

тощо [2, 3]. Призначення такої інформаційної підсистеми – здійснювати аналіз трафіку, інформувати про ситуації, що є підозрілими та потребують подальшого детального вивчення відповідними програмними засобами.

Література

1. Ружинский В.Г. Організація контролю, вимірів та управління мережі спільноканальної сигналізації №7 ВАТ «Укртелеком» / В.Г. Ружинский, В.М. Аношков // 2-а міжнародна конференція «Проблеми управління мережами та послугами телекомунікацій в умовах конкурентного ринку» // Вісник УБЕНТЗ. – 2003. – №2. – С.44-48.
2. Ружинський В.Г. Визначення інтенсивності сигнального навантаження мережі спільноканальної сигналізації № 7 при взаємодії різних телекомунікаційних мереж / В. Г. Ружинський // Зв'язок. – 2006. – №4(64). – С. 20-22.
3. Ружинский В.Г. Построение центра контроля, измерений и управления сети ОКС-7 «Укртелекома» / В.Г. Ружинский // «Телеком-2003» 6-я международная научно-техническая конференция «Телеком-2003», м. Київ.

УДК 621.39

Максимов В.В., к.т.н.; **Самойлюк А.О.**, магістрант

(Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «КПІ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ УВІМКНЕННЯ ІР ІНТЕРФЕЙСА

Максимов В.В., Самойлюк А.О. Дослідження часу увімкнення ІР інтерфейса. В роботі досліджено процеси, що відбуваються під час увімкнення ІР інтерфейса. Визначено та досліджено компоненти, з яких складається час включення ІР інтерфейса.

Ключові слова: ІР ІНТЕРФЕЙС, ПРОТОКОЛ ARP, ЗАТРИМКА В КАНАЛІ, СЛУЖБОВА ІНФОРМАЦІЯ, GNS3

Максимов В.В., Самойлюк А.А. Исследование времени включения IP интерфейса. В работе исследованы процессы, происходящие при включении IP интерфейса. Определены и исследованы компоненты, из которых состоит время включения IP интерфейса.

Ключевые слова: IP ИНТЕРФЕЙС, ПРОТОКОЛ ARP, ЗАДЕРЖКА В КАНАЛЕ, СЛУЖЕБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, GNS3

Maksymov V.V., Samoiliuk A.O. Investigate of enabling time of IP interface. The processes, which occur during IP interface enabling, are investigated in the article. Components of IP interface enabling time are dedicated and investigated.

Keywords: IP INTERFACE, ARP PROTOCOL, CHANNEL DELAY, SERVICE INFORMATION, GNS3

Постановка задачі. Під час проведення різноманітних досліджень в галузі ІР-мереж виникає необхідність проведення вимірів часу спрацювання того чи іншого процесу, наприклад, часу встановлення TCP-з'єднання або оновлення таблиць маршрутизації будь-якого іншого протоколу. В [1], наприклад, пропонується аналітичний вираз часу збіжності протоколу маршрутизації OSPF, в [2] детально описані процеси, що впливають на час збіжності даного протоколу, в [3] досліджується час збіжності протоколу OSPF при обриві лінії зв'язку. Проте при дослідженні часу збіжності протоколу OSPF у випадку включення нового маршрутизатора, слід врахувати час увімкнення його ІР інтерфейса, значення якого не відоме і потребує виміру.

Розглянемо процеси, які відбуваються під час увімкнення ІР інтерфейса.

Під часом включення ІР інтерфейса будемо розуміти час від подачі живлення на ІР інтерфейс до моменту його дієздатності. Ознакою дієздатності ІР інтерфейса можна вважати початок надходження ICMP луна-відповідей на луна-запити [4].

За час включення IP інтерфейса відбуваються такі процеси:

- 1). Подача живлення на електричну схему інтерфейса та завантаження його керуючої програми (драйвера);
- 2). Передача через мережу Ethernet ARP-запитів та відповідей [5];
- 3). Оновлення таблиць ARP кешу (ARP cache).

Подача живлення на інтерфейс та завантаження драйвера виконується після команди адміністратора або після включення пристрою в мережу живлення в залежності від типу пристрою та його налаштувань. Позначимо час, витрачений на подачу живлення та завантаження драйвера, як час активізації інтерфейсу.

Для передачі IP пакетів через мережу Ethernet, всі вузли мають узгодити адреси канального рівня (MAC-адреси) із адресами мережевого рівня (IP-адресами). Дане узгодження виконується за допомогою протоколу ARP, який має наступний принцип роботи.

Вузол, що намагається надіслати IP пакет через Ethernet мережу, надсилає за ширококомовною MAC адресою ARP-запит довжиною в 28 байт, в якому вказує IP адресу вузла, MAC-адреса якого не відома. Другий вузол, MAC-адреса якого не відома першому вузлу, прочитавши свою IP-адресу в ширококомовному запиті надсилає ARP-відповідь із своєю MAC-адресою першому вузлу. Довжина ARP-відповіді також становить 28 байт. Таким чином, при включенні IP інтерфейсу в мережу, буде надіслано два ARP-запити та дві ARP-відповіді – по одному запиту та відповіді для нового вузла та існуючого вузла, що намагається встановити з'єднання із новим вузлом. Тобто, обсяг службової інформації складатиме 112 байт без врахування заголовку кадру Ethernet. В окремих випадках, новий інтерфейс може надіслати самозвернений ARP-запит (gratuitous ARP) за ширококомовною MAC-адресою, сповістивши усі інші вузли мережі про відповідність своєї MAC- та IP-адреси. В цьому разі, обсяг службової інформації скоротиться на 28 байт та становитиме 84 байти, оскільки новий вузол все ще має встановити відповідність адрес канального та мережевого рівня інших пристроїв.

Результат обміну пакетами ARP – таблиця ARP кешу, в якій у відповідність адресам канального рівня встановлено адреси мережевого рівня. Час передачі ARP-запитів та побудови ARP кешу позначимо як

Таким чином, час увімкнення IP інтерфейса можливо визначити як:

(1)

Час активізації інтерфейса залежить від конструктивного рішення мережевого адаптера та його програмного забезпечення, час роботи протоколу ARP може залежати від швидкості мережевого інтерфейса та затримки в каналі, проте, враховуючи незначну кількість службової інформації даного протоколу, залежність від швидкості інтерфейсу може не спостерігатись.

Метою даної статті є визначення часу увімкнення IP інтерфейса та дослідження факторів, що впливають на нього. Для досягнення поставленої мети пропонується наступна методика.

Методика дослідження. Експериментальна мережа (рис. 1), складається із маршрутизатора R1 з IP-адресою 192.168.11.2 та інтерфейсу H2 – комп'ютера дослідника із IP-адресою 192.168.11.1. Для визначення часу увімкнення інтерфейсу пропонується наступний порядок проведення дослідження.

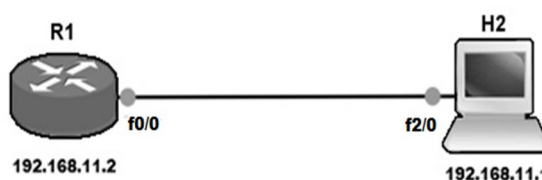


Рис. 1. Експериментальна мережа

- 1) Налаштувати інтерфейси експериментальної мережі. Інтерфейс маршрутизатора R1, що досліджується (на рис. 1 – f0/0) залишити вимкнутим. Запустити аналізатор пакетів на мережевому інтерфейсі комп'ютера дослідника (на рис. 1 – f2/0).

2) За допомогою команди ping 192.168.11.2 -t на комп'ютері експериментатора розпочати надсилання ICMP луна-запитів до інтерфейсу, що досліджується.

3) Увімкнути інтерфейс маршрутизатора R1, що досліджується, запустити секундомір.

4) Після отримання першої ICMP луна-відповіді зупинити секундомір, записати отриманий результат $t_{ув}$. За допомогою аналізатора пакетів визначити час t_{ARP} ; Час активізації, згідно з (1), визначається як $t_{акт} = t_{ув} - t_{ARP}$.

5) Вимкнути інтерфейс досліджуваного маршрутизатора, очистити ARP таблиці інтерфейсів маршрутизатора та дослідника.

Для збільшення точності дослідження та виключення явних помилок, дії 2...5 слід повторити декілька разів. В даній статті вимір було проведено 10 разів для кожного інтерфейса.

До переваг описаної методики можливо віднести її відтворюваність, простоту та незалежність від обладнання, що досліджується.

Результати дослідження. За описаною методикою було проведено вимір обох складових часу увімкнення інтерфейсів Ethernet, Fast Ethernet та Gigabit Ethernet моделі маршрутизатора C7200 в GNS3. Також, було проведено дослідження часу включення інтерфейса мережевої карти SiS Ethernet Controller при швидкості 10 Мбіт/с та 100 Мбіт/с.

За допомогою протоколу ICMP також виміряно час відгуку інтерфейса, який є пропорційним затримці в каналі. Для уточнення значення часу відгуку використано аналізатор пакетів Wireshark.

Отримані результати наведено в табл. 1. Середні значення отриманих результатів наведено на рис. 2 та 3.

Результати дослідження

Табл. 1

Тип інтерфейсу	GNS3 C7200 Ethernet 10 Мбіт/с			GNS3 C7200 Fast Ethernet 100 Мбіт/с			GNS3 C7200 Gigabit Ethernet 1000 Мбіт/с			SiS Ethernet Controller 10 Мбіт/с			SiS Ethernet Controller 100 Мбіт/с		
	$t_{акт}$	t_{ARP}	$t_{ув}$	$t_{акт}$	t_{ARP}	$t_{ув}$	$t_{акт}$	t_{ARP}	$t_{ув}$	$t_{акт}$	t_{ARP}	$t_{ув}$	$t_{акт}$	t_{ARP}	$t_{ув}$
Вимірний час, с.	0,25	5,65	5,90	0,28	5,22	5,50	0,08	5,92	6,00	12,94	1,96	14,90	15,20	1,40	16,60
	0,17	5,83	6,00	0,21	5,19	5,40	0,19	5,41	5,60	11,85	1,45	13,30	8,40	0,90	9,30
	0,08	6,12	6,20	0,12	4,48	4,60	0,22	5,18	5,40	11,64	1,46	13,10	8,81	0,39	9,20
	0,15	4,05	4,20	0,23	4,47	4,70	0,15	5,35	5,50	8,61	2,09	10,70	10,41	0,40	10,80
	0,37	4,43	4,80	0,04	5,06	5,10	0,07	5,13	5,20	9,91	1,69	11,60	9,01	0,39	9,40
	0,20	5,70	5,90	0,11	5,39	5,50	0,22	5,88	6,10	11,55	1,95	13,50	10,44	0,46	10,90
	0,05	5,15	5,20	0,06	5,44	5,50	0,15	5,85	6,00	11,97	1,93	13,90	10,35	0,65	11,00
	0,11	5,29	5,40	0,09	4,91	5,00	0,15	5,05	5,20	10,96	1,94	12,90	11,40	0,40	11,80
	0,21	5,19	5,40	0,10	5,30	5,40	0,08	5,02	5,10	11,97	0,93	12,90	10,01	0,99	11,00
	0,19	4,91	5,10	0,26	5,14	5,40	0,12	4,68	4,80	11,29	0,91	12,20	8,48	1,03	9,50
Мат. очікування	0,18	5,23	5,41	0,15	5,06	5,21	0,14	5,35	5,49	11,27	1,63	12,90	10,25	0,70	10,95
Час відгуку, мс.	26			24			27			0.45			0.17		

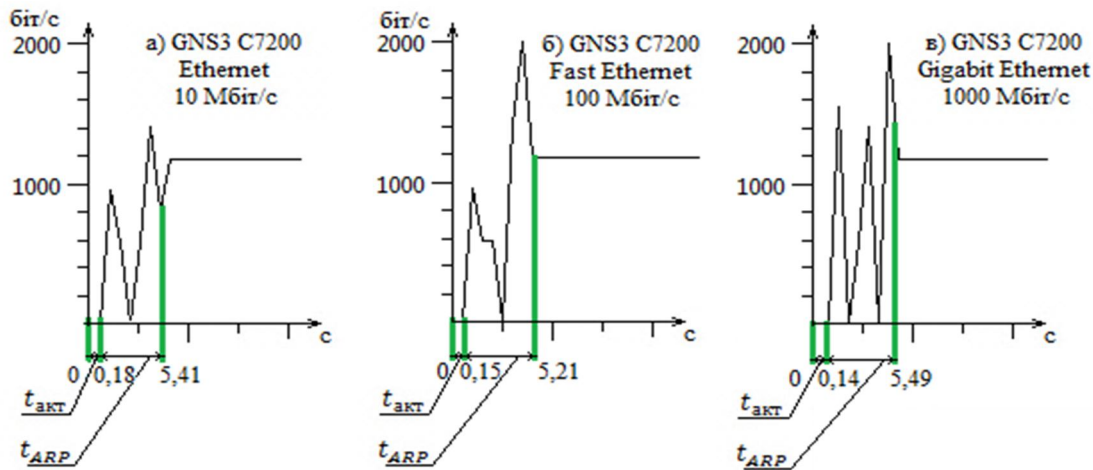


Рис.2. Усереднений результат виміру складових часу включення інтерфейсу для моделі мережевого адаптера маршрутизатору C7200 в GNS3.

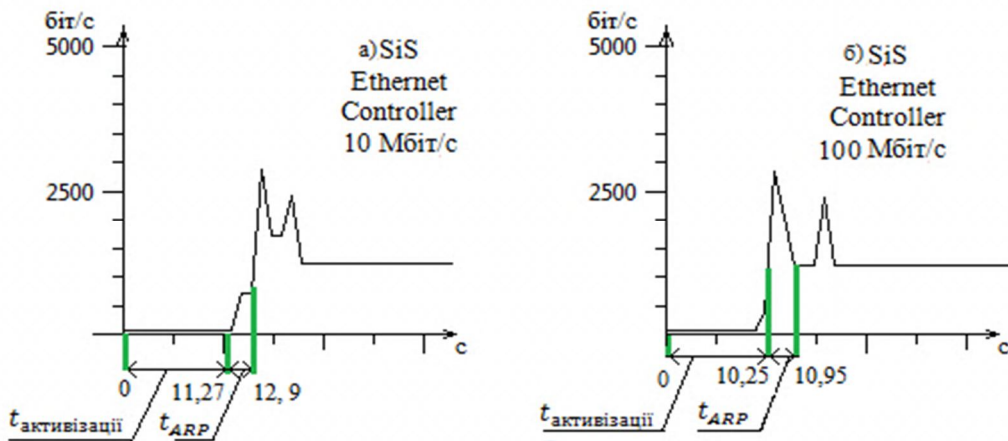


Рис.3. Усереднений результат виміру складових часу включення інтерфейсу для мережевого адаптера Sis Ethernet Controller.

Висновки. Аналіз отриманих результатів підтверджує наявність двох складових часу включення IP інтерфейса: часу активізації мережевого адаптера та часу роботи протоколу ARP. Причому, час активізації інтерфейса залежить від схемотехнічного рішення мережевого адаптера, його налаштувань та програмного забезпечення. Час спрацювання протоколу ARP залежить від затримки у каналі. Зі збільшенням затримки збільшується На затримку в каналі впливають декілька факторів: швидкість інтерфейса, кількість та завантаженість проміжного обладнання, тощо.

Таким чином, час увімкнення інтерфейса залежить від багатьох факторів, що відносяться як до самого мережевого інтерфейса, так і до стану мережі. У випадку, якщо порядок дослідження будь-якого процесу у IP мережі включає в себе увімкнення інтерфейса, час цієї процедури слід виміряти індивідуально для кожного типу мережевого пристрою. Для виміру можливо використовувати запропоновану в даній статті методику.

Середній час активації інтерфейсу в GNS3, виміряний за наведеною методикою, становить $t_{активізації} = 0.16с$. Оскільки даний результат є співмірним із похибкою виміру, можливо стверджувати, що час активації не моделюється пакетом GNS3. Даним симулятором враховується лише робота протоколу ARP.

Отримані результати можуть бути застосовані при дослідженні більш складних процесів, методика дослідження яких містить в собі увімкнення IP інтерфейсу, наприклад дослідження часу збіжності протоколів маршрутизації. В подальшому планується побудова аналітичної моделі залежності часу збіжності протоколу OSPF від діаметру мережі, для експериментальної перевірки якої будуть застосовані отримані результати.

Література

1. Галькевич А. В. Определение показателей эффективности протокола динамической маршрутизации OSPF [Электронный ресурс], последнее изменение 29.12.2012г. / Режим доступа: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Informatica/51675.doc.htm/
2. Petr Lapukhov. OSPF Fast Convergence [Электронный ресурс], INE Expert at Making You at Expert. 2010 Jun, 02 // Режим доступа : <http://blog.ine.com/2010/06/02/ospf-fast-convergence/>
3. Hubert Pun. Convergence Behavior of RIP and OSPF Network Protocols. B.A.Sc., University of British Columbia, 1998. PROJECT SUBMITTED PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN THE SCOOLOF ENGINEERING SCIENS.- p.55.
4. Internet Control Message Protocol // RFC 792. – September 1981.
5. An Ethernet Address Resolution Protocol // RFC 826. – November 1982.

УДК 621.396

Дикарев А.В. к.т.н. (Государст. унив-т информационо-коммуникационных технологий)

ДИСКРЕТНЫЕ ОДНОРОДНЫЕ КИХ-ФИЛЬТРЫ

Дикарев А.В. Дискретные однородные КИХ-фильтры. В статье приводится описание и синтез дискретных однородных фильтров с конечной импульсной характеристикой – КИХ-фильтров, получивших в настоящее время широкое распространение.

Ключевые слова: ДИСКРЕТНЫЙ ОДНОРОДНЫЙ КИХ-ФИЛЬТР, АЧХ, ФЧХ, ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ, ЗАДЕРЖКА

Дікарев О.В. Дискретні однорідні КІХ-фільтри. В статті приводиться опис і синтез дискретних однорідних фільтрів із кінцевою імпульсною характеристикою – КІХ-фільтрів, отримавших на даний час широке розповсюдження.

Ключові слова: ДИСКРЕТНИЙ ОДНОРІДНИЙ КІХ-ФІЛЬТР, АЧХ, ФЧХ, СМУГА ПРОПУСКАННЯ, ЗАТРИМКА

Dikariev O.V. The discrete homogeneous CIC-filters. In article the description and synthesis of homogeneous discrete filters with the final pulse characteristic – CIC-filters, that received a wide circulation, is considered.

Keywords: DISCRETE HOMOGENEOUS CIC-FILTER, AFS, PFS, PASS-BAND, DELAYS

Однородными принято называть КИХ-фильтры с одинаковыми по величине и по знаку коэффициентами b . Вследствие простоты структурной схемы и линейной фазо-частотной характеристики однородные КИХ-фильтры (рис. 1) получили большое распространение на практике.

Описание однородного КИХ-фильтра. Общая формула прохождения сигналов через однородный КИХ-фильтр имеет вид [1]:

$$y(kT) = b \sum_{n=0}^{N-1} x(kT - nT), \quad (1)$$

где k – номер выборки; N – номер отсчета; T – частота дискретизации аналогового сигнала; $x(kT \dots nT), y(kT \dots nT)$ – отсчеты входных и выходных сигналов.

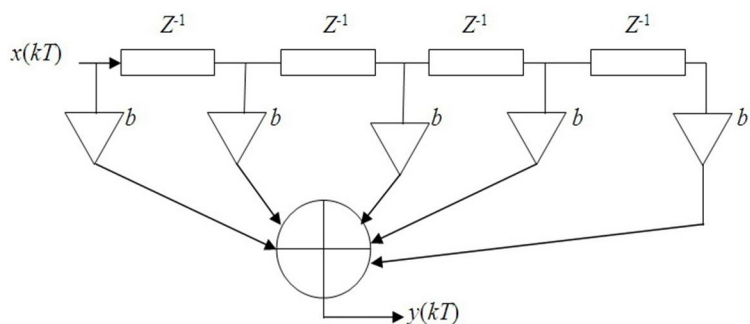


Рис. 1. Структурная схема однородного КИХ-фильтра