



TỐI ƯU HÓA HIỆU SUẤT MẠNG VỚI NIC TEAMING TRONG WINDOWS SERVER TRÊN MÔI TRƯỜNG VMWARE

Nguyễn Tất Thăng¹

Ngày nhận bài: 10/4/2025

Ngày chấp nhận đăng: 23/6/2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này khảo sát giải pháp nâng cao hiệu suất và độ tin cậy của hệ thống mạng trong môi trường ảo hóa VMware thông qua việc triển khai kỹ thuật NIC Teaming trên nền tảng hệ điều hành Windows Server. Trên cơ sở phân tích lý thuyết, bài báo làm rõ bản chất của NIC Teaming, trình bày chi tiết các chế độ hoạt động phổ biến như Switch Independent, Static Teaming và LACP, đồng thời phân tích vai trò của việc tổng hợp nhiều card mạng vật lý thành một giao diện logic nhằm mục đích mở rộng băng thông, gia tăng tính sẵn sàng và khả năng chịu lỗi cho kết nối mạng. Bài báo hướng dẫn cấu hình NIC Teaming một cách chi tiết theo hai phương pháp: sử dụng giao diện đồ họa Server Manager và công cụ dòng lệnh PowerShell, từ đó mang lại sự linh hoạt cho quá trình triển khai thực tế. Để đánh giá định lượng hiệu quả của giải pháp, tác giả đã tiến hành thực nghiệm đo hiệu suất mạng trong môi trường ảo hóa. Kết quả thực nghiệm minh chứng tính ứng dụng và hiệu quả vượt trội của NIC Teaming trong việc tối ưu hóa thông lượng, cung cấp tài liệu tham khảo cho sinh viên, các nhà nghiên cứu và quản trị viên hệ thống.

Từ khóa: NIC Teaming; Cân bằng tải; Chế độ dự phòng; Hiệu suất mạng; Băng thông.

OPTIMIZING NETWORK PERFORMANCE WITH NIC TEAMING IN WINDOWS SERVER ON VMWARE ENVIRONMENT

Abstract: This study investigates a solution to enhance the performance and reliability of network systems within a VMware virtualized environment by implementing the NIC Teaming technique on the Windows Server operating system platform. Based on theoretical analysis, the paper clarifies the nature of NIC Teaming, provides detailed descriptions of common operating modes such as Switch Independent, Static Teaming, and LACP, and analyzes the role of aggregating multiple physical network cards into a single logical interface. This aggregation aims to expand bandwidth, increase availability, and improve fault tolerance for network connectivity. The study offers detailed configuration guidance for NIC Teaming using two methods: the Server Manager graphical interface and the PowerShell command-line tool, thereby providing flexibility for practical deployment. To quantitatively evaluate the effectiveness of the solution, the authors conducted experiments to measure network performance in a virtualized environment. The experimental results demonstrate the applicability and superior effectiveness of NIC Teaming in optimizing throughput, serving as a valuable reference for students, researchers, and system administrators.

Keywords: NIC Teaming; Load Balancing; Failover; Network Performance; Bandwidth.

¹ Khoa Ngoại ngữ-Công nghệ thông tin, Trường Đại học Hoa Lu, Email: ntthang.nnth@hluv.edu.vn



1. Giới thiệu

Trong bối cảnh đất nước ta đang thực hiện công cuộc chuyển đổi số Quốc Gia và yêu cầu ngày càng cao về hiệu suất và tính sẵn sàng của hệ thống, việc tối ưu hóa hạ tầng mạng trở thành một yếu tố quan trọng trong việc duy trì hoạt động ổn định và hiệu quả. Một trong những giải pháp phổ biến hiện nay là sử dụng NIC teaming, một kỹ thuật cho phép kết hợp nhiều card mạng (NICs) vào một nhóm để cải thiện băng thông, tăng cường tính dự phòng và đảm bảo tính sẵn sàng của hệ thống mạng. Bài báo tập trung vào việc tìm hiểu và cấu hình NIC teaming trên hệ điều hành Windows Server, với các chế độ cân bằng tải khác nhau nhằm tối ưu hóa hiệu suất mạng trên môi trường VMware.

Thông qua việc nghiên cứu kỹ thuật này, tác giả mong muốn cung cấp một cái nhìn tổng quan về kỹ thuật và phương pháp cấu hình NIC Teaming trong môi trường mạng, từ đó hỗ trợ sinh viên ngành Công nghệ thông tin, quản trị viên hệ thống có tài liệu tham khảo để tối ưu hóa hạ tầng mạng, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của các hệ thống thông tin hiện đại.

Các nghiên cứu liên quan (Related work): Hiện nay, số lượng công trình nghiên cứu khoa học về chủ đề "NIC Teaming trong Windows Server" còn tương đối hạn chế. Phần lớn các tài liệu hiện có chủ yếu dưới dạng bài viết kỹ thuật, tài liệu hướng dẫn hoặc báo cáo kinh nghiệm triển khai thực tế, tập trung vào khía cạnh cấu hình, cài đặt và ứng dụng NIC Teaming nhằm nâng cao hiệu suất và độ sẵn sàng của hệ thống mạng.

Một số bài viết tiêu biểu có thể kể đến như: Rodionov (2017) với bài “Windows Server 2016 NIC Teaming Functionality” đã trình bày tổng quan về các chế độ hoạt động của NIC Teaming trong Windows Server 2016, bao gồm Switch Independent, Static Teaming và LACP, đồng thời giới thiệu các cải tiến như Switch Embedded Teaming.

Bài viết của Yanfeng Jiang: Design and Implementation of NICs and Link Aggregation Experiment Based on Windows Server 2012, Computer Science and Application, 2017, 7, 8-16. Published Online January 2017 in Hans. Giới thiệu nguyên lý và công nghệ Teaming NIC và liên kết Aggregation trên Windows Server 2012, thiết kế và triển khai thử nghiệm NIC Teaming và Link Aggregation.

Bài viết của Fernandez (2023) trên ServerWatch cung cấp hướng dẫn chi tiết cấu hình NIC Teaming, tập trung vào ứng dụng thực tiễn trong môi trường máy chủ Windows.

Bên cạnh đó, tài liệu từ Microsoft và các nguồn kỹ thuật như ITFORVN cũng đưa ra hướng dẫn triển khai NIC Teaming trên Windows Server, nhưng hầu hết đều mang tính chất thực hành và giới thiệu chức năng hơn là nghiên cứu sâu về mặt hiệu năng, đánh giá định lượng hay so sánh các mô hình cấu hình.

Từ thực trạng trên cho thấy nhu cầu nghiên cứu chuyên sâu, có hệ thống về tác động của NIC Teaming đến hiệu suất mạng, độ tin cậy và khả năng chịu lỗi trong các môi trường ảo hóa hiện đại vẫn còn là một khoảng trống đáng kể trong lĩnh vực hạ tầng mạng máy chủ. Việc triển khai các nghiên cứu thực nghiệm và đánh giá định lượng về NIC Teaming là cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học vững chắc cho việc lựa chọn, cấu hình và tối ưu hóa hệ thống mạng trong các tổ chức và doanh nghiệp.

2. Nội dung

2.1 Những điểm mới của NIC Teaming trên Windows Server 2025

Hỗ trợ các chế độ cân bằng tải mới: Windows Server 2025 giới thiệu các chế độ cân bằng tải nâng cao, cho phép phân phối lưu lượng mạng hiệu quả hơn giữa các card mạng trong nhóm. Điều này giúp tối ưu hóa băng thông và giảm thiểu độ trễ trong truyền tải dữ liệu.



Cải thiện khả năng quản lý và cấu hình: Giao diện quản lý NIC Teaming đã được cải tiến, cung cấp trải nghiệm người dùng trực quan và dễ dàng cấu hình hơn. Ngoài ra, việc tích hợp với các công cụ quản lý như Windows Admin Center và System Center Virtual Machine Manager (SCVMM) giúp quản trị viên dễ dàng giám sát và quản lý các nhóm NIC trên quy mô lớn.

Tăng cường khả năng dự phòng và độ tin cậy: Windows Server 2025 nâng cao khả năng chuyển đổi dự phòng giữa các card mạng, đảm bảo dịch vụ mạng không bị gián đoạn ngay cả khi một hoặc nhiều card mạng gặp sự cố. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các môi trường mạng yêu cầu tính liên tục cao.

Hỗ trợ các thuật toán cân bằng tải nâng cao: Phiên bản mới hỗ trợ các thuật toán cân bằng tải thông minh hơn, như thuật toán cân bằng tải động (Dynamic Load Balancing), giúp phân phối lưu lượng mạng dựa trên các yếu tố như tốc độ liên kết và tải trọng thực tế của từng card mạng. Điều này giúp tối ưu hóa hiệu suất mạng và sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn.

Tích hợp với các công nghệ mạng hiện đại: Windows Server 2025 tích hợp NIC Teaming với các công nghệ mạng hiện đại như Software-Defined Networking (SDN), giúp quản trị viên dễ dàng triển khai và quản lý các chính sách mạng phức tạp trong môi trường ảo hóa và đám mây. [3]

Hỗ trợ cấu hình thông qua PowerShell và các công cụ dòng lệnh: Ngoài việc cấu hình qua giao diện đồ họa, Windows Server 2025 cung cấp khả năng cấu hình NIC Teaming thông qua PowerShell và các công cụ dòng lệnh khác, giúp tự động hóa và tinh chỉnh các cài đặt mạng một cách linh hoạt và hiệu quả.

Những điểm mới này làm cho NIC Teaming trên Windows Server 2025 trở thành một công cụ mạnh mẽ và linh hoạt, đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của các doanh nghiệp về hiệu suất mạng và tính sẵn sàng cao.

2.2 Giới thiệu VMware Workstation Pro

VMware Workstation Pro là một phần mềm ảo hóa mạnh mẽ, cho phép người dùng chạy nhiều hệ điều hành trên một máy tính vật lý duy nhất. Phiên bản mới nhất, VMware Workstation Pro 17.6.3, đã được phát hành vào tháng 3 năm 2025, mang đến nhiều cải tiến và tính năng mới đáng chú ý.

VMware Workstation Pro 17.6.3 đã mở rộng khả năng tương thích với các hệ điều hành mới nhất, bao gồm:

- Windows 11 (bao gồm cả phiên bản Enterprise)
- Windows Server 2025
- Ubuntu 24.04

Phiên bản VMware Workstation Pro 17.6.3 giới thiệu công cụ dòng lệnh vmcli, cho phép tương tác trực tiếp với hypervisor từ terminal trên Linux, macOS hoặc command prompt trên Windows. Công cụ này cung cấp khả năng quản lý và điều khiển máy ảo một cách linh hoạt và hiệu quả.

Một số tính năng nổi bật khác:

Mã hóa nhanh (Fast Encryption): Cung cấp khả năng mã hóa hiệu suất cao cho các máy ảo sử dụng vTPM, đảm bảo an ninh mà không ảnh hưởng đến hiệu suất.

Tự động khởi động máy ảo (Auto Start VMs): Cho phép cấu hình để các máy ảo tự động khởi động cùng với hệ thống, thuận tiện cho việc quản lý và vận hành.



Hỗ trợ OpenGL 4.3: Cải thiện hiệu suất đồ họa cho các ứng dụng yêu cầu cao về đồ họa trong môi trường máy ảo.

Từ tháng 5 năm 2024, VMware Workstation Pro đã được cung cấp miễn phí cho mục đích cá nhân, giáo dục và nghiên cứu. Như vậy VMware Workstation Pro tiếp tục khẳng định vị thế là một công cụ ảo hóa hàng đầu, đáp ứng nhu cầu đa dạng của người dùng từ phát triển phần mềm đến thử nghiệm và triển khai ứng dụng.

2.3 Tìm hiểu về NIC teaming

NIC Teaming, hay còn gọi là Load Balancing/Failover (LBFO), là một tính năng trong Windows Server cho phép kết hợp nhiều card mạng vật lý (NIC) thành một giao diện mạng logic duy nhất. Điều này giúp tăng cường hiệu suất mạng, cung cấp khả năng dự phòng và đảm bảo tính sẵn sàng cao bằng cách tổng hợp băng thông và cho phép bảo vệ khi xảy ra lỗi.



Mô hình NIC Teaming kết hợp 2 card mạng vật lý

NIC teaming trên Windows Server có thể hỗ trợ tối đa 32 kết nối vật lý trên mỗi NIC ảo. Bằng cách triển khai NIC teaming, một địa chỉ IP duy nhất được sử dụng.[2]

Công nghệ này cung cấp cho quản trị viên hệ thống một giải pháp để tổng hợp liên kết, cân bằng tải, chuyên đổi dự phòng và Mạng được xác định bằng phần mềm Software-Defined Networking (SDN). Hiện nay có các giải pháp tương tự có sẵn trên một số phần cứng nhất định từ các nhà cung cấp bên thứ ba, nhưng chúng thường chỉ giới hạn ở phần cứng cụ thể. Tuy nhiên nhóm NIC của Microsoft là nó không phụ thuộc vào phần cứng và nhà cung cấp. Nhóm NIC có sẵn trong tất cả các phiên bản Windows Server kể từ Windows Server 2012.

Trong các tình huống cụ thể, khi một trong các mạng vật lý bị lỗi hoặc bị ngắt kết nối, hệ thống sẽ tự động phân phối lại lưu lượng đến các bộ điều hợp mạng khác. Điều này đạt được bằng cách chỉ định ít nhất một trong các NIC làm dự phòng nóng.

2.3.1 Một số lợi ích của NIC Teaming:

- Tăng băng thông: Bằng cách kết hợp nhiều NIC, tổng băng thông khả dụng được tăng lên, nhờ đó cải thiện hiệu suất truyền dữ liệu.
- Cân bằng tải: Lưu lượng mạng được phân phối đồng đều giữa các NIC trong nhóm, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên trên mạng.
- Dự phòng: Nếu một NIC gặp sự cố, các NIC còn lại sẽ tiếp tục hoạt động, đảm bảo kết nối mạng không bị gián đoạn.
- Hỗ trợ nhiều chế độ kết nối: Load Balancing/Failover, Switch Independent và Switch Dependent.
- Đơn giản hóa cấu hình mạng.

2.3.2 Các chế độ của NIC Teaming

Khi cấu hình NIC Teaming chúng ta phải chọn chế độ nhóm nào để sử dụng. Chế độ nhóm xác định cách mà máy chủ và bộ chuyển mạch phân bổ lưu lượng giữa nhiều kết nối, mỗi chế độ có những đặc điểm riêng để đáp ứng nhu cầu về cân bằng tải và độ tin cậy của hệ thống mạng có ba chế độ chính:

- Switch Independent: Các NIC trong nhóm có thể kết nối đến các switch khác nhau mà không yêu cầu cấu hình đặc biệt trên switch. Chế độ này cung cấp tính linh hoạt và dự phòng cao.

- Static Teaming (IEEE 802.3ad): Yêu cầu cấu hình thủ công trên cả máy chủ và switch để nhận diện và tổng hợp các liên kết. Tất cả các NIC phải kết nối đến cùng một switch và switch phải được cấu hình để hỗ trợ chế độ này.

- LACP (Link Aggregation Control Protocol, IEEE 802.1ax): Tương tự như Static Teaming nhưng sử dụng giao thức LACP để tự động thương lượng và thiết lập các liên kết tổng hợp giữa máy chủ và switch.

2.3.3 Cân bằng tải trong NIC Teaming

NIC Teaming trong Windows Server cung cấp nhiều chế độ cân bằng tải (Load Balancing Mode) để tận dụng băng thông từ nhiều card mạng vật lý (NIC). Trong đó, 3 chế độ chính và phổ biến nhất gồm:

* *Address Hash*

Ứng dụng: Dùng cho Server vật lý, không dùng Hyper-V.

Cơ chế hoạt động: Windows sử dụng một hàm băm (hash) để tính toán dựa trên:

- Địa chỉ MAC nguồn và MAC đích.
- Hoặc IP nguồn và IP đích.
- Hoặc Port TCP/UDP nguồn và TCP/UDP đích.

Kết quả của hàm băm sẽ quyết định gói tin được gửi qua NIC nào trong team.

Trong đó:

- Outbound traffic (từ server ra) được phân phối đều trên các NIC.
- Inbound traffic (từ client vào) vẫn chỉ về một NIC (trừ khi switch hỗ trợ).

Ưu điểm: Đơn giản, dễ cấu hình, không cần switch cấu hình đặc biệt.

Nhược điểm: Lưu lượng vào không được phân phối đều nếu switch không hỗ trợ tính năng như EtherChannel hoặc LACP.

* *Hyper-V Port*

Ứng dụng: Các Server chạy nhiều máy ảo Hyper-V

Cơ chế hoạt động:

- Mỗi máy ảo (VM) được ánh xạ vào một NIC vật lý riêng biệt trong team.
- Toàn bộ lưu lượng của một VM sẽ đi qua một NIC cụ thể.

Inbound/Outbound: Cả inbound và outbound được cân bằng tải giữa các NIC theo VM.

Ưu điểm: Hiệu quả trong môi trường ảo hóa, đảm bảo mỗi VM sử dụng được băng thông riêng.

Nhược điểm: Không cân bằng lưu lượng bên trong một VM nếu VM có nhiều kết nối.



* *Dynamic*

Ứng dụng: Dùng cho cả Server vật lý và Server chạy máy ảo Hyper-V

Cơ chế hoạt động:

- Là chế độ kết hợp giữa Address Hash và Hyper-V Port.
- Phân tích và theo dõi mẫu lưu lượng mạng thực tế.
- Tự động quyết định xem:
 - + Gói tin nào nên chia theo hash.
 - + Gói tin nào nên chia theo VM (Hyper-V port).
- Tự động tối ưu cả Inbound và Outbound.
- Phân phối tải thông minh, thay đổi theo thời gian thực.

Ưu điểm: Không cần cấu hình phức tạp, Tự học và thích nghi theo lưu lượng mạng.

Nhược điểm: Khó kiểm soát thủ công.

TT	Tiêu chí	Address Hash	Hyper-V Port	Dynamic
1	Phân phối Outbound	Có	Có	Có
2	Phân phối Inbound	Không tốt (nếu không có switch hỗ trợ)	Có	Tốt nhất
3	Hỗ trợ Hyper-V	Không tối ưu	Tối ưu	Tốt
4	Hiệu suất tổng thể	Trung bình	Tốt với VM	Cao nhất
5	Độ phức tạp cấu hình	Thấp	Trung bình	Thấp

Bảng so sánh một số tiêu chí của 3 chế độ Load Balancing

2.3.4 Chế độ dự phòng trong NIC Teaming

Chế độ dự phòng (Failover) là một trong những tính năng quan trọng của NIC Teaming trong Windows Server. Chế độ này đảm bảo rằng nếu một NIC trong nhóm gặp sự cố hoặc không hoạt động, các NIC còn lại sẽ tự động tiếp quản và duy trì kết nối mạng mà không làm gián đoạn dịch vụ.

Chế độ dự phòng giúp tăng tính sẵn sàng cao (High Availability) và đảm bảo kết nối liên tục cho các ứng dụng và dịch vụ mạng trong môi trường doanh nghiệp.

Cơ chế hoạt động của chế độ Dự phòng (Failover): khi một nhóm NICs (Network Interface Cards) được cấu hình, một hoặc nhiều NICs sẽ được chọn là NIC chính (Active NIC) để chịu tải. Các NIC còn lại sẽ được đánh dấu là NIC dự phòng (Standby NIC).

- Active NICs: xử lý tất cả lưu lượng mạng đi và đến.
- Standby NICs: không xử lý lưu lượng mạng trừ khi có sự cố xảy ra với NIC chính.

Khi một NIC chính gặp sự cố, NIC dự phòng sẽ tự động chuyển sang chế độ active và bắt đầu xử lý lưu lượng mạng mà không cần can thiệp thủ công từ người quản trị.

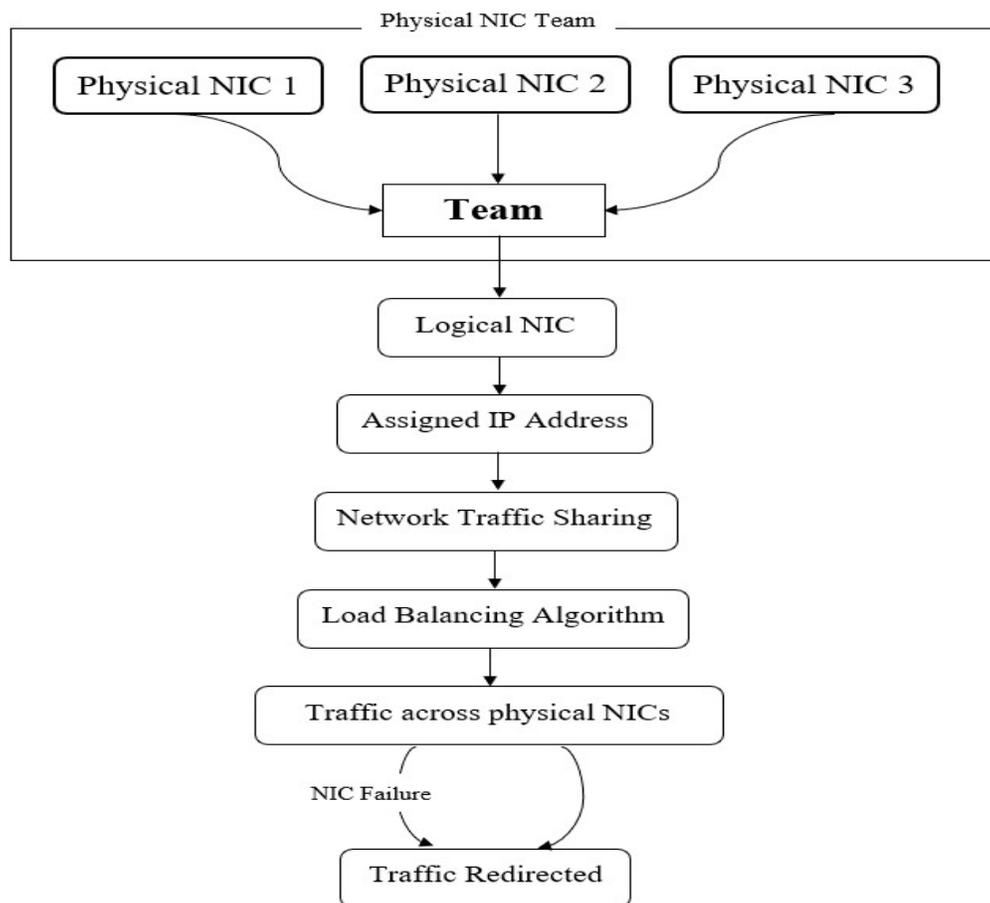


Một số chiến lược chuyển đổi dự phòng: [1]

- Active - Active: Tất cả NIC trong nhóm đều đang xử lý lưu lượng truy cập.
- Active - Standby: Một NIC xử lý lưu lượng trong khi những NIC khác dự phòng.
- Load - Based Teaming: Lưu lượng được phân phối dựa trên tải hiện tại của mỗi NIC.

2.4 Hoạt động của NIC Teaming

Hoạt động của NIC Teaming như sau: Các NIC vật lý được nhóm lại thành một nhóm -> Một NIC logic được tạo ra để đại diện cho nhóm này-> NIC logic được gán một địa chỉ IP-> Lưu lượng mạng được chia sẻ trên các NIC vật lý dựa trên thuật toán cân bằng tải đã chọn-> Nếu một NIC vật lý bị lỗi, lưu lượng sẽ tự động được chuyển hướng đến các NIC còn lại đang hoạt động. [2]



Mô hình hoạt động của NIC Teaming

*** Một số vấn đề cần lưu ý khi cấu hình NIC Teaming**

NIC Teaming là một kỹ thuật quan trọng trong thiết kế hệ thống mạng hiện đại, mang lại nhiều lợi ích như tăng băng thông, nâng cao khả năng dự phòng và cải thiện độ tin cậy. Tuy nhiên, việc triển khai NIC Teaming đòi hỏi phải tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên tắc cấu hình chuẩn, nhằm tránh phát sinh các sự cố về hiệu năng hoặc độ ổn định hệ thống.

Thứ nhất là đảm bảo tính dự phòng: Một trong những nguyên tắc cơ bản khi cấu hình NIC Teaming là phải xây dựng cơ chế dự phòng trong nhóm NIC (Network Interface Card). Ít nhất một thành viên trong nhóm nên được định cấu hình ở chế độ "dự phòng nóng" (hot standby) để đảm bảo rằng khi một NIC gặp sự cố, lưu lượng mạng vẫn được chuyển hướng mượt mà sang các NIC còn lại mà không làm gián đoạn dịch vụ.

Thứ hai là tính nhất quán trong môi trường cụm: Đối với các hệ thống sử dụng kiến trúc cụm (cluster), mỗi nút trong cụm cần được cấu hình với nhóm NIC có cấu trúc tương đồng, bao gồm các thành phần phần cứng và cài đặt cấu hình. Việc thiếu đồng nhất giữa các nút có thể dẫn đến lỗi kết nối nội bộ hoặc giảm hiệu suất của toàn cụm.

Thứ ba là vấn đề tương thích phần cứng và phần mềm: Không phải tất cả các thành phần của hệ thống – bao gồm switch, driver, firewall hoặc các phần mềm của bên thứ ba – đều hỗ trợ hoặc hoạt động tối ưu với NIC Teaming. Do đó, cần kiểm tra kỹ tài liệu kỹ thuật và khả năng tương thích của các thiết bị và phần mềm liên quan trước khi tiến hành cấu hình.

Thứ tư là cấu hình đúng là yếu tố then chốt: Hiệu suất và độ tin cậy của NIC Teaming phụ thuộc lớn vào việc lựa chọn đúng chế độ hoạt động, thuật toán cân bằng tải (load balancing) và cài đặt VLAN. Cấu hình sai hoặc không đồng nhất giữa các NIC có thể gây ra hiện tượng mất kết nối, trễ mạng hoặc xung đột trong luồng dữ liệu.

Thứ năm là quản lý và giám sát liên tục: Việc cấu hình NIC Teaming không phải là nhiệm vụ thực hiện một lần duy nhất. Kỹ thuật này làm tăng độ phức tạp của hệ thống, đòi hỏi người quản trị phải giám sát thường xuyên hiệu suất hoạt động của nhóm NIC, đồng thời thực hiện các điều chỉnh kịp thời khi phát hiện bất thường hoặc khi hệ thống thay đổi.

Thứ sáu là lựa chọn chế độ hoạt động phù hợp: Một câu hỏi quan trọng được đặt ra trong quá trình triển khai là: Nên chọn chế độ NIC Teaming nào phù hợp với môi trường mạng cụ thể? Thực tế, mỗi chế độ hoạt động được thiết kế để tối ưu cho những kịch bản khác nhau, tùy thuộc vào cấu trúc mạng, kiểu thiết bị chuyển mạch (switch), mẫu lưu lượng và yêu cầu về tính sẵn sàng.

Người quản trị nên đặt ra một số câu hỏi đánh giá trước khi lựa chọn:

- Có cần thay đổi cấu hình trên switch kết nối không?
- Các NIC thành viên có kết nối đến các switch không phải dạng stack?
- Mức độ yêu cầu về khả năng chịu lỗi và cân bằng tải?

Việc lựa chọn chế độ hoạt động phù hợp nên dựa trên mô hình kiến trúc mạng thực tế, khả năng hỗ trợ từ các thiết bị chuyển mạch, và nhu cầu dịch vụ. Bên cạnh đó, nên tham khảo tài liệu hướng dẫn từ nhà sản xuất thiết bị và tiến hành thử nghiệm với các chế độ khác nhau trong môi trường giả lập trước khi áp dụng vào hệ thống sản xuất.

2.5 Cấu hình NIC Teaming trên Windows server

Điều kiện triển khai NIC Teaming trên Windows Server 2025

- Máy chủ ảo đang chạy Windows Server 2025 trên nền tảng VMware Workstation
- Máy chủ có ít nhất hai card mạng ảo (Network Adapters)
- Quyền quản trị viên trên Windows Server.
- Cấu hình phù hợp trên VMware để hỗ trợ NIC Teaming.

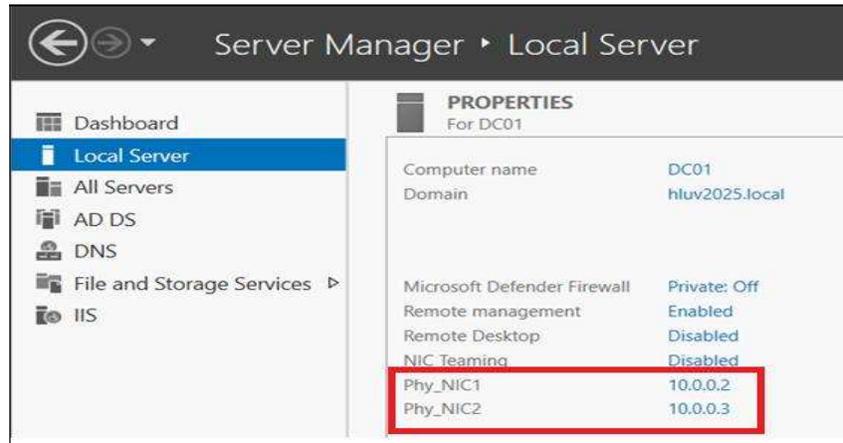
2.5.1 Cấu hình máy chủ

Mở VMware Workstation; Khởi động máy ảo chạy Windows Server 2025.



Vào Settings → Add → Network Adapter → chọn NAT (*Bridged hoặc Custom tùy theo nhu cầu mạng*). Đảm bảo máy ảo có ít nhất 2 card mạng hoạt động.

Đặt tên, đặt địa chỉ IP cho 2 Network Adapter như hình sau:



Hai card mạng vật lý

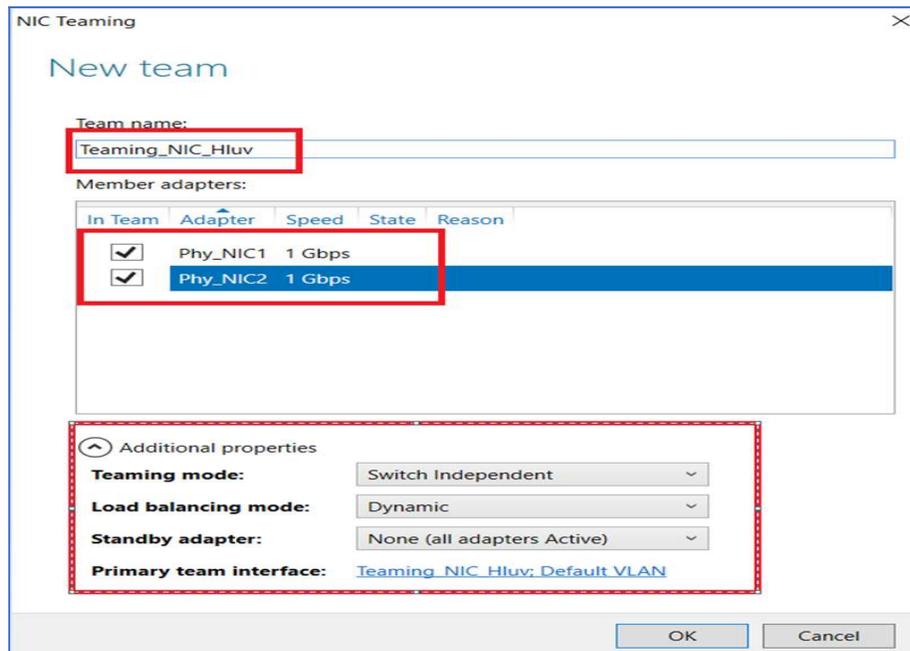
2.5.2 Cấu hình NIC Teaming bằng Server Manager

Bước 1: Mở công cụ quản lý NIC Teaming

- Đăng nhập vào Windows Server 2025 với tài khoản quản trị viên.
- Mở Server Manager từ thanh taskbar hoặc Start Menu.
- Trong giao diện Server Manager, chọn Local Server.
- Tìm đến mục NIC Teaming ở bên phải, nhấn Disabled để mở NIC Teaming.

Bước 2: Tạo Team mới

- Trong cửa sổ NIC Teaming, chọn: Tasks → Add Team.



Tạo NIC Teaming mới

Team name: Đặt tên cho Team: **Teaming-NIC-Hluy**

Member adapters: Chọn 2 card mạng để đưa vào Team (Phy-NIC1, Phy-NIC2)

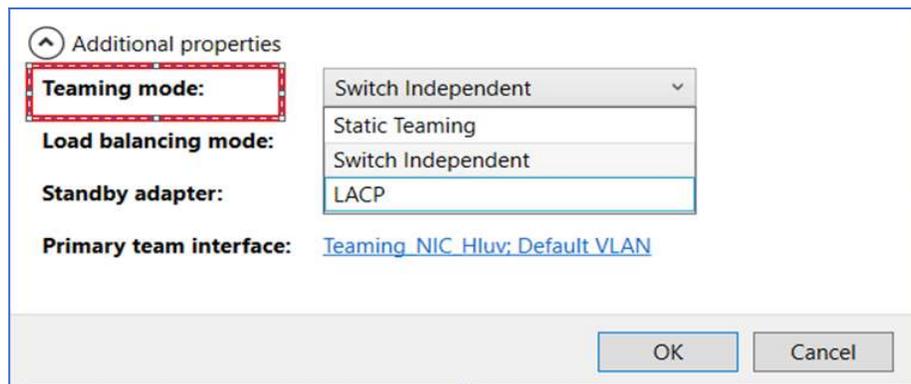
Additional properties:

* **Teaming mode:** Xác định phương thức giao tiếp và phối hợp giữa các NIC thành viên và switch. Trong đó:

- Switch Independent: Cho phép NIC Teaming hoạt động mà không yêu cầu cấu hình đặc biệt trên switch. Các switch coi mỗi NIC thành viên là một kết nối riêng lẻ.

- Static Teaming: Yêu cầu cấu hình tĩnh trên cả host và switch để xác định các NIC nào thuộc về Team. Cấu hình này ít linh hoạt hơn so với các chế độ động.

- LACP (Link Aggregation Control Protocol): Thường được coi là một chế độ teaming động, cho phép tự động thương lượng và quản lý các liên kết tổng hợp giữa host và switch.

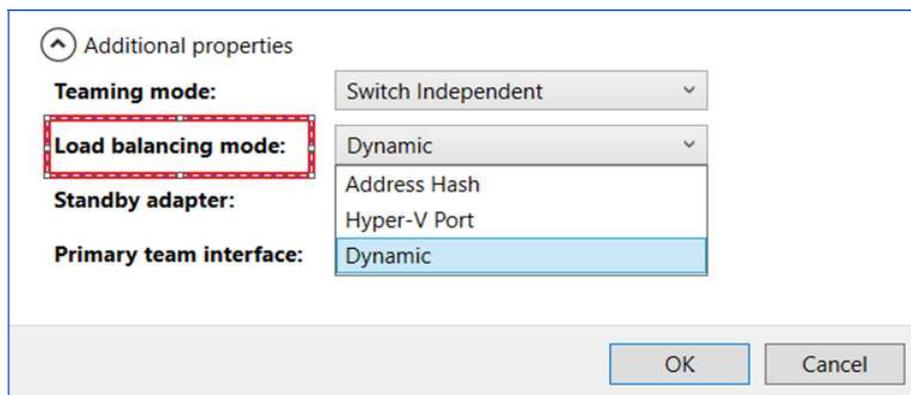


Các chế độ Teaming

* **Load balancing mode:** Quy định cách thức phân phối lưu lượng mạng trên các NIC thành viên trong Team. Trong đó:

- Dynamic: Hệ thống tự động cân bằng tải dựa trên lưu lượng mạng hiện tại, phân phối động các luồng dữ liệu giữa các NIC thành viên.

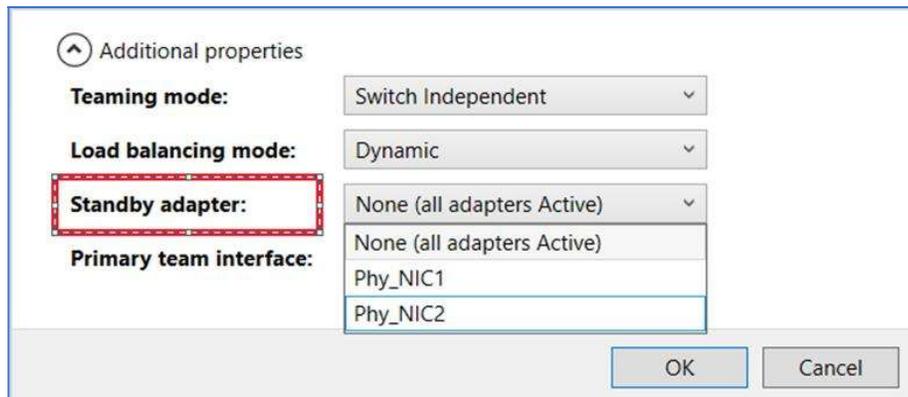
- Address Hash / Hyper-V Port: Sử dụng các thuật toán hashing (ví dụ: dựa trên địa chỉ MAC, địa chỉ IP, hoặc cổng) để gán các luồng lưu lượng cụ thể cho các NIC thành viên. "Hyper-V Port" là một biến thể tối ưu hóa cho môi trường ảo hóa Hyper-V.



Các chế độ cân bằng tải

* **Standby adapter:** Chỉ định một NIC thành viên hoạt động như dự phòng. Trong trường hợp NIC chính bị lỗi, NIC dự phòng sẽ tiếp quản lưu lượng mạng.

None (all adapters Active): Tất cả các NIC trong team đều hoạt động đồng thời để tăng băng thông, chế độ này không có NIC dự phòng.

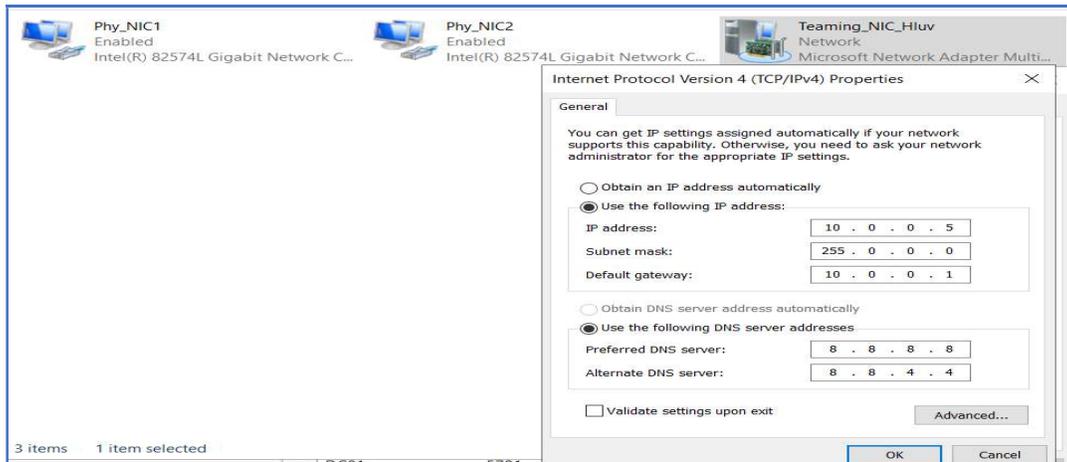


Các chế độ dự phòng

⇒ Nhấn OK để tạo Team.

Bước 3: Cấu hình IP cho Teaming-NIC-Hlưv

Sau khi NIC Team được tạo thành công, một adapter mới sẽ xuất hiện trong Network Connections với tên giống như tên Team vừa tạo.



Đặt IP tĩnh cho NIC Teaming

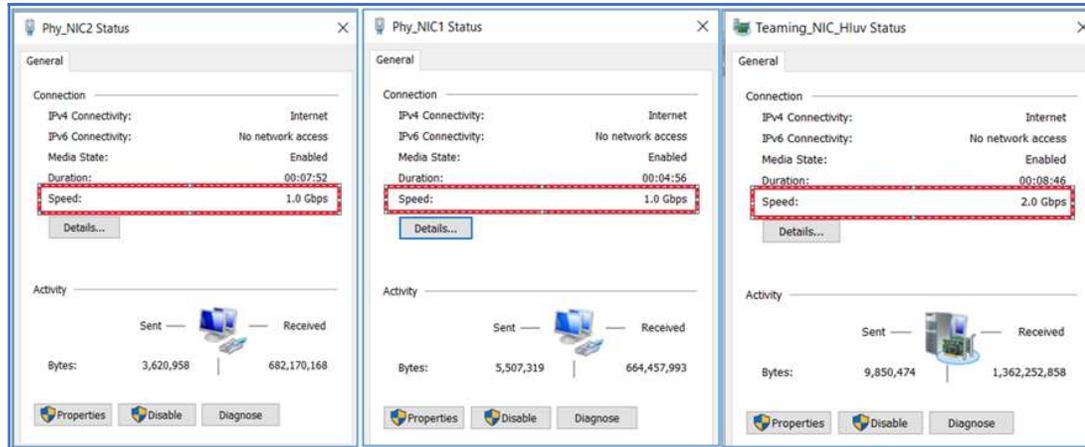
Bước 4: Kiểm tra hoạt động của NIC Teaming

- Mở Command Prompt, thực hiện lệnh ipconfig để kiểm tra IP.
- Dùng lệnh ping, tracert để kiểm tra khả năng kết nối mạng.
- Ngắt kết nối một trong các NIC thành viên để kiểm tra khả năng failover.

Kiểm tra lại:

- Kết nối mạng có bị mất không?
- Trạng thái Team có chuyển sang cảnh báo?
- Team có tiếp tục hoạt động thông qua NIC còn lại?

Kiểm tra Speed của NIC:



Speed của NIC

Kết quả cho thấy rằng NIC Teaming đã thực hiện thành công việc tổng hợp (aggregate) tốc độ của hai NIC vật lý. Tốc độ của NIC Teaming (2.0 Gbps) bằng tổng tốc độ của NIC1 và NIC2 (1.0 Gbps + 1.0 Gbps = 2.0 Gbps). Điều này chứng tỏ tính hiệu quả của NIC Teaming trong việc tăng cường băng thông mạng.

Việc tăng gấp đôi tốc độ đường truyền có thể cải thiện đáng kể hiệu suất mạng, đặc biệt trong các tình huống yêu cầu băng thông cao như truyền tải dữ liệu lớn, streaming video, hoặc các ứng dụng server.

Dữ liệu cho thấy NIC Teaming đã hoạt động đúng như mong đợi trong việc kết hợp tốc độ của các NIC vật lý, từ đó tăng tổng băng thông khả dụng. Đây là một kỹ thuật hữu ích để tối ưu hóa hiệu suất mạng và cung cấp tính dự phòng.

2.5.3 Cấu hình NIC Teaming bằng PowerShell

Bước 1: Kiểm tra danh sách các NIC có sẵn: *Get-NetAdapter*

Lệnh này giúp bạn xem tên các card mạng vật lý để sử dụng cho việc gộp nhóm.

Bước 2: Tạo NIC Team

```
New-NetLbfoTeam -Name " Teaming_NIC_Hluv " -TeamMembers " Phy_NIC1",  
Phy_NIC2" -TeamingMode SwitchIndependent -LoadBalancingAlgorithm Dynamic
```

Trong đó:

-Name: *Teaming_NIC_Hluv*.

-TeamMembers: Danh sách các NIC cần gộp ("*Phy_NIC1*", "*Phy_NIC2*").

-TeamingMode: Chế độ teaming (*SwitchIndependent*, *LACP* hoặc *Static*).

-LoadBalancingAlgorithm: Thuật toán cân bằng tải (*Dynamic*, *HyperVPort*, *TransportPorts*, v.v.).

Bước 3: Gán địa chỉ IP cho NIC Team

```
New-NetIPAddress -InterfaceAlias " Teaming_NIC_Hluv " -IPAddress 10.0.0.5 -  
PrefixLength 8 -DefaultGateway 10.0.0.1
```

```
Set-DnsClientServerAddress -InterfaceAlias " Teaming_NIC_Hluv " -ServerAddresses  
("8.8.8.8","8.8.4.4")
```



Bước 4: Kiểm tra chi tiết cấu hình Team

Get-NetLbfoTeam

Get-NetLbfoTeamMember

Get-NetIPAddress

Để đảm bảo NIC Team đã hoạt động, các NIC đều "Up", và địa chỉ IP đã được gán.

2.5.4 Kiểm tra và đánh giá hiệu suất mạng

Tác giả sử dụng công cụ iPerf3, Performance Monitor để đo và giám sát hiệu suất mạng. Đây là công cụ phổ biến trong các bài kiểm tra và đánh giá chất lượng đường truyền mạng trong môi trường học thuật và kỹ thuật viên mạng.

Môi trường thực nghiệm:

Thành phần	Cấu hình
Server DC01	Windows Server 2025 trên VMware Workstation 17 pro
NIC cấu hình	2 card mạng ảo (Phy-NIC1, Phy-NIC2)
Client VM	Máy ảo chạy Windows 11
Kỹ thuật áp dụng	NIC Teaming: Switch Independent + Dynamic Load Balancing
Công cụ kiểm tra	iperf3 để sinh tải truyền tải dữ liệu giữa các máy Performance Monitor để ghi lại Bytes Received/sec. Microsoft Excel để xử lý số liệu và vẽ biểu đồ

Tóm tắt các bước thực nghiệm:

- Cài iPerf3 trên Server (ip: 10.0.0.5) và một máy Client (ip 10.0.0.100). [4]

- Thực hiện đo băng thông trước và sau khi cấu hình NIC Teaming:

B1: Đo hiệu suất của mỗi NIC riêng biệt khi truyền tải dữ liệu bằng iperf3 -P 8 -t 300.

Trong đó:

“-P 8”: iperf3 sẽ tạo ra 8 luồng truyền tải cùng lúc

“-t 300”: iperf3 sẽ duy trì truyền tải dữ liệu trong 300 giây (5 phút) trên tất cả các luồng song song.

B2: Cấu hình NIC Teaming và lặp lại bài đo với cùng kịch bản iperf3.

Chạy iPerf3 ở chế độ server:

iperf3 -s

Chạy iPerf3 ở chế độ client, kiểm tra với server có IP 10.0.0.5:

iperf3 -c 10.0.0.5 -P 8 -t 300

- Thu thập dữ liệu bằng Performance Monitor trong 5 phút, xuất ra file CSV.

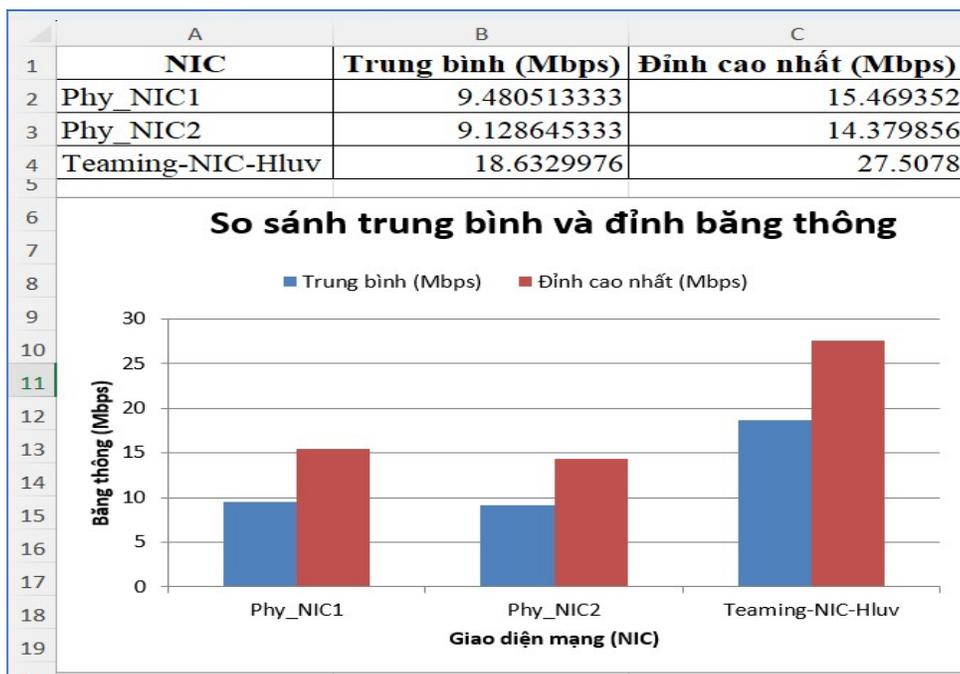
Đổi đơn vị đo từ bytes/sec sang Mbps = (Bytes Received/sec * 8) / 1.000.000 → Mbps

Kết quả:



Timestamp	Phy_NIC1 BytesReceived per_sec	Phy_NIC2 BytesReceived per_sec	Teaming-NIC-Hlur BytesReceived per_sec	Phy_NIC1 Mbps	Phy_NIC1 Mbps	Teaming-NIC-Hlur Mbps
2025-05-17 14:00:00	570543	1208782	1836251	4.564344	9.670256	14.690008
2025-05-17 14:00:10	829357	836609	1763664	6.634856	6.692872	14.109312
2025-05-17 14:00:20	1105472	1193766	2301060	8.843776	9.550128	18.40848
2025-05-17 14:00:30	1669446	848892	2552813	13.355568	6.791136	20.422504
2025-05-17 14:00:40	764908	1693869	2540430	6.119264	13.550952	20.32344
2025-05-17 14:00:50	829452	713041	1611536	6.635616	5.704328	12.892288
2025-05-17 14:01:00	1827576	1192643	2946595	14.620608	9.541144	23.57276
2025-05-17 14:01:10	1083884	433672	1576657	8.671072	3.469376	12.613256
2025-05-17 14:01:20	1802486	1103258	2998266	14.419888	8.826064	23.986128
2025-05-17 14:01:30	1177009	1225126	2398466	9.416072	9.801008	19.187728
2025-05-17 14:01:40	627333	1395407	1953899	5.018664	11.163256	15.631192
2025-05-17 14:01:50	625796	602718	1178493	5.006368	4.821744	9.427944
2025-05-17 14:02:00	1933669	1493217	3438475	15.469352	11.945736	27.5078
2025-05-17 14:02:10	704656	1797482	2485611	5.637248	14.379856	19.884888
2025-05-17 14:02:20	1284258	637464	1883861	10.274064	5.099712	15.070888
2025-05-17 14:02:30	1048781	707595	1721310	8.390248	5.66076	13.77048
2025-05-17 14:02:40	1119283	721812	1838945	8.954264	5.774496	14.71156
2025-05-17 14:02:50	1435367	628339	1968186	11.482936	5.026712	15.745488
2025-05-17 14:03:00	1748103	1187334	2934143	13.984824	9.498672	23.473144
2025-05-17 14:03:10	848556	425450	1351486	6.788448	3.4036	10.811888
2025-05-17 14:03:20	827056	1086262	1862577	6.616448	8.690096	14.900616
2025-05-17 14:03:30	1589401	1446015	3131700	12.715208	11.56812	25.0536
2025-05-17 14:03:40	1371578	1540229	2825524	10.972624	12.321832	22.604192
2025-05-17 14:03:50	1309555	1768388	3146148	10.47644	14.147104	25.169184
2025-05-17 14:04:00	1542531	1711697	3287839	12.340248	13.693576	26.302712
2025-05-17 14:04:10	1784460	1089366	2908514	14.27568	8.714928	23.268112
2025-05-17 14:04:20	1000528	1037870	1962226	8.004224	8.30296	15.697808
2025-05-17 14:04:30	696737	1469012	2069555	5.573896	11.752096	16.55644
2025-05-17 14:04:40	515995	1702906	2167918	4.12796	13.623248	17.343344
2025-05-17 14:04:50	1878149	1334199	3231593	15.025192	10.673592	25.852744
Trung bình	1185064.167	1141080.667	2329124.7	9.4805133	9.1286453	18.6329976
Max	1933669	1797482	3438475	15.469352	14.379856	27.5078

Bảng dữ liệu theo thời gian cho mỗi NIC



Biểu đồ so sánh băng thông trung bình và đỉnh băng thông giữa các NIC

Dữ liệu thực nghiệm được trình bày ở trên cho thấy hiệu quả rõ rệt của việc triển khai NIC Teaming trong môi trường Windows Server. Kết quả định lượng về băng thông trung bình cho thấy những cải thiện đáng kể về hiệu suất mạng. Cụ thể:

Băng thông trung bình của Teaming-NIC-Hlưv cao hơn khoảng 90% – 100% so với NIC đơn lẻ.

Tổng tải được chia đều giữa Phy_NIC1 và Phy_NIC2 (đối xứng), cho thấy Load Balancing hoạt động tốt.

Đỉnh băng thông của Teaming-NIC-Hlưv cao hơn đáng kể (≥ 27 Mbps) so với từng NIC riêng lẻ (khoảng 15 Mbps).

Khi ngắt 1 NIC trong nhóm Teaming-NIC-Hlưv, kết nối vẫn ổn định, điều này chứng tỏ tính dự phòng của NIC Teaming, đảm bảo kết nối ổn định ngay cả khi có sự cố ở một NIC.

3. Kết luận

Cấu hình NIC Teaming trên Windows Server trong môi trường VMware giúp mô phỏng hiệu quả hạ tầng mạng, là môi trường thực hành lý tưởng cho sinh viên ngành CNTT và quản trị viên mạng. Việc nắm vững kỹ thuật này là nền tảng để triển khai các hệ thống có tính sẵn sàng và hiệu suất cao.

Qua bài viết này tác giả đã làm rõ vai trò và lợi ích của NIC Teaming – một kỹ thuật quan trọng giúp hợp nhất các Network Adapter vật lý thành một nhóm logic nhằm tăng băng thông, giảm thiểu rủi ro gián đoạn kết nối và cải thiện độ tin cậy của hệ thống. Đồng thời minh họa cụ thể hai phương pháp cấu hình: thông qua giao diện đồ họa Server Manager và dòng lệnh PowerShell. Cả hai phương pháp đều cho phép quản trị viên hệ thống dễ dàng tạo và quản lý các Team mạng.

Trong tương lai, khi các phiên bản Windows Server và nền tảng ảo hóa tiếp tục phát triển, kỹ thuật NIC Teaming hứa hẹn sẽ được cải tiến để hỗ trợ nhiều tính năng thông minh hơn. Do đó, việc nắm vững và triển khai kỹ thuật này là bước đi chiến lược cho các quản trị viên hệ thống hướng đến mục tiêu xây dựng hạ tầng mạng an toàn và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Cisco Systems. (2022). Server Load Balancing and NIC Teaming – Deployment Guide. Cisco Whitepaper.

[2] Microsoft Corporation, “NIC Teaming Overview,” Microsoft Learn, 2023. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/technologies/nic-teaming/nic-teaming>

[3] What's new in Windows Server 2025, <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/get-started/whats-new-windows-server-2025>.

[4] Iperf3 network testing tool. <https://iperf.fr/iperf-doc.php#3doc>.

