

ПИТАННЯ ПОБУДОВИ СУЧАСНИХ МЕРЕЖ СИНХРОНІЗАЦІЇ НА БАЗІ ТЕЛЕКОМ-ПРОФІЛЮ СТАНДАРТУ IEEE1588-2008/2019

Тріска Н.Р.

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
E-mail: ntriska@ukr.net*

THE ISSUES OF MODERN SYNCHRONIZATION NETWORKS DEPLOYMENT BASED ON IEEE1588-2008/2019 TELECOM PROFILE

The basic principles of the deployment and operation of the modern synchronization networks based on PTP protocol (IEEE1588) telecom profile are summarized. The main idea is an adequate adaptation of the parameters and operation modes of PTP protocol to meet the carrier-class service quality requirements. It is important to provide the compatibility and interaction with the legacy synchronization networks and use the standard telecom synchronization practices.

Розвиток сучасних телекомунікацій (зокрема, перспективних мереж мобільного зв'язку 4/5G та відповідної транспортної інфраструктури) демонструє стабільну тенденцію зростання ролі синхронізації мереж [1, 2]. В контексті стандартизації та впровадження нових методів та технічних засобів синхронізації частоти та/або фази важливо забезпечити їх сумісність з традиційними мережами тактової синхронізації. Адаптація добре відпрацьованих, вже визнаних класичними методів планування та експлуатації мереж синхронізації (які сформувалися в період 1980-2004 [3-5]) до сучасних умов дозволить побудувати надійну та добре контрольовану мережу синхронізації.

Виходячи з цього, нижче розглядаються основні засади побудови сучасних мереж синхронізації операторського класу якості на базі телеком-профілю протоколу передавання точного часу РТР за стандартом IEEE1588-2008 [6]. Слід зазначити, що після появи у 2019 році нової доопрацьованої версії протоколу РТР (IEEE1588-20019) виникла необхідність узгодження роботи обладнання РТР обох стандартів. Дане питання знаходиться на етапі дослідної експлуатації та стандартизації.

Протокол розподілу точного часу РТР, який свого часу було розроблено для автоматизованих систем управління технологічними процесами, знайшов широке застосування у пакетних телекомунікаційних мережах. На даний час основні засади використання РТР в телекомунікаціях стандартизовано ІТУ-Т у форматі “телеком-профілю” для забезпечення частотної та часової синхронізації. Важливим аспектом ефективного впровадження протоколу РТР в телекомунікаціях є його адаптація до традиційних і добре відпрацьованих практик планування та експлуатації мереж синхронізації з метою забезпечення вимог операторського класу якості. Це висуває додаткові вимоги до “телеком-профілю” РТР, серед яких слід виділити наступне.

1) Забезпечення взаємодії та сумісності між провідними (Master) та веденими (Slave) пристроями синхронізації РТР різних виробників. Цей аспект є критично важливим для надійного функціонування мереж синхронізації крупних телекомунікаційних операторів, які зазвичай мають складну архітектуру з великою кількістю пристроїв синхронізації різних поколінь та/або різних виробників. Тому під час введення до експлуатації нового обладнання слід ретельно перевіряти його сумісність з обладнанням інших виробників, що вже працює на мережі.

2) Забезпечення розподілу сигналів синхронізації (міток точного часу) у великих за обсягом пакетних телекомунікаційних мережах, що використовують різні сучасні технології передавання та комутації (Ethernet, IP, MPLS та їхні комбінації).

3) Налаштування швидкості передавання повідомлень РТР та інших параметрів телеком-профілю РТР таким чином, щоб задовольнити вимоги, що висувуються до якісних показників мережі (наприклад, забезпечення рівня якості мережі операторського класу). Слід підкреслити, що сам по собі телеком-профіль протоколу РТР не може гарантувати дотримання певних якісних показників, але він має забезпечити необхідний рівень якості за умов застосування відповідного обладнання та грамотного підходу до проектування та експлуатації всієї пакетної мережі в цілому і, зокрема, мережі синхронізації.

4) Забезпечення сумісності та ефективної взаємодії з існуючими мережами синхронізації, що базуються на традиційних та добре відпрацьованих технічних рішеннях. Мова йде, перш за все, про існуючі розподільчі мережі тактової синхронізації на базі систем передавання синхронного Ethernet (SyncE) та синхронної цифрової ієрархії (SDH). Зокрема, телеком-профіль РТР має передбачати засоби передавання повідомлень про статус (рівень якості QL¹⁾) сигналу синхронізації – SSM²⁾ відповідно до вимог Рекомендації ITU-T G.781 від провідного пакетного пристрою синхронізації до ведених пристроїв, забезпечуючи належне відстеження еталонного сигналу синхронізації. Рівні якості QL, що передаються, мають відповідати існуючій практиці та реальним показникам точності та стабільності сигналів на виходах пристроїв, що входять до низки синхронізації.

5) Забезпечення планування та конфігурування мережі синхронізації на базі РТР за фіксованим принципом, тобто недопущення автоматичної (без втручання оператора) зміни налаштувань пристроїв синхронізації та їхньої ролі у мережі. В загальному випадку такий алгоритм (автоматичний вибір найкращого генератора) передбачається стандартом IEEE 1588, але в умовах телекомунікаційної мережі він себе не виправдовує, оскільки негативно впливає на надійність системи синхронізації. Провідні пристрої синхронізації завжди мають залишатися провідними, а ведені – веденими.

6) Забезпечення резервування (захисних переключень) відповідно до стандартних практик, прийнятих у телекомунікаційних мережах. Зокрема, має бути передбачено:

¹⁾ QL – Quality Level

²⁾ SSM – Synchronization Status Message

– резервування на фізичному рівні з використанням резервного обладнання (розташування основного та резервного пристроїв синхронізації в одному місці);

– географічне рознесення, тобто встановлення резервного обладнання в іншому місці. Слід забезпечити можливість резервування провідних пакетних пристроїв синхронізації за схемами 1:1 та N:1.

7) Визначення критеріїв перемикання ведених пристроїв синхронізації з основного сигналу синхронізації на резервний. Вони мають бути засновані на стандартних процедурах резервування в мережах синхронізації, тобто в першу чергу береться до уваги значення рівня якості QL, а вже потім (при однакових значеннях QL) – номер пріоритету.

8) Сумісність з існуючими процедурами підтримки безпеки в мережі, наприклад, методами шифрування та/або аутентифікації або мережевими методами розподілу трафіку (віртуальні локальні мережі VLAN) тощо:

– Ведені пристрої синхронізації не повинні підключатись до неавторизованих провідних пристроїв;

– Провідні пристрої синхронізації не повинні надавати послуги неавторизованим веденим пристроям.

Слід підкреслити, що реалізація наведених вище вимог може вимагати додаткових ресурсів, що погіршує показники ефективності системи. Але лише дотримання зазначених принципів за умови правильно спроектованої мережі синхронізації і добре відпрацьованих процедур її експлуатації (як в нормальному, так і в аварійному режимах) може гарантувати найвищий рівень якості сигналів синхронізації в сучасній пакетній мережі операторського класу.

Література

1. Триска, Н. Р. (2018). СИНХРОНИЗАЦІЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ НОВОГО ПОКОЛЕННЯ: ОБЗОР ТЕХНОЛОГІЙ І СТАНДАРТОВ. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «ПЕРСПЕКТИВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»*, С. 101-103. <http://conferenc.its.kpi.ua/proc/article/view/129671>. <http://conferenc.its.kpi.ua/2018/paper/view/12250/5768>.
2. Триска, Н. Р. . (2021). ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ 5G НА БАЗІ ІСНУЮЧОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МЕРЕЖІ. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «ПЕРСПЕКТИВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»*, С. 113-115. <http://conferenc.its.kpi.ua/proc/article/view/230366>.
3. Бирюков Н.Л., Триска Н.Р., Худынцев Н.Н. Обзор направлений исследований МСЭ в области частотно-временного обеспечения современных сетей связи. – Т-Comm, № 2-2014. – с.12-17.
4. Брени С. Синхронизация цифровых сетей связи: Пер. с англ. – М.: Мир, 2003. – 465 с.
5. N. Biriukov, N. Triska Time and synchronization in telecoms. – Lecture Notes in Electrical Engineering. Volume 560: Advances in Information and Communication Technologies. Processing and Control in Information and Communication Systems. – Springer, 2019. ISSN 1876-1100. ISBN 978-3-030-16770-7.- p. 205-223.
6. ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (06/2021) Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization.