

# **TIÊU CHUẨN VIỆT NAM**

## **TCVN 9802-5:2017**

### **GIAO THỨC INTERNET PHIÊN BẢN 6 (IPv6) - PHẦN 5: GIAO THỨC PHÁT HIỆN ĐỐI TƯỢNG NGHE MULTICAST**

*Internet protocol version 6 (IPv6) - Part 5: Multicast listener discovery protocol*

#### **Lời nói đầu**

TCVN 9802-5:2017 được xây dựng trên cơ sở RFC 3810 (2004) "Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6" của Nhóm đặc trách về kỹ thuật Internet (IETF).

TCVN 9802-5:2017 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

### **GIAO THỨC INTERNET PHIÊN BẢN 6 (IPv6) - PHẦN 5: GIAO THỨC PHÁT HIỆN ĐỐI TƯỢNG NGHE MULTICAST**

*Internet protocol version 6 (IPv6) - Part 5: Multicast listener discovery protocol*

#### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định những đặc tả kỹ thuật của giao thức phát hiện đối tượng nghe multicast phiên bản 2 (MLDv2) cho IPv6.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các thiết bị nút IPv6 (gọi tắt là nút hoặc nút IPv6) yêu cầu hỗ trợ multicast theo chính sách lọc nguồn, tức là các nút có nhu cầu nghe các gói tin theo một địa chỉ multicast chỉ từ những địa chỉ nguồn cụ thể hay từ tất cả các nguồn khác trừ những địa chỉ nguồn cụ thể.

#### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 9802-1:2013, Giao thức Internet phiên bản 6 (IPv6) - Phần 1: Quy định kỹ thuật.

TCVN 9802-2:2015, Giao thức Internet phiên bản 6 (IPv6) - Phần 2: Kiến trúc địa chỉ IPv6.

TCVN 9802-3:2015, Giao thức Internet phiên bản 6 (IPv6) - Phần 3: Giao thức phát hiện nút mạng lân cận.

RFC 4443, Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) specification, March 2006 (*Giao thức bản tin điều khiển Internet cho IPv6*).

RFC 2711, IPv6 Router Alert Option, October 1999 (*Tùy chọn cảnh báo Router IPv6*).

RFC 2462, IPv6 Stateless Address Autoconfiguration, December 1998 (*Tự động cấu hình địa chỉ IPv6 phi trạng thái*).

RFC 2464, Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks, December 1998 (*Truyền các gói tin IPv6 qua mạng Ethernet*).

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ sau đây.

#### **3.1 Nút (node)**

Thiết bị thực thi IPv6.

#### **3.2 Bộ định tuyến (router)**

Nút có khả năng chuyển tiếp các gói tin IPv6 không được định địa chỉ trực tiếp cho nút mạng đó.

#### **3.3 Host**

Bất kỳ nút nào mà không phải là router.

#### **3.4 Tầng trên (upper layer)**

Tầng giao thức ngay phía trên IPv6. Ví dụ, các giao thức truyền tải như TCP và UDP, giao thức điều khiển ICMP, giao thức định tuyến như OSPF và các giao thức Internet hoặc giao thức tầng thấp hơn thực thi kết nối kiểu đường hầm thông qua IPv6 như IPX, AppleTalk, hoặc chính IPv6.

#### **3.5 Liên kết (link)**

Một phương tiện hoặc môi trường kết nối mà qua đó các nút mạng có thể kết nối với nhau tại tầng liên kết, nghĩa là tầng ngay bên dưới IPv6 như Ethernet; các liên kết PPP; X.25, Frame Relay hoặc các mạng ATM; và tầng Internet (hoặc tầng cao hơn) thực thi kết nối “đường hầm” như các đường hầm qua IPv4 hoặc IPv6.

#### **3.6 Giao diện (interface)**

Một giao tiếp của nút để gắn vào liên kết.

#### **3.7 Địa chỉ (address)**

Một định danh tầng IPv6 cho một giao diện hoặc một nhóm giao diện.

#### **3.8 Gói tin (packet)**

Phần mào đầu IPv6 cộng với phần dữ liệu của gói tin.

#### **3.9 Thiết bị truy vấn (Querier)**

Các router có thể gửi đi các bản tin Query.

#### **3.10 Thiết bị không truy vấn (Non-Querier)**

Rouler không có chức năng gửi đi các bản tin Query.

### 3.11 Socket

Tham số cụ thể được sử dụng để phân biệt giữa các thực thể gửi yêu cầu IP multicast khác nhau (ví dụ, các chương trình, các ứng dụng) trong các nút.

### 3.12 Địa chỉ link-layer (link-layer address)

Định danh tầng liên kết cho một giao diện. Ví dụ, bao gồm những địa chỉ IEEE 802 cho các liên kết Ethernet.

### 3.13 Địa chỉ link-local (link-local address)

Một địa chỉ unicast chỉ ở trong phạm vi liên kết mới có thể được sử dụng để hướng tới những nút mạng lân cận. Tất cả giao diện trên router phải có một địa chỉ link-local. Và giao diện trên các host phải có một địa chỉ link-local.

### 3.14 Địa chỉ on-link (on-link)

Một địa chỉ được gán cho một giao diện trên một liên kết cụ thể. Một nút mạng xem một địa chỉ là địa chỉ on-link nếu:

- Địa chỉ đó được bao hàm bởi một trong các tiền tố của liên kết (chẳng hạn đã được chỉ thị bởi cờ on-link trong tùy chọn Prefix Information), hoặc
- Một router lân cận xác định địa chỉ đó là đích đến của bản tin Redirect, hoặc
- Nhận được một bản tin Neighbor Advertisement cho địa chỉ (mục tiêu) đó, hoặc
- Nhận được bất kỳ một bản tin Neighbor Discovery từ địa chỉ đó.

### 3.15 Địa chỉ off-link (off-link)

Ngược lại với địa chỉ “on-link”; là địa chỉ mà không được gán cho bất kỳ giao diện nào trên một liên kết cụ thể.

## 4 Chữ viết tắt

|        |                                                    |                                             |
|--------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| DAD    | Phát hiện địa chỉ trùng lặp                        | Duplicate Address Detection                 |
| ICMPv6 | Giao thức bản tin điều khiển cho IPv6              | Internet Control Message Protocol version 6 |
| IPv6   | Giao thức Internet phiên bản 6                     | Internet Protocol version 6                 |
| LLQC   | Số lượng truy vấn đối tượng nghe cuối cùng         | Last Listener Query Count                   |
| LLQI   | Khoảng thời gian truy vấn đối tượng nghe cuối cùng | Last Listener Query Interval                |
| LLQT   |                                                    | Last Listener Query Time                    |
| MLD    | Thời gian truy vấn đối tượng nghe cuối cùng        | Multicast Listener Discovery                |

|       |                                                  |                                        |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| MLDv1 | Phát hiện đối tượng nghe multicast               | Multicast Listener Discovery version 1 |
| MLDv2 | Phát hiện đối tượng nghe multicast phiên bản 1   | Multicast Listener Discovery version 2 |
| MALI  | Phát hiện đối tượng nghe multicast phiên bản 2   |                                        |
| QQI   |                                                  | Multicast Address Listening Interval   |
| QQIC  | Khoảng thời gian nghe địa chỉ multicast          | Querier Query Interval                 |
| OSPF  |                                                  | Querier Query Interval Code            |
| TCP   | Khoảng thời gian truy vấn của Querier            | Open Shortest Path First               |
| UDP   | Mã khoảng thời gian truy vấn của Querier Querier | Transmission Control Protocol          |
|       | Giao thức định tuyến tìm đường ngắn nhất         | User Datagram Protocol                 |
|       | Giao thức điều khiển truyền dẫn                  |                                        |
|       | Giao thức dữ liệu người dùng                     |                                        |

## 5 Tổng quan

Giao thức MLD nói chung (bao gồm cả MLDv1 và MLDv2) là giao thức bất đối xứng, vì giao thức này quy định cách xử lý riêng biệt cho các đối tượng nghe địa chỉ multicast (tức là các host và router nghe các gói tin multicast) và các router multicast. Mục đích của MLD là cho phép router multicast xác định những địa chỉ multicast và những nguồn có đối tượng nghe quan tâm đến các địa chỉ và nguồn này trên mỗi liên kết trực tiếp của router. Thông tin thu thập bởi MLD được cung cấp cho giao thức định tuyến multicast của router, để đảm bảo rằng các gói tin multicast được phân phối đến tất cả các liên kết có đối tượng nghe quan tâm đến những gói tin này.

Các router multicast chỉ cần biết tối thiểu một nút trên liên kết kết nối vào nó đang nghe các gói tin theo một địa chỉ multicast cụ thể, từ một nguồn cụ thể; một router multicast không yêu cầu phải theo dõi các nhu cầu của từng nút lân cận một cách riêng lẻ.

Với giao thức MLDv2, router multicast thực hiện vai trò router trên mỗi liên kết trực tiếp. Nếu một router multicast có nhiều giao diện được kết nối vào cùng một liên kết, router đó chỉ cần thực hiện giao thức MLDv2 trên một trong các giao diện đó. Cách xử lý của router phụ thuộc vào việc có hay không những router multicast khác trên cùng mạng con. Nếu có nhiều router multicast trên mạng con thì sử dụng cơ chế bầu chọn Querier để lựa chọn một router multicast duy nhất đóng vai trò là Querier. Tất cả các router multicast trong mạng con lắng nghe các bản tin được gửi từ đối tượng nghe địa chỉ multicast và duy trì cùng trạng thái về thông tin nghe multicast. Điều này để các router này có thể đảm nhiệm vai trò Querier trong trường hợp Querier hiện tại xảy ra lỗi. Tuy nhiên, chỉ duy nhất một Querier gửi định kỳ hoặc kích hoạt các bản tin Query trong mạng con, như được mô tả trong điều 10.1.

Một đối tượng nghe địa chỉ multicast thực hiện vai trò đối tượng nghe trong giao thức MLDv2 trên tất cả các giao diện hỗ trợ multicast, ngay cả khi có nhiều giao diện trong số các giao diện này được kết nối vào cùng một liên kết.

### 5.1 Thiết lập trạng thái nghe multicast trên các đối tượng nghe địa chỉ multicast

Các giao thức tầng trên và các ứng dụng chạy trên nút nghe địa chỉ multicast sử dụng các lời gọi giao diện dịch vụ xác định để yêu cầu tầng IP cho phép hoặc vô hiệu hóa chức năng tiếp nhận các gói tin được gửi đến các địa chỉ multicast cụ thể. Nút giữ trạng thái nghe địa chỉ multicast cho từng socket mà

tại đó có các lời gọi giao diện dịch vụ. Ngoài trạng thái nghe multicast theo từng socket này, một nút cũng phải duy trì và tính toán trạng thái nghe multicast cho từng giao diện của nó. Trạng thái này bao gồm tập hợp các bản ghi, với mỗi bản ghi chứa một địa chỉ multicast IPv6, một chế độ lọc và một danh sách nguồn. Chế độ lọc có thể là INCLUDE hoặc EXCLUDE. Trong chế độ INCLUDE, nút chỉ có thể nhận các gói tin có địa chỉ nguồn nằm trong danh sách nguồn gửi tới một địa chỉ multicast cụ thể. Trong chế độ EXCLUDE, thì nút chỉ nhận được, các gói tin có địa chỉ nguồn nằm ngoài danh sách nguồn gửi tới địa chỉ multicast cụ thể.

Đối với một giao diện cho trước, tồn tại nhiều nhất một bản ghi cho mỗi địa chỉ multicast. Trạng thái từng giao diện này nhận được từ trạng thái từng socket, nhưng có thể khác với trạng thái từng socket vì các socket khác nhau có sự khác biệt về các chế độ lọc và/hoặc các danh sách nguồn cho cùng địa chỉ multicast và giao diện. Sau khi gói tin multicast được chấp nhận, việc phân phối gói tin này tới ứng dụng phụ thuộc vào trạng thái nghe multicast của socket mà ứng dụng đó đã kết nối (và có thể cũng phụ thuộc vào các điều kiện khác như cổng nào của tầng truyền tải mà socket sử dụng). Chú ý rằng các bản tin MLDv2 không phụ thuộc vào việc lọc nguồn và phải luôn được xử lý bởi các host và router.

## 5.2 Trao đổi các bản tin giữa Querier và các nút nghe

Có ba loại bản tin Query MLDv2: bản tin General Query (truy vấn thông thường), bản tin Multicast Address Specific Query (truy vấn địa chỉ multicast cụ thể) và bản tin Multicast Address and Source Specific Query (truy vấn địa chỉ multicast và nguồn cụ thể). Các Querier định kỳ gửi đi các bản tin General Query để nắm bắt các thông tin về đối tượng nghe địa chỉ multicast từ một liên kết được kết nối. Các bản tin General Query này được sử dụng để xây dựng và làm mới trạng thái của đối tượng nghe địa chỉ multicast bên trong tất cả các router multicast trên liên kết.

Các nút phản hồi các bản tin General Query này bằng cách báo cáo lại trạng thái nghe địa chỉ multicast từng giao diện của chúng, thông qua các bản tin Current State Report (báo cáo trạng thái hiện tại) được gửi đến một địa chỉ multicast cụ thể mà tất cả các router trên liên kết đều lắng nghe. Mặt khác, nếu trạng thái nghe của một nút thay đổi, nút này ngay lập tức thông báo những thay đổi này thông qua một bản tin State Change Report (báo cáo thay đổi trạng thái). Bản tin State Change Report chứa các Filter Mode Change Record (bản ghi thay đổi chế độ lọc) hoặc các Source List Change Record (bản ghi thay đổi danh sách nguồn) hay các bản ghi của cả loại loại trên. Mô tả chi tiết của các bản tin Report được trình bày ở điều 8.2.12.

Những thay đổi trạng thái của cả router và đối tượng nghe đều được thiết lập khi một bộ đếm thời gian cụ thể kết thúc, hoặc khi nhận được một bản tin MLD (sự thay đổi trạng thái đối tượng nghe có thể được kích hoạt bằng việc yêu cầu một lời gọi giao diện dịch vụ). Do đó, để nâng cao tính ổn định của giao thức, để tránh sự không đáng tin cậy có thể có của việc trao đổi gói tin, các bản tin sẽ được truyền lại nhiều lần, Hơn nữa, các bộ đếm thời gian được thiết lập để kiểm tra việc mất mát bản tin có thể có, và để đợi việc truyền lại.

Để tránh quá tải liên kết, các bản tin General Query và Current State Report theo định kỳ không áp dụng quy tắc này, giả định rằng thông thường các bản tin này không tạo ra sự thay đổi trạng thái và mục đích chính của chúng là làm mới trạng thái đang tồn tại. Do đó, ngay cả khi một bản tin như vậy bị mất, trạng thái tương ứng sẽ được làm mới trong chu kỳ báo cáo tiếp theo.

Trái với các bản tin Current State Report, các bản tin State Change Report được truyền lại vài lần, để tránh chúng bị mất tại một hoặc nhiều router multicast. Số lượng của bản tin truyền lại phụ thuộc vào biến Robustness. Biến này cho phép điều chỉnh giao thức theo sự mất mát gói tin dự kiến trên một liên kết. Nếu một liên kết được dự kiến là mất gói (ví dụ như kết nối không dây), giá trị của biến Robustness sẽ được tăng lên. MLD là ổn định với [biến Robustness] -1 gói tin bị mất. Tiêu chuẩn này khuyến nghị giá trị mặc định của biến Robustness là 2 (chi tiết được trình bày trong điều 12).

**CHÚ THÍCH:** Tên các bộ đếm/biến nằm trong dấu ngoặc vuông thể hiện giá trị của các bộ đếm/biến này.

Nếu xảy ra nhiều sự thay đổi tới cùng một bảng lưu trữ trạng thái từng giao diện trước khi hoàn thành việc truyền lại tất cả các bản tin State Change Report cho thay đổi đầu tiên, thì mỗi sự thay đổi bổ sung

sẽ kích hoạt việc truyền lại một bản tin State Change Report mới ngay lập tức. Điều 9.1 trình bày phương pháp tính toán nội dung của bản tin mới này. Những bản tin State Change Report truyền lại mới sẽ được lập lịch, để đảm bảo rằng mỗi một sự thay đổi trạng thái sẽ được truyền tối thiểu [biến Robustness] lần.

Nếu qua bản tin State Change Report, một nút trên một liên kết thể hiện việc không còn muốn lắng nghe một địa chỉ multicast (hoặc một nguồn) cụ thể nữa, Querier phải truy vấn các đối tượng nghe khác của địa chỉ multicast (hoặc nguồn) này trước khi xóa địa chỉ multicast (hoặc nguồn) ra khỏi mục lưu trữ trạng thái đối tượng nghe địa chỉ multicast và dừng truyền lưu tượng tương ứng. Như vậy, Querier gửi một bản tin Multicast Address Specific Query để xác minh rằng các nút vẫn đang lắng nghe địa chỉ multicast cụ thể này hay không. Tương tự, Querier gửi một bản tin Multicast Address and Source Specific Query để xác minh rằng, với một địa chỉ multicast cụ thể, có nút nào vẫn đang nghe theo một bộ các nguồn cụ thể hay không. Điều 8.1.13 mô tả chi tiết từng loại bản tin Query này.

Cả hai bản tin “Multicast Address Specific Query” và “Multicast Address and Source Specific Query” chỉ được gửi để đáp lại các bản tin State Change Report mà không đáp lại các bản tin Current State Report. Sự khác biệt giữa hai loại bản tin Report này nhằm tránh cho router đối xử với tất cả các bản tin Multicast Listener Report như những thay đổi trạng thái có khả năng xảy ra. Bằng cách này, cơ chế rời đi nhanh của MLDv2 có thể không hiệu quả nếu bản tin State Change Report bị mất, và router chỉ nhận được bản tin Current State Report. Tuy nhiên, nó tránh được việc xử lý gia tăng ở router và giảm lưu lượng MLD trên liên kết.

Các nút phản hồi các bản tin Query ở trên qua bản tin Current State Report, chứa trạng thái Nghe Địa Chỉ Multicast (Multicast Address Listening) cho từng giao diện của chúng chỉ với các địa chỉ multicast (hoặc nguồn) được truy vấn.

Để đảm bảo tính ổn định của giao thức, tất cả các bản tin Query ngoại trừ các bản tin General Query theo định kỳ, đều được gửi lại vài lần trong một khoảng thời gian nhất định, số lượng bản tin truyền lại phụ thuộc vào biến Robustness. Nếu trong khi lập lịch cho bản tin Query mới, tồn tại các bản tin Query đang ở trạng thái chờ được truyền lại cho cùng địa chỉ multicast, thì các bản tin Query mới và các bản tin Query đang ở trạng thái chờ phải được sáp nhập. Ngoài ra, các bản tin Report về host nhận được đối với một địa chỉ multicast có các bản tin Query đang ở trạng thái chờ có thể ảnh hưởng tới nội dung của các bản tin Query đó.

Tính ổn định của giao thức cũng được nâng cao bằng việc sử dụng cờ S (Ngăn chặn xử lý phía router). Như đã mô tả ở trên, khi Querier gửi đi một bản tin Multicast Address Specific Query hoặc bản tin Multicast Address and Source Specific Query, sẽ có những bản tin Query được lập lịch để truyền lại. Trong bản tin Query đầu tiên, cờ S được xóa. Khi Querier gửi bản tin Query này, nó làm giảm bộ đếm thời gian cho địa chỉ multicast (hoặc nguồn) có liên quan thành một giá trị cho trước; tương tự, bất kỳ router multicast non-querier nào nhận được truy vấn cũng tự hạ thấp bộ đếm thời gian của mình thành giá trị trên. Tuy nhiên, trong khi đợi các bản tin Query được lập lịch tiếp theo được gửi, router có thể nhận được một bản tin Report cập nhật bộ đếm thời gian. Các bản tin Query được lập lịch vẫn phải được gửi để đảm bảo rằng router non-querier vẫn giữ trạng thái của nó đồng bộ với Querier hiện tại (do router non-querier có thể không nhận được truy vấn đầu tiên). Tuy nhiên, bộ đếm thời gian không nên được hạ thấp lần nữa. Do đó, Querier thiết lập giá trị cờ S trong các bản tin Query tiếp theo.

### **5.3 Thiết lập trạng thái đối tượng nghe địa chỉ multicast trên router multicast**

Các router multicast thực thi MLDv2 (có thể là Querier hoặc không) giữ trạng thái đối tượng nghe cho từng địa chỉ multicast đối với mỗi liên kết. Trạng thái đối tượng nghe địa chỉ multicast này bao gồm một chế độ lọc, một bộ đếm thời gian cho chế độ lọc, và một danh sách nguồn, với bộ đếm thời gian cho từng nguồn trong danh sách. Chế độ lọc được sử dụng để thu gọn trạng thái lắng nghe toàn diện cho một địa chỉ multicast thành một tập bé nhất, tất cả các nút đang ở trạng thái lắng nghe đều được chú ý. Chế độ lọc có thể thay đổi để phù hợp với việc nhận từng loại bản tin Report cụ thể, hoặc khi điều kiện bộ đếm thời gian nào đó xuất hiện.

Một router có chế độ lọc là “INCLUDE” (chế độ bao gồm) đối với một địa chỉ multicast cụ thể trên một giao diện nhất định nếu tất cả các đối tượng nghe trên liên kết đang theo dõi địa chỉ đó ở trong chế độ

INCLUDE. Trạng thái router được thể hiện bằng INCLUDE (A), trong đó A là danh sách các nguồn, được gọi là “Danh sách INCLUDE” (danh sách bao gồm). Danh sách INCLUDE là một tập hợp các nguồn mà một hay nhiều đối tượng nghe trên liên kết có yêu cầu nhận. Tất cả các nguồn từ danh sách INCLUDE sẽ được router chuyển tiếp. Bất kỳ nguồn nào khác không nằm trong danh sách INCLUDE sẽ bị router chặn lại.

Một nguồn có thể được thêm vào danh sách INCLUDE hiện tại nếu một đối tượng nghe có chế độ INCLUDE gửi một bản tin Current State Report hoặc bản tin State Change Report chứa nguồn đó. Một nguồn trong danh sách INCLUDE được liên kết với một bộ đếm thời gian cho nguồn, bộ đếm này được cập nhật bất cứ khi nào một đối tượng nghe trong chế độ INCLUDE gửi đi bản tin Report xác nhận đối tượng nghe này vẫn đang quan tâm đến nguồn cụ thể đó. Nếu bộ đếm thời gian cho một nguồn trong danh sách INCLUDE kết thúc, nguồn này sẽ bị xóa khỏi danh sách INCLUDE.

Bên cạnh cơ chế “rời nhóm mềm” ở trên, cũng còn một cơ chế “rời nhóm nhanh” trong MLDv2; cơ chế này cũng dựa trên việc sử dụng các bộ đếm thời gian cho nguồn. Khi một nút trong chế độ INCLUDE không còn nhu cầu theo dõi một nguồn cụ thể, các router multicast trên liên kết hạ thấp bộ đếm thời gian của chúng cho nguồn đó xuống một giá trị nhất định. Querier sau đó gửi một bản tin Multicast Address and Source Specific Query, để xác minh rằng có đối tượng nghe nào khác đang theo dõi nguồn đó hay không. Nếu nhận được một bản tin Report cho nguồn này trước khi bộ đếm thời gian kết thúc, thì tất cả các router trên liên kết sẽ cập nhật bộ đếm thời gian cho nguồn. Nếu không, nguồn sẽ bị xóa khỏi danh sách INCLUDE. Việc xử lý danh sách INCLUDE theo các bản tin Report nhận được, được chi tiết trong điều 10.4.1 và 10.4.2.

Một router sẽ có chế độ EXCLUDE (chế độ ngoại trừ) đối với một địa chỉ multicast cụ thể trên một giao diện nhất định nếu có tối thiểu một đối tượng nghe trong chế độ EXCLUDE cho địa chỉ đó trên liên kết. Khi nhận được bản tin Report đầu tiên từ đối tượng nghe này, router sẽ thiết lập bộ đếm thời gian cho chế độ lọc tương ứng với địa chỉ đó. Bộ đếm thời gian này được thiết lập lại mỗi khi đối tượng nghe trong chế độ EXCLUDE xác nhận trạng thái nghe của nó qua bản tin Current State Report. Bộ đếm thời gian này cũng được cập nhật khi một đối tượng nghe ở trong chế độ INCLUDE, thông báo thay đổi chế độ lọc của nó qua bản tin State Change Report. Bộ đếm thời gian cho chế độ lọc kết thúc đồng nghĩa với việc không còn đối tượng nghe nào nữa ở trong chế độ EXCLUDE trên liên kết. Trong trường hợp này, router chuyển về chế độ INCLUDE cho địa chỉ multicast trên.

Khi router ở trong chế độ EXCLUDE, trạng thái của router được thể hiện bằng EXCLUDE (X, Y), trong đó X được gọi là “Danh sách được yêu cầu” và Y được gọi là “Danh sách EXCLUDE” (danh sách ngoại trừ). Tất cả các gói tin từ các nguồn nằm ngoài danh sách EXCLUDE, sẽ được chuyển tiếp bởi router. Danh sách được yêu cầu không gây ảnh hưởng gì đến việc chuyển tiếp. Tuy nhiên, router phải duy trì danh sách được yêu cầu vì hai lý do sau đây:

- Để theo dõi các nguồn mà đối tượng nghe trong chế độ INCLUDE đang lắng nghe. Điều này nhằm đảm bảo một sự chuyển đổi liền mạch của router sang chế độ INCLUDE, khi không còn đối tượng nghe nào trong chế độ EXCLUDE nữa. Sự chuyển đổi này sẽ không làm ngắt quãng lưu lượng tới các đối tượng nghe trong chế độ INCLUDE cho địa chỉ multicast đó. Do đó, ở thời điểm chuyển đổi, danh sách được yêu cầu nên chứa tập hợp các nguồn mà các nút trong chế độ INCLUDE yêu cầu rõ ràng,

Khi router chuyển sang chế độ INCLUDE, các nguồn trong danh sách được yêu cầu sẽ chuyển sang danh sách INCLUDE, và danh sách EXCLUDE được xóa bỏ. Trước khi thực hiện việc chuyển tiếp này, danh sách được yêu cầu có thể chứa một dự đoán không chính xác về những nguồn mà các đối tượng nghe trong chế độ INCLUDE đang lắng nghe - có thể quá lớn hoặc quá nhỏ. Sự không chính xác này là do danh sách được yêu cầu có thể được sử dụng cho mục đích khóa nhanh sẽ được mô tả dưới đây. Nếu chức năng khóa nhanh được thực hiện, vài nguồn có thể bị xóa khỏi danh sách được yêu cầu để giảm trạng thái router. Tuy nhiên, trong trường hợp đó bộ đếm thời gian cho chế độ lọc cũng được cập nhật. Do đó, trước khi thực hiện chuyển đổi, các đối tượng nghe trong chế độ INCLUDE sẽ có đủ thời gian để xác nhận lại sự quan tâm của chúng với nguồn bị loại bỏ, và xây dựng lại danh sách được yêu cầu cho phù hợp. Giao thức đảm bảo rằng khi xảy ra chuyển đổi sang chế độ INCLUDE thì danh sách được yêu cầu là chính xác. Chi tiết về việc chuyển đổi của router sang chế độ INCLUDE được mô tả trong điều A.3, Phụ lục A.

- Để cho phép chế độ khóa nhanh các nguồn không được khóa trước đây. Nếu router nhận được bản tin Report chứa một yêu cầu như vậy, các nguồn có liên quan sẽ được thêm vào danh sách được yêu cầu. Bộ đếm thời gian của chúng sẽ được thiết lập về một giá trị nhỏ nhất định, và một bản tin Multicast Address and Source Specific Query được gửi bởi Querier để kiểm tra có nút nào trên liên kết vẫn còn quan tâm đến những nguồn đó nữa không. Nếu không nút nào thông báo mối quan tâm của chúng đến những nguồn cụ thể đó, bộ đếm thời gian của những nguồn này sẽ kết thúc. Sau đó, các nguồn này được chuyển từ danh sách được yêu cầu sang danh sách EXCLUDE. Từ thời điểm này, các nguồn trên sẽ bị router chặn lại.

Việc xử lý trạng thái router trong chế độ EXCLUDE theo các bản tin Report nhận được, được chi tiết trong Bảng 10.4.1 và 10.4.2.

Các xử lý của cả router và đối tượng nghe MLDv2 được mô tả trong tiêu chuẩn này đều đảm bảo tính tương thích ngược với các host và router MLDv1. Tính tương thích này được chi tiết trong điều 11.

## 6 Giao diện dịch vụ cho việc yêu cầu nhận IP Multicast

Trong hệ thống IP, một giao diện dịch vụ được sử dụng bởi các giao thức tầng trên hoặc các chương trình ứng dụng để yêu cầu tầng IP cho phép hoặc vô hiệu hóa khả năng tiếp nhận các gói tin được gửi tới những địa chỉ IP multicast cụ thể. Để tận dụng đầy đủ những tính năng của MLDv2, giao diện dịch vụ IP của nút phải hỗ trợ hoạt động sau đây:

IPv6MulticastListen (socket, giao diện, địa chỉ multicast IPv6, chế độ lọc, danh sách nguồn)

Trong đó:

- “Socket” là một tham số cụ thể được sử dụng để phân biệt giữa các thực thể gửi yêu cầu khác nhau (ví dụ, các chương trình, các quy trình) trong các nút; tham số socket của các cuộc gọi hệ thống Unix BSD là một ví dụ cụ thể.

- “Giao diện” là một bộ định danh cục bộ của giao diện mạng trên đó việc nhận địa chỉ multicast cụ thể được cho phép hoặc vô hiệu hóa. Các giao diện có thể là vật lý (ví dụ giao diện Ethernet) hoặc ảo (ví dụ điểm kết thúc của chuyển mạch kênh ảo Frame Relay hoặc một đường hầm IP- trong-IP). Trong trường hợp việc triển khai được cho phép thông qua một tham số giao diện “không rõ ràng” đặc biệt, yêu cầu sẽ được áp dụng trên giao diện “chính” hoặc “giao diện mặc định” của nút (có thể được xác định bởi cấu hình hệ thống). Nếu thực hiện việc tiếp nhận cùng một địa chỉ multicast trên nhiều giao diện, IPv6MulticastListen sẽ được yêu cầu một cách riêng biệt cho từng giao diện mong muốn.

- “Địa chỉ multicast IPv6” là một địa chỉ multicast gắn với các yêu cầu. Nếu có yêu cầu tiếp nhận nhiều địa chỉ multicast trên một giao diện cụ thể, thì IPv6MulticastListen sẽ được thực hiện một cách riêng biệt cho từng địa chỉ mong muốn.

- “Chế độ lọc” có thể là INCLUDE hoặc EXCLUDE. Trong chế độ INCLUDE, chỉ các gói tin có địa chỉ nguồn được liệt kê trong danh sách địa chỉ nguồn mới có thể gửi đến một địa chỉ multicast cụ thể. Trong chế độ EXCLUDE, chỉ các gói tin có địa chỉ nguồn nằm ngoài danh sách địa chỉ nguồn mới có thể gửi đến một địa chỉ multicast cụ thể.

- “Danh sách nguồn” là một danh sách không theo thứ tự (danh sách này có thể không chứa nguồn nào) chứa những địa chỉ mà từ đó việc tiếp nhận multicast được yêu cầu hoặc từ chối, phụ thuộc vào chế độ lọc. Việc thực thi có thể gặp phải một số hạn chế về kích thước của danh sách nguồn. Khi giới hạn danh sách nguồn bị vượt quá, giao diện dịch vụ có thể gặp lỗi.

Với một tập hợp socket, giao diện, và địa chỉ multicast IPv6 nhất định, chỉ duy nhất một chế độ lọc và danh sách nguồn có thể có hiệu lực tại một thời điểm. Tuy nhiên, hoặc chế độ lọc hoặc danh sách nguồn hoặc cả hai có thể được thay đổi bởi các yêu cầu IPv6MulticastListen tiếp theo cho cùng socket, giao diện, và địa chỉ Multicast IPv6. Mỗi yêu cầu đến sau thay thế hoàn toàn bất kỳ yêu cầu nào trước đó đối với từng socket, giao diện, và địa chỉ multicast cụ thể.

Giao thức MLDv1 không hỗ trợ các bộ lọc nguồn, và có giao diện dịch vụ đơn giản hơn, MLDv1 bao gồm các chức năng bắt đầu lắng nghe và dừng lắng nghe để cho phép hoặc vô hiệu hóa việc nghe một địa chỉ multicast cụ thể (từ tất cả các nguồn) trên một giao diện nhất định. Các hoạt động tương ứng của MLDv1 trong giao diện dịch vụ mới như sau:

Hoạt động bắt đầu nghe tương đương với:

IPv6MulticastListen (socket, giao diện, địa chỉ multicast IPv6, EXCLUDE, { })

Và hoạt động dừng lắng nghe tương đương với:

IPv6MulticastListen (socket, giao diện, địa chỉ multicast IPv6, INCLUDE, { })

Trong đó { } là một danh sách nguồn trống.

## **7 Trạng thái nghe multicast được duy trì bởi các nút**

### **7.1 Trạng thái từng socket**

Với mỗi socket mà trên đó IPv6MulticastListen được yêu cầu, nút ghi lại trạng thái nghe multicast được mong muốn cho socket đó. Trạng thái đó bao gồm một tập hợp các bản ghi có dạng:

(giao diện, địa chỉ multicast IPv6, chế độ lọc, địa chỉ nguồn)

Trạng thái cho từng socket đưa ra để phản hồi lại từng yêu cầu của IPv6MulticastListen trên từng socket như sau:

- Nếu chế độ lọc được yêu cầu là INCLUDE và danh sách nguồn được yêu cầu không chứa nguồn nào, thì mục tương ứng với giao diện và địa chỉ multicast được yêu cầu sẽ bị xóa nếu nó hiển thị. Nếu không có mục nào được hiển thị, yêu cầu sẽ không có tác dụng.

- Nếu chế độ lọc được yêu cầu là EXCLUDE hoặc danh sách nguồn được yêu cầu không phải là trống, mục tương ứng với giao diện và địa chỉ multicast được yêu cầu, nếu xuất hiện sẽ được thay đổi để chứa chế độ lọc và danh sách nguồn được yêu cầu. Nếu không có mục nào xuất hiện, một mục mới sẽ được tạo ra, sử dụng các tham số được chỉ thị trong yêu cầu.

### **7.2 Trạng thái từng giao diện**

Ngoài trạng thái nghe multicast từng socket, một nút cũng phải duy trì hoặc tính toán trạng thái lắng nghe multicast cho từng giao diện của nó. Trạng thái này chứa một tập hợp các bản ghi theo dạng:

(Địa chỉ multicast IPv6, chế độ lọc, danh sách nguồn)

Chỉ duy nhất một bản ghi cho từng địa chỉ multicast tồn tại cho một giao diện nhất định. Trạng thái từng giao diện này nhận được từ trạng thái từng socket, nhưng có thể có sự khác biệt vì các socket khác nhau có những chế độ lọc và/hoặc các danh sách nguồn khác nhau cho cùng địa chỉ multicast và giao diện. Ví dụ, giả sử một ứng dụng hay chương trình yêu cầu hoạt động trên socket s1 như sau:

IPv6MulticastListen (s1, i, m, INCLUDE, {a, b, c})

yêu cầu việc đón nhận các gói tin được gửi tới địa chỉ multicast m trên giao diện i, chỉ khi chúng đến từ nguồn a, b hoặc c. Giả sử một ứng dụng hay chương trình khác yêu cầu hoạt động trên socket s2 như sau:

IPv6MulticastListen (s2, i, m, INCLUDE, {b, c, d})

yêu cầu việc đón nhận những gói tin được gửi tới cùng địa chỉ multicast m trên cùng giao diện i, chỉ khi chúng đến từ nguồn b, c hoặc d. Để thỏa mãn việc đón nhận các yêu cầu của cả hai socket thì giao diện i cần nhận được các gói tin được gửi tới địa chỉ m từ bất kỳ nguồn nào trong a, b, c hay d. Do đó, trong ví dụ này, trạng thái lắng nghe của giao diện i cho địa chỉ multicast m có chế độ lọc INCLUDE và danh sách nguồn {a, b, c, d}.

Sau khi một gói tin multicast được chấp nhận tại tầng IP của giao diện, việc phân phối tiếp theo của gói tin này tới ứng dụng hay tiến trình đang lắng nghe trên một socket cụ thể phụ thuộc vào trạng thái nghe multicast của socket (và cũng phải phù hợp với những điều kiện khác, như cổng của tầng giao vận nào mà socket đang sử dụng). Do đó nếu gói tin đến trên giao diện i, có đích là địa chỉ multicast m, với địa chỉ nguồn a, nó có thể được phân phối vào socket s1 mà không phải là socket s2. Chú ý rằng, bản tin MLDv2 không phụ thuộc vào việc lọc nguồn và phải được xử lý bởi các host và router.

Việc yêu cầu lọc các gói tin dựa vào trạng thái đón nhận multicast của socket là một tính năng mới của giao diện dịch vụ này. Giao diện dịch vụ trước đó không mô tả việc lọc dựa trên trạng thái nghe multicast; hơn nữa, hoạt động bắt đầu nghe multicast trên mỗi socket chỉ đơn giản làm cho nút bắt đầu nghe địa chỉ multicast trên một giao diện cụ thể; các gói tin được gửi tới địa chỉ multicast đó có thể được phân phối cho tất cả các socket, dù chúng đã bắt đầu nghe hay chưa.

Quy tắc thông thường để trạng thái từng giao diện nhận được từ trạng thái từng socket như sau: với từng cặp (giao diện, địa chỉ multicast) riêng biệt xuất hiện trong trạng thái từng socket, một bản ghi từng giao diện được tạo ra cho địa chỉ multicast này trên giao diện đó. Tất cả các bản ghi socket chứa cùng cặp (giao diện, địa chỉ multicast) được xem xét như sau:

- Nếu bất kỳ bản ghi socket nào có chế độ lọc là EXCLUDE thì chế độ lọc của bản ghi giao diện là EXCLUDE, và danh sách nguồn của bản ghi giao diện là phần giao cắt của các danh sách địa chỉ nguồn cho tất cả các bản ghi socket trong chế độ lọc EXCLUDE, trừ đi các địa chỉ nguồn xuất hiện trong bất kỳ bản ghi socket nào có chế độ lọc INCLUDE. Ví dụ, nếu các bản ghi socket cho địa chỉ multicast m trên giao diện i là:

từ socket s1: (i, m, EXCLUDE, {a, b, c, d})

từ socket s2: (i, m, EXCLUDE, {b, c, d, e})

từ socket s3: (i, m, INCLUDE, {d, e, f})

bản ghi giao diện tương ứng trên giao diện i là:

(m, EXCLUDE, {b, c})

Nếu socket thứ tư được thêm vào như sau:

Từ socket s4: ((i, m, EXCLUDE, { }

bản ghi giao diện sẽ trở thành:

(m, EXCLUDE, { }

- Nếu tất cả các bản ghi socket có một chế độ lọc là INCLUDE thì chế độ lọc của bản ghi giao diện là INCLUDE, và danh sách nguồn của bản ghi giao diện là kết hợp của các danh sách nguồn của tất cả các bản ghi socket. Ví dụ, nếu các bản ghi socket cho địa chỉ multicast m trên giao diện i là:

từ socket s1: (i, m, INCLUDE, {a, b, c})

từ socket s2: (i, m, INCLUDE, {b, c, d})