

## NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA BỘ ĐỊNH THỜI TIMER TỚI QUÁ TRÌNH HỘI TỤ MẠNG VÀ HIỆU SUẤT XỬ LÝ CỦA CPU KHI TRIỂN KHAI OSPF-V3 TRONG HẠ TẦNG IPV6

Lê Hoàng Hiệp<sup>1,\*</sup>, Hồ Mậu Việt<sup>1</sup>, Dương Thị Quy<sup>1</sup>, Trần Thị Yến<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Bích Nga<sup>3</sup>, Nguyễn Quốc Tuấn<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Cao Đẳng Thái Nguyên, Việt Nam

<sup>4</sup>Trường Đại học Thủ đô Hà Nội, Việt Nam

### ARTICLE INFORMATION TÓM TẮT

**Journal:** Vinh University  
Journal of Science  
ISSN: 1859-2228

**Volume:** 52

**Issue:** 3A

**\*Correspondence:**  
lhhiep@ictu.edu.vn

**Received:** 18 July 2023

**Accepted:** 07 August 2023

**Published:** 20 September 2023

#### Citation:

Lê Hoàng Hiệp, Hồ Mậu Việt, Dương Thị Quy, Trần Thị Yến, Nguyễn Thị Bích Nga, Nguyễn Quốc Tuấn (2023). Nghiên cứu sự ảnh hưởng của bộ định thời Timer tới quá trình hội tụ mạng và hiệu suất xử lý của CPU khi triển khai OSPF-v3 trong hạ tầng IPv6. *Vinh Uni. J. Sci.* Vol. 52 (3A), pp. 18-30  
doi: 10.56824/vujs.2022nt19

### OPEN ACCESS

Copyright © 2023. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY NC), which permits non-commercially to share (copy and redistribute the material in any medium) or adapt (remix, transform, and build upon the material), provided the original work is properly cited.

Hiện nay giao thức định tuyến Open Shortest Path First (OSPF) được sử dụng rất phổ biến trong hạ tầng mạng IPv6. OSPF sử dụng nhiều kiểu Timer để giảm lượng bản tin Overhead. Các giá trị Timer này đảm bảo rằng OSPF chỉ mất vài giây để khôi phục lại các kết nối bị hỏng. Các yếu tố như sự hội tụ mạng và mức độ sử dụng hiệu suất CPU (Central Processing Unit) bị ảnh hưởng rất lớn từ việc thay đổi giá trị bộ định thời Timer. Mục tiêu của bài báo là sử dụng công cụ mô phỏng với các giá trị đầu vào cụ thể dựa trên đề xuất để đưa ra kết quả định lượng về sự ảnh hưởng của bộ định thời Timer. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với giá trị bộ định thời Timer để ở mức cao sẽ làm quá trình hội tụ mạng chậm hơn và mức độ sử dụng tài nguyên bộ vi xử lý CPU cao hơn, trong khi với giá trị bộ định thời Timer nhỏ hơn sẽ đảm bảo việc hội tụ mạng nhanh hơn và sử dụng tài nguyên CPU ít hơn.

**Từ khóa:** Bộ định thời Timer; hội tụ mạng; hiệu suất CPU; thời gian hội tụ; giao thức OSPFv3.

### 1. Giới thiệu

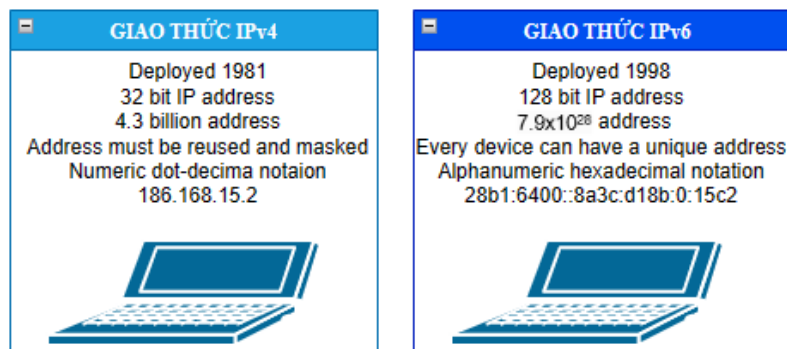
Trong quá trình thiết kế triển khai các dự án hạ tầng mạng doanh nghiệp, cơ quan tổ chức với quy mô lớn, việc lựa chọn ra các giao thức định tuyến thích hợp cho một vùng mạng, một liên mạng hoặc toàn mạng của dự án cần nhiều phương án kỹ thuật dựa trên các ưu nhược điểm của các giao thức định tuyến đã có. Tại Việt Nam, trong khi hạ tầng IPv6 (Internet Protocol Version 6) vẫn còn đang nhen nhóm và bắt đầu hình thành sơ khai ở mức thử nghiệm thì ở các nước phát triển trên thế giới họ đã đưa vào áp dụng, thương mại hóa từ khá lâu trước đó so với thời điểm hiện tại. Do những ưu điểm khá nổi bật so với một số giao thức định tuyến khác như: Không giới hạn số lượng Hop count trong hệ thống mạng [1-2], có hỗ trợ chia mạng con tối ưu (Variable Length Subnet Mask), sử dụng gói tin kiểu multicast để gửi thông tin cập nhật trạng thái đường link [3-4], bảng định tuyến được hội tụ nhanh do sự cập nhật định tuyến được lan truyền tức thời và không tuân theo định kỳ [5-6]. Giao thức OSPF hiện nay đã và đang là sự lựa chọn phổ biến cho các dự án mạng doanh nghiệp trong nước.

Tuy nhiên, khi triển khai giao thức OSPF, các nhà thiết kế mạng tại Việt Nam nên cần được trang bị nhiều kinh nghiệm và kiến thức hiểu biết sâu sắc về đặc điểm, tính năng cũng như sự tương thích của OSPF trong hạ tầng IPv6 để triển khai được tối ưu nhất trong thời gian tới [7-8]. Mục tiêu của bài báo này là đi đánh giá, xác định một trong các thông số có ảnh hưởng nhiều (nếu bị thay đổi/tùy chọn) đến hoạt động của OSPF (thời gian hội tụ, mức tiêu thụ hiệu suất CPU khi chạy OSPF trong hạ tầng mạng) trong các bước hoạt động của OSPF đó là bộ định thời OSPF Timer. Trong một số nghiên cứu đã được công bố trước đó, các tác giả thường sử dụng các tham số tổ hợp thay vì đánh giá tham số đơn lẻ [9-10]. Hoặc là sử dụng phương pháp đánh giá có phần phức tạp như sử dụng mô hình toán học, các hệ quy chiếu, các hệ thống mô phỏng đòi hỏi chi phí lớn [11]. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đưa ra phương pháp đơn giản, diễn giải logic, công cụ mô phỏng trực quan, miễn phí mà vẫn đảm bảo, đáp ứng được các yêu cầu về đầu ra (output).

## 2. Cơ sở nghiên cứu, đánh giá

### 2.1. Đặc điểm hạ tầng IPv6

Giao thức IPv6 hiện nay là phiên bản mới nhất so với giao thức IPv4 (Internet Protocol version 4). IPv6 đã được tổ chức IETF(Internet Engineering Task Force) phát triển để giải quyết một số vấn đề như cạn kiệt không gian địa chỉ IPv4. IPv6 đã được phát triển để thay thế giao thức IPv4 như mô tả trong Hình 1.



**Hình 1:** Ưu điểm vượt trội của IPv6 đó là không gian địa chỉ rộng lớn

Giao thức IPv6 đang dần được triển khai và sử dụng phổ biến, hoàn thiện những thiếu sót mà IPv4 để lại. Bên cạnh đó cung cấp một số tính năng mà IPv4 không hỗ trợ. IPv6 hiện cung cấp một số cải tiến, cập nhật so với IPv4 như [3]:

- ✓ Không gian địa chỉ rất lớn hơn: Tăng từ 32 bit lên 128 bit.
- ✓ Định dạng Header của IPv6 được cải tiến nhằm cải thiện hiệu suất chuyển tiếp gói tin.
- ✓ Có khả năng tự động cấu hình không trạng thái giúp các node mạng tự xác định địa chỉ của riêng mình.
- ✓ Tính năng Multicast giúp tăng cường sử dụng truyền thông một chiều hiệu quả.
- ✓ Tính năng Jumbograms hỗ trợ các packet payload rất lớn, cho hiệu quả cao hơn nhiều.

- ✓ Khả năng bảo mật lớp mạng (Network Layer) giúp mã hóa và xác thực truyền thông.
- ✓ Tính năng QoS (Quality of service) có thể đánh dấu các gói tin và dán nhãn nhằm giúp xác định những lưu lượng traffic cần được ưu tiên.
- ✓ Tính năng Anycast tăng mức dự phòng, sử dụng những địa chỉ có cấu trúc không đặc biệt.
- ✓ Tính di động giúp dễ dàng hơn khi xử lý với thiết bị di động hoặc khi chuyển vùng.

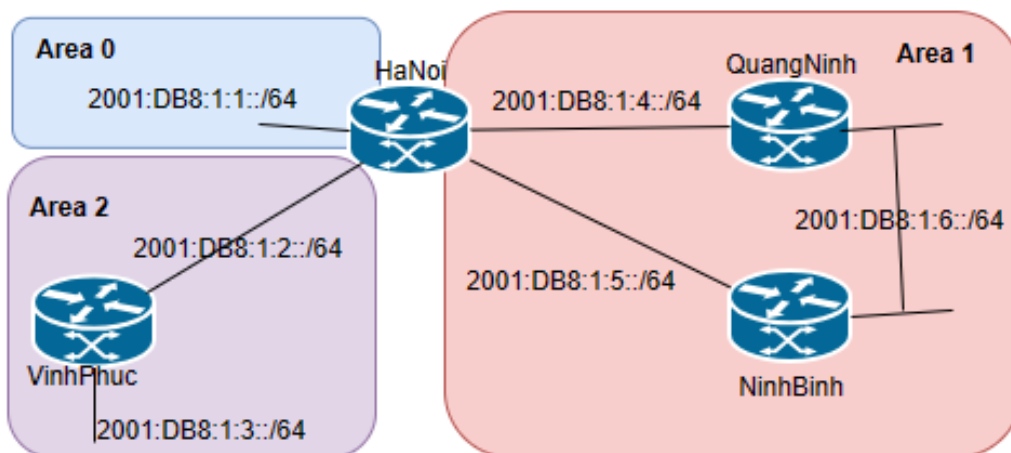
## 2.2. Vấn đề định tuyến trong hạ tầng IPv6

### a. Định tuyến trên máy trạm

Một trong những cơ sở, nguyên lý khi thiết kế IPv6 [4-5] là các máy trạm phải hoạt động chính xác trong trường hợp ngay cả khi nó biết rất ít thông tin, đặc điểm về mạng. Trên thực tế, các máy trạm không giống bộ định tuyến Router đó là không lưu giữ bảng thông tin định tuyến và thường không có cấu hình cố định. Điều đó có nghĩa là khi bắt đầu khởi động, máy trạm phải tự cấu hình, và cần tự biết được thông tin nhỏ nhất về các máy đích mà nó trao đổi gói tin. Các thông tin này được lưu trữ trong bộ nhớ được gọi là cache. Về mặt kỹ thuật, đây thực ra là các mảng của bản ghi dữ liệu. Thông tin mỗi trường có khoảng thời gian tồn tại giới hạn và các trường quá hạn sẽ được loại bỏ định kỳ để giúp giới hạn kích thước các bộ đệm cache. Ngoài ra, các node mạng có thể lưu trữ thông tin bổ sung như giá trị MTU (Maximum Transmission Unit) của tuyến đường.

### b. Định tuyến trên các Router

Nếu như việc xử lý định tuyến ở các máy trạm được thiết kế sao cho các máy trạm có thể tự động cấu hình, thì việc định tuyến của IPv6 trên các Router có nguyên lý không thay đổi: Router sẽ sử dụng địa chỉ IP đích của gói tin và bảng định tuyến (routing table) để ra quyết định gửi gói tin tới đâu. Với việc triển khai IPv6 thì định tuyến đa vùng trên thực tế khá phổ biến như trong Hình 2.



**Hình 2:** Sự linh hoạt và chính xác khi sử dụng giao thức định tuyến trong hạ tầng IPv6

Cấu trúc đặc trưng về bảng định tuyến IPv6 gồm có nhiều hàng, mỗi hàng là một tuyến (route), mỗi tuyến sẽ bao gồm các trường sau:

- Trường địa chỉ IPv6 đích (Destination IPv6 address): biểu diễn địa chỉ dạng IPv6-address/ prefix- length.
- Trường địa chỉ IPv6 của chặng tiếp theo (next - hop address): Đây là địa chỉ IPv6 của một máy trạm (hoặc Router) mà gói tin cần phải chuyển để tới đích.
- Trường giao diện cổng (Interface): Trường giao diện này cho biết gói tin sẽ được di chuyển qua giao diện (cổng) nào có thể tới chặng (hop) tiếp theo đã được xác định.

### 2.3. Đặc điểm giao thức OSPF trong hạ tầng IPv6

Giao thức định tuyến OSPF cho hạ tầng IPv6 (OSPFv3) được sửa đổi, cập nhật từ OSPF sử dụng cho IPv4 (OSPFv2) [6-7]. Nền tảng cơ sở của OSPF cho hạ tầng IPv4 vẫn không thay đổi. Trong đó, một số thay đổi là cần thiết để thích ứng với kích thước địa chỉ IPv6 và trong ngữ nghĩa giao thức giữa IPv4 và IPv6. OSPFv3 là phiên bản được định nghĩa trong tiêu chuẩn RFC - 2740 của IETF. Về cơ chế hoạt động, OSPFv3 vẫn giữ lại nhiều đặc điểm trong nguyên tắc hoạt động của OSPFv2 như [8-9]:

- + Vẫn là một giao thức dạng Link - State điển hình: các thông tin định tuyến được trao đổi qua lại là các bản tin LSA; sử dụng giải thuật Dijkstra để tính toán, thiết lập đường đi tối ưu đến mọi đích đến trong toàn mạng.

- + Trên Router Cisco, OSPFv3 vẫn sử dụng giá trị AD là 110, giá trị metric vẫn được tính theo cost tích lũy trên các cổng Interface.

- + OSPFv3 sử dụng các loại gói tin giống OSPFv2 như: Hello, Database Description (DBD), Link State Request (LSR) và Link State Update (LSU).

- + Một số cơ chế khác như: các network - type, area - type, thiết lập láng giềng neighbor, ... cũng vẫn được giữ nguyên.

Tất nhiên, khi chuyển sang hoạt động trong hạ tầng IPv6, giao thức OSPFv3 sẽ có một số điểm khác biệt như:

- + Địa chỉ kiểu Multicast được sử dụng trong việc trao đổi thông tin định tuyến hiển nhiên phải là các địa chỉ IPv6 có dạng: FF02::5 và FF02::6.

- + Các thông số địa chỉ IPv6 không còn xuất hiện trong định dạng Header của các gói tin OSPFv3 như với OSPFv2.

- + Giao thức OSPFv3 đã sử dụng tính năng IP Sec của IPv6 với các định dạng Header mở rộng AH và ESP để thực hiện việc xác thực định tuyến, thay vì phải đưa ra một số cơ chế xác thực riêng như với giao thức OSPFv2.

### 2.4. Bộ định thời OSPF Timer

Khi một Router thực thi giao thức OSPF, việc đầu tiên nó phải chỉ ra một giá trị được dùng để định danh duy nhất cho bản thân nó trong nhóm các Router cùng chạy OSPF [10]. Giá trị này gọi là Router-id. Sau khi đã thực hiện chọn xong Router-id, Router chạy OSPF sẽ thiết lập quan hệ láng giềng (neighbor) với các Router khác có kết nối trực tiếp với nó. Lúc này Router chạy OSPF sẽ gửi ra tất cả các cổng của nó đang cùng chạy OSPF một loại gói tin được gọi là bản tin Hello. Bản tin này được gửi đến một địa chỉ Multicast dành riêng cho giao thức OSPF là 224.0.0.5, và gửi đến tất cả các Router khác đang chạy OSPF trên cùng phân đoạn mạng với nó [11]. Mục đích của bản tin Hello là giúp cho Router tìm kiếm được láng giềng của mình, thiết lập và duy trì mối quan hệ này liên tục. Bản tin Hello được gửi theo định kỳ mặc định mỗi 10s/lần. Có nhiều thông tin sẽ được hai

Router kết nối trực tiếp trao đổi với nhau trong bản tin Hello. Trong các loại thông tin được trao đổi này, có năm thông tin sau bắt buộc phải khớp (match) với nhau trên cả hai Router để chúng có thể thiết lập được mối quan hệ láng giềng với nhau đó là: (1) Area-id; (2) Hello Timer và Dead Timer; (3) Hai địa chỉ IP trên link đầu nối phải cùng subnet (một vài trường hợp còn yêu cầu cùng cả subnet - mask); (4) Thỏa mãn được các điều kiện xác thực; (5) Cùng bật (on) hoặc cùng tắt (off) cờ Stub.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi quan tâm tới nội dung (2) đó là: Hello Timer là khoảng thời gian định kỳ gửi bản tin Hello ra khỏi một cổng chạy giao thức OSPF. Khi một Router nhận được bản tin Hello từ Router láng giềng nó sẽ khởi động Dead Timer. Nếu sau khoảng thời gian đã được chỉ ra trong Dead Timer mà Router không nhận được bản tin Hello từ Router láng giềng, nó sẽ coi như Router láng giềng này không còn và sẽ xóa mọi thông tin mà nó học được từ láng giềng. Ngược lại, cứ mỗi lần nhận được bản tin Hello từ Router láng giềng, Dead Timer lại được thiết lập lại (Reset). Giá trị mặc định của Hello Timer và Dead Timer trong các loại mạng chạy OSPF được thể hiện như Bảng 1.

**Bảng 1:** Giá trị mặc định Hello Timer và Dead Timer trong các kiểu mạng OSPF

| Kiểu mạng OSPF                       | Hello-Interval | Router Dead-Interval |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|
| Broadcast                            | 10 giây        | 40 giây              |
| Non-Broadcast                        | 30 giây        | 120 giây             |
| Point-to-Point                       | 10 giây        | 40 giây              |
| Point-to-Multipoint                  | 30 giây        | 120 giây             |
| Point-to-Multipoint<br>Non-Broadcast | 30 giây        | 120 giây             |
| Loopback                             | N/A            | N/A                  |

Bộ định thời OSPF Timer bao gồm các bản tin OSPF Hello được trao đổi giữa các Router đang chạy giao thức OSPF. Các bản tin này rất quan trọng vì từ đó cho phép các thiết bị chạy OSPF xác định được hàng xóm của mình một cách tự động. Một trong những điều kiện đó là trong các bản tin Hello phải có sự thống nhất giá trị bộ định thời OSPF Timer được thỏa thuận là HelloInterval (Hello Timer) và RouterDeadInterval (Dead Timer).

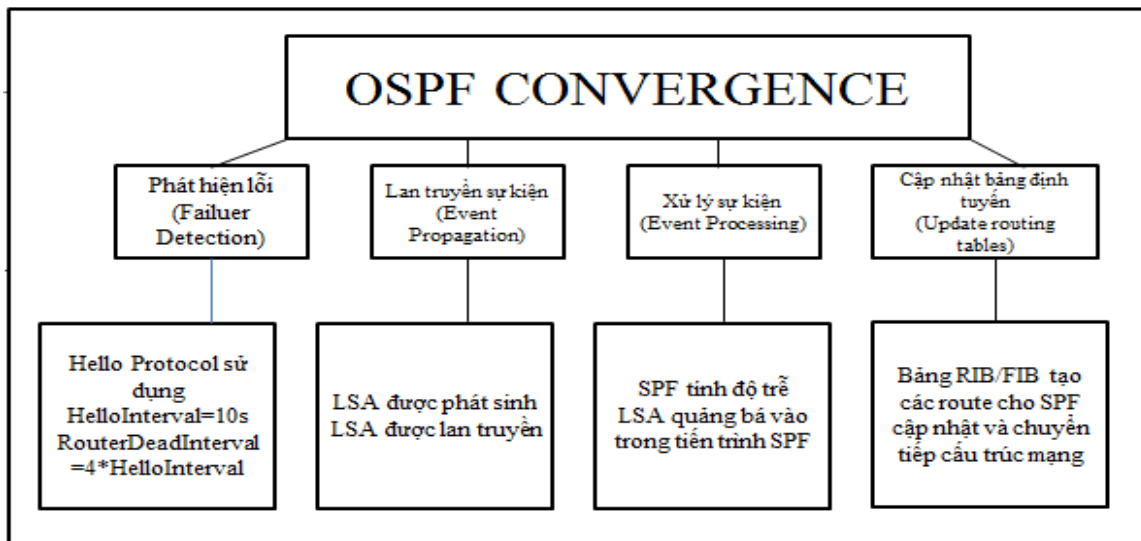
### 3. Phân tích đặc điểm thời gian hội tụ và hiệu suất CPU của giao thức OSPF trong hạ tầng IPv6

Một giao thức định tuyến được đánh giá là tốt (tối ưu) trong bất kỳ trường hợp nào khi đáp ứng được các yêu cầu hệ thống triển khai giao thức đó trong hạ tầng mạng một cách cao nhất. Có nghĩa là, khi triển khai giao thức sẽ đem lại lợi ích lớn nhất cho người sử dụng từ việc giao thức đó đáp ứng tốt nhất cho hệ thống của họ. Có thể chỉ ra một số lợi ích như: chi phí rẻ nhất có thể, thời gian nhanh nhất trong khả năng xử lý, tính ổn định, sẵn sàng và dễ quản lý cho mọi đối tượng quản trị [12-13]. Để đánh giá giao thức OSPFv3 cũng không khác nhiều so với các tiêu chí trên. Với OSPFv3 cần phân tích đánh giá yếu tố thời gian hội tụ của giao thức định tuyến và hiệu suất CPU (mức độ sử dụng năng lực

xử lý của CPU trên tổng của bộ định tuyến) với mục đích là: Thời gian hội tụ càng nhanh, mức độ tiêu thụ hiệu suất CPU càng ít thì giao thức có hiệu năng (sự tối ưu) càng cao.

### 3.1. Thời gian hội tụ mạng

Ở mức độ rộng, mạng hội tụ hiện nay là xu thế tích hợp tất cả các loại dữ liệu như thoại (tiếng nói), video, data vào một hạ tầng mạng duy nhất. Trước đây các hệ thống mạng data là riêng với thoại. Hội tụ mạng liên quan đến việc cung cấp các dịch vụ liên lạc điện thoại, video và dữ liệu trong một mạng duy nhất. Nói cách khác, một công ty cung cấp dịch vụ cho tất cả các hình thức giao tiếp [14]. Sự hội tụ mạng chủ yếu được thúc đẩy bởi sự phát triển của công nghệ và nhu cầu. Người dùng có thể truy cập vào một loạt các dịch vụ, chọn trong số nhiều nhà cung cấp dịch vụ hơn. Mặt khác, hội tụ cho phép các nhà cung cấp dịch vụ áp dụng các mô hình kinh doanh mới, cung cấp các dịch vụ sáng tạo và tham gia vào các thị trường mới. Đối với hệ thống xương sống của mạng bao gồm nhiều các thiết bị định tuyến thì hội tụ là trạng thái mà trong đó các Router trong cùng sơ đồ mạng (topology) có chung trạng thái/đặc điểm về liên mạng mà chúng đang tham gia. Hiểu đơn giản, khi đó tất cả các Router đã học (lưu) được tuyến đường đi tới đích trong toàn mạng. Bảng định tuyến của chúng đã cập nhật được toàn bộ thông tin về trạng thái liên kết/kết nối, địa chỉ nguồn/đích trong toàn mạng. Hội tụ mạng cũng là quá trình đồng bộ hóa các bảng chuyển tiếp (Forwarding Table) khi cấu trúc mạng có sự thay đổi và khôi phục mạng vì nó khôi phục lại các kết nối bị lỗi và sự mất gói tin trong quá trình truyền tải lưu lượng [15]. Quá trình hội tụ mạng được thể hiện như Hình 3.



**Hình 3:** Sơ đồ mô tả quá trình hội tụ mạng OSPF

Sau khi sơ đồ mạng có sự thay đổi thì tất cả Router cần một thời gian nhất định để tính toán lại các đường đi tới đích của mình, và quá trình và thời gian đó gọi là *thời gian hội tụ* (Time To Convergence). Thời gian hội tụ là thước đo tốc độ của một nhóm các bộ định tuyến đạt đến trạng thái hội tụ. Đây là một trong những mục tiêu thiết kế chính và là một chỉ số hiệu suất quan trọng cho các giao thức định tuyến, cần thực hiện một cơ chế cho phép tất cả các bộ định tuyến chạy giao thức hội tụ nhanh chóng và đáng tin cậy. Khả năng hội tụ là mục đích rất quan trọng của thuật toán định tuyến. Sự hội tụ nhanh sẽ làm

cho thông tin trong các bảng định tuyến được thống nhất một cách nhanh chóng. Ngược lại, nó sẽ làm phá vỡ đi tính thống nhất về thông tin định tuyến giữa các Router. Tất nhiên, kích thước của mạng cũng đóng một vai trò rất quan trọng. Một mạng lớn hơn sẽ có mức độ hội tụ chậm hơn so với một mạng nhỏ hơn. Thời gian hội tụ được tính theo công thức:

$$\text{Convergence} = \text{Failure\_Detection\_Time} + \text{Event\_Propagation\_Time} + \text{SPF\_Run\_Time} + \text{RIB\_FIB\_Update\_Time}$$

Trong đó:

- + Failure\_Detection\_Time: Thời gian phát hiện lỗi mạng, lỗi hệ thống truyền.
- + Event\_Propagation\_Time: Thời gian lan truyền sự kiện (quảng bá bản tin LSA vào trong sơ đồ mạng).
- + SPF\_Run\_Time: Thời gian để thực hiện tính toán SPF trên tất cả các bộ định tuyến khi nhận được thông tin mới.
- + RIB\_FIB\_Update\_Time: Thời gian để cập nhật các bảng chuyển tiếp cho tất cả các bộ định tuyến trong khu vực định tuyến.

OSPF đạt thời gian hội tụ nhanh do sử dụng các gói cập nhật Link-State được bầy mà nó bao gồm một hoặc nhiều sự quảng bá Link-State (LSA).

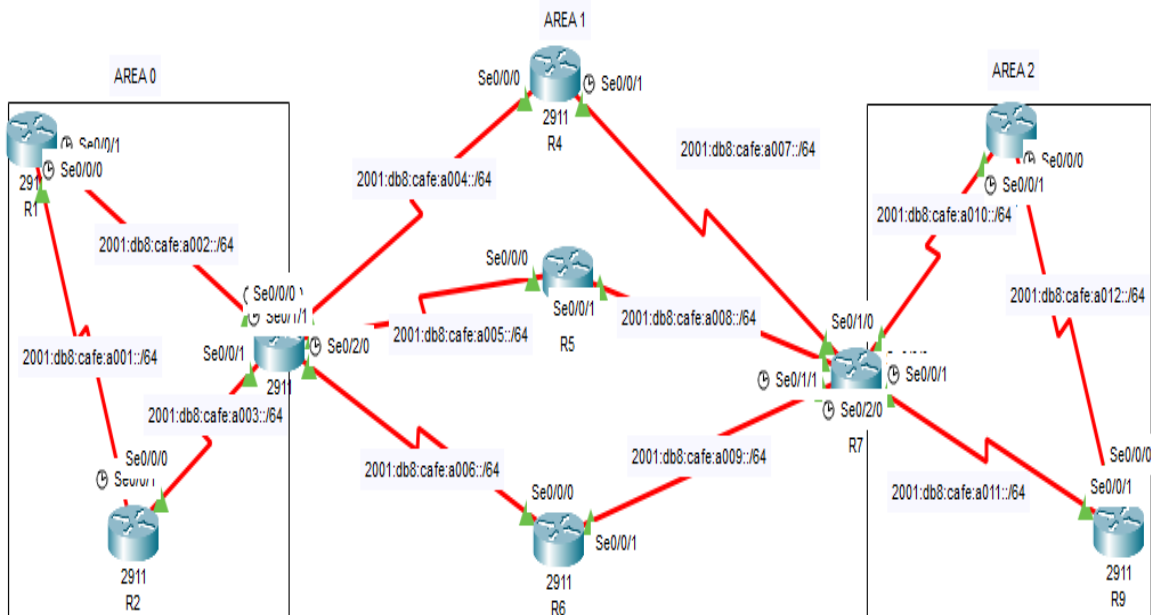
### **3.2. Hiệu suất CPU**

Các giao thức định tuyến sử dụng hiệu suất của CPU trong các bộ định tuyến để tính toán đường đi ngắn nhất tới đích. Hiệu suất của CPU tại thời điểm bắt đầu gửi các bản tin Hello thường cao hơn các thời điểm sau đó. Mức độ sử dụng hiệu năng CPU được thay đổi trong các khoảng thời gian khác nhau tùy thuộc vào giao thức định tuyến đang sử dụng hiện tại. Khi có sự thay đổi trạng thái kết nối trong mạng, giao thức OSPF sẽ sử dụng lại các gói tin LSA để tìm Router hàng xóm mới và đường tới các Router khác trong cùng sơ đồ mạng và phải sử dụng thêm hiệu suất CPU. Việc tự động tính toán và cập nhật gửi thông tin đi tới các Router khác không chỉ tiêu tốn xử lý CPU mà còn chiếm dụng khá nhiều băng thông nhất là khi thông tin nhiều và mô hình hệ thống lớn. Nếu có một sự thay đổi diễn ra trong mạng thì lượng thông tin cập nhật sẽ diễn ra ồ ạt và có thể gây nghẽn mạng.

## **4. Triển khai và đánh giá thực nghiệm**

### **4.1. Đặt vấn đề**

Trong phần này, các thực nghiệm mô phỏng (input) được thiết kế và xây dựng để đo lường, phân tích thời gian hội tụ, đồng thời theo dõi việc sử dụng hiệu suất CPU trong các khoảng thời gian khác nhau để cho số liệu đầu ra (output) một cách định lượng [16-17]. Số liệu định lượng cho phép chúng tôi rút ra những đánh giá, nhận xét cho mục tiêu của nghiên cứu một cách tường minh nhất. Trong nghiên cứu này, sơ đồ mạng được thiết kế cho giao thức OSPFv3 trên hạ tầng mạng IPv6. Sơ đồ sử dụng dòng Router có hỗ trợ tất cả các giao thức định tuyến trên thực tế, đặc biệt là hỗ trợ tốt cho giao thức OSPFv3 chạy trong hạ tầng IPv6. Các kết nối giữa các cổng của các Router thông qua mạng diện rộng WAN có tốc độ 1.544 Mbps như trên thực tế [18]. Sơ đồ mạng mô phỏng cho giao thức OSPF được thiết kế phân vùng (area) khác nhau nhằm giảm lượng tin *Overhead* trên các Router tương ứng. Sơ đồ tổng thể được thể hiện như Hình 4.



**Hình 4:** Sơ đồ tổng thể mô phỏng thực nghiệm

Nghiên cứu thực nghiệm tiên hành xác định mức độ hội tụ mạng trong trường hợp khi một trong các liên kết (Link) giữa các Router bị lỗi (gặp sự cố kết nối) bằng việc gửi 100 gói tin Ping một lần và quá trình này được lặp lại trong 10 lần. Trong thực nghiệm mô phỏng này, nghiên cứu thực hiện gửi các gói tin Ping từ Router 1 đến Router 8 đồng thời ngắt (off) kết nối giữa Router 5 và Router 8 để xác định thời gian hội tụ. Việc sử dụng hiệu suất CPU cũng được giám sát trong các khoảng thời gian khác nhau. Hơn nữa, trong thực nghiệm này, thời gian hội tụ và hiệu suất sử dụng CPU đã được giảm đi bằng cách hiệu chỉnh lại giá trị OSPF Timer.

**4.2. Đánh giá thực nghiệm**

**a. Mô phỏng trường hợp giá trị OSPF Timer với Hold Time = 10000 msec**

Lưu lượng dữ liệu truyền tải được gửi trực tiếp từ Router R1 đến Router R3. Để xác định mẫu lưu lượng này có thể sử dụng lệnh “trace route” trong chế độ cấu hình của Router (Router#trace route?). Nếu thực hiện ngắt kết nối giữa liên kết công của R1 và R3 thì đường dẫn thay thế sẽ được chọn qua R2 để tiếp tục trao đổi dữ liệu. Để tính ra thời gian hội tụ, nghiên cứu sử dụng 100 gói tin Ping từ R1 đến R8 trên giao diện đồ họa Ping Command của Router (Router#ping?). Trong quá trình Ping sẽ ngắt kết nối giữa R5 và R8, khi đó lưu lượng dữ liệu phải đi qua đường dẫn khác (qua R9) để đến đích R8. Thời gian tìm đường dẫn mới thay thế chính là thời gian hội tụ mà Router phải tính toán lại (trong 10 lần thực nghiệm) được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2:** Thời gian hội tụ mạng trên kết nối lỗi (Link failure)

| Lần mô phỏng | Gói tin nhận được | Gói tin bị mất | Thời gian hội tụ mạng (giây) |
|--------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 1            | 97                | 3              | 6                            |
| 2            | 96                | 4              | 6                            |

| Lần mô phỏng      | Gói tin nhận được | Gói tin bị mất | Thời gian hội tụ mạng (giây) |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 3                 | 98                | 3              | 8                            |
| 4                 | 97                | 3              | 6                            |
| 5                 | 97                | 5              | 6                            |
| 6                 | 97                | 3              | 8                            |
| 7                 | 97                | 3              | 6                            |
| 8                 | 96                | 3              | 4                            |
| 9                 | 97                | 4              | 6                            |
| 10                | 95                | 2              | 6                            |
| <b>Trung bình</b> | 96,8              | 3,2            | 6,2                          |

Mức độ sử dụng hiệu suất CPU sẽ được xác định trên Router ở các thời điểm khác nhau sử dụng các giá trị OSPF Timer mặc định. Lượng phần trăm sử dụng hiệu suất CPU sẽ cao hơn khi quá trình thiết lập bắt đầu được thực hiện trên các Router như thể hiện trong Hình 5:

```

R1#show processes
CPU utilization for five seconds: 0%/0%; one minute: 0%; five
minutes: 0%
  PID QTy      PC Runtime (ms)   Invoked  uSecs      Stacks TTY
Process
  1 Csp 602F3AF0         0         1627         0 2600/3000  0 Load
Meter
  2 Lwe 60C5BE00         4          136         29 5572/6000  0 CEF
Scanner
  3 Lst 602D90F8    1676         837        2002 5740/6000  0 Check
heaps
  4 Cwe 602D08F8         0           1           0 5568/6000  0 Chunk
Manager
  5 Cwe 602DF0E8         0           1           0 5592/6000  0 Pool
Manager
  6 Mst 60251E38         0           2           0 5560/6000  0
Timers
  7 Mwe 600D4940         0           2           0 5568/6000  0
Serial Backgrou
  8 Mwe 6034B718         0           1           0 2584/3000  0 OIR
Handler
  9 Mwe 603FA3C8         0           1           0 5612/6000  0 IPC
Zone Manage
 10 Mwe 603FA1A0         0          8124         0 5488/6000  0 IPC
    
```

**Hình 5:** Kiểm tra quá trình tiêu thụ hiệu suất CPU trong của Router R1

**b. Mô phỏng trường hợp giá trị OSPF Timer với Hold Time = 1000 msec**

Trong thực nghiệm này, giá trị OSPF Timer được tùy chỉnh và thời gian hội tụ, mức độ tiêu thụ hiệu suất CPU được tính bằng việc lặp lại quá trình sử dụng lệnh Ping. Để tính ra thời gian hội tụ, nghiên cứu sử dụng 100 gói tin Ping từ R1 đến R8 trên giao diện đồ họa Ping Command của Router (*Router#ping?*) như thực nghiệm trước. Trong quá trình Ping sẽ ngắt kết nối giữa R5 và R8, khi đó lưu lượng dữ liệu phải đi qua đường dẫn khác (qua R9) để đến đích R8. Thời gian tìm đường dẫn mới thay thế chính là thời gian hội tụ mà Router phải tính toán lại (trong 10 lần thực nghiệm) được thể hiện trong Bảng 3.

**Bảng 3:** Thời gian hội tụ mạng với Hold Time = 1000 Msec

| Lần mô phỏng | Gói tin nhận được | Gói tin bị mất | Thời gian hội tụ mạng (giây) |
|--------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 1            | 99                | 1              | 2                            |

| Lần mô phỏng      | Gói tin nhận được | Gói tin bị mất | Thời gian hội tụ mạng (giây) |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 2                 | 99                | 1              | 2                            |
| 3                 | 99                | 1              | 4                            |
| 4                 | 98                | 1              | 2                            |
| 5                 | 99                | 2              | 2                            |
| 6                 | 99                | 1              | 2                            |
| 7                 | 99                | 1              | 4                            |
| 8                 | 98                | 1              | 2                            |
| 9                 | 99                | 1              | 2                            |
| 10                | 99                | 2              | 2                            |
| <b>Trung bình</b> | 98,8              | 1,2            | 2,4                          |

Kết quả cho thấy, sau khi tùy chỉnh giá trị bộ định thời Timer, chúng ta có thể giảm đáng kể thời gian hội tụ mạng xuống còn 2 giây. Kết quả cũng cho thấy mức độ sử dụng CPU đã được cải thiện rõ rệt sau khi sửa đổi giá trị bộ định thời Timer sang giá trị khác. Tỷ lệ phần trăm giảm đến mức tối đa còn 4% sau khi tùy chỉnh giá trị Timer. Quá trình kiểm tra được thực hiện như thể hiện trong Hình 6.

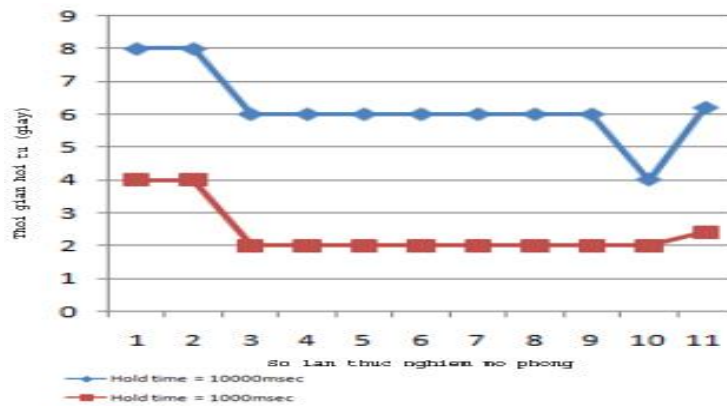
```

R3#show processes
CPU utilization for five seconds: 0%/0%; one minute: 0%; five
minutes: 0%
  PID QTy      PC Runtime (ms)      Invoked  uSecs      Stacks  TTY
Process
 1 Csp 602F3AF0          0         1627         0 2600/3000  0 Load
Meter
 2 Lwe 60CSBE00          4          136         29 5572/6000  0 CEF
Scanner
 3 Lst 602D90F8      1676          837        2002 5740/6000  0 Check
heaps
 4 Cwe 602D08F8          0           1           0 5568/6000  0 Chunk
Manager
 5 Cwe 602DF0E8          0           1           0 5592/6000  0 Pool
Manager
 6 Mst 60251E38          0           2           0 5560/6000  0
Timers
 7 Mwe 600D4940          0           2           0 5568/6000  0
Serial Backgrou
 8 Mwe 6034B718          0           1           0 2584/3000  0 OIR
Handler
 9 Mwe 603FA3C8          0           1           0 5612/6000  0 IPC
Zone Manage
10 Mwe 603FA1A0          0          8124         0 5488/6000  0 IPC

```

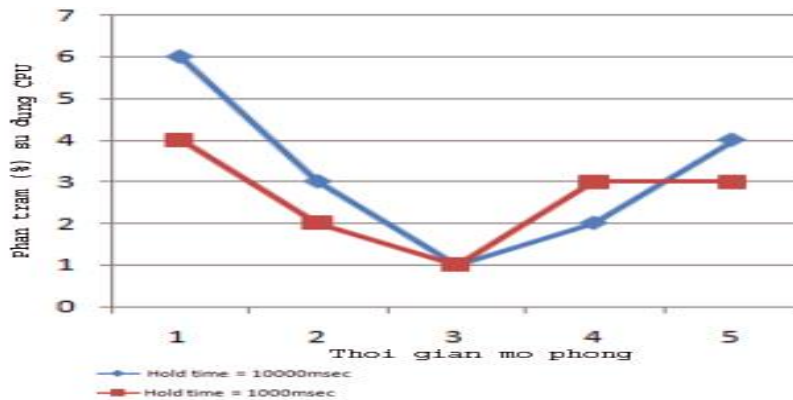
**Hình 6:** Kiểm tra quá trình tiêu thụ hiệu suất CPU trong của Router R3

Khi so sánh với kết quả, thời gian hội tụ của mạng và việc sử dụng CPU có thể được giảm thiểu bằng cách thay đổi bộ định thời OSPF Timer. Việc thay đổi bộ định thời sẽ giảm thời gian cần thiết để tính toán đường đi ngắn nhất trong bảng định tuyến. Như thể hiện trong Hình 7 ta thấy rõ ràng thời gian hội tụ của mạng là 6,2 giây khi không có thay đổi bộ định thời OSPF Timer. Thực nghiệm mô phỏng này được lặp lại trong vòng 10 lần và thời gian hội tụ trung bình được đưa ra xem xét cuối cùng để đánh giá. Các biểu đồ cũng cho thấy rằng sau khi thay đổi giá trị bộ định thời OSPF Timer, thời gian hội tụ giảm xuống còn 2,4 giây.



**Hình 7:** Sự so sánh giữa thời gian hội tụ với giá trị Hold Time khác nhau

Mức độ sử dụng hiệu suất CPU được thể hiện ở các khoảng thời gian khác nhau cho cả hai trường hợp mô phỏng. Mức độ sử dụng CPU đạt tối đa khi không thay đổi bộ định thời OSPF Timer, đạt tối đa là 6%. Nhưng sau khi đã thay đổi giá trị Hold Time, mức độ sử dụng hiệu suất CPU trong quá trình định tuyến đã giảm, mức tối đa lúc này chỉ đạt còn 4% như mô tả trong Hình 8.



**Hình 8:** Sự so sánh mức độ sử dụng CPU với giá trị Hold Time khác nhau

## 5. Kết luận

Qua nghiên cứu, thực nghiệm mô phỏng trong hai trường hợp kết quả cho thấy thời gian hội tụ của giao thức OSPF là 6,2 giây khi có một liên kết bị lỗi/hỏng và nó bị giảm xuống còn 2,4 giây khi có sự tùy chỉnh bộ định thời OSPF Timer xuống 1000 msec. Việc sử dụng hiệu suất CPU cũng được giảm bằng cách sửa đổi giá trị bộ định thời OSPF Timer và dẫn tới hiệu suất CPU giảm từ 6% đến 4% giá trị tối đa của nó. Theo kết quả thử nghiệm của chúng tôi, thời gian hội tụ và sử dụng CPU bị ảnh hưởng bởi các giá trị của bộ định thời OSPF Timer. Nếu giá trị của bộ định thời OSPF Timer cao sẽ dẫn tới thời gian hội tụ chậm hơn và mức độ sử dụng hiệu suất CPU nhiều hơn, trong khi giá trị bộ định thời OSPF Timer nhỏ hơn sẽ đảm bảo thời gian hội tụ nhanh và sử dụng ít hiệu suất CPU hơn. Đây là thông tin tham khảo rất hữu ích cho các nhà thiết kế/quản trị mạng doanh nghiệp khi quản trị hệ thống mạng trên thực tế, đặc biệt với các hạ tầng mạng IPv6 có triển khai giao thức OSPFv3.

Điều này giúp nhà quản trị có thêm nhiều cân nhắc, phân tích và xử lý các tình huống được hiệu quả giúp cho hệ thống mạng của mình được tối ưu hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Thomas, *OSPF Network Design Solutions*, Cisco Press, 2016.
- [2] T. M. John, *OSPF Complete Implementation*, Addison-Wesley Professional, 2015.
- [3] R. T. Phani, *OSPF: A Network Routing Protocol*, Apress, 2018.
- [4] M. Haddad, *OSPF on Huawei with LABS: Master OSPF Routing Protocol on Huawei products by covering topics from Entry to Advanced level*, Kindle Edition, 2021.
- [5] S. T. Chandel and S. Sharma, "Performance Evaluation of IPv4 and IPv6 Routing Protocols on Wired, Wireless and Hybrid Networks," *International Journal of Computer Networks and Applications*, vol. 3, no. 3, pp. 57-62, 2016.
- [6] D. Zhao, X. Hu and C. Wu, "A study on the impact of multiple failures on OSPF convergence," *International Journal of Hybrid Information Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 65-73, 2013.
- [7] D. Sankar and D. Lancaster, "Routing Protocol Convergence using Simulation and Real Equipment," *Advances in Communications, Networks and Security*, vol. 10, pp. 186-194, 2013.
- [8] M. Bolanowski and T. Byczek, "Measure and compare the convergence time of network routing protocols," *ITM Web of Conferences 21, 00013 (2018)*, pp. 1-9, 2018. DOI: [10.1051/itmconf/20182100013](https://doi.org/10.1051/itmconf/20182100013)
- [9] R. Petija, M. Michalko, F. Jakab and P. Fecil'ak, "Convergence of Routing Protocols in Real and Simulated Environments," *16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, pp. 1-8, 2018. DOI: [10.1109/ICETA.2018.8572184](https://doi.org/10.1109/ICETA.2018.8572184)
- [10] L. H. Hiep, "Study the impacts of route summarization on the performance of OSPFv3 and EIGRPv6 in hybrid IPV4-IPV6 network," *Dalat University Journal of Science*, vol. 6, pp. 77-89, 2019.
- [11] L. H. Hiep, "Network design of IPv6 safety based on analysis, feature assessment of IPv6 protocol," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 188, no. 12, pp. 85-91, 2018.
- [12] L. H. Hiep, "Study the impacts of Bandwidth and delay to performance of EIGRP in IPv4 and IPv6 network," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 204, no. 11, pp. 31-38, 2019.
- [13] D. Chauhan and S. Sharma, "Performance Evaluation of Different Routing Protocols in IPv4 and IPv6 Networks on the basis of Packet Sizes," *Procedia computer science*, vol. 46, pp. 1072-1078, 2015. DOI: [10.1016/j.procs.2015.01.019](https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.01.019)
- [14] L. H. Hiep and L. X. Hieu, "Study the method of implementation of Border Gateway Protocol on IPv4 and IPv6 infrastructure by analysis and evaluate of some properties affecting protocol performance," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 226, no. 11, pp. 149-157, 2021. DOI: [10.34238/tnu-jst.4657](https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4657)

- [15] J. K. Panford, "Comparative analysis of convergence times between OSPF, EIGRP, IS-IS and BGP Routing Protocols in a Network", *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS)*, vol. 15, no. 12, pp. 225-228, 2017.
- [16] L. H. Hiep, "Study the impacts of route summarization on the performance of OSPFv3 and EIGRPv6 in hybrid IPv4-IPv6 network," *Dalat University Journal of Science*, Vol. 6, pp. 77-79, 2019.
- [17] L. H. Hiep and T. D. Minh, "Study to performance evaluation of Open Shortest Path First protocol on IPv4 and IPv6 network," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 225, no. 09, pp. 87-95, 2020.
- [18] L. H. Hiep, "Study to evaluate the performance of OSPF multi-area distribution on IPv4 vs IPv6," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 226, no. 08, pp. 29 - 37, 2022. DOI: [10.34238/tnu-jst.5238](https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5238)

## ABSTRACT

### STUDY OF THE IMPACT OF TIMER ON NETWORK CONFERENCE AND CPU PROCESSING PERFORMANCE WHEN IMPLEMENTING OSPF-V3 IN IPV6 NETWORK

Le Hoang Hiep<sup>1</sup>, Ho Mau Viet<sup>1</sup>, Duong Thi Quy<sup>1</sup>, Tran Thi Yen<sup>2</sup>,  
Nguyen Thi Bich Nga<sup>3</sup>, Nguyen Quoc Tuan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*University of Information and Communication Technology, Thai Nguyen University, Vietnam*

<sup>2</sup>*Nam Dinh University of Technology Education, Vietnam*

<sup>3</sup>*Thai Nguyen College, Vietnam*

<sup>4</sup>*Ha Noi Metropolitan University, Vietnam*

Received on 18/7/2023, accepted for publication on 07/8/2023

Nowadays, the Open Shortest Path First (OSPF) routing protocol is very commonly used in IPv6 network infrastructure. OSPF uses a variety of Timers to reduce the number of Overhead messages. These Timer values ensure that OSPF takes only a few seconds to recover broken connections. Factors such as network convergence and CPU (Central Processing Unit) performance usage are greatly affected by changing the Timer value. The objective of the paper is to use the simulation tool with specific input values based on the proposal to give quantitative results on the influence of the Timer. The research results show that, with the Timer value set to high, the network convergence process will be slower and the CPU usage will be higher, while smaller timers will ensure faster network convergence and use less CPU resources.

**Keywords:** OSPF Timer; network convergence; CPU performance; convergence time; OSPFv3 protocol.