

тепла. Тому для оптимізації теплової підсистеми необхідно скласти повну схему теплообміну чутливого елемента, проаналізувати кожен складову і визначити вимоги до конструкторсько-технологічних рішень ПТ, які забезпечували б оптимізацію математичної моделі теплової підсистеми.

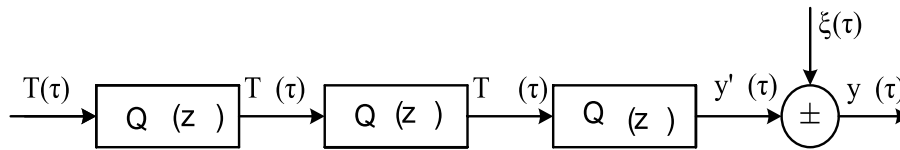


Рис. 2. Еквівалентна схема перетворення ПТ газового потоку

У загальному випадку вихідний сигнал електричної підсистеми є функцією сигналу, що надходить на її вхід з теплової підсистеми, і множини власних завад, обумовлених змінами фізичних властивостей матеріалів ПТ внаслідок структурних перетворень під дією вимірюваного середовища, термодинамічних шумів тощо. За невеликого рівня завад (порівняно з рівнем вхідного сигналу) оператор $Q_{EC}(z_{EC})$ перетворення підсистеми можна вважати постійною величиною, числове значення якого визначатиметься законом перетворення і не залежатиме від конструкції ПТ.

1. Боднер В.А. Приборы первичной информации. – М.: Машиностроение, 1981. – 341 с.
2. Петров В.В., Усков А.С. Основы динамической точности автоматических информационных устройств и систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
3. Петров В.В., Усков А.С. Информационная теория синтеза оптимальных систем контроля и управления. – М.: Энергия, 1975. – 274 с.
4. Шукицун В.Е. Корректирующие звенья в устройствах измерения нестационарных температур. – М.: Энергия, 1970. – 118 с.
5. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарных температур. – Л.: Энергия, 1987. – 299 с.

УДК 343.41

В.М. Іванюк

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра захисту інформації

УНІФІКАЦІЯ СТРУКТУРИ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ СТАНУ АБОНЕНТСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ ЛІНІЙ

© Іванюк В.М., 2007

Розглянуто актуальність та проблеми створення засобів виявлення гальванічних під'єднань до телефонної лінії. Запропоновано структурні схеми систем комплексного контролю фізичних параметрів абонентської телефонної лінії, що ґрунтуються на цифровому обробленні сигналів і забезпечують високий рівень уніфікації.

In this article an actuality and problems of creation of facilities for detection the galvanic connections to the telephone lines are considered. The structure diagrams of the complex checking physical parameters of telephone lines systems, which are based on digital signal processing and provide the high level of unification, are offered.

Аналіз останніх публікацій та постановка задачі

Засоби телефонного зв'язку характеризуються наявністю різноманітних технічних каналів витоку інформації.

Джерелом небезпечного сигналу є сам телефонний апарат і лінія зв'язку. Телефонна лінія є практично незахищеною за всією довжиною [1, 2, 3].

Проте найуразливішими з погляду несанкціонованих під'єднань є дві ділянки абонентської лінії – від розподільчої шафи до розподільчої коробки та від коробки до абонентського телефонного апарату.

Під час використання телефонного зв'язку можуть виникнути такі загрози для легального користувача:

- витік інформації з приміщення, де встановлено телефонний апарат;
- прослуховування телефонних ліній;
- несанкціоноване використання телефонного номеру абонента для тривалих і дальніх (закордонних) переговорів;

З використанням апаратури несанкціонованого отримання інформації, що вимагає гальванічного під'єднання до лінії зв'язку, зменшується рівень інформативного сигналу (якщо пристрій не містить внутрішньої батареї або не під'єднаний до мережі електроживлення) і підвищується рівень шумів (у разі потрапляння інформаційного сигналу на неоднорідність, що вносить телефонний закладний пристрій, інформативний сигнал частково відбивається, що призводить до погіршення якості зв'язку).

Тому виникає гостра необхідність контролю під'єднань до телефонної лінії. Низькочастотний електричний сигнал, що проходить лінією зв'язку, можна отримати двома способами: контактний (безпосереднє гальванічне під'єднання до телефонної лінії) і безконтактний (використання індукційних, ємнісних датчиків та датчиків Холла).

Методи контролю гальванічних під'єднань до телефонної лінії можна класифікувати за такими ознаками:

- контроль за рівнем напруги в абонентській телефонній лінії (АТЛ);
- аналіз сигналів у телефонній лінії (їх частоти і рівня);
- аналіз фізичних параметрів АТЛ (контроль повного хвильового опору лінії);
- аналіз неоднорідності, нелінійності і несиметричності телефонної лінії.

Кожен з існуючих методів контролю має недоліки і переваги, тому для прийняття остаточного рішення використовують результати контролю, одержані декількома методами, що вимагає багато часу і апаратних затрат. Отже, можна сказати, що сьогодні, незважаючи на розвиток спецтехніки для перевірки телефонної лінії, не існує універсальної апаратури, яка б визначала під'єднання до телефонної лінії. Більше того, індуктивні і ємнісні знімачі без радіоканалу не визначаються жодним з перерахованих методів. Тому уніфікація структури засобів контролю стану АТЛ є актуальним завданням.

Порівняльний аналіз методів та засобів контролю за станом АТЛ

Метод контролю напруги в лінії – один з найпростіших, але водночас і недостовірних та неточних. Суть методу полягає в реєстрації різкого спаду напруги в лінії зв'язку під час роботи закладного пристрою в АТЛ. У сучасні технічні засоби прослуховування абонентських телефонних ліній вбудовано пристрої компенсації спаду напруги або узгоджувальні пристрої, що унеможливує виявлення пристроїв цим методом. Ще одним його недоліком є необхідність початкового встановлення пристрою на “чисту лінію” і постійного контролю [1]. Наприклад, всі прилади цієї групи успішно виявляють “підняття” трубки паралельного телефону у момент проведення переговорів по лінії або під'єднання до лінії нових телефонних закладок з живленням від лінії (послідовних з опором понад 0,5 кОм, паралельних з опором меншим ніж 10 кОм). Заміна телефонного апарату вимагає переналадження приладу, а при першому під'єднанні необхідна перевірка лінії на чистоту іншими технічними засобами.

Метод контролю сигналів, наявних в лінії, використовується для виявлення високочастотного нав'язування. Оскільки канал тональної частоти має частотний діапазон $f \in (300 \div 3400)$ Гц, з врахуванням службових частот (телефонної сигналізації), то наявність сигналів, що виходять за межі діапазону, сигналізують про реалізацію зловмисником високочастотного нав'язування [1]. За допомогою цих приладів можна легко встановити факт передавання інформації лінією зв'язку методом “ВЧ – нав'язування”. Основним недоліком приладів даної групи стосовно телефонної лінії є виявлення вузького класу пристроїв прослуховування.

Реальні телекомунікаційні об'єкти, що використовуються для перетворення і передавання сигналів під час досліджень, можна подати у вигляді електричної схеми заміщення (моделі) (рис. 1), яка адекватно відображає його властивості. Крім того, електричні кола будь-якої складності можна формально подати як деякий об'єкт, що описується відношенням сигналів на певній кількості пар вхідних (вихідних) контактів. На практиці найбільшого поширення набули чотириполюсники (ЧП)–

об'єкти із двома парами вхідних і вихідних контактів. За такого підходу об'єкт розглядається як "чорна скринька", тобто внутрішню структуру електричного кола не беруть до уваги. В електротехніці віддавна розроблені теоретичні і методологічні основи аналізу ЧП.

Суть методу контролю гальванічних під'єднань до телефонної лінії полягає в контролі відхилення виміряних вторинних параметрів лінії від розрахованих для цього типу і довжини кабелю більш ніж на певну граничну величину.

Як відомо, під час поширення електромагнітної хвилі довгою лінією напруга між провідниками і струм в будь-якій точці не залишаються сталими, а змінюються за абсолютним значенням і фазою. Відношення між струмом і напругою у будь-якій точці залежать від двох параметрів хвильового опору і коефіцієнта поширення.

Хвильовий опір визначається відношенням напруги і струму в будь-якій точці лінії і подається за допомогою первинних параметрів за формулою [4]

$$Z_{xв} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + i\omega C}} \quad (1)$$

Для контролю повного опору лінії $Z_{повн}$, що обчислюється за такою математичною залежністю

$$Z_{повн} = \sqrt{Z_{вх} \cdot Z_{вих}}, \quad (2)$$

де $Z_{вх} = \frac{U_{вх}}{I_{вх}}$ – вхідний опір чотириполосника; $Z_{вих} = \frac{U_{вих}}{I_{вих}}$ – вихідний опір чотириполосника.

Схема заміщення елементарної ділянки телефонної лінії містить погонний опір R , провідність G , ємність C та індуктивність L [5].

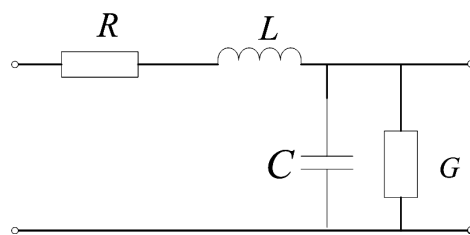


Рис. 1. Еквівалентна схема заміщення телефонної лінії

Існують рівняння, які можна використати для вираження R , L , C , і G як функцій від частоти.

Для телефонної лінії:

$$R(f) = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt[4]{R_{0c}'^4 + a_c f^2}} + \frac{1}{\sqrt[4]{R_{0s}'^4 + a_s f^2}}} \quad (3)$$

$$C(f) = C_{\infty}' + C_0' f^{-c} \quad (4)$$

$$G(f) = G_0' f^{g_c} \quad (5)$$

$$L(f) = \frac{L_0' + L_{\infty}' \left(\frac{f}{fm}\right)^b}{1 + \left(\frac{f}{fm}\right)^b}, \quad (6)$$

де $R(f)$, $C(f)$, $G(f)$, $L(f)$ – значення погонних величин опору, ємності, провідності й індуктивності на частоті f . Характеристичні коефіцієнти R_{0c}' , a_c , R_{0s}' , a_s , C_{∞}' , C_0' , G_0' , g_s , L_0' , L_{∞}' для досліджуваного типу лінії. Ці коефіцієнти залежать від матеріалу, з

якого виготовлена лінія, матеріалу діелектрика і діаметра провідників. Ці елементи визначають вигляд залежності повного опору від частоти.

$$Z_0^2 = \frac{R + i\omega L}{G + i\omega C} = \frac{(R + i\omega L) \cdot (G + i\omega C)}{(G)^2 + \omega^2 C^2} = \frac{(RG + \omega^2 LC) + i\omega(LG - RC)}{(G)^2 + \omega^2 C^2} \quad (7)$$

$$|Z_0^2|^2 = \frac{(RG + \omega^2 LC)^2 + \omega^2(LG - RC)^2}{((G)^2 + \omega^2 C^2)^2} \quad (8)$$

$$|Z_0^2| = \frac{\sqrt{(RG + \omega^2 LC)^2 + \omega^2(LG - RC)^2}}{(G)^2 + \omega^2 C^2} \quad (9)$$

$$|Z_0| = \sqrt{|Z_0^2|} = \frac{\sqrt[4]{(RG + \omega^2 LC)^2 + \omega^2(LG - RC)^2}}{\sqrt{(G)^2 + \omega^2 C^2}} \quad (10)$$

За наявності різниці між дослідженими і розрахованими значеннями більш ніж на припустимому порогову величину робиться висновок про наявність гальванічних під'єднань до лінії

Контроль за повним хвильовим опором у сучасній телекомунікації використовується для:

- перевірки АТЛ на придатність до подальшого використання;
- перевірки АТЛ на придатність для використання xDSL технологій;
- контролю за наявністю гальванічних під'єднань;

Перевагою даного методу є можливість перевірки будь-яких ліній, а його недоліками є неможливість визначення віддалі до місця підключення і наявність порогу виявлення, а також хибні спрацьовування за рахунок «старіння» ліній.

Оскільки в схемах пристроїв прослуховування містяться напівпровідникові елементи, що мають нелінійні опори, індуктивності та ємності, то це призводить до зміни вольт-амперної характеристики лінії загалом. Використовуються два основні методи:

- дослідження реакції лінії на ступінчасто зростаючий сигнал;
- дослідження наявності другої і третьої гармоніки від зондуючого гармонічного сигналу (для напівпровідникових елементів матимемо сильну другу і слабку третю гармоніку) [2];

Істотним недоліком таких приладів стосовно телефонної лінії є невелика дальність виявлення, обмежена фізичною доступністю до проводів лінії і необхідністю від'єднання телефонної лінії від АТС на час перевірки. Ці особливості експлуатації не дають змоги оперативно контролювати телефонну лінію і обмежують дальність перевірки. Прилади найбільш придатні для періодичних перевірок знеструмлених відрізків ліній (телефонних, електромережі, сигналізації). Недоліком є неможливість визначити віддаль до місця під'єднання.

За причинами, які викликають неоднорідності в лініях, їх прийнято поділяти на внутрішні, або конструкційно-технологічні, та зовнішні, або стикові [6].

Перші – це неоднорідність всередині кабелю. Вони можуть виникати внаслідок недосконалості технологічного процесу виготовлення, монтажу чи експлуатації кабелю.

Друга група неоднорідностей – зовнішні. Вони здебільшого виникають у місцях з'єднання окремих частин лінії або в місцях під'єднання кабелю до апаратури.

За цим методом кожна жила телефонної лінії тестується окремо, тобто лінія розглядається як двополюсник.

Суть методу контролю неоднорідностей полягає у виконанні таких операцій:

1. Зондування кабелю (двопроводової лінії) імпульсами напруги.
2. Прийом імпульсів, відбитих від місця пошкодження, і неоднорідностей хвильового опору.
3. Виділення відбитого сигналу на фоні шумів.

Принцип імпульсного вимірювання параметрів неоднорідності ліній зв'язку, яка не має втрат, полягає у такому.

Якщо хвильовий опір такої лінії $Z_{x\epsilon}$ збігається із опором навантаження – Z_H , тобто $Z_H = Z_{x\epsilon}$, то енергія зондуючого імпульсу повністю поглинається опором навантаження, а відбиття

відсутні. Осцилограма такого процесу називається ехограмою. Зонduючий імпульс має вигляд, показаний на рис. 2.

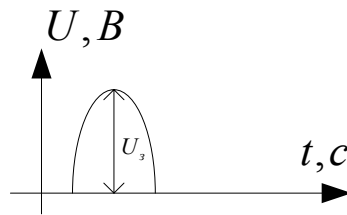


Рис.2. Зонduючий імпульс

За умови $Z_n \neq Z_{XB}$ надісланий зонduючий імпульс відіб'ється від неоднорідності. Його амплітуда і знак визначають за співвідношенням [8]:

$$U_e = \frac{U_3 \cdot (Z_H - Z_{XB})}{Z_H + Z_{XB}}, \quad (11)$$

де U_3 – амплітуда зонduючого імпульсу; U_B – амплітуда відбитого імпульсу.

Якщо $Z_H > Z_{XB}$, то відбитий імпульс матиме таку саму полярність, що й зонduючий, якщо ж $Z_H < Z_{XB}$, то полярність відбитого імпульсу буде протилежною.

Відбитий імпульс досягає внутрішнього опору генератора Γ зонduючих сигналів Z_Γ , частково поглинається ним, а частково відбивається і прямує до Z_H . Амплітуда і полярність імпульсу $U_{B\Gamma}$, відбитого від опору Z_Γ , знаходять за виразом:

$$U_{B\Gamma} = \frac{U_B \cdot (Z_\Gamma - Z_{XB})}{Z_\Gamma - Z_{XB}} \quad (12)$$

або

$$U_{B\Gamma} = U_B \cdot \left(\frac{Z_H - Z_{XB}}{Z_H + Z_{XB}} \right) \cdot \left(\frac{Z_\Gamma - Z_{XB}}{Z_\Gamma - Z_{XB}} \right) \quad (13)$$

Використовуючи метод імпульсної рефлектометрії, в лінію посилають зонduючий імпульс і вимірюють інтервал t_x – час подвійного пробігу цього імпульсу до місця пошкодження (неоднорідності хвильового опору). Відстань до місця пошкодження розраховують за виразом:

$$L_x = t_x \cdot \frac{V}{2}, \quad (14)$$

де V – швидкість поширення імпульсу в лінії.

Швидкість поширення електромагнітних хвиль вздовж лінії залежить від діелектричних властивостей діелектрика і визначається за формулою [8]

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \left[\frac{M}{c} \right] \quad (15)$$

де c – швидкість світла в повітряному просторі $c \approx 3 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$.

Кожен тип лінії характеризується своєю швидкістю проходження імпульсу.

Основними характеристиками імпульсних приладів є форма зонduючих імпульсів, їх тривалість, амплітуда і частота, а також чутливість приладів, тривалість розгортки. Форма імпульсів залежить від багатьох факторів, найважливішим з яких є характер досліджуваного об'єкта, необхідна точність результатів вимірювання, складність генеруючих пристроїв. Як зазначалась раніше, при імпульсному методі дослідження відстані до місця нерівномірності хвильового опору лінії визначають за допомогою відліку між часом посилання зонduючого і реєстрацією відбитого імпульсів. Це найкраще зробити з використанням їх передніх фронтів. Для отримання високої точності відліку необхідно забезпечити їх достатню крутизну. Проте невелика дальність виявлення

(до 500 м), низька достовірність (найчастіше за неоднорідність беруться контактні з'єднання в лінії) отриманих результатів вимірювань роблять прилади цієї групи ефективними тільки для реєстрації “нових” під'єднань до лінії при невеликих вимірюваних відстанях.

Метод контролю несиметричності

Асиметрія опорів провідників телефонної лінії основним чином викликана різними діаметрами провідників. Зазвичай вона є незначною і може коливатись в межах, визначених ГОСТ [8]. Підвищена асиметрія опорів провідників може бути викликана різними опорами захисних пристроїв, ввімкнених послідовно в кожен провідник, або послідовним ввімкненням телефонних закладок.

Перед вимірюванням два провідники на протилежному кінці лінії замикають між собою і заземлюють. Міст зрівноважують, змінюючи значення опору R_0 . Якщо зрівноваження досягнути не вдається, до затискача 2 моста під'єднують провід R_1 , а до затискача 1 – провід R_2 .

Для визначення несиметричності лінії мостом зі змінним відношенням двох плечей спочатку вимірюють опір кола

$$R = R_1 + R_2, \quad (16)$$

а потім проводять вимірювання за схемою

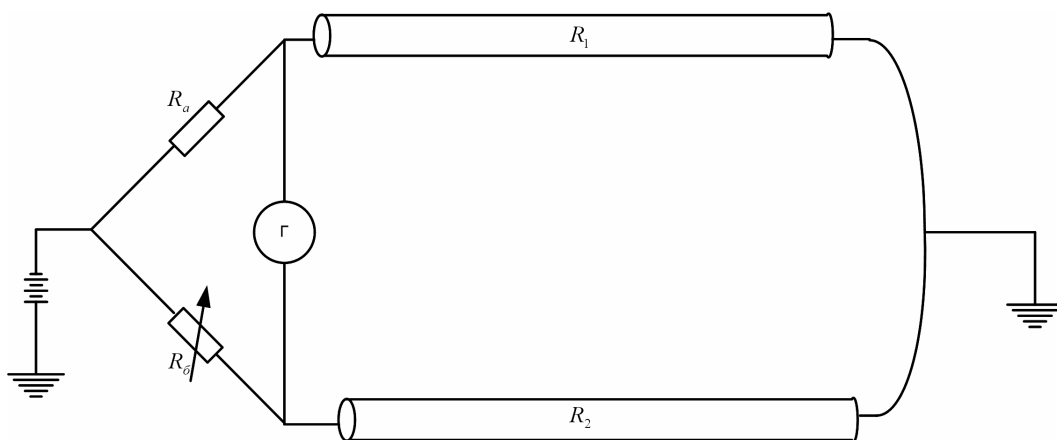


Рис. 3. Схема вимірювання несиметричності лінії мостовою схемою зі змінним відношенням двох плечей

Коли міст буде зрівноважений, отримаємо

$$\frac{R_a}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}, \quad (17)$$

оскільки

$$R_2 = R - R_1, \quad (18)$$

то

$$\frac{R_a}{R_0} = \frac{R_1}{R - R_1}, \quad (19)$$

звідси

$$R_1 = \frac{R_a}{R_0 + R_a} \cdot R \quad (20)$$

і аналогічно

$$R_2 = \frac{R_0}{R_0 + R_a} R \quad (21)$$

Величина несиметричності визначається за формулою

$$R_A = R_1 - R_2 = \frac{R_a}{R_0 + R_a} R - \frac{R_0}{R_0 + R_a} R \quad (22)$$

або

$$R_A = \frac{R_a - R_\sigma}{R_a + R_\sigma} R \quad (23)$$

Уніфікація алгоритмів вимірювань

Виходячи з наведеного вище огляду, всі методи доцільно апаратно реалізувати як один уніфікований пристрій для комплексного контролю АТЛ.

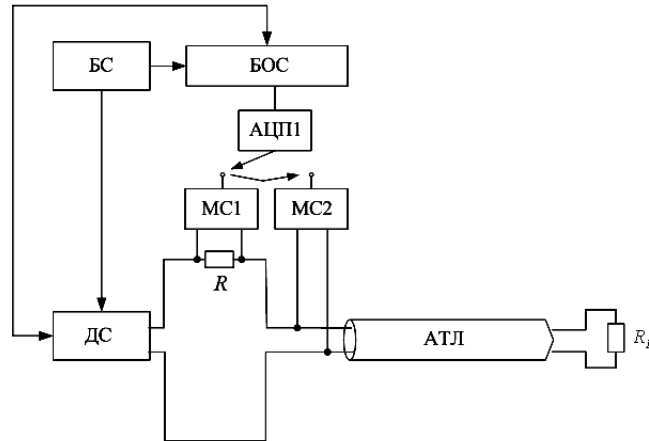


Рис. 4. Структура блоку контролю імпедансу і нелінійності

Для визначення значення повного хвильового опору лінії і побудови її вольт-амперної характеристики необхідні значення напруги і струму. Під час проведення дослідження характеристикних параметрів лінії з одного боку розташовуємо вимірювальний пристрій (рис. 4.), з іншого встановлюємо опір навантаження (замикаємо лінію), для підвищення точності і коректності результатів опір навантаження R_n має дорівнювати вихідному опору лінії. Джерело сигналів (ДС) формує необхідні сигнали (для вимірювання імпедансу лінії – синусоїдальні сигнали сталої амплітуди і змінної частоти, для визначення нелінійності ВАХ – сталої частоти і ступінчасто-зростаючої напруги). БС (блок синхронізації) використовується для синхронізації генерування сигналу і реєстрації його зміни після проходження по досліджуваній АТЛ. МС1 і МС2 використовуємо для зняття двох основних обмежень, присутніх в простих АЦП: вхідний діапазон від 0 до 5 вольт, і неможливість працювати з змінною напругою без постійної складової. Для зменшення масо-габаритних показників використовуємо часове розділення каналів вимірювання напруги в лінії і спаду напруги на опорі R_n .

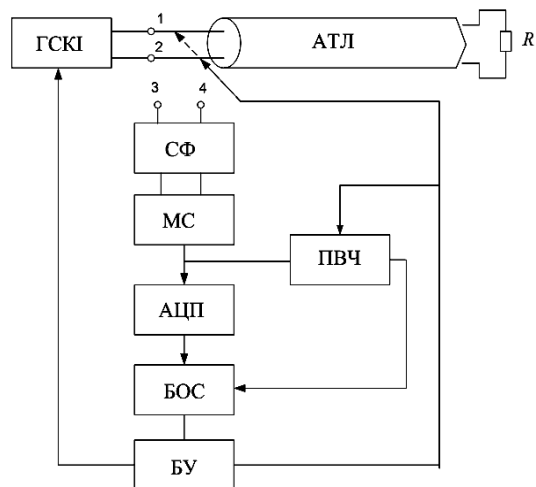


Рис. 5. Структура блоку контролю неоднорідності

Блок управління (БУ) запускає генератор синус квадратного імпульсу (ГСКІ) і пристрій вимірювання часу (ПВЧ) (рис. 4). Після завершення посилання імпульсу БУ перемикає лінію на вимірювальний канал. На початку вимірювального каналу встановлюємо смуговий фільтр (СФ) для усунення потрапляння шумів в вимірювальний канал, що можуть спричинити хибні спрацьовування, тобто ті сигнали, що не є результатом відбиття зондуючого імпульсу від неоднорідності. Якщо на вході АЦП з'являється фронт відбитого імпульсу, то ПВЧ реєструє час між посилання імпульсу (початком генерування переднього фронту) і отриманням відбитого сигналу (його появі на вході АЦП). Після оцифрування сигналу він подається на блок обробки сигналів (БОС), де визначається характер неоднорідності (резистивна, ємнісна чи індуктивна) і відстань до неї.

Висновок

Переваги кожного методу можна об'єднати за допомогою створення уніфікованого пристрою контролю. При проведенні комплексної оцінки результатів дослідження можна зменшити число хибних виявлень, тобто значно підвищити достовірність роботи пристроїв контролю абонентських телефонних ліній.

1. Архипов О.С., Луценко В.М., Худяков В.А. *Захист інформації в телекомунікаційних мережах та системах зв'язку: Навчальний посібник.* – К.: ІВЦ “ІВЦ” «Політехніка», 2002. – 52 с. 2. Халяпин Д.Б. *Защита информации. Вас прослушивают? Защищайтесь!.* – М.: Ноу Шо «Баярд», 2004. – 432 с. 3. Канахович Г.Ф., Климчук В.П., Паук С.П., Потапов В.Г. *Защита информации в телекоммуникационных системах.* – К.: «МК-Пресс», 2005. 4. Парфенов Ю.А. *Кабели электросвязи.* – М.: Эко-Трендз, 2003. – 256 с. 5. Richard Lao “High Frequency Design Transmission Lines” From November 2002, Summit Technical Media, LLC. 6. Недоступ Л.А., Лазько О.В., Киселичник М.Д., Бобало Ю.Я. *Импульсная и частотная диагностика коаксиальных линий связи: Навч. посібник.* – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 7. Бакланов И.Г. “Методы измерений в системах связи”. – М.: Изд-во «ЭКО-ТРЕНДЗ», 1999, 195 с. 8. Кулешов В.Н., Малышев В.З., Шварцман В.О. *Электрические измерения междугородных кабелей связи.* – М.: Связьиздат, 1953.

УДК 658.516

В.М. Юзевич, Р.І. Байцар, А.В. Гунькало
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

СУЯ: МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ

© Юзевич В.М., Байцар Р.І., Гунькало А.В., 2007

Наводиться розроблена модель управління процесами системи управління якістю, яка забезпечує прогнозування зміни показників вимірювання процесів у часі і постійне їх поліпшення, а також поліпшення діяльності підприємства загалом дає змогу створити таке виробництво, яке задовольнятиме вимоги всіх зацікавлених сторін.

The developed control model of quality management system processes which provides the foreseeing of process measurement indices' change in time and their permanent improvement as well as the improvement of enterprise activity on whole and enables us to create such an enterprise that will satisfy the requirements of all interested sides is notified.

Вступ

Як відомо, сучасна система управління якістю (СУЯ) ґрунтується на принципі процесного підходу до управління. Сьогодні можна говорити про необхідність впровадження спеціального управління процесами у межах всієї організації (підприємства).