

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ТАКТОВОЇ МЕРЕЖЕВОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЧАСУ ЗАТРИМКИ МЕРЕЖІ

Якимчук Н.М. асистент кафедри ЕТ

Луцький національний технічний університет, Україна

Оляньський В.В. головний енергетик ПРАТ «Едельвіка», Україна

E-mail: n.yakymchuk@lntu.edu.ua

The description of time network synchronization system for estimation of time delay

The basic component delays of time in digital TCNS and reason of their origin are considered. The parameters of the systems of synchronization, which influence on the sizes of delays in networks and efficiency of the in-use system of synchronization, are selected.

При вирішенні завдань контролю і управління елементами телекомунікаційної мережі, конфігураціями, продуктивністю і безпекою необхідно отримувати статистику про стан різних режимів мережевих елементів. Ключовим елементом для оцінки продуктивності мережі, поряд з пропускною спроможністю, є затримка, оскільки затримка є визначальним фактором при проведенні віддаленого моніторингу, управлінні пріоритетами та маршрутами потоків даних.

Затримки при взаємодії (обмін інформацією, управління, моніторинг) обумовлені:

- затримкою при передачі від одного елемента до іншого (за рахунок обмеженої швидкості поширення сигналів в лініях зв'язку);
- затримкою в чергах буферних пристроях (Queue delay);
- затримкою при обробці і перетворенні сигналів(кодуванні, декодуванні, оцінюванні та ін.);
- затримкою (запізненням) на час отримання дозволу на передачу (latency).

При оцінці параметрів якості функціонування мультисервісних мереж (QoS — Quality of Service) опорною точкою є оптимальне задоволення потреб користувачів. З точки зору користувача очевидним є негативний вплив затримки на якість передачі аудіо і відео інформації, причому мережеві затримки визначені стандартами ІТУ і повинні вкладатися в певні межі: діапазон 0-150 мс є прийнятним для більшості користувацьких додатків, 150-400 – затрудняє спілкування в реальному часі, затримки більше 400мс неприйнятні для більшості додатків.

Затримки при передачі пакетів інформації по каналу зв'язку від одного користувача до іншого можна розділити на два типи:

- Затримки, що вносяться мережею, в основному мають змінний характер і включають затримки в чергах на кожному з вузлів зв'язку мережі: маршрутизатор, мережевий адаптер, комутатор. Зменшуються шляхом

покращення мережевої інфраструктури, використанням високошвидкісних каналів, стиснення даних, кешування, оптимізацією трафіку.

- Затримки при обробці і пересиланні інформації, відносяться до постійних, пов'язані з швидкістю проходження сигналу по лінії зв'язку на конкретну відстань, алгоритмом перетворення інформації – кодування, пакетування, тощо. Зменшується шляхом покращення алгоритмів обробки і перетворення інформації.

$$T(n) = \sum_{k=2}^n T_{nep}(k-1, k) + \sum_{k=2}^n T_{обр}(k),$$

$T_{обр}(k)$ - час обробки пакета у вузлі, $T_{nep}(k-1, k)$ - час пересилання пакета між вузлами.

Одним зі способів встановлення цих значень є порівняння часових міток, що відповідають двом сусіднім IP-адресам в досліджуваному сегменті. Для цього використовують властивості протоколу передачі шкали часу – RTP (Precision Time Protocol). Цей протокол призначений для синхронізації шкали часу віддалених пристроїв - клієнтів (Slave) зі шкалою опорного джерела (Grandmaster), при цьому здійснюється передача даних про поточне значення шкали часу джерела, згідно яких здійснюється налаштування шкали часу клієнта, події і часові мітки на всіх пристроях при цьому використовують одну і ту ж часову базу. Дані включають початкову фазу відліку чергового секундного інтервалу і номер цього інтервалу (Код Часу).

Елементи системи синхронізації розосереджені по мережі зв'язку і утворюють свою мережу тактової мережевої синхронізації, яка накладена на мережу зв'язку і визначається її структурою. В процесі експлуатації системи ТМС необхідно здійснювати вимірювання основних параметрів синхросигналів в контрольних точках мережі з метою визначення їх відповідності необхідним нормам.

Для систем RTP виділяють три основні контрольовані характеристики:

- точність синхронізації даних про поточне значення номера секундного відліку;
- точність відновлення інтервалу 1 Гц і еталонної частоти;
- точність синхронізації початкової фази секундних відліків.

Для перевірки значень коду часу застосовуються спеціалізовані прилади – аналізатори протоколу RTP, в яких реалізовані функції порівняння КЧ клієнта з КЧ від вбудованого приймача (GPS).

Для контролю початкової фази і тривалості інтервалу сигналу 1 Гц можуть використовуватися стандартні електронно-рахункові частотоміри, які отримують опорні сигнали 1 Гц (1 імпульс в секунду – 1 PPS, 1 Pulse Per Second) від повіреного джерела.

При передачі по мережі синхросигнал піддається фазовим спотворенням, які прийнято розділяти на два види: швидка зміна фази з частотою 10 Гц і більше – тремтіння фази (джитер); повільна зміна фази з частотою нижче 10 Гц – дрейф фази (вандер). Враховуючи, що параметри фази і частоти пов'язані

інтегральним співвідношенням, часто розглядають джитер як варіацію частоти сигналу.

Тремтіння фази вимірюється в долях тактового інтервалу (одиночного інтервалу – UI), що дозволяє порівнювати параметр для каналів різних рівнів ієрархії, а дрейф фази визначаються помилкою часового інтервалу (ПЧІ), нс.

При передачі даних в цифровій формі порушення в синхронізації цифрового потоку, приводить до двох ефектів:

1) в процесі регенерації, порушення в синхронізації приводять до флуктуацій моментів часу прочитування дискрет відносно моментів часу, що відповідають максимальному рівню сигналів на виході демодулятора. В результаті, знижується пороговий рівень роботи по шумах, що приводить до появи бітових помилок. Такий вплив більшою мірою пов'язаний з джитером.

2) на виході асинхронних мультиплексорів (тобто на вході в комутаційну станцію) відхилення можуть привести до переповнювань еластичних буферів і прослизань з втратами циклової синхронізації, що приводить до значної деградації якості зв'язку, що зазвичай викликається вандером.

Єдиним способом досягнення точності при вимірюваннях джитера є надзвичайно висока якість аналізатора, з мінімальним значенням впливу власного джитера приладу, що тягне за собою значне збільшення вартості приладів. Крім того, оскільки, тремтіння фази гаситься за допомогою генераторів мережевих елементів цифрової мережі і, отже, не накопичується при розподілі по мережі ТМС, то основними параметрами, що визначають спотворення синхросигналу, є параметри дрейфу фази.

При виборі методики вимірювання параметрів синхросигналів додатково слід врахувати, що наслідки впливу вандера можна компенсувати, на відміну від наслідків джитера, зокрема шляхом розширення розміру еластичного буфера пам'яті. Оскільки період зміни частоти досліджуваного сигналу чималий, то рівень вандера можна фіксуватися при вимірюваннях частоти цифрової передачі.

Висновки. Використання виділених систем тактової синхронізації дозволяє оцінити і зменшити величини затримок часу в цифрових телекомунікаційних мережах, проте породжує нові задачі оцінки якості функціонування систем синхронізації. Поряд з прямими методами визначення характеристик синхросигналів за допомогою промислових аналізаторів протоколів, доцільно використовувати непрямі оцінки засновані на аналізі показників бітових помилок BER, як для визначення параметрів джитера сигналу.

Література

1. Колинько Т. / Измерения в цифровых системах связи. // Киев: Век+, НТИ, 2002, 320 с.
2. Колтунов М.Н. / Организация измерений при эксплуатации системы тактовой сетевой синхронизации // Электросвязь. 2010. №12.
3. Колтунов М.Н., Леготин Н.Н., Шварц М.Л. / Сетевая синхронизация в системах связи. //М.: изд. SYRUS SYSTEMS. 2007. 240 с.
4. Marais A. /«IEEE 1588-2008 perspectives and opportunities»//EDN, October, 2010.