

## ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ У ТЕЛЕФОННИХ ЛІНІЯХ

Віталій Іванюк, Володимир Хома

*Перехоплення телефонних повідомлень та прослуховування приміщень, оснащених телефонними апаратами є найімовірнішими загрозами інформаційній безпеці абонентів телефонного зв'язку. Хоча і розроблено чимало методів і виявлення телефонних закладок, проте враховуючи розвиток інформаційних технологій триває пошук нових методів виявлення несанкціонованих підключень до АТЛ. В цій статті висвітлюються питання створення та дослідження моделі мостового лінійного адаптера для виявлення несанкціонованих підключень до телефонних ліній. Наведено структурну схему пристрою для реалізації фазового методу виявлення телефонних закладок. Розроблено математичну модель лінійного адаптера та досліджено ефективність його функціонування. Обґрунтовано застосування синхронного детектування для підвищення завадостійкості пристрою.*

**Ключові слова:** несанкціоноване підключення, абонентська телефонна лінія, лінійний адаптер, чотириплечий міст змінного струму, фазовий компаратор.

**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 [7, 9]. Найчастіше такі загрози реалізуються шляхом несанкціонованого під'єднання засобів технічної розвідки (телефонних закладок) до абонентських телефонних ліній (АТЛ).

На цей час розроблено чимало методів і засобів виявлення та локалізації телефонних закладок, які працюють за різними принципами [4, 10]. 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 [6]. Саме тому триває пошук нових методів несанкціонованих підключень до АТЛ [1, 4, 5, 6, 11].

Метою статті є представлення та дослідження фазового методу виявлення несанкціонованих підключень до АТЛ, основу якого складають лінійний адаптер у вигляді незрівноваженого чотириплечого моста змінного струму і тракт опрацювання сигналів, що побудований за принципом фазового компаратора.

**Характеристика методів і засобів виявлення телефонних закладок.** Залежно від способу підключення до абонентських телефонних ліній розрізняють безконтактні та контактні телефонні закладки. За цією класифікаційною ознакою передовсім визначається тип телефонного адаптера, що забезпечує безпосередній зв'язок із

телефонною лінією та формує інформаційний сигнал для подальшого опрацювання. Безконтактний адаптер може бути виготовлений у вигляді індуктивного знімача, який у найпростішому варіанті представляє собою навиту на розрізане феритове кільце котушку. При охопленні кільцем одного із проводів АТЛ відбувається перетворення електромагнітних коливань створених проходженням розмовного струму по лінії в електричні коливання, що після підсилення надходять на пристрій відтворення чи запису [1, 11].

Безконтактні ТЗ не вдається виявити шляхом вимірювання електричних параметрів телефонної лінії, але якість перехопленого сигналу низька через обмежену чутливість індуктивного знімача та дестабілізуючий вплив різних електромагнітних перешкод. Крім того, безконтактні пристрої є доволі громіздкими, що ускладнює їх камуфлювання.

Розрізняють контактні телефонні закладки послідовного і паралельного типів. Контактні адаптери таких ТЗ мають гальванічний контакт із телефонною лінією і тому забезпечують вищу якість перехопленого інформаційного сигналу. Паралельний адаптер підключається до двох проводів телефонної лінії і характеризується високим вхідним опором і малою вхідною смністю, що утрудняє його виявлення (рис. 1,а). Послідовний адаптер включається в розрив одного з проводів телефонної лінії (рис. 1,б). Має вхідний опір 200...500 Ом і значну вхідну смність, що полегшує його виявлення [2, 4].

Живлення телефонних закладок може здійснюватися двояко - безпосередньо від АТЛ або від автономного джерела. У першому варіанті блок живлення реалізується у вигляді спеціального узгоджувального пристрою і забезпечує практично необмежений термін дії, хоч може бути вияв-

лений за ознакою додаткового навантаження АТЛ. Другий варіант володіє протилежними властивостями.

Для заощадження ресурсу автономних джерел живлення та маскування до складу телефонних

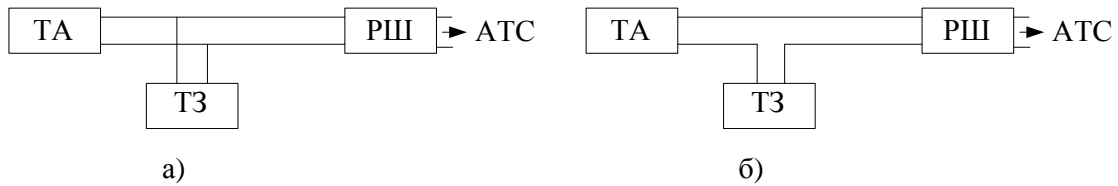


Рис. 1. Паралельне (а) та послідовне (б) підключення телефонної закладки (ТЗ)

Методи виявлення контактних телефонних закладок прийнято поділяти на дві групи:

- контроль АТЛ у робочому стані;
- контроль знеструмлених АТЛ.

Арсенал методів виявлення знеструмлених АТЛ значно ширший, а, основне, засоби, які реалізують ці методи, забезпечують потенційно вищу достовірність. Знеструмлення АТЛ, тобто відключення від телефонних станцій, найбільш доцільно здійснювати у розподільчій шафі, оскільки, з одного боку, підключення на абонентській та розподільчій ділянках є найбільш імовірним, а з іншого – протяжна міська ділянка АТЛ зазвичай вносить додаткові завади. Зрозуміло, що дані методи контролю застосовуються лише при виконанні пошукових робіт, а їх спільною особливістю є потреба у використанні зовнішніх джерел різного роду зондувальних сигналів.

Методи виявлення несанкціонованих підключень на знеструмлених АТЛ базуються на відхиленні параметрів «чистої лінії» та лінії із підключеною телефонною закладкою. Залежно від того, які параметри контролюються, розрізняють методи контролю [6, 1]:

- опору шлейфа;
- асиметрії проводів;
- первинних параметрів імпедансу (R, C, L);
- вольт-амперної характеристики;
- фігур Лісажу;
- перехідної чи імпульсної характеристик;
- амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик;
- нелінійності лінії (нелінійна локація);
- неоднорідності лінії (імпульсна рефлектометрія).

Пристрої, що реалізують перераховані методи, характеризуються різним ступенем складності та рівнем достовірності результатів контролю. На наш погляд, існує можливість вдосконалення методів, які передбачають контроль первинних параметрів лінії з метою виявлення відхилень емно-

закладок включають спеціальні пристрої-активатори. Їх робота може ґрунтуватися на аналізі стану телефонної лінії (активація ТЗ відбувається після піднесення трубки) або на детектуванні розмовного сигналу в АТЛ (так званий акустозапуск).

сті, опору чи індуктивності, зумовлених впливом гальванічно під'єднаної телефонної закладки.

**Імпедансні моделі «чистої» телефонної лінії та із телефонними закладками.** Класична модель кабельної лінії зв'язку (рис. 2) представлена так званими первинними параметрами – погонними ємністю  $C_0$ , індуктивністю  $L_0$ , опором  $R_0$  та провідністю  $G_0$ .

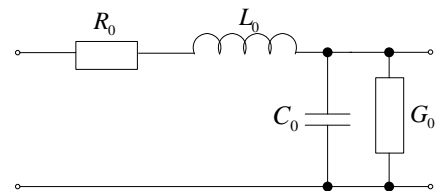


Рис. 2. Схема заміщення абонентської телефонної лінії

В області високих частот застосовують модель лінії із розподіленими параметрами, яка складається із певної кількості каскадного ввімкнення ланок, зображених на рис. 2. Кількість ланок у моделі визначається відношенням довжини лінії та довжини хвилі [3]:

$$N = \frac{l}{\lambda} = \frac{l \cdot f}{v}, \quad (1)$$

де  $l$  – довжина лінії;  $\lambda$  і  $f$  – довжина хвилі і частота зондувального сигналу;  $v$  – швидкість розповсюдження електромагнітної хвилі у кабелі.

У випадку імпульсних сигналів кількість ланок визначається за формулою [2]:

$$N = \frac{l}{v \cdot \tau_\phi}, \quad (2)$$

де  $\tau_\phi$  – тривалість фронту імпульсу.

Для телефонних сигналів застосовується модель лінії із зосередженими параметрами, оскільки протяжність АТЛ не перевищує довжини хвилі тонального сигналу. Більше того, модель абонентської телефонної лінії додатково можна спростити для випадків холостого ходу (рис. 3, а) і короткого замикання (рис. 3, б).

Активний електричний опір лінії визначається сумою опорів двох струмопровідних жил і втрат, зумовлених впливом електромагнітного поля на сусідні провідники та інші металеві конструкції кабелю (зокрема на екрани). Індуктивність кабелю складається із внутрішньої індуктивності кабелю та зовнішньої індуктивності, зумовленої зовнішнім магнітним потоком.

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).

Провідність ізоляції кабельної лінії складається з провідності ізоляції на постійному і змінному струмах. Провідність ізоляції змінного струму залежить від опору на постійному струмі, діелектричних втрат і частоти струму.

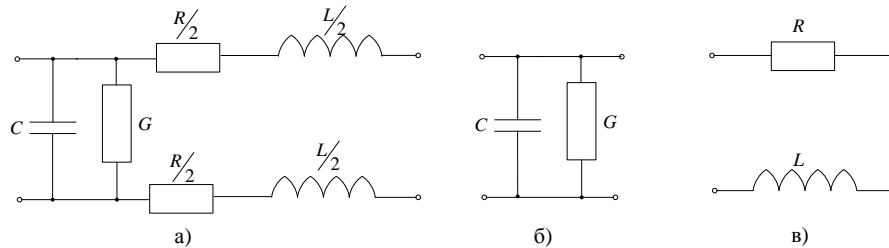


Рис. 3. Повна (а) та спрощені схеми заміщення знеструмленої «чистої» абонентської телефонної лінії в режимі холостого ходу (б) і короткого замикання (в) на віддаленому кінці

На рис. 4 наведено еквівалентні схеми телефонної лінії, за різних способів підключення телефонних закладок: а – резистивна ланка, що відображає безпосереднє підключення кола жив-

лення телефонної закладки; б – ємнісно-резистивна ланка відбору/передачі інформації; в – діодно-мостова схема живлення закладки [4].

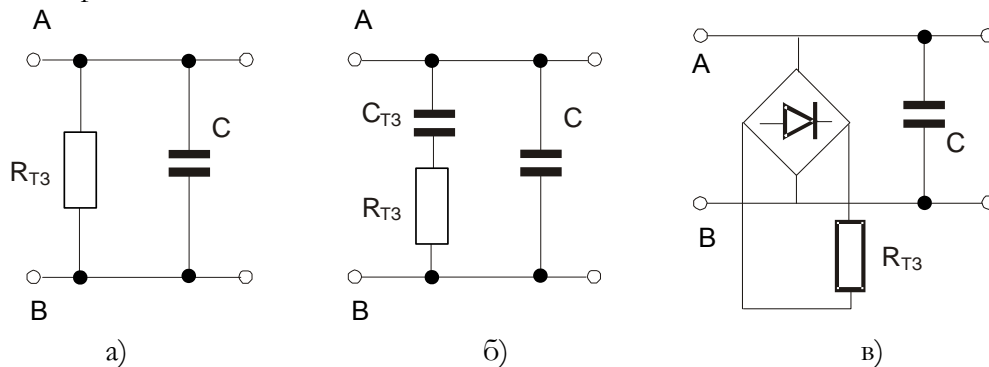


Рис. 4. Еквівалентні схеми з різними способами підключень телефонних закладок

Задля забезпечення скритності несанкціонованих підключень вхідний імпеданс паралельної телефонної закладки повинен бути якнайбільшим [6]. У цьому сенсі найпридатнішим є спосіб підключення ТЗ, зображений на рис. 4,б, за якого вплив на АТЛ є мінімальним і цей вплив проявляється насамперед у незначному збільшенні ємності лінії.

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 значеннями імпедансу (понад 200 МОм). Тому актуальним є пошук нових методів виявлення ТЗ та розроблення засобів контролю АТЛ на їх основі. Ключовим завдан-

ням у цьому напрямку є розроблення високочутливого лінійного адаптера інваріантного до впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів.

**Лінійний адаптер на основі незрівноваженої мостової схеми.** Лінійний адаптер забезпечує підключення пристрою виявлення несанкціонованих підключень до телефонної лінії та формує інформаційний сигнал, інваріантний до дестабілізуючих впливів. На відміну від адаптера телефонної закладки лінійний адаптер працює на знеструмленій лінії, а інформативним сигналом є не сигнал мовлення, а електрофізичні параметри лінії, що вимагає застосування зовнішнього джерела зондувального сигналу. Крім того, для лінійного адаптера не такою критичною є вимога скритності (мінімального впливу на характеристики АТЛ).

Як відомо, вимірювачі імпедансу на базі мостових схем є найточнішими приладами цього класу, оскільки реалізують нульовий метод [3]. Саме мостову схему покладемо в основу проєктованого лінійного адаптера. Щоб підвищити завадостійкість, інформативним параметром сигналу вимірювальної мостової схеми оберемо фазу. Задля забезпечення наявності сигналу на виході лінійного адаптера як під час зменшення, так і під час збільшення імпедансу, спеціально розбалансуємо мостову схему. На рис. 5 наведено схему лінійного адаптера на основі незрівноваженого чотириплечого моста змінного струму, придатного до контролю АТЛ у режимі холостого ходу, тобто при відключенні кабелю від АТС у розподільчій шафі. Лінійний адаптер вмикається на місце телефонного апарату. Таким чином, «чиста лінія» представлена ємністю та провідністю між двома жилами кабелю.

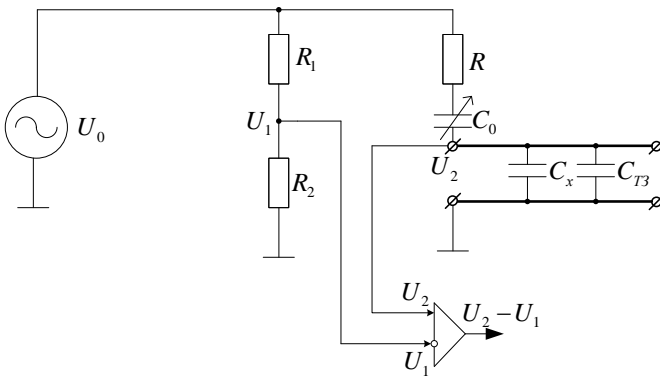


Рис. 5. Схема лінійного адаптера у вигляді незрівноваженого моста змінного струму

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

Ємність контрольованої кабельної лінії може приймати значення:

- для «чистої лінії»

$$C_x = C_K; \quad (3)$$

- для випадку підключення до лінії закладки із ємністю  $C_{T3}$

$$C_x = C_K + C_{T3}. \quad (4)$$

Потенціали  $U_1$  і  $U_2$  на лівому і правому плечах моста визначаються виразами:

$$U_1 = \frac{U_0}{R_1 + R_2} \cdot R_2, \quad (5)$$

$$U_2 = \frac{U_0}{R + \frac{1}{s \cdot C_0} + \frac{1}{s \cdot C_x}} \cdot \frac{1}{s \cdot C_x} = \frac{U_0}{1 + s \cdot R \cdot C_x + \frac{C_x}{C_0}},$$

а вихідним сигналом лінійного адаптера є їх різниця

$$\Delta U = U_1 - U_2 = U_0 \cdot \frac{\left( \frac{C_x}{C_0} - \frac{R_1}{R_2} + s \cdot R \cdot C_x \right) \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}}{1 + \frac{C_x}{C_0} + s \cdot R \cdot C_x},$$

(у наведених виразах  $s$  - це оператор Лапласа).

За умови  $R_1 = R_2$  наведений формула (6) спрощується:

$$\Delta U = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{\frac{C_x}{C_0} - 1 + s \cdot R \cdot C_x}{1 + \frac{C_x}{C_0} + s \cdot R \cdot C_x}. \quad (7)$$

Налаштування лінійного адаптера здійснюється на «чистій лінії», коли справджується рівність (3), шляхом підбору ємності регульованого конденсатора так, що

$$C_0 = C_K. \quad (8)$$

Отже, на «чистій лінії» напруга на виході лінійного адаптера описується рівнянням

$$\Delta U = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{s \cdot R \cdot C_K}{2 + s \cdot R \cdot C_K}. \quad (9)$$

**Дослідження математичної моделі мостового лінійного адаптера.** Вихідним сигналом мостового лінійного адаптера, як впливає із виразу (7), є комплексна напруга. Виконуючи заміну  $s = j \cdot \omega$ , одержимо

$$\Delta U = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{\left( \frac{C_x}{C_0} - 1 \right) + j \cdot \omega \cdot R \cdot C_x}{1 + \frac{C_x}{C_0} + j \cdot \omega \cdot R \cdot C_x} = U_0 \cdot \frac{\frac{C_{T3}}{C_0} + \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{C_{T3}}{C_0} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot (\omega \cdot R \cdot C_x)^2 + j \cdot \omega \cdot R \cdot C_x}{4 + 4 \cdot \frac{C_{T3}}{C_0} + \left( \frac{C_{T3}}{C_0} \right)^2 + (\omega \cdot R \cdot C_x)^2}. \quad (10)$$

Наведений вираз доволі громіздкий, але його можна істотно спростити, припускаючи що

$$\frac{C_{T3}}{C_0} \ll 1 \text{ і } \omega R C_x \ll 1. \quad (11)$$

За таких допущень у виразі (10) члени у квадраті будуть величинами другого порядку малості, якими можна знехтувати. Тому спрощена математична модель лінійного адаптера, яка забезпечує прийнятну для інженерної практики точність, матиме вигляд

$$\Delta U = U_0 \cdot \frac{C_{T3} + j \cdot \omega \cdot R \cdot C_x}{C_0 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{C_{T3}}{C_0}\right)}. \quad (12)$$

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

$$\text{Arg}(\Delta U) = \varphi = \text{arctg} \left( \frac{\omega \cdot R \cdot C_x}{\frac{C_{T3}}{C_0}} \right), \quad (13)$$

та синфазна складова вихідної напруги:

$$\text{Re}(\Delta U) = |U_0| \cdot \frac{C_{T3}}{4 \cdot C_x}, \quad (14)$$

натомість її амплітуда та квадратурна складова змінюються незначно при підключенні телефонної закладки із ємністю  $\Delta C$ :

$$\text{Mod}(\Delta U) = \frac{\sqrt{\left(\frac{C_{T3}}{C_0}\right)^2 + (\omega \cdot R \cdot C_x)^2}}{4 \cdot \left(1 + \frac{C_{T3}}{C_0}\right)} \cdot |U_0|; \text{Im}(\Delta U) = |U_0| \cdot \frac{\omega \cdot R \cdot C_0}{4}. \quad (15)$$

Для детального дослідження основних характеристик лінійного адаптера потрібно вибрати

значення опорів і ємностей елементів мостової схеми. Виберемо їх із таких міркувань.

Діапазон значень регульованої ємності  $C_0$  повинен покривати можливі значення ємності контрольованої ділянки абонентської телефонної лінії. Беручи до уваги паспортні дані робочої ємності телефонних кабелів і розподільчих провідів, а також враховуючи протяжність лінії на ділянці від телефонного апарату до розподільчої шафи, значення ємності  $C_K$ , зазвичай, знаходиться в діапазоні від 100 пФ до 10 нФ. Для досліджень приймемо  $C_K = 5$  нФ.

Опір додаткового резистора  $R$  безпосередньо впливає на рівень сигналу небалансу мостової схеми. Дослідження показали, що зменшення  $R$  підвищує чутливість лінійного адаптера

$$s = \frac{\Delta U}{C_{T3}}, \quad (16)$$

але спостерігається зниження завадостійкості через зниження рівня його вихідної напруги. З міркувань компромісу вибираємо  $R = 10$  Ом.

Частоту зондувального сигналу виберемо  $f_0 = 10$  кГц, оскільки це зручно і з погляду достатньої швидкодії елементів каналу перетворення вимірювального сигналу, передовсім операційних підсилювачів, інтеграторів, компараторів, так і прийнятних значень струму в плечах мостової схеми.

Оскільки  $X_c = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot f_0 \cdot C_0 \approx 3$  кОм,

приймемо значення опорів резистивного подільника рівними  $R_1 = R_2 = 2$  кОм.

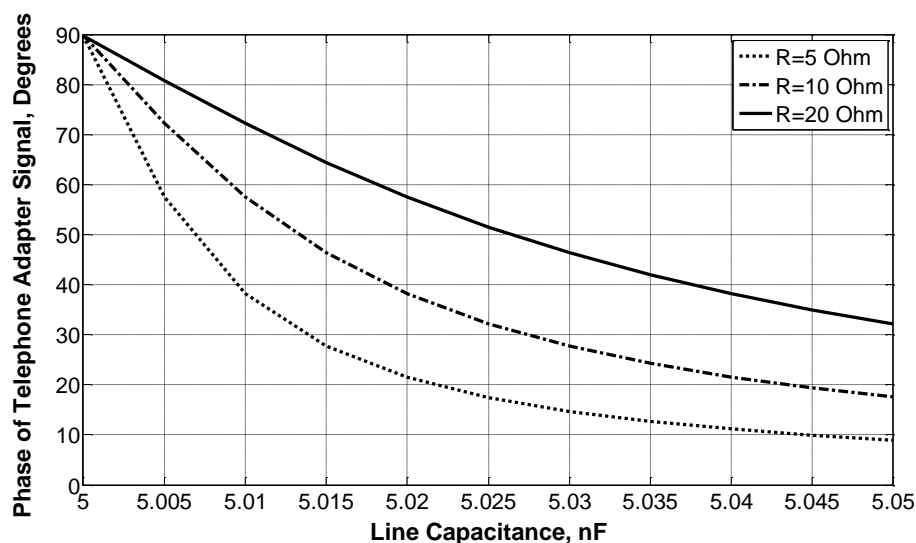


Рис. 6. Залежність фази сигналу лінійного адаптера від значення ємності телефонної закладки при різних значеннях опорів додаткового резистора

Проведемо дослідження математичної моделі лінійного адаптера для випадку, коли ємність телефонної закладки  $C_{ТЗ}$  складає від 5 пФ до 50 пФ, що становить відповідно 0,1% та 1 % від ємності  $C_K$  телефонної лінії.

Як видно із рис. 6, найвища чутливість лінійного адаптера спостерігається на початковій ділянці робочої характеристики (при малих значеннях привнесеної телефонною закладкою ємності  $\Delta C$ ), далі монотонно спадаючи у міру збільшення ємності  $\Delta C$ . Регулювати чутливість можна підбором опору додаткового резистора  $R$ . Наприклад,

під'єднання телефонної закладки із ємністю  $\Delta C = 5$  пФ зумовить зміну фази вихідного сигналу на:

- понад  $30^\circ$  для  $R = 5$  Ом;
- не менше  $15^\circ$  для  $R = 10$  Ом;
- близько  $10^\circ$  для  $R = 20$  Ом.

**Розроблення пристрою для реалізації фазового методу виявлення телефонних закладок.** На рис. 7 наведено структуру пристрою, що реалізує фазовий метод виявлення несанкціонованих підключень до телефонної лінії. Крім розглянутого вище (рис. 5) лінійного адаптера, до складу пристрою входить також фазовий компаратор.

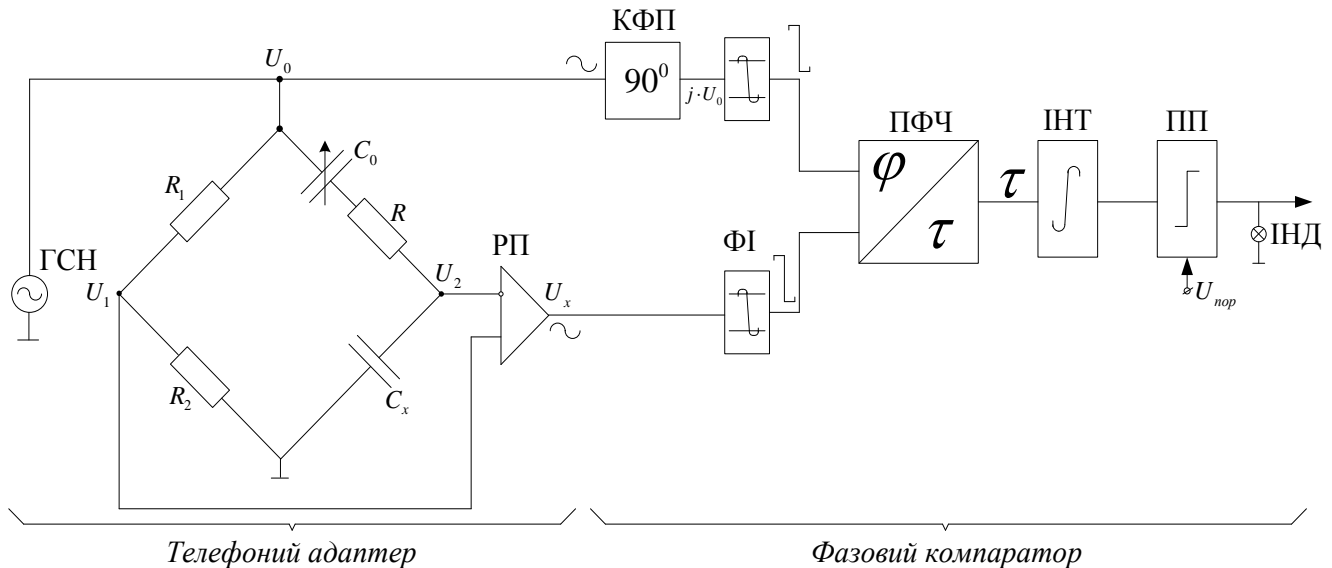


Рис. 7. Структура пристрою виявлення телефонних закладок за фазовим методом: ГСН – генератор синусоїдальної напруги

На вході фазового компаратора застосовано формувачі імпульсів, які перетворюють зондувальний та інформаційний сигнали синусоїдальної форми у відповідні послідовності прямокутних імпульсів зі збереженням фази. Ці послідовності надходять до наступного блоку, де відбувається перетворення різниці фаз цих послідовностей у часовий інтервал.

Оскільки на «чистій лінії», коли  $C_0 = C_K$ , а  $\Delta C = 0$ , то фазовий зсув між цими послідовностями згідно (13) становить  $90^\circ$ . Для його компенсації застосовано квадратурний фазоповертач, який здійснюючи затримку опорного сигналу на  $90^\circ$ , забезпечує збіг по фазі послідовностей на виході формувачів імпульсів, а відтак відсутність імпульсів на виході перетворювача «фаза-часовий інтервал». Будь-яка розбіжність у фазі опорного та інформаційних сигналів спричинить появу імпульсів на виході перетворювача тієї чи іншої тривалості  $\tau$ . Ці імпульси беруть участь у нагромадженні заряду на конденсаторі інтегратора та пропорційному до фазового зсуву зростанні на-

пруги  $U_\tau$  на його виході. Після перевищення цієї напругою заданого порогового рівня

$$U_\tau > U_{пор}, \quad (17)$$

спрацьовує пороговий пристрій (компаратор напруги) та вмикається індикатор, що сигналізує про факт несанкціонованого підключення до телефонної лінії.

Основним недоліком описаного пристрою є низький рівень сигналу на виході лінійного адаптера, а відтак низька завадостійкість контролю фази. На рис. 8 наведено залежність напруги  $U_x$  від значення ємності телефонної закладки за умови, що значення тестової напруги становить 100 В. Подальше підвищення тестової напруги неможливе із міркувань безпеки. Також проблематичним є застосування вибіркового підсилювачів для підсилення вихідної напруги лінійного адаптера через загрозу неконтрольованих фазових зсувів та хибних спрацювань пристрою контролю. Тому актуальним є пошук завадостійких методів опрацювання низькорівневих інформаційних сигналів.

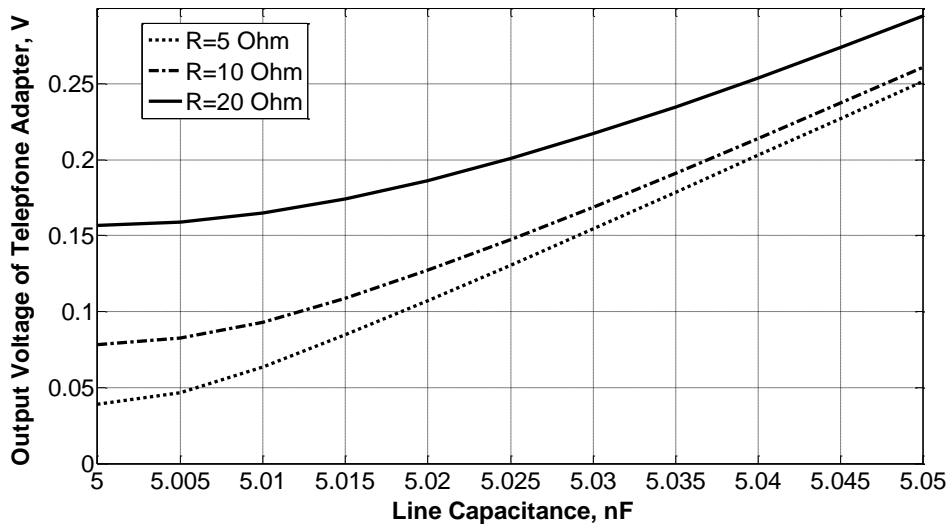


Рис. 8. Залежність рівня вихідної напруги лінійного адаптера від значення ємності телефонної закладки

**Застосування синхронного детектування для підвищення завадостійкості пристрою виявлення несанкціонованих підключень до телефонної лінії.** Авторам видається доцільним

застосування синхронного детектування, як завадостійкого методу опрацювання сигналів [5].

Структура пристрою виявлення телефонних закладок на основі такого підходу наведена на рис. 9.

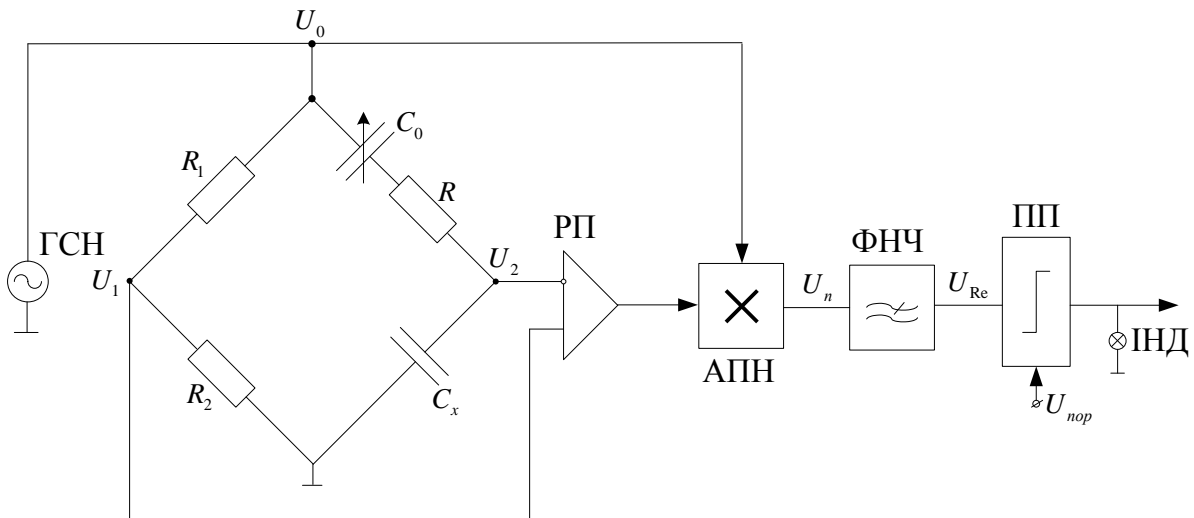


Рис. 9. Структура пристрою виявлення телефонних закладок на основі синхронного детектора

Синхронний детектор, що складає основу фазового компаратора, реалізований на базі аналогового перемножувача напруг та фільтра нижніх частот. Опорним сигналом синхронного де-

тектора є напруга зондувального сигналу, тому сигнал на виході перемножувача описується виразом

$$U_{II} = |U_x| \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi) \cdot |U_0| \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) = \alpha \cdot |U_x| \cdot |U_0| \cdot \{\cos \varphi + \cos(2 \cdot \omega_0 \cdot t + \varphi)\}. \quad (18)$$

Фільтр нижніх частот виділяє сталу складову сигналу (18), яка пропорційна синфазній складовій напруги

$$U_{Re} = \alpha \cdot \beta \cdot |U_x| \cdot |U_0| \cdot \cos \varphi = R \cdot |U_0| \cdot \frac{C_{T3}}{4 \cdot C_x}. \quad (19)$$

На рис. 10 зображено сумісну робочу характеристику лінійного адаптера і синхронного детектора. Як видно, характеристика пристрою контролю є лінійною у всьому діапазоні та не залежить від опору додаткового резистора R.

Підвищити чутливість пристрою можна застосувавши на виході аналогового перемножувача напруг активний фільтр нижніх частот, наприклад, за схемою Салена-Кіі. До переваг цього варіанту реалізації фазового методу, як випливає із порівняння виразів (13) і (14), належить також інваріантність до нестабільності частоти зондувального сигналу  $f_0$  та девіації опору додаткового резистора R.

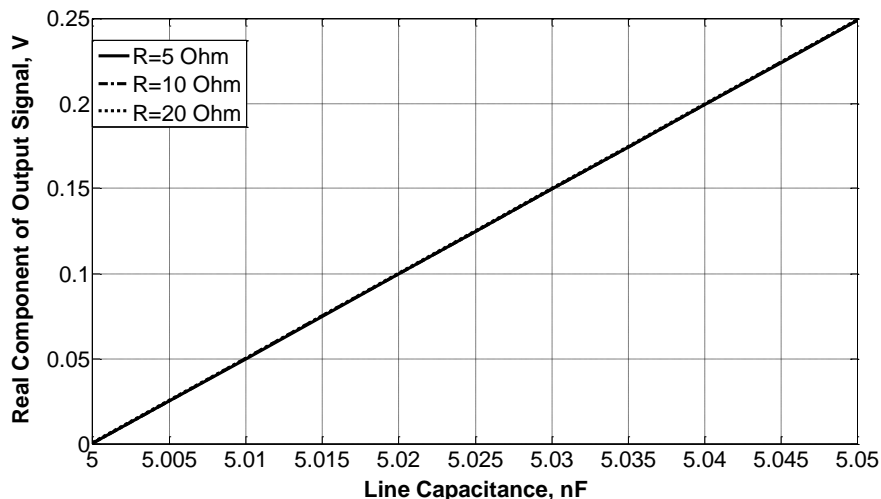


Рис. 10. Залежність синфазної складової сигналу лінійного адаптера від значення ємності телефонної закладки

**Висновок.** Засоби контролю, побудовані на основі відомих методів, через обмежену чутливість не виявляють телефонних закладок із високими значеннями імпедансу. Тому актуальним є пошук нових методів виявлення ТЗ та розроблення засобів контролю АТЛ на їх основі.

Розроблений лінійний адаптер забезпечує підключення пристрою виявлення несанкціонованих підключень до телефонної лінії та формує інформаційний сигнал, інваріантний до дестабілізуючих впливів. Згідно результатів моделювання, можна зробити висновок, що найвища чутливість лінійного адаптера спостерігається на початковій ділянці робочої характеристики, далі монотонно спадаючи у міру збільшення ємності закладного пристрою. Чутливість пристрою досягнуто застосуванням на виході аналогового перемножувача напруг, активного фільтра нижніх частот за схемою Салена-Кіі. До переваг цього варіанту реалізації фазового методу, належить інваріантність до нестабільності частоти зондувального сигналу та девіації опору додаткового резистора  $R$ . Регулювати чутливість можна шляхом зміни величини опору додаткового резистора.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Блінцов В.С. Концепція створення лабораторного комплексу «Основи технічного захисту інформації в ВТКМ» // Блінцов В.С., Нужний С.М., Баша Д.А. // Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції «Авіа-2011». - Т.1. - К.: НАУ, 2011. - С.248-251.
- [2]. Джонсон Г., Грехем М. Високошвидкісна передача цифрових даних: вищий курс чорної магії: Пер. з англ. - М.: Видавничий дім «Вільямс», 2005 - 1024с.
- [3]. Дорожовець М. Основи метрології та виміральної техніки: Підручник: У 2 т. /Дорожовець М., Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ко-

вальчик А.; за ред. Б.Стадника. - Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2005. - Т.2. Вимірвальна техніка. - 656 с.

- [4]. Дудикевич В.Б. 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.
- [5]. Готра З. Завадостійкий сигнальний перетворювач на базі синхронного детектора // Вимірвальна техніка та метрологія. - № 71, 2010, с.110-116.
- [6]. Карпов І.В., Нужний С.М. Математичне моделювання відкритих телекомунікаційних електропровідних ліній для задач технічного захисту інформації // Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю
- [7]. Ленков С.В. 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.
- [8]. Місюра С.М. Варіант захисту мовної інформації на об'єктах інформаційної діяльності // Місюра С.М., Овсянніков В.В., Мальцева І.Р.// Збірник наукових праць ВІТІ НГУУ "КІП" № 2 - 2011, с. 84-93.
- [9]. Свінцов І.В. Фазовий метод виявлення несанкціонованого підключення до слабострумівих ліній зв'язку// Свінцов І.В., Проталинський О.М., Свінцов В.Я // Датчики і системи. 2009. № 7. С. 2-4.
- [10]. Хома В.В. 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.
- [11]. Хорев А.А. Класифікація електронних пристроїв перехоплення інформації // Спецтехніка і зв'язок. - 2009. - № 1. - С. 46-49.

## REFERENCES

- [1]. Blintsov V.S., Nuzhny S.M., Basha D.A. (2011) The concept of creating a laboratory complex "Funda-



- mentals of technical information security VTKM", Proceedings of the X International Scientific Technical Conference "Air 2011", Vol.1., Kyiv National Aviation University, P.248-251.
- [2]. Johnson H., Graham M., (2005) High-speed transmission of digital data: the highest rate of black magic: Per. s English., M.: Publishing house «Williams», 1024 p.
  - [3]. Dorozhovets M., Motalo V., Stadnyk B., Vasylyuk V., Borek R., Kovalchuk A.; Ed. B.Stadnyka (2005) Fundamentals of Metrology and Measurement Equipment: Tutorial: In 2 volumes., Lviv: Publishing House "Lviv Polytechnic", Vol.2. Measuring equipment, 656 p.
  - [4]. Dudykevych V.B., Khoma V.V., Parkhuts L.T. (2012) Protection means and via telephone: teach. Manual, Lviv: Lviv Polytechnic National University Publishing, 212 p.
  - [5]. Gotra Z. and other (2010) anti-interference signal converter based on synchronous detector, measuring equipment and metrology, № 71, P.110-116.
  - [6]. Karpov V.V., Nuzhny S.N. Mathematical modeling of open telecommunication conductive lines for problems of technical protection of information, Materials of II Ukrainian scientific-technical conference with international participation
  - [7]. Lenkov, S., Perehudov D., Khoroshko V. (2008) Methods and means of information security [monograph]. In 2 volumes., Kiev: Arii, V.1 Information security, 344 p.
  - [8]. Misyura S.M., Ovsyannikov V.V., Maltsev I.R. (2011) Option protecting speech information on the objects of information activity, Proceedings of "KPI" № 2, p. 84-93.
  - [9]. Svintsov I., Protalinskiy O., Svintsov V. (2009) Phase method for detecting unauthorized connection to the low-current link, sensors and systems. № 7. P. 2-4.
  - [10]. Khoma V. (2009) Methods and means of technical protection of information in the user's telephone lines., automation, measurement and control № 639., Lviv.: Publishing National University «Lviv Polytechnic» P. 87-93.
  - [11]. Khorev A.A. (2009) Classification of electronic eavesdropping devices, Special equipment and communication, № 1, P. 46-49.

### ФАЗОВЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ В ТЕЛЕФОННЫХ ЛИНИЯХ

Перехват телефонных сообщений и прослушивания помещений, оснащенных телефонными аппаратами являются вероятными угрозами информационной безопасности абонентов телефонной связи. Хотя и разработано немало методов и выявления телефонных закладок, однако учитывая развитие информационных технологий идет поиск новых методов обнаружения несанкционированных подключений к АТЛ. В этой статье освещаются вопросы создания и исследова-

ования модели мостового линейного адаптера для выявления несанкционированных подключений к телефонным линиям. Приведена структурная схема устройства для реализации фазового метода выявления телефонных закладок. Разработана математическая модель линейного адаптера и исследована эффективность его функционирования. Обосновано применение синхронного детектирования для повышения помехоустойчивости устройства.

**Ключевые слова:** несанкционированное подключение, абонентская телефонная линия, линейный адаптер, чотириплечий мост переменного тока, фазовый компаратор.

### PHASE DETECTION METHOD EMBEDDED DEVICES IN TELEPHONE LINE

Interception of telephone communications and listening rooms equipped with telephones is the most likely threats to information security telecommunication subscribers. Although developed many methods and identify telephone bugs, but given the development of information technology, the search for new methods of detecting unauthorized connections to ATL. Design and investigate of linear bridge adapter for detecting unauthorized connections to telephone lines is described in this article. A block diagram of device for implementing the phase detection method of telephone bags is shown. A mathematical model of the linear adapter is developed and an efficiency of its operations is analyzed. The synchronous detection using for increasing of the device noise immunity is augmented.

**Keywords:** unauthorized connection, the subscriber telephone line, line adapter, fourshoulder bridge AC phase comparator.

**Хома Володимир Васильович**, доктор технічних наук, професор інституту «Автоматика і інформатика» Політехніка Опольська.

E-mail: [Khoma@wp.pl](mailto:Khoma@wp.pl)

**Хома Владимир Васильевич**, доктор технических наук, профессор института «Автоматика и информатика» Политехника Опольская.

**Khoma Vladimir**, Doctor of Science professor of Institute «Automatics and Informatics» Politehnica Opole, Poland, Opole.

**Іванюк Віталій Миколайович**, асистент Західного регіонального навчально-наукового центру захисту інформації Національного університету «Львівська політехніка».

E-mail: [VitalikIvaniuk@gmail.com](mailto:VitalikIvaniuk@gmail.com)

**Іванюк Віталій Николаевич**, асистент Західного регіонального учено-наукового центру захисту інформації Національного університету «Львівська політехніка».

**Ivaniuk Vitaliy**, Assistant Western Regional Education-Scientific Center of Information Protection of National University «Lviv Polytechnic».