

МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖІ SDN НА СТОРОНІ КІНЦЕВОГО КОРИСТУВАЧА

Сайченко І.О.

*Навчально-науковий Інститут телекомунікаційних
систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

E-mail: paramayson@gmail.com

SDN NETWORK SIMULATION ON THE END-USER SIDE

End-user SDN modeling is the process of creating a virtual SDN network on a local computer for network testing and analysis. This process provides an opportunity to determine the optimal parameters of the network and to investigate its operation in different conditions.

Software Defined Networking (SDN) – це нова технологія мережевого управління, яка надає більш гнучкий та простіший підхід до управління мережами, зменшуючи складність і покращуючи ефективність. У традиційних мережах, управління мережевими пристроями відбувається з точки зору апаратного забезпечення. SDN використовує програмне забезпечення для забезпечення контролю і керування мережею, що робить його більш гнучким та ефективним. SDN мережі дозволяють розподіляти пропускну здатність на основі потреб користувачів і управляти мережевим трафіком в режимі [1].

Основні концепції SDN. SDN – як архітектура мережі дозволяє розподіляти мережеву пропускну здатність на основі потреб користувачів. Основний принцип SDN полягає у розділенні мережевого контролю та пересилання даних на окремі пристрої. Мережевий контроль виконується на центральному контролері, який керує всіма мережевими пристроями, тоді як пересилання даних відбувається на комутаторах.

Одним з основних елементів SDN є контролер (рис. 1), який відповідає за керуванням мережевими пристроями. Контролер може бути фізичним або віртуальним, залежно від конфігурації мережі. Він приймає рішення про розподіл пропускну здатності, на основі потреб користувачів та стану мережі. Контролер використовує протокол OpenFlow для взаємодії з комутаторами та іншими мережевими пристроями [2].

Комутатори в SDN мережах мають більш просту архітектуру порівняно з традиційними комутаторами. Вони не мають вбудованого розподілу пропускну здатності та правил маршрутизації. Комутатори виконують інструкції, які отримують від контролера через протокол OpenFlow.

Моделювання мережі SDN на стороні кінцевого користувача. Моделювання мережі SDN на стороні кінцевого користувача – це процес створення віртуальної SDN мережі на локальному комп'ютері, для тестування та аналізу мережі. Цей процес забезпечує можливість визначити оптимальні параметри мережі та дослідити її роботу в різних умовах.

Для моделювання мережі SDN на стороні кінцевого користувача використовуються віртуальні середовища, такі як Mininet [3], GNS3 [4] та інші.

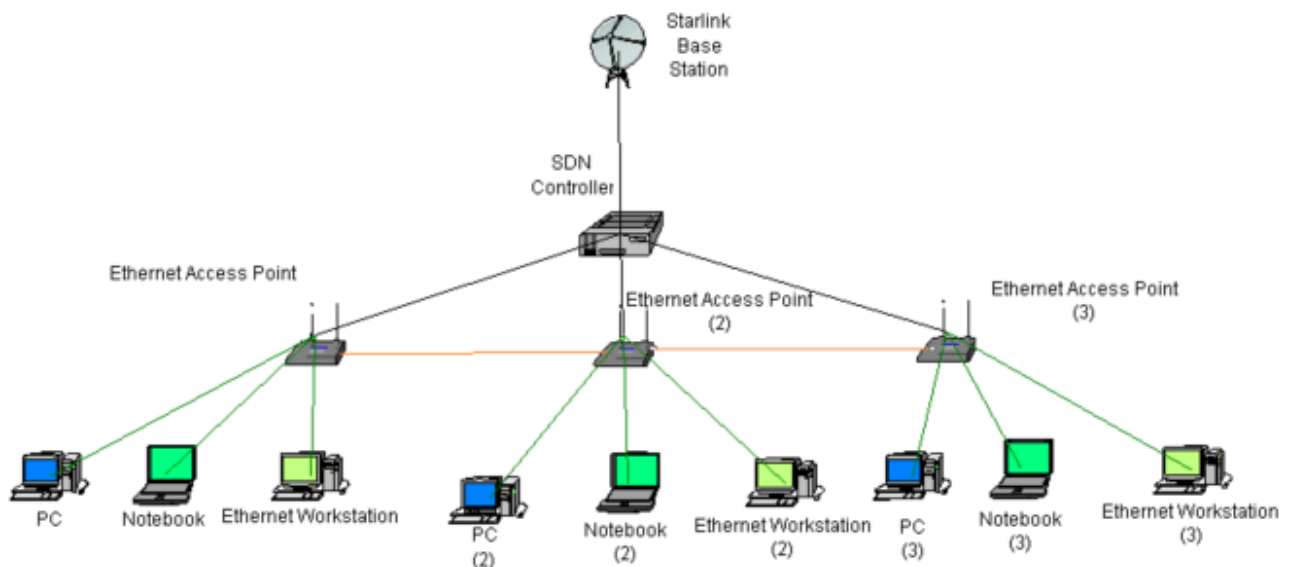


Рисунок 1. Модель мережі SDN з кінцевими користувачами та супутнім обладнанням.

Ці середовища дозволяють створити віртуальну мережу з декількох віртуальних комутаторів, хостів та контролерів, що дозволяє досліджувати роботу мережі та тестувати її функціональність [5].

Процес моделювання мережі SDN на стороні кінцевого користувача включає наступні етапи:

1. Встановлення віртуального середовища: для створення віртуальної мережі необхідно встановити віртуальне середовище, таке як Mininet або GNS3. Ці середовища дозволяють створити віртуальну мережу на локальному комп'ютері.

2. Створення топології мережі: після встановлення віртуального середовища необхідно створити топологію мережі, яка включає в себе віртуальні комутатори, хости та контролери.

3. Налаштування параметрів мережі: після створення топології мережі необхідно налаштувати параметри мережі, такі як розмір буфера, пропускну здатність та правила маршрутизації.

4. Тестування мережі: після налаштування параметрів мережі можна почати тестування мережі, щоб перевірити її функціональність та виявити проблеми.

5. Аналіз результатів: після завершення тестування мережі необхідно проаналізувати результати тестування та визначити оптимальні параметри мережі.

Graphical Network Simulator, це графічний емулятор мережі, який дозволяє створювати різні мережеві топології безпосередньо на комп'ютері. GNS3 зазвичай використовується як лабораторний майданчик для перевірки технологій та схем. Однак, GNS3 - це емулятор, а не симулятор, і варто розуміти різницю між цими термінами для користувача. Емулятор дозволяє створити модель комп'ютера або пристрою та запустити в ньому оригінальне програмне забезпечення, емулюючи всі основні компоненти пристрою, включаючи процесор, пам'ять та пристрої введення/виведення. В разі емуляції

пристроїв Cisco [6], створюється модель маршрутизатора яка запускає в ньому реальну операційну систему Cisco IOS, що дозволяє отримати повнофункціональний маршрутизатор.

З іншого боку, симулятор імітує поведінку системи та її інтерфейсу, наприклад, Cisco Packet Tracer створює пристрої зі схожим інтерфейсом та командами.

Переваги використання GNS3:

1. Перша та головна перевага полягає в повному функціоналі емульованих пристроїв. Це означає, що при запуску маршрутизатора Cisco у GNS3, користувач має доступ до практично всіх функцій, які працюють на реальному маршрутизаторі. У порівнянні з Cisco Packet Tracer, де значна частина функціоналу є недоступною через його симулюючий характер.

2. Можливість побудови гетерогенних мереж. За допомогою GNS3 користувач може створити мережу, де присутні не лише пристрої Cisco, але й Juniper, Mikrotik, CheckPoint тощо. Це моделює реальне життя, де мережа зазвичай складається з обладнання різних виробників.

3. У GNS3 можна додавати повноцінні робочі станції та сервери, що відрізняє його від Cisco Packet Tracer, де клієнтські комп'ютери або сервери мають обмежені можливості. З використанням технологій віртуалізації (як приклад VirtualBox або VMWare) або підключенням до реально існуючої розгорнутої мережі, користувач може додати комп'ютери з операційними системами, такими як Windows або Ubuntu, а також сервери, такі як Windows Server чи RedHat. Це дає змогу перевірити роботу різних функціональних можливостей, таких як встановлення VPN клієнта на робочу станцію, автентифікація користувачів через сервер AAA, а також використання браузера при підключенні до Інтернету. Все це дозволяє наблизити умови тестових лабораторних досліджень до реальних умов розгортання, навантаження та використання.

4. Безкоштовність є ще однією важливою перевагою GNS3. ПЗ доступний для використання без будь-яких обмежень, що робить його особливо привабливим. На відміну від Cisco Packet Tracer, який може бути незаконно завантажений, GNS3 є безкоштовним і доступним для всіх користувачів. І хоча є інші платні симулятори та емулятори, такі як Boson NetSim або Cisco VIRL, GNS3 залишається безкоштовним та доступним для всіх.

Недоліки використання GNS3

1. Головний недолік полягає в тому, що GNS3 не може емулювати комутатори через використання великої кількості ASIC мікросхем, які неможливо емулювати на звичайному комп'ютері. Ці мікросхеми забезпечують велику швидкість обробки пакетів, тоді як маршрутизатори працюють на процесорі, що значно повільніший за ASIC мікросхеми. Однак, на практиці проблем із емуляцією маршрутизатора не виникає.

2. Значний недолік полягає в високих вимогах до системних ресурсів. GNS3 працює з реальними ПЗ пристроїв, що вимагає значно більше ресурсів, ніж симуляції у Cisco Packet Tracer. Наприклад, запуск Cisco ASA вимагає 1 Гб оперативної пам'яті, а збирання кластера або включення Cisco IPS може додати

ще 1 Гб. Мінімальні системні вимоги для GNS3 сьогодні становлять 4 Гб оперативної пам'яті, але рекомендується мати хоча б 8 Гб для складних схем та зручності обчислень.

3. Третій недолік полягає в наявності програмних помилок. GNS3 має чимало помилок, які виправляються в нових версіях, але кожен реліз нової версії може також мати нові помилки. Це може бути незручно для користувачів, але важливо навчитися користуватися інструментом незалежно від цих помилок.

Моделювання мережі SDN на стороні кінцевого користувача виступає корисним для розробників мережевих додатків, мережевих інженерів та адміністраторів мережі. Цей процес дозволяє тестувати різні параметри мережі та виявляти проблеми до їх виникнення у реальній мережі. При роботі з мережами та їх моделюванням (особливо з обладнанням Cisco), знання GNS3 перетворюються в необхідний інструмент на ряду з апаратним обладнанням. Це ПЗ являє собою практично повноцінний лабораторний стенд, де можна макетувати потрібні схеми чи рішення, перевірити конфігурацію перед застосуванням на реальному пристрої. І вся ця лабораторія розгорнута в одному комп'ютері. Це суттєво заощадить як кошти так і час на підготовку та впровадження програмно конфігурованих рішень.

Література

1. Open Networking Foundation. (2021). "SDN Architecture Overview" [Онлайн]. Доступно: <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition/> [Доступ: 13 березня 2023 р.].
2. Open Networking Foundation. (2021). "OpenFlow Switch Specification." [Онлайн]. Доступно: <https://www.opennetworking.org/wp-content/uploads/2014/10/openflow-switch-v1.4.0.pdf> [Доступ: 13 березня 2023 р.].
3. Mininet. (2018). "Mininet Documentation." [Онлайн]. Доступно: <http://mininet.org/documentation/> [Доступ: 13 березня 2023 р.].
4. GNS3. (2021). "GNS3 Documentation." [Онлайн]. Доступно: <https://docs.gns3.com/> [Доступ: 13 березня 2023 р.].
5. D. Kreutz, F. M. V. Ramos, P. E. Veríssimo, C. E. Rothenberg, S. Azodolmolky, S. Uhlig. "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey". Proceedings of the IEEE. 2015.
6. Cisco. (2021). "Cisco Application Centric Infrastructure (ACI)." [Онлайн]. Доступно: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/index.html> [Доступ: 13 березня 2023 р.].