния длины телефонной линии на коэффициент гармоник сигнала

Длина телефонной линии, м	Амплитуды гармоник, мВ			Коэффициент гармоник
	первая	вторая	третья	
50	315	150,2	15,2	0,479
100	297,2	139,5	16,3	0,473
500	197,2	88,9	7,9	0,453
1000	141	61,3	3,5	0,435

Результаты исследования показали, что с увеличением длины ТЛ в 20 раз коэффициент гармоник уменьшается в 1,1 раза, поэтому, для частоты первой гармоники 500 Гц нелинейного локатора, такой фактор как длина телефонной линии можно не учитывать при выборе порогового значения обнаружения ЗУ.

Температура окружающей среды изменялась в свойствах проекта в программе OrCAD в диапазоне

от 15 С до 30 С с шагом 5 С. Полученные результаты сведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты исследования влияния температуры окружающей среды на коэффициент гармоник сигнала

Температура окружающей среды, °С	Амплитуды гармоник, мВ			Коэффициент гармоник
	первая	вторая	третья	
15	303,5	139,9	14,6	0,463
20	293,1	139,1	17,3	0,478
25	283,6	138,1	19,9	0,492
30	274,7	137	22,2	0,505

Из данных табл. 5 видно, что увеличение температуры окружающей среды приводит к увеличению коэффициента гармоник, это происходит в основном из-за роста уровня третьей гармоники. Повышение температуры в два раза (с 15°С до 30°С) вызывает рост уровня третьей гармоники в 1,5 раза, а коэффициента гармоник в 1,08 раза.

8. Выводы

В работе исследован и подробно описан метод нелинейной локации применительно к поиску радиозакладных устройств в проводных телефонных линиях связи.

В результате схемотехнического моделирования получено следующее: диапазон коэффициентов гармоник для элементарных физических моделей ЗУ и реальных схем ЗУ лежит в пределах от 0,01 до 1,5. Такие факторы как температура окружающей среды и длина телефонной линии незначительно (менее 15%) влияют на значение коэффициента гармоник; применение метода нелинейной локации телефонной линии позволяет обнаружить подключение большинства используемых злоумышленниками телефонных закладных устройств.

Литература

1. Основи теорії кіл [Текст]: підручник для студентів ВНЗ. / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін. – Ч.2. – Харків: ХНУРЕ: Колегіум, 2006. – 668 с.
2. Вернигоров, Н.С. Принцип обнаружения объектов нелинейным локатором [Текст] // Защита информации. Конфидент. – 1998. – №4. – С. 65-70.
3. PSpice Help. Cadence Design Systems. – 2009. - v.16.3 – 436 p.

Abstract

The purpose of this study is to examine the method of nonlinear location, research its ability to search of bugging devices on the phone line. In paper gives theoretically rationale and simulation in the CAD of method nonlinear location for search of bugging device in the telephone line.

As a result, circuit simulation obtained conclusions: The range of harmonic distortion for elementary physical models of bugging devices and real circuit of bugging devices is the between of 0.01 to 1.5. Factors such as ambient temperature and length of the telephone line is insignificant (less than 15%) is affected by the value of harmonic distortion. The method of nonlinear location the telephone line to detect the connection, most used criminals' phone bugging devices

Keywords: nonlinear locator, phone line, bugging device, spectrum