

УДК 378.162.33:65.012.8

ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ І ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ДЕТЕКТОРА НЕСАНКЦІОНОВАНИХ ПІДКЛЮЧЕНЬ ДО ТЕЛЕФОННИХ ЛІНІЙ

Хома Володимир; Іванюк Віталій
Національний університет «Львівська політехніка»

INCREASED SENSITIVITY AND NOISE IMMUNITY DETECTOR UNAUTHORIZED CONNECTIONS TO THE TELEPHONE LINE

Homa Vladimir; Ivaniuk Vitaliy
Національний університет «Львівська політехніка»

Анотація: Представлено новий метод вдосконалення системи моніторингу несанкціонованих під'єднань до абонентських телефонних ліній. В процесі роботи детектор реєструє електричні зміни в характеристиках імпедансу на телефонній лінії абонента для виявлення та оповіщення про підключення пристрою прослуховування телефонних розмов в будь-якому місці на абонентському шлейфі.

Ключові слова: Телефонна лінія, телефонна закладка, мостовий адаптер, цифровий синхронний детектор.

Summary: This article presents a novel method and improve system for monitoring of unauthorized connections on the subscriber's local telephone loop. In operation the detector displays electrical changes in impedance characteristics on the subscriber's telephone line to detect and alert about connecting of wiretapping equipment anywhere on the local loop.

Keywords: Telephone line, telephone laying, bridge adapter, digital synchronous detector.

Вступ

Попри величезний поступ у розвитку телекомунікаційних технологій традиційний телефонний зв'язок і надалі залишається одним із найпоширеніших і затребуваних засобів комунікацій. Серед загроз інформаційної безпеки абонентів телефонного зв'язку найімовірнішими є перехоплення телефонних повідомлень та прослуховування приміщень, оснащених телефонними апаратами [1], [2]. Найчастіше такі загрози реалізуються шляхом несанкціонованого під'єднання (НСП) засобів технічної розвідки (телефонних закладок — ТЗ) до абонентських телефонних ліній (АТЛ).

На цей час розроблено чимало методів і засобів виявлення та локалізації телефонних закладок, які працюють за різними принципами [3], [4]. Значного поширення набули детектори несанкціонованих підключень, робота яких базується на контролі параметрів імпедансу телефонних ліній. Підключення

телефонних закладок спричиняє зміну електрофізичних параметрів лінії, що і є демаскувальною ознакою [5]. Проте розвиток електронних технологій дає змогу постійно вдосконалювати технічні та експлуатаційні характеристики телефонних закладок, внаслідок чого знижується ефективність існуючих засобів контролю кабельних ліній зв'язку. Саме тому триває пошук нових методів виявлення несанкціонованих підключень до АТЛ [6] – [9].

Метою статті є розроблення та дослідження пристрою виявлення нелегальних підключень до АТЛ, основу якого складають телефонний адаптер у вигляді незрівноваженого чотириплечого моста змінного струму і тракт опрацювання сигналів, що побудований за принципом фазочутливого детектора.

Математична модель кабельної лінії і телефонного закладного пристрою

Класична модель кабельної лінії зв'язку (рис. 1) представлена так званими

первинними параметрами – погонними ємністю C_0 , індуктивністю L_0 , опором R_0 та провідністю G_0 [10].

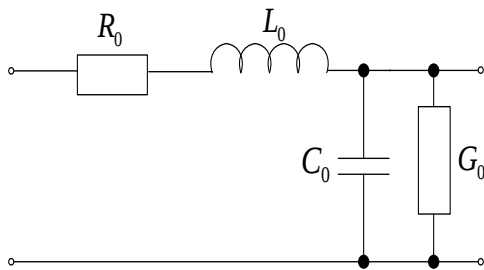


Рис. 1. Модель кабельної лінії

Для телефонних сигналів застосовується модель лінії із зосередженими параметрами, оскільки протяжність АТЛ не перевищує довжини хвилі тонального сигналу. Більше того, для випадку розімкненої на віддаленому кінці лінії модель додатково можна спростити, оскільки за відсутності струму впливом опору і індуктивності можна знехтувати. Отож у моделі розімкненої лінії (рис. 1) враховують лише ємність та провідність.

Ємність лінії можна розглядати як конденсатор, де роль обкладинок виконують два провідники, а діелектриком є матеріал ізоляції. Ємність кабельної лінії прийнято називати робочою ємністю, на відміну від часткової ємності (між двома окремо взятими провідниками, між провідником та ізолювальною оболонкою, між провідником і землею). Наприклад, для кабелю категорії 5 погонна ємність становить $C_0 = 50$ пФ/м [10].

Провідність кабельної лінії складається із провідності ізоляції та залежить від діелектричних втрат і частоти струму [11]:

$$G_0 = g_0 \cdot f^G, \quad (1)$$

де для вказаного типу кабелю значення параметрів є такі $g_0 = 0,235 \cdot 10^{-15}$ См/м і $G = 1,38$. Наприклад, на частоті 1 кГц погонна провідність: $G_0 = 3,24 \cdot 10^{-12}$ См/м, тобто тангенс кута втрат є незначним $tg\delta = 10^{-5}$. Отже, якщо робоча частота детектора буде рівна $f = 1$ кГц, впливом провідності можна нехтувати і вважати, що модель розімкненої лінії представлена лише єдиним параметром – ємністю.

Найчастіше злоумисники застосовують так звані паралельні телефонні закладки. Задля забезпечення скритності несанкціонованих підключень вхідний імпеданс паралельної телефонної закладки повинен бути якнайбільшим [5]. У цьому сенсі найпридатнішим є спосіб підключення ТЗ, зображений на рис. 2, за якого вплив на АТЛ є мінімальним. Конденсатор C_S запобігає попаданню на вхід ТЗ постійної напруги АТЛ. За умови $C_S \gg C_{IN}$, $R_{IN} \gg 1/2\pi f_0 C_{IN}$ і $C_{IN} \ll C_L$ вплив ТЗ проявляється насамперед у незначному збільшенні ємності лінії $C_x \approx C_L + C_{IN}$.

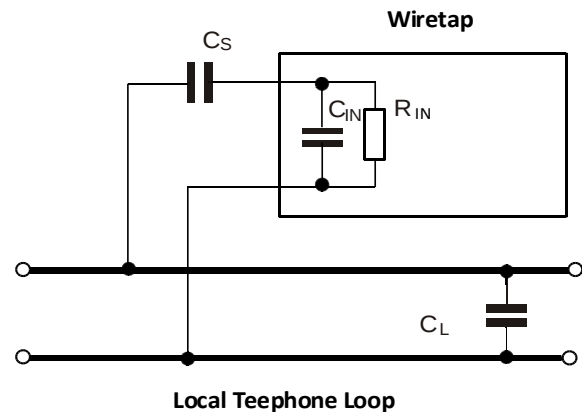


Рис. 2. Варіант підключення паралельної телефонної закладки

Отже, ємність контрольованої кабельної лінії може приймати два значення:

- для «чистої лінії»

$$C_x = C_L; \quad (2)$$

- для випадку підключення до лінії закладки із ємністю C_{IN}

$$C_x \approx C_L + C_{IN}. \quad (3)$$

Покращання параметрів ТЗ та зменшення їх впливу на параметри телефонної лінії значно ускладнює задачу їх виявлення. Засоби контролю, побудовані на основі відомих методів, через обмежену чутливість не виявляють телефонних закладок із високими (понад 200 МОм) значеннями імпедансу [8]. Тому актуальним є пошук нових методів виявлення ТЗ та розроблення засобів контролю АТЛ на їх основі. Ключовим завданням у цьому напрямку є розроблення високочутливого

лінійного адаптера інваріантного до впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів.

Мостовий телефонний адаптер та його моделювання

Адаптер забезпечує фізичне підключення пристрою виявлення НСП до телефонної лінії та формує сигнал тривоги у випадку зміни ємності лінії. Для досягнення високої чутливості в основу проєктованого лінійного адаптера покладено незрівноважений чотириплечий міст змінного струму (рис. 3). Мостовий адаптер вмикається на місце телефонного апарату, а сама лінія попередньо знеструмлюється шляхом відключення її контрольованої ділянки від АТС у розподільчій шафі. Таким чином, «чиста лінія» представлена ємністю та провідністю між двома жилами кабелю [9].

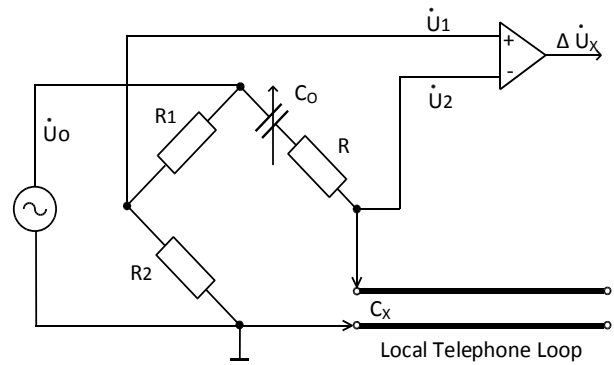
Незрівноваженість мостової схеми зумовлена застосуванням у правій частині резисторів R_1 і R_2 , а у лівій — елементів ємнісного характеру (у нижньому плечі контрольована кабельна лінія із ємністю C_X , а у верхньому — послідовно увімкнений регульований конденсатор C_0 та низькоомний резистор R).

За умови $R_1 = R_2$ вихідний сигнал адаптера, що визначається різницею потенціалів U_1 і U_2 на лівому і правому плечах моста, описується виразом:

$$\Delta \dot{U} = \frac{\dot{U}_0}{2} \cdot \frac{C_X / C_0 - 1 + j\omega_0 C_X R}{1 + C_X / C_0 + j\omega_0 C_X R} \quad (4)$$

Налаштування мостового адаптера здійснюється на «чистій лінії», коли справджується рівність (2), шляхом підбору ємності регульованого конденсатора так, що

$$C_0 = C_L. \quad (5)$$



де U_0 – зондувальна напруга.

Рис.3. Схема адаптера у вигляді незрівноваженого моста змінного струму

Отже, на «чистій лінії» напруга на виході адаптера описується виразом:

$$\Delta \dot{U}_X = \frac{\dot{U}_0}{2} \cdot \frac{j\omega_0 C_0 R}{2 + j\omega_0 C_0 R} \quad (6)$$

Для випадку підключення до лінії закладки із ємністю C_{IN} вираз вихідної напруги адаптера доволі громіздкий [11], але його можна істотно спростити, припускаючи що $C_{IN} / C_L \ll 1$ і $\omega_0 R C_X \ll 1$.

$$\Delta \dot{U}_X \approx \dot{U}_0 \cdot \frac{C_L / C_0 + j\omega_0 C_X R}{4(1 + C_L / C_0)} \quad (7)$$

Дослідження показали, що інформативними параметрами, які забезпечують найвищу селективність та чутливість до змін електрофізичних параметрів телефонної лінії є фаза

$$\text{Arg}(\Delta \dot{U}_X) = \phi = \arctg\left(\frac{\omega_0 \cdot R \cdot C_X}{C_{IN} / C_0}\right). \quad (8)$$

та синфазна складова вихідної напруги

$$R(\Delta \dot{U}_X) = |U_0| \cdot \frac{C_L / C_0}{4 \cdot C_X} \quad (9)$$

натомість її амплітуда та квадратурна складова змінюються незначно при підключенні телефонної закладки із ємністю C_{IN} .

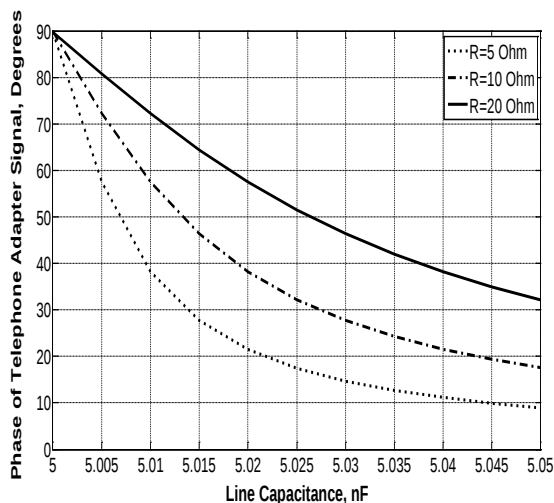
Характеристики лінійного адаптера залежать від значень опорів і ємностей елементів мостової схеми. Очевидно, що діапазон значень ємності C_0 регульованого конденсатора повинен покривати можливі

значення ємності C_L контрольованої ділянки абонентської телефонної лінії. Беручи до уваги паспортні дані робочої ємності телефонних кабелів та враховуючи протяжність лінії на ділянці від телефонного апарату до розподільчої шафи, значення ємності C_L , зазвичай, знаходиться в діапазоні від 1000 пФ до 10 нФ. Для досліджень прийємо $C_L = 5$ нФ.

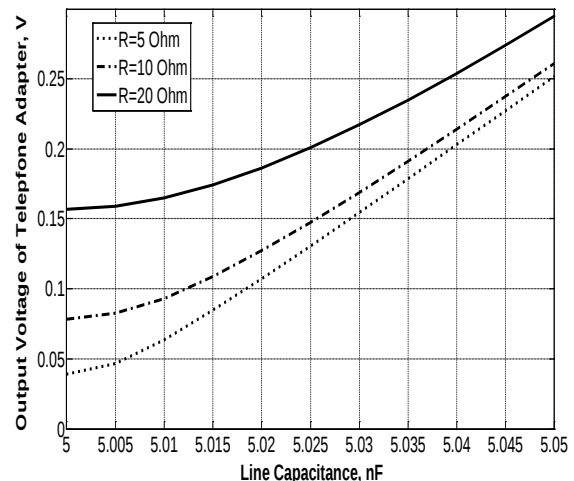
На рис. 4 наведено результати дослідження математичної моделі лінійного адаптера для випадку, коли ємність телефонної закладки C_{IN} складає від 5 пФ до 50 пФ, що становить відповідно 0,1 % та 1 % від ємності C_L телефонної лінії, а зондувальна напруга $U_0 = 10$ В. Частоту зондувального сигналу виберемо $f_0 = 1$ кГц, оскільки це зручно із погляду швидкодії

елементів вимірювального каналу і прийнятних значень струму в плечах мостової схеми. Оскільки $X_C = 1 / 2\pi f_0 C_0 \approx \approx 30$ кОм, прийємо значення опорів резистивного подільника рівними $R_1 = R_2 = 10$ кОм.

Опір додаткового резистора R безпосередньо впливає на рівень сигналу небалансу мостової схеми (рис. 4,а). Дослідження показали, що зменшення R підвищує чутливість мостового адаптера (рис. 4,б), але спостерігається зменшення завадостійкості через зниження рівня його вихідної напруги. З міркувань компромісу вибираємо $R = 10$ Ом. За таких допущень рівень вихідної напруги мостового адаптера знижується відносно зондувальної на - 42 дБ для „чистої лінії” або - 32 дБ у разі підключення закладки ємністю 50 пФ.



а)



б)

Рис. 4. Залежність фази (а) та вихідної напруги мостового адаптера (б) від зміни ємності телефонної лінії за різних значень опору додаткового резистора

Низький рівень вихідної напруги мостового адаптера ускладнює виділення фази як інформативного параметра. Дослідження показали, що хибні спрацювання пристрою виявлення мають місце за інтенсивності шуму 1 мкВ.

Структура пристрою виявлення телефонних закладок на основі цифрового синхронного детектора

Крім контролю фази, для виявлення

несанкціонованого підключення можна вимірювати синфазну складову вихідної напруги $Re(\Delta U_x)$ мостового адаптера (10).

На рис. 5 наведено залежність $Re(\Delta U_x)$ від значення ємності телефонної закладки. Перевагою цього варіанту реалізації пристрою виявлення ТЗ, як впливає із порівняння виразів (9) і (10), є інваріантність до нестабільності частоти зондувального сигналу f_0 та девіації опору

R додаткового резистора [12].

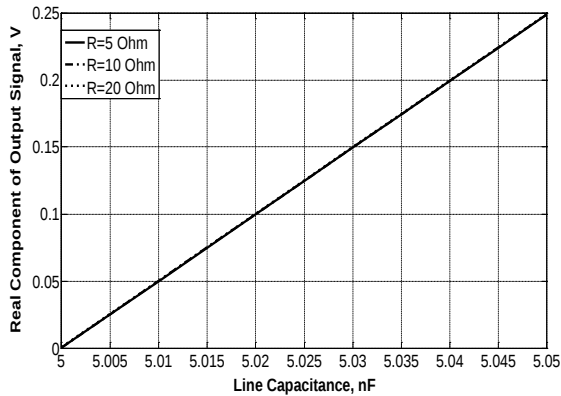


Рис. 5. Залежність синфазної складової напруги адаптера від зміни ємності телефонної лінії

Оскільки вихідна напруга мостового адаптера має низький рівень, авторам видається доцільним застосування синхронного детектування, як завадостійкого методу опрацювання сигналів [12]. Відомо багато способів реалізації синхронного детектора, в основу яких покладено перемноження інформаційного сигналу із опорним та подальше виділення сталої складової. Досить поширений варіант побудови синхронного детектора на базі операційного підсилювача із застосуванням ключування [12], [13]. Основним недоліком такого пристрою є паразитний вплив фронтів керуючих імпульсів, що проявляється у накладанні на низькорівневий сигнал. Крім того,

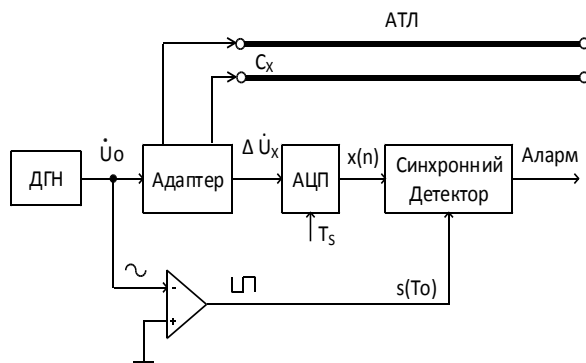
виділення сталої складової за допомогою фільтра нижніх частот вимагає кількох періодів сигналу.

Згадані недоліки усунуто у цифровому варіанті реалізації синхронного детектора, коли перемножуються не інформаційний і опорний сигнали, а їх оцифровані вибірки. У подальшому одержані добутки підсумовуються:

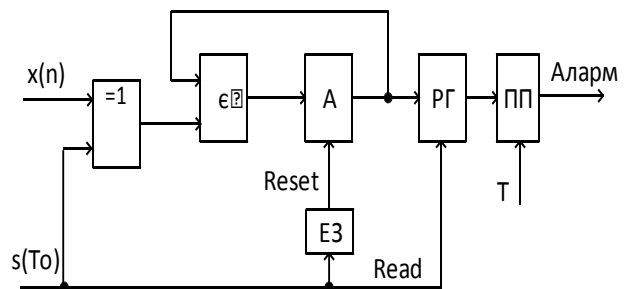
$$\dot{X}(f_0) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \times \left[\cos\left(\frac{2\pi f_0 n}{N}\right) \right]. \quad (10)$$

де $x(n)$ і $X(f_0)$ – відповідно вибірки вихідної напруги адаптера ΔU_x та її спектр на частоті зондувального сигналу f_0 ; n і N – відповідно номер вибірки і кількість вибірок у блоці; $\cos(2\pi f_0 n / N)$ – вектор опорного сигналу.

Вираз (11) можна розглядати як алгоритм одноточкового цифрового косинусного перетворення [14]. Для одержання результату необхідно виконати N перемножень, тобто вимагається певна обчислювальна потужність. Тому автори досліджували альтернативний спосіб реалізації синхронного детектування, який не потребує перемножень. Структура пристрою виявлення телефонних закладок на основі такого підходу наведена на рис. 6,а.



а)



б)

Рис. 6. Структура пристрою виявлення телефонних закладок (а) та варіант реалізації цифрового синхронного детектора (б)

Вихідна напруга мостового адаптера ΔU_x оцифровується за допомогою аналогоцифрового перетворювача (АЦП) та у

виділі вибірок $x(n)$ надходить на цифровий синхронний детектор. Крім того, необхідний для синхронного детектування опорний

сигнал $s(T_0)$ формується компаратором із джерела гармонічної напруги (ДГН).

На рис. 6,б наведено варіант реалізації цифрового синхронного детектора. Вибірки $x(n)$ вихідної напруги адаптера перемножуються не з миттєвими значеннями опорної напруги U_0 , а лише із функцією знаку її полярності. Роботу цифрового синхронного детектора відображає вираз

$$\begin{aligned}
 M_{\Sigma} &= \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \times s(T_0) = \\
 &= \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \oplus \text{sign}(\dot{U}_0) = \\
 &= \begin{cases} \sum_n x(n), & \text{if } \text{sign}(\dot{U}_0) = 0 \\ \sum_n -x(n), & \text{if } \text{sign}(\dot{U}_0) = 1 \end{cases} \quad (11)
 \end{aligned}$$

де $\text{sign}(\ast)$ - функція знаку; символ \oplus - позначає додавання за модулем 2 чи логічну операцію XOR (виняткове АБО).

Таким чином, роль комутації полярності вибірок виконують логічні елементи XOR, інвертуючи кожен біт вибірки, якщо на опорному вході детектора високий рівень (відповідає другому півперіоду зондувальної напруги U_0).

Операція підсумовування вибірок реалізується нагромаджувальним пристроєм у складі суматора (Σ) і акумулятора (А). На початку акумулятор і регістр результату (РГ) онулені. Після завершення періоду

відбувається зчитування вмісту N_A акумулятора до регістра та порівняння у пороговому пристрої (ПП) із порогом N_T . У випадку перевищення порогу $N_A > N_T$ генерується сигнал виявлення загрози $AL=1$. Для забезпечення коректної роботи детектора онулення акумулятора відбувається із деяким запізненням, завдяки елементу затримки (ЕЗ).

Результати моделювання роботи пристрою виявлення телефонних закладок

Дослідження метрологічних властивостей пристрою виявлення телефонних закладок на основі синхронного детектування, зокрема його завадостійкості, проведено у програмному пакеті Matlab. Методика досліджень передбачала формування білого шуму заданої інтенсивності та накладання на низькорівневу вихідну напругу ΔU_X мостового адаптера. Оскільки значення ΔU_X залежать від ємності телефонної закладки C_{IN} , то обчислювався коефіцієнт відношення потужності сигналу до шуму

$$SNR = 10 \lg \left[\text{var}(\Delta U_X) / (\sigma_{\xi}^2) \right], \quad (12)$$

де $\text{var}(\Delta U_X)$ і σ_{ξ}^2 — потужність сигналу мостового адаптера і білого шуму.

На рис. 7 наведено вигляд вибірок впродовж одного періоду з урахуванням зміни знаку вибірок.

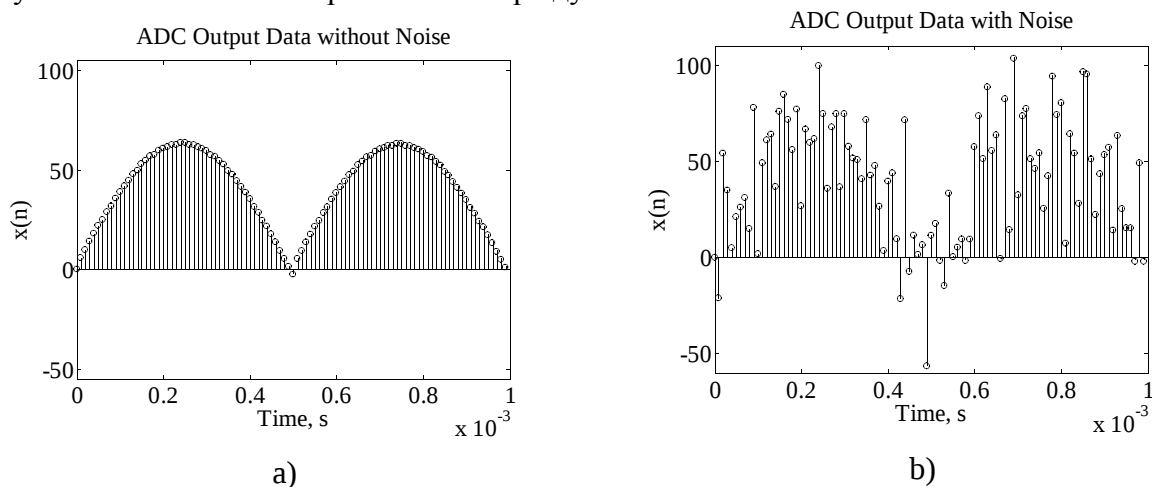


Рис. 7. Вигляд вибірок впродовж одного періоду: а - за відсутності шуму; б - за наявності шуму

Для моделювання параметри мостового адаптера прийнято як у пункті III, натомість параметри структурних елементів цифрового синхронного детектора такі:

- розрядність АЦП — $m=8$ біт;
- кількість вибірок на період — $N = T_0 / T_s = 100$;
- ємність акумулятора — $K_A = m + \log_2 N \approx 15$ біт.

Мінімальний час T_Σ формування результату дорівнює періоду T_0 , але для підвищення завадостійкості T_Σ може бути кратним кільком періодам $K>1$. Якщо за

заданих параметрів встановити значення порогу $N_T=768_{10}=300_{16}=1100000000_2$, то спрацювання пристрою (сигнал $AL=1$) відбудеться за збільшення ємності приблизно 5 пФ, це відповідатиме зміні на 0,1 % ємності лінії C_{IN} / C_L .

У таблиці 1 подано результати досліджень пристрою за інтенсивності шуму $\sigma_\xi = 1$ мВ. Якщо значення порогу $N_T=768_{10}=300_{16}$, то коректні результати, щодо виявлення закладки можна одержати починаючи із $C_{IN} = 2$ пФ, що складає менше 0,01 % від номінальної ємності лінії.

Таблиця 1

Результати моделювання роботи пристрою за різних значень ємності закладного пристрою та інтенсивності шуму

C_{IN} , пФ			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_\xi=1$ мВ	K=1	SNR, дБ	-6	-4	-2	1	3	5	6	7	8	9	10
		AL	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
$\sigma_\xi=10$ мВ	K=1	SNR, дБ	-26	-24	-22	-19	-17	-15	-14	-13	-12	-11	-10
		AL	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	K=10	SNR, дБ	-25	-23	-20	-18	-16	-14	-13	-11	-10	-9	-9
		AL	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Завдяки синхронному детектуванню у цифровому вигляді пристрій надійно виявляє телефонні закладні пристрої, якщо їх вхідна ємність перевищить 5 пФ на тлі шуму із с.к.з. $\sigma_\xi=1$ мВ. Збільшення інтенсивності шуму до $\sigma_\xi=10$ мВ маскує ТЗ поки значення вхідної ємності не перевищить 7 пФ. Проте за збільшення числа періодів сигналу, упродовж яких відбувається опрацювання напруги мостового адаптера, до $K=10$ забезпечується відповідне підвищення завадостійкості, тому пристрій виявлятиме телефонні закладки із ємністю понад 5 пФ.

Висновки

Загроза інформаційний безпеці абонентів телефонного зв'язку

найчастіше реалізується шляхом підключення паралельних закладних пристроїв. Встановлено, що основною демаскувальною ознакою таких пристроїв є їх вхідна ємність. За використання у вхідному колі ТЗ операційного підсилювача AD 845 фірми Analog Devices, вхідна ємність може становити всього 5 пФ, що висуває високі вимоги до чутливості пристрою виявлення несанкціонованих підключень. Саме тому застосовано високочутливий телефонний адаптер у вигляді мостової схеми. Проте низький рівень вихідного сигналу потребує завадостійкого опрацювання сигналів. З цією метою розроблено цифровий варіант синхронного детектування. Як показали результати моделювання завдяки

синхронному детектуванню у цифровому вигляді пристрій надійно виявляє на тлі завад телефонні закладні пристрої, якщо їх вхідна ємність перевищить 5 пФ.

Перелік посилань

- [1] С. В. Ленков. *Методи і засоби захисту інформації*. У 2-х томах / Ленков С. В., Перегудов Д. А., Хорошко В. О. Під ред. В. А. Хорошко. - К.: Арії, 2008. - Том I. Несанкціоноване отримання інформації. - 464 с.
- [2] В. С. Лагутин, А. В. Петраков *Утечка и защита информации в телефонных каналах*. - М.: Энергоатомиздат, 1996. - 304с.
- [3] *НД ТЗІ 4.7-001-2001 Технічний захист мовної інформації в симетричних абонентських аналогових телефонних лініях* Засоби визначення наявності та віддаленості місця контактного підключення засобів технічної розвідки. Рекомендації щодо розроблення методів випробувань.
- [4] В. В. Хома *Методи і засоби технічного захисту інформації на абонентських телефонних лініях*. / В. В. Хома // Автоматика, вимірювання та керування № 639. - Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2009. - С. 87-93.
- [5] В. Б. Дудикевич *Захист засобів і каналів телефонного зв'язку: навч. посібник* / Дудикевич В. Б., Хома В. В., Пархуць Л. Т. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 212 с.
- [6] И. В. Свинцов, О. М. Проталинский, В. Я. Свинцов *Фазовый метод обнаружения несанкционированного подключения к слаботочной линии связи, Датчики и системы*. 2009. № 7. с. 2-4.
- [7] *Пат. 108186 Україна, МПК2015.01 Н 04М 1/68, Н 04 L 12/22. Пристрій для виявлення несанкціонованого підключення до абонентської телефонної лінії* / Іванюк В. М., Хома В. В.; заявник і власник Національний університет "Львівська політехніка"; опубл. 25.03.15, Бюл. № 6.
- [8] *Универсальный анализатор проводных коммуникаций ULAN-2*. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
- [9] В. В. Хома *Фазовий метод виявлення закладних пристроїв у телефонних лініях* / В. В. Хома, І. М. Іванюк // Захист інформації. - 2014. - Т. 16, № 3. - С. 243-251.
- [10] S. D. Anderson *Cable characteristics for FieldBus* // Instrumentation and Measurement Technology Conference,

1992. IMTC '92., 9th IEEE.

- [11] R. Lao *The Twisted-Pair Telephone Transmission Line* // High Frequency Electronics, November 2002, pp.20-30.
- [12] *Пат. 108187 Україна, МПК2015.01 Н04М 1/68 (2006.01), Н04М 1/00. Пристрій для виявлення несанкціонованого підключення до абонентської телефонної лінії* / Іванюк В. М., Хома В. В.; заявник і власник Національний університет "Львівська політехніка"; опубл. 25.03.15, Бюл. № 6.
- [13] З. Готра та ін. *Завадостійкий сигнальний перетворювач на базі синхронного детектора* // Вимірювальна техніка та метрологія. - №71, 2010, с.110-116.
- [14] AD 5934, 250 KSPS, 12 Bit Impedance Converter Network Analyzer. Preliminary Data Sheet, <http://www.analog.com>

References

- [1] S. V. Lienkov. *Metody i zasoby zakhystu informatsii. U 2-kh tomakh* / Lienkov S. V., Perehudov D. A., Khoroshko V. O. Pid red. V. A. Khoroshko. - K.: Arii, 2008. - Tom I. Nesanktsionovane otrymannia informatsii. - 464 s.
- [2] V. S. Lahutyn, A. V. Petrakov *Utechka y zashchyta ynformatsyy v telefonnykh kanalakh*. - M.: Yenerhoatomyzdat, 1996. - 304s.
- [3] *ND TZI 4.7-001-2001 Tekhnichniy zakhyst movnoi informatsii v symetrychnykh abonentskykh analohovykh telefonnykh liniyakh*. Zasoby vyznachennia naiavnosti ta viddalennosti mistsia kontaktnoho pidkliuchennia zasobiv tekhnichnoi rozvidky. Rekomendatsii shchodo rozroblennia metodiv vyprobuvan.
- [4] V. V. Khoma *Metody i zasoby tekhnichnoho zakhystu informatsii na abonentskykh telefonnykh liniyakh*. / V. V. Khoma // Avtomatyka, vymiryuvannia ta keruvannia # 639. - L.: Vyd-vo Nats. un-tu "Lviv. politekhnika", 2009. - S. 87-93.
- [5] V. B. Dudykevych *Zakhyst zasobiv i kanaliv telefonnoho zviazku: navch. posibnyk* / Dudykevych V. B., Khoma V. V., Parkhuts L. T. - Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhnyky, 2012. - 212 s.
- [6] Y. V. Svyntsov, O. M. Protalynskiy, V. Ya. Svyntsov *Fazovyi metod obnaruzheniya nesanktsyonyrovannoho podkliucheniya k slabotochnoi lynyy svyazy, Datchyky y systemy*. 2009. # 7. s. 2-4.
- [7] *Pat. 108186 Ukraina, MPK2015.01 N 04M 1/68, N 04 L 12/22. Prystrii dlia vyivlennia nesanktsionovanoho pidkliuchennia do abonentskoi telefonnoi linii* / Ivaniuk V. M., Khoma V. V.; zaiavnyk i vlasnyk Natsionalnyi universytet "Lvivska politekhnika"; opubl. 25.03.15, Biul. # 6.

- [8] *Універсальний аналізатор провідних комунікацій ULAN-2*. Tekhnicheskoe opysanye y unstruktsiya po ekspluatatsyy.
- [9] V. V. Khoma *Fazovyi metod vyivlennia zakladnykh prystroiv u telefonnykh liniyakh* / V. V. Khoma, I. M. Ivaniuk // *Zakhyst informatsii*. - 2014. - Т. 16, # 3. - S. 243-251.
- [10] S. D. Anderson *Cable characteristics for FieldBus* // *Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1992. IMTC 92., 9th IEEE*.
- [11] R. Lao *The Twisted-Pair Telephone Transmission Line* // *High Frequency Electronics*, November 2002, pp.20-30.
- [12] *Pat. 108187 Ukraina, MPK2015.01 H04M 1/68 (2006.01), H04M 1/00*. Prystrii dlia vyivlennia nesanktsionovanoho pidkluchennia do abonentskoi telefonnoi linii / Ivaniuk V. M., Khoma V. V.; zaiavnyk i vlasnyk Natsionalnyi universytet "Lvivska politehnika" ; opubl. 25.03.15, Biul. # 6.
- [13] Z. Hotra ta in. *Zavadostiiki syhnalnyi peretvoriuvach na bazi synkhronnoho detektora* // *Vymiriuvalna tekhnika ta metrolohiia*. - #71, 2010, s.110-116.
- [14] AD 5934, 250 KSPS, 12 Bit Impedance Converter Network Analyzer. Preliminary Data Sheet, <http://www.analog.com>

Реферат

Хома Володимир, Іванюк Віталій

Підвищення чутливості і завадостійкості детектора несанкціонованих підключень до телефонних ліній

Серед загроз інформаційної безпеки абонентів телефонного зв'язку найімовірнішими є перехоплення телефонних повідомлень та прослуховування приміщень. На цей час розроблено чимало методів і засобів виявлення та локалізації телефонних закладок, які працюють за різними принципами. Підключення телефонних закладок спричиняє зміну електрофізичних параметрів лінії, що і є де маскувальною ознакою. При використанні у вхідному колі телефонної закладки операційного підсилювача AD 845 фірми Analog Devices вхідна ємність може становити всього 5 пФ, що висуває

високі вимоги до чутливості пристрою виявлення несанкціонованих підключень.

У статті представлено новий метод вдосконалення системи моніторингу несанкціонованих під'єднань до абонентських телефонних ліній. В процесі роботи детектор реєструє електричні зміни в характеристиках імпедансу на телефонній лінії абонента для виявлення та оповіщення про підключення пристрою прослуховування телефонних розмов в будь-якому місці на абонентському шлейфі.

Застосовано високочутливий телефонний адаптер у вигляді мостової схеми. Проте низький рівень вихідного сигналу потребує завадостійкого опрацювання сигналів. З цією метою розроблено цифровий варіант синхронного детектування. Як показали результати моделювання завдяки синхронному детектуванню у цифровому вигляді пристрій надійно виявляє на тлі завад телефонні закладні пристрої, якщо їх вхідна ємність перевищить 5 пФ.

Хома Владимир, Иванюк Виталий

Повышение чувствительности и помехоустойчивости детектора несанкционированных подключений к телефонной линии

Среди угроз информационной безопасности абонентов телефонной связи наиболее вероятными являются перехват телефонных сообщений и прослушивания помещений. В настоящее время разработано немало методов и средств обнаружения и локализации телефонных закладок, которые работают по разным принципам. Подключение телефонных закладок вызывает изменение электрофизических параметров линии, и что является демаскировочным признаком. При использовании во входной цепи телефонной закладки операционного

усилителя AD 845 фирмы Analog Devices входная емкость может составлять всего 5 пФ, что предъявляет высокие требования к чувствительности устройства обнаружения несанкционированных подключений.

В статье представлен новый метод совершенствования системы мониторинга несанкционированных подключений к абонентской телефонной линии. В процессе работы детектор регистрирует электрические изменения в характеристиках импеданса на телефонной линии абонента для обнаружения и оповещения о подключении устройства прослушивания телефонных разговоров в любом месте на абонентском шлейфе.

Применен высокочувствительный телефонный адаптер в виде мостовой схемы. Однако низкий уровень выходного сигнала требует помехоустойчивого обработки сигналов. С этой целью разработан цифровой вариант синхронного детектирования. Как показали результаты моделирования благодаря синхронному детектированию в цифровом виде устройство надежно обнаруживает на фоне помех телефонные закладные устройства, если их входная емкость превысит 5 пФ.

Homa Vladimir, Ivanyuk Vitaliy
Increased sensitivity and noise immunity detector unauthorized connections to the telephone line

Among the threats to information security telephony subscribers is intercept phone messages and listening rooms. At this time, developed a lot of methods and tools for detection and localization telephone bugs that work on different principles. Connect telephone bugs causing change electrical parameters of the line, which is where camouflage feature. When using the input range of the phone bookmarks

operational amplifier AD 845 company Analog Devices, input capacitance may be only 5 pF, which puts high demands on the sensitivity of detection of unauthorized device connections.

In the paper presents a new method for improving the system of monitoring of unauthorized connections to subscriber line phones. In operation, the detector records the electrical changes in the characteristics of the impedance on the telephone line caller for identification and notification of device connection wiretapping in any place on the subscriber loop.

Applied high-telephone adapter in a bridge circuit. However, low output noise-immune signal processing needs. To this end, developed a digital version of synchronous detection. As the simulation results through synchronous detection device digitally reliably detects background noise on the phone filling devices if their input capacitance exceeds 5 pF.

Відомості про авторів

Хома Володимир Васильович

Освіта: Львівський політехнічний інститут, повна вища – автоматика і телемеханіка (1981).

Місце роботи: кафедра «Захист інформації», інститут комп'ютерних технологій, автоматики та метрології, Національний університет «Львівська політехніка», професор (2003), д.т.н. (2001).

Наукові інтереси: оброблення вимірювальних сигналів; принципи і засоби виявлення та ідентифікації технічних каналів витоку інформації.

Область знань: системи захисту інформації.

Email: homa@wp.pl

Іванюк Віталій Миколайович

Освіта: Повна вища – «Захист інформації з обмеженим доступом та автоматизація її обробки».

Місце роботи: Західний регіональний навчально-науковий центр захисту інформації, Національний університет «Львівська політехніка».

Наукові інтереси: принципи і засоби виявлення та ідентифікації технічних каналів витоку інформації.

Область знань: системи захисту інформації.

Email: vitalikivaniuk@gmail.com