

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**

\*\*\*\*\*



**BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN**

**Môn: Mạng Máy Tính**

Đề Tài :

**Lập trình mô phỏng hoạt động và đánh giá hiệu suất của mô hình mạng Slotted ALOHA.**

Họ và Tên	MSSV
1. Hoàng Lê Diệu Hường	20151923
2. Trần Đình Thịnh	20153607
3. Nguyễn Duy Quang	20152956
4. Phan Văn Hòa	20151599
5. Lê Ngọc Hiệp	20151425

**Giảng viên hướng dẫn: T.S Trần Quang Vinh**

**Hà Nội, 5/2019**

# MỤC LỤC

DANH SÁCH HÌNH ẢNH.....	3
Chương 1: Cơ sở lý thuyết.....	4
1.1. Pure-ALOHA hay p-ALOHA .....	4
1.2. Slotted-ALOHA hay s-ALOHA .....	6
1.3. Các tham số cơ bản .....	8
1.3.1. Tải của hệ thống.....	8
1.3.2. Thông lượng của hệ thống .....	8
1.3.3. Trễ truyền trung bình .....	9
Chương 2: Mô phỏng hoạt động và đánh giá hiệu năng của Slotted ALOHA.....	10
2.1. Nguyên lý thiết kế .....	10
2.2. Mô phỏng trực quan hoạt động .....	11
2.3. Đánh giá hiệu năng.....	13
Tài liệu tham khảo.....	16

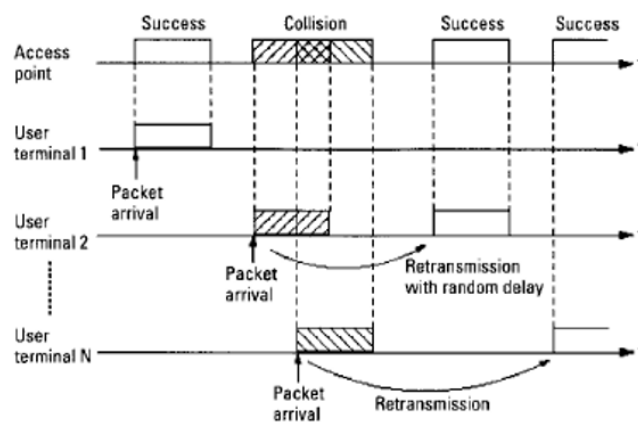
# DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1.1. ALOHA nguyên thủy (p-ALOHA).....	4
Hình 1.2. Sự xung đột giữa những gói tin trong hệ thống p-ALOHA.....	4
Hình 1.3. s-ALOHA.....	6
Hình 1.4. Tranh chấp gói trong hệ thống s-ALOHA .....	6
Hình 1.5. So sánh giữa p-ALOHA và s-ALOHA.....	7
Hình 2.1: Nguyên lý thiết kế mô hình Slotted ALOHA .....	10
Hình 2.2. Giao diện phần mềm mô phỏng trực quan Slotted ALOHA .....	12
Hình 2.3. Mô phỏng hoạt động trực quan của một hệ thống 3 trạm.....	13
Hình 2.4. Kết quả mô phỏng tổng quan .....	14
Hình 2.5. Thông lượng và tải hệ thống của s-ALOHA.....	14
Hình 2.6. Lưu lượng và thời gian trễ trung bình của s-ALOHA .....	15

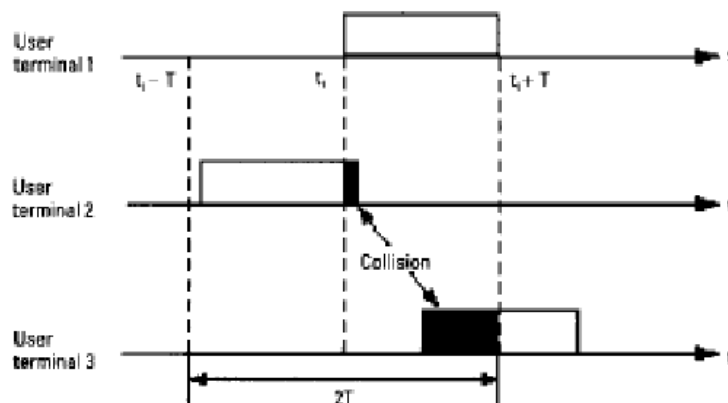
# Chương 1: Cơ sở lý thuyết

## 1.1. Pure-ALOHA hay p-ALOHA

ALOHA nguyên thủy là một giao thức trong đó những trạm đầu cuối truy cập để truyền những gói khi chúng muốn. Giao thức này được đề xuất bởi đại học Hawaii năm 1970. Trong trường hợp này, tất cả các trạm đầu cuối truy cập không bận tâm liệu kênh truyền thông tin bận hay không. Cấu hình cơ bản của giao thức này được biểu diễn trong hình 1.1



*Hình 1.1. ALOHA nguyên thủy (p-ALOHA)*



*Hình 1.2. Sự xung đột giữa những gói tin trong hệ thống p-ALOHA*

Nếu chiều dài của mỗi gói tin là không đổi và khoảng thời gian truyền một gói là  $T$ , một gói có thể được truyền thành công tới điểm tiếp nhận khi những gói khác không bắt đầu truyền tin trong khoảng  $2T$  từ  $t_1 - T$  đến  $t_1 + T$ , như được chỉ ra trong

hình 1.2. Bởi vì số lượng những gói phát đi được giả sử theo một phân bố Poisson, xác suất để phát n gói tin trong khoảng thời gian t được cho bởi công thức (1.1) khi số lượng mong đợi những gói phát đi trong một đơn vị thời gian được giả sử là  $\lambda$ .

$$P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^n}{n!} \quad (1.1)$$

Khi thời gian để truyền một gói tin được định nghĩa như là  $\Gamma$ , lưu lượng G được cho như sau:

$$G = \lambda \Gamma \quad (1.2)$$

Để một gói tin được phát tại một trạm cuối người dùng tại thời gian  $t_1$  truyền thành công từ trạm cuối người dùng đến điểm truy cập đồng nghĩa với những trạm cuối khác không được truyền bất kỳ gói tin nào trong thời gian từ  $t_1 - \Gamma$  đến  $t_1 + \Gamma$ . Trong hệ thống ALOHA nguyên thủy, khi một gói được phát tại một trạm cuối nó sẽ ngay lập tức được truyền đến điểm truy cập. Do đó, xác suất truyền thành công một gói tin được phát tại trạm cuối người dùng đến điểm truy cập  $P_{succ}$  bằng với xác suất không phát bất kỳ gói tin nào trong khoảng  $2\Gamma$ .

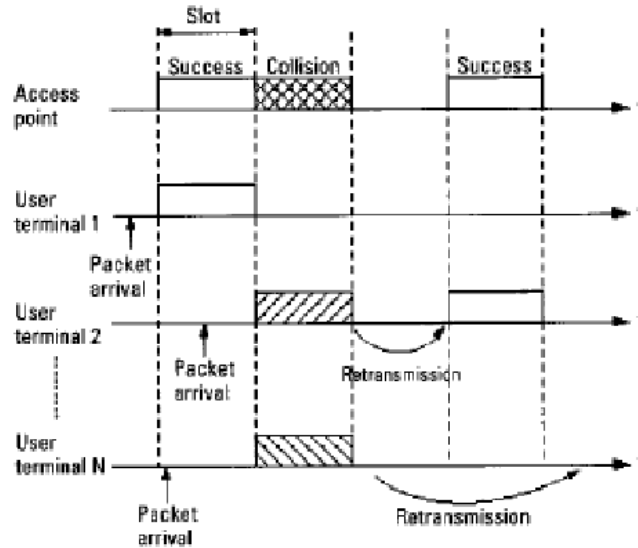
$$P_{succ} = P_0(2\Gamma) = \frac{e^{-2\lambda\Gamma}(2\lambda\Gamma)^0}{0!} = e^{-2\lambda\Gamma} = e^{-2G} \quad (1.3)$$

Do đó, thông lượng S được biểu diễn như là số lượng gói tin mong đợi được truyền thành công tới điểm truy cập trong thời gian đơn vị. Do đó, giá trị của S có được như sau:

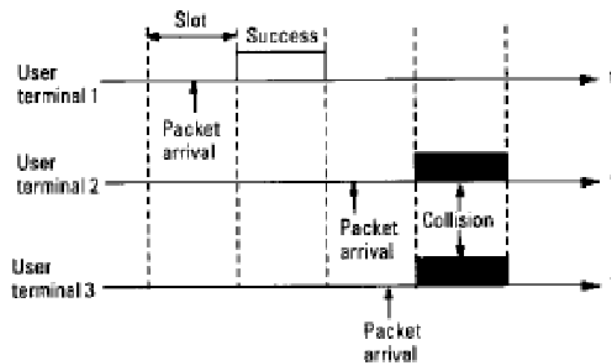
$$S = GP_{succ} = Ge^{-2G} \quad (1.4)$$

Ở đó mô hình nguồn gọi không giới hạn được giả định, và thông lượng cực đại là 0.184 khi  $G = 0.5$ .

## 1.2. Slotted-ALOHA hay s-ALOHA



Hình 1.3. s-ALOHA



Hình 1.4. Tranh chấp gói trong hệ thống s-ALOHA

Với một sự sửa đổi đơn giản của p-ALOHA, đó là những bản tin được yêu cầu gửi đi trong khe thời gian giữa hai xung đồng bộ, và chỉ có thể được bắt đầu tại phần đầu của một khe thời gian, tỉ lệ những xung đột có thể giảm xuống một nửa. Giao thức này được gọi là ALOHA phân khe (slotted ALOHA hay s-ALOHA). Cấu hình của giao thức s-ALOHA được trình bày trong hình 1.3. Trong hình 1.3, gói phát đi trong một khe thời gian được truyền đi trong khe thời gian tiếp theo. Để truyền gói tới điểm truy cập thành công, số lượng những gói được phát đi trong một khe thời gian phải trở thành 1 như được chỉ ra trong hình 1.4. Nếu nhiều hơn hai gói tin được phát đi trong một khe thời gian, sự tranh chấp xuất hiện. Để truyền thành một gói tin được phát từ một trạm cuối người dùng đến điểm truy cập, một gói tin được truyền

đi trong mỗi khe thời gian. Do đó, xác suất truyền thành công một gói tin được phát tại trạm cuối người dùng đến điểm truy cập,  $P_{succ}$  bằng với xác suất không phát bất kỳ gói tin nào trong khoảng  $\Gamma$ , ở đó  $\Gamma$  bằng với một khe thời gian của hệ thống ALOHA phân khe.

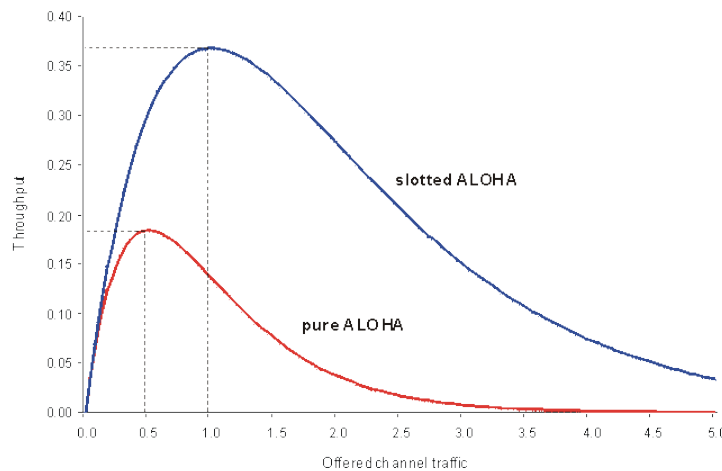
$$P_{succ} = P_0(2\Gamma) = \frac{e^{-\lambda\Gamma}(\lambda\Gamma)^0}{0!} = e^{-\lambda\Gamma} = e^{-G} \quad (1.5)$$

Do đó, thông lượng  $S$  có được như sau:

$$S = GP_{succ} = Ge^{-G} \quad (1.6)$$

Ở đó mô hình nguồn gọi không giới hạn được giả định, và thông lượng cực đại là 0.368 khi  $G = 1$ . Thông lượng ở trên bằng với xác suất chỉ một gói tin được phát trong một khe thời gian.

$$P_1(\Gamma) = \frac{e^{-\lambda\Gamma}(2\lambda\Gamma)^1}{1!} = \lambda te^{-\lambda\Gamma} = Ge^{-G} \quad (1.7)$$



**Hình 1.5. So sánh giữa p-ALOHA và s-ALOHA**

**Reservation-ALOHA:** Bởi vì s-ALOHA giới hạn khả năng tận dụng tài nguyên, những phương pháp khác nhau đã được phát triển để cải thiện hiệu quả của nó. Một trong những phương pháp này được biết đến như là ALOHA đặt trước. Sự sửa đổi chính phải làm với quyền sở hữu khe sau khi truyền thành công gói tin. Với Slotted ALOHA một khe bất kỳ là sẵn sàng cho việc sử dụng bởi bất kỳ trạm nào mà không quan tâm đến cách sử dụng khe trước đó. Với ALOHA đặt trước khe được xem xét

sở hữu tạm thời bởi trạm đã sử dụng nó thành công. Một khe rỗi sẽ sẵn sàng cho tất cả các trạm trên cơ sở tranh chấp.

## **1.3. Các tham số cơ bản**

### **1.3.1. Tải của hệ thống**

Trong chương này, tổng số lượng gói (bao gồm những gói được phát mới và những gói truyền lại tại điểm truy cập trong một khoảng thời gian) được gọi là lưu lượng yêu cầu và lưu lượng yêu cầu chuẩn hóa bởi tốc độ truyền dữ liệu được chỉ ra như là  $G$ . Nếu tốc độ truyền dữ liệu là  $R(\text{bps})$  và  $T_t(\text{bit})$  được yêu cầu truyền,  $G$  được tính như sau:

$$G = \frac{T_t}{R} \quad (1.8)$$

Nếu không có gói nào được phát,  $G = 0$

### **1.3.2. Thông lượng của hệ thống**

Trong chương này, tổng số gói được truyền thành công tới điểm truy cập trong một khoảng thời gian được gọi là thông lượng (throughput) và thông lượng chuẩn hóa bởi tốc độ truyền dữ liệu được chỉ ra như là  $S$ . Nếu tốc độ truyền dữ liệu và lượng thông tin trong một gói được định nghĩa là  $R(\text{bps})$  và  $T(\text{bit})$  và  $n$  gói tin được truyền thành công trong một đơn vị thời gian,  $S$  được tính như sau:

$$S = \frac{T \times n}{R} \quad (1.9)$$

Nếu không có gói nào được phát và tất cả những gói tin truyền đi bị hủy bỏ bởi xung đột,  $S$  trở thành giá trị nhỏ nhất bằng 0. Ngược lại, nếu tất cả các gói tin có thể truyền đi trên toàn bộ những đơn vị thời gian một cách hoàn hảo, thông lượng trở thành 1.



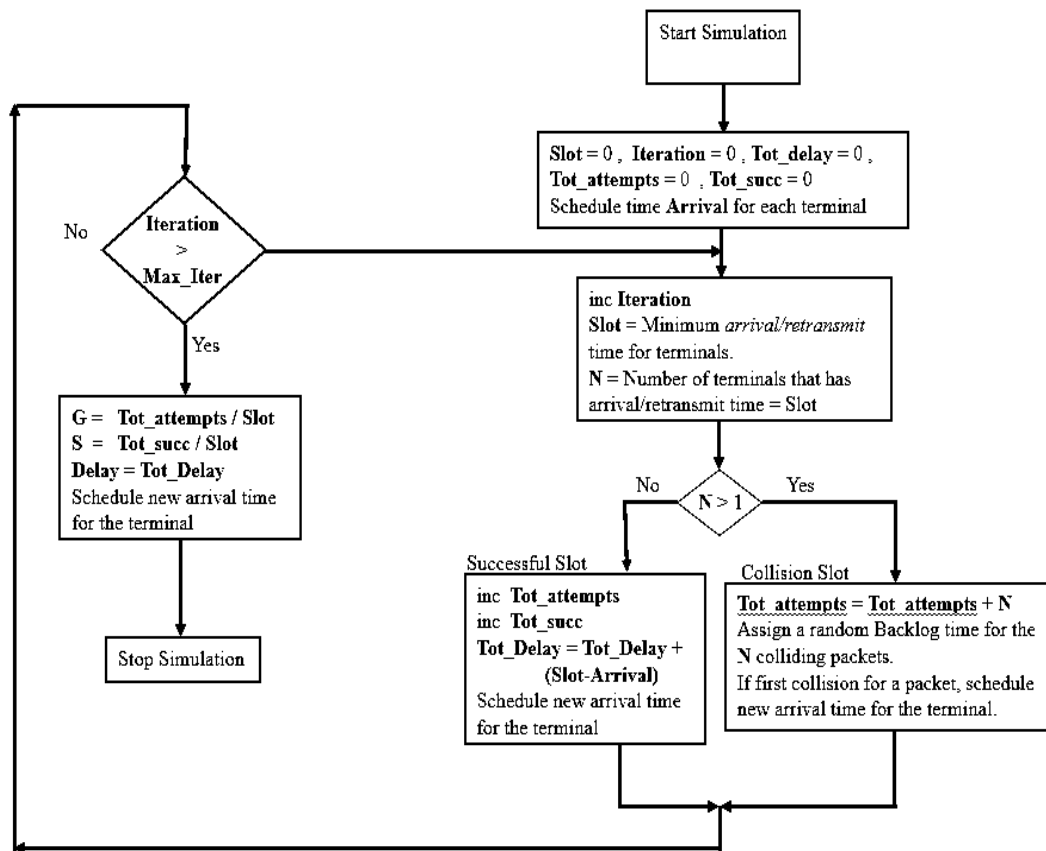
### **1.3.3. Trễ truyền trung bình**

Khoảng thời gian đến khi một gói tin phát đi tại một trạm cuối truy cập được truyền đến điểm truy cập và được nhận tại điểm truy cập gọi là trễ truyền trung bình. Trễ truyền trung bình này phụ thuộc vào chiều dài của gói tin. Do đó, trễ truyền trung bình chuẩn hóa bởi chiều dài gói tin được chỉ ra như là  $D$ . Về bản chất, trễ truyền trung bình phụ thuộc vào khoảng thời gian khi một gói được phát và được truyền từ một trạm cuối truy cập, và khoảng cách giữa điểm truy cập và một trạm cuối truy cập và thời gian xử lý tín hiệu tại điểm truy cập. Tuy nhiên, khoảng thời gian này được giả sử là khá nhỏ.

# Chương 2: Mô phỏng hoạt động và đánh giá hiệu năng của Slotted ALOHA

## 2.1. Nguyên lý thiết kế

Trong phần này ta mô tả quy trình để đánh giá thông lượng và trễ của một giao thức truy cập bằng mô phỏng máy tính. Cấu hình mô phỏng máy tính cơ bản được biểu diễn trong hình 2.1.



**Hình 2.1: Nguyên lý thiết kế mô hình Slotted ALOHA**

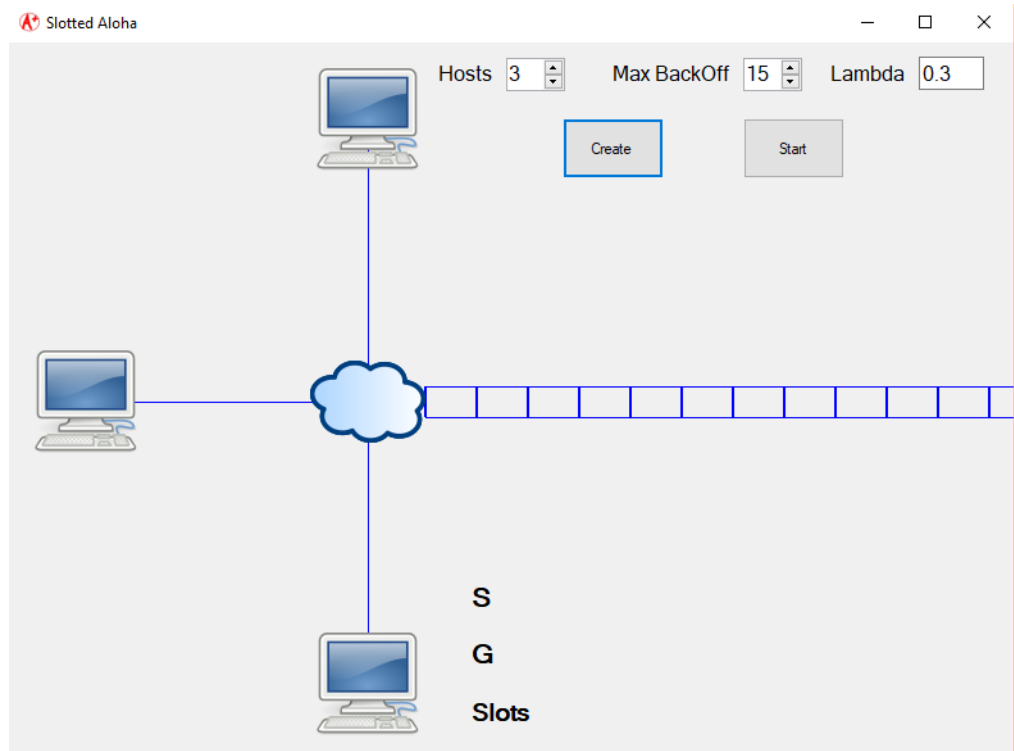
Quá trình mô phỏng được tiếp tục đến khi số lượng gói được truyền thành công bằng với số lượng gói yêu cầu.

- 1- Trong khối đầu tiên, những biến chung và những biến tĩnh được định nghĩa.

- 2- Trong khối thứ hai, trạng thái của tất cả những trạm cuối truy cập được khởi tạo. Trong khối này, thời gian khởi tạo là khi gói tin đầu tiên được phát và chiều dài của gói tin được xác định.
- 3- Trong khối thứ ba, khi việc truyền gói tin kết thúc thành công, số lượng những gói tin truyền thành công được đếm lại, trễ truyền được tính toán, và thời gian khi một gói tin mới được phát đi được tính toán cho tất cả các trạm cuối. Ở đây, tại mỗi trạm cuối, một gói tin mới sẽ không được phát cho đến khi gói tin đã được phát trong mỗi kênh truyền được truyền thành công tới điểm truy cập.
- 4- Trong khối thứ tư, khi việc truyền gói tin kết thúc và sự truyền tin bị lỗi, thời gian khi gói tin được truyền lại được tính toán cho tất cả các trạm cuối
- 5- Trong khối thứ năm, những trạm cuối truy cập thực hiện truyền một gói tin tại `now_time` được tìm kiếm trên tất cả những trạm trạm cuối truy cập. Khi ấy, trạng thái chuyển sang chế độ truyền, thời gian giới hạn để kết thúc truyền gói được tính toán, và số lượng những gói đã truyền được đếm
- 6- Trong khối thứ sáu, bằng cách tìm kiếm giá trị cực tiểu từ `mtime`, `next_time` được quyết định, đó là thời gian gần nhất khi trạng thái của mỗi trạm cuối truy cập được thay đổi.

## **2.2. Mô phỏng trực quan hoạt động**

Việc mô phỏng hoạt động trực quan của hệ thống sử dụng Slotted ALOHA được thiết kế bằng C#, sử dụng phần mềm Visual Studio. Với giao diện được thiết kế như hình 2.2 dưới đây.



**Hình 2.2. Giao diện phần mềm mô phỏng trực quan Slotted ALOHA**

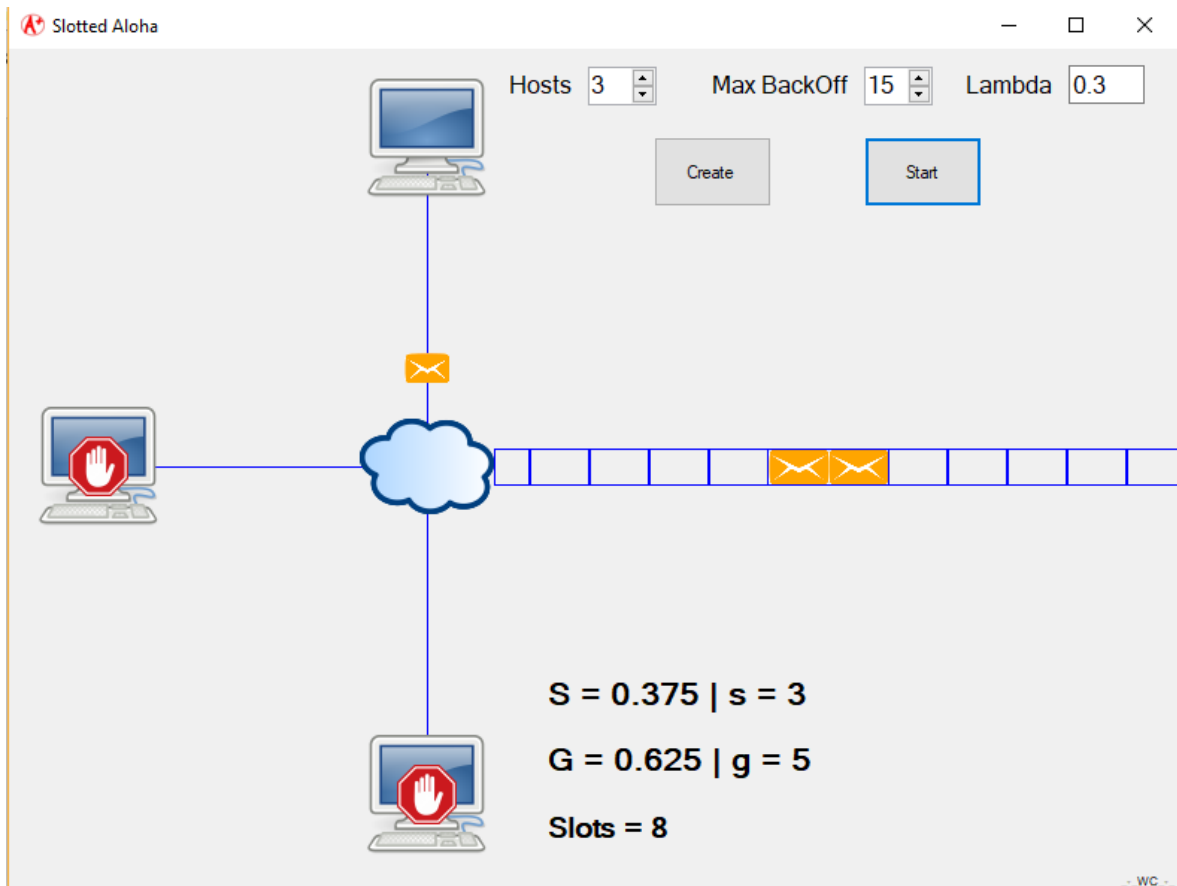
Trong phần mềm này, các giá trị đầu vào yêu cầu gồm:

- Hosts: số trạm
- Max Backoff: thời gian backoff tối đa
- Lambda: Giá trị lambda của mỗi trạm, giá trị của tất cả các trạm là giống nhau và bằng lambda.

Phần mềm sẽ mô phỏng trực quan hoạt động của Slotted ALOHA và đưa ra các số liệu tại từng thời điểm nhất định, bao gồm:

- G: tải hệ thống
- S: thông lượng
- Slots: số slot theo thời gian

Hình 2.3 là một hệ thống bao gồm 3 trạm, thời gian backoff tối đa là 15 time slots, mỗi trạm có lambda bằng 0.3 được mô phỏng hoạt động qua phần mềm của nhóm.

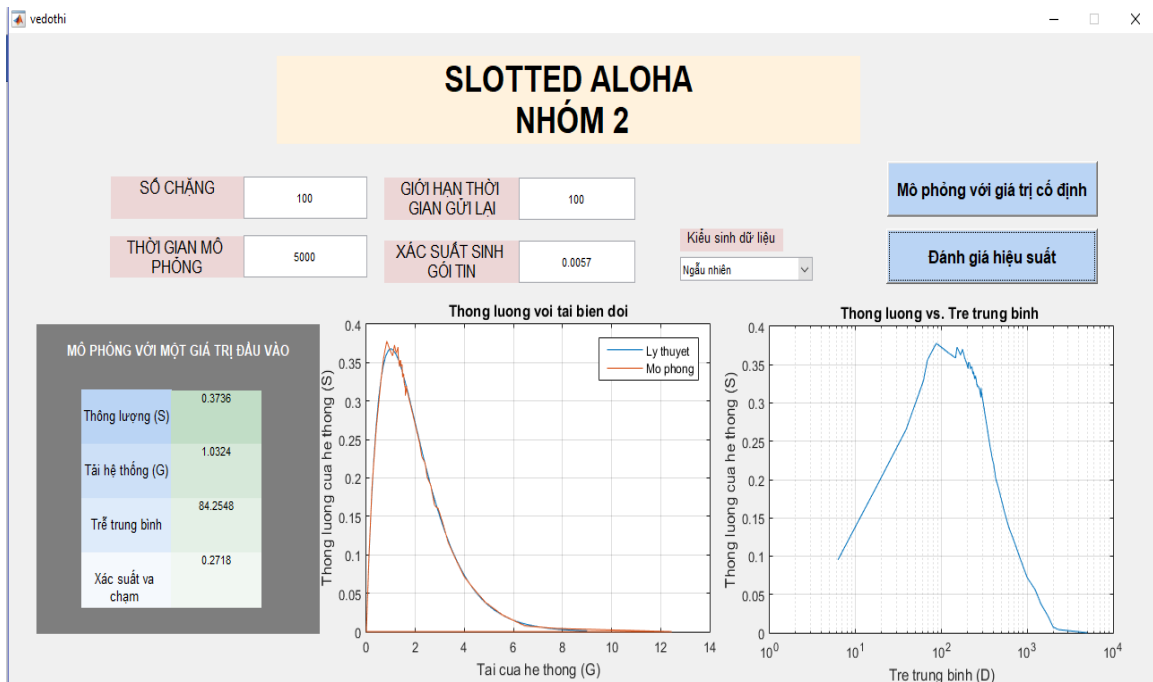


**Hình 2.3. Mô phỏng hoạt động trực quan của một hệ thống 3 trạm**

Khi có hai trạm gửi gói tin đồng thời tại một time slot, chúng sẽ bị va chạm và phải chờ đợi một khoảng thời gian backoff của riêng mình ( $\leq \text{max backoff}$ ), khi phải chờ đợi, chúng không thể gửi đi gói tin khác trong khoảng thời gian này (hình biểu cấm).

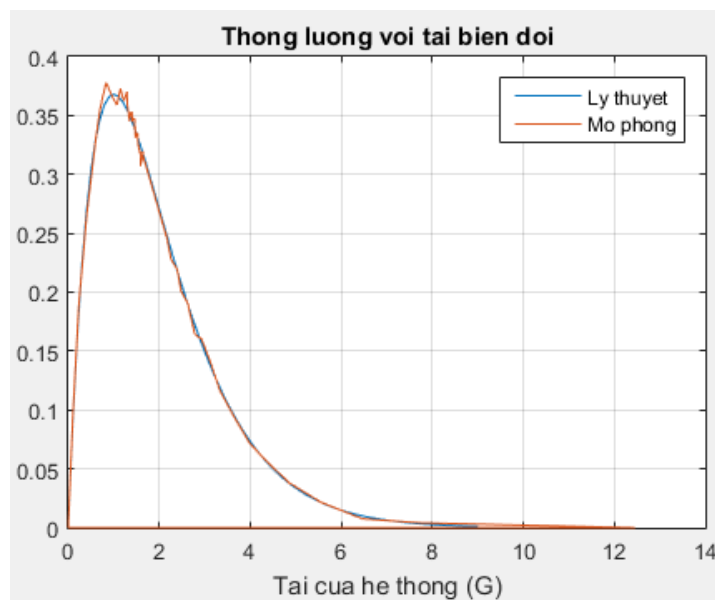
## 2.3. Đánh giá hiệu năng

Để đánh giá hiệu năng của một hệ thống sử dụng Slotted ALOHA, chúng em sẽ dựa trên hai đồ thị chính, bao gồm: Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thông lượng với tải hệ thống và Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thông lượng với trễ trung bình của hệ thống. Quá trình thực hiện dựa trên việc quét nhiều điểm dữ liệu để tạo nên đồ thị. Trong mô phỏng máy tính thảo luận ở đây, ta giả sử rằng suy giảm truyền lan và shadowing là hằng số.



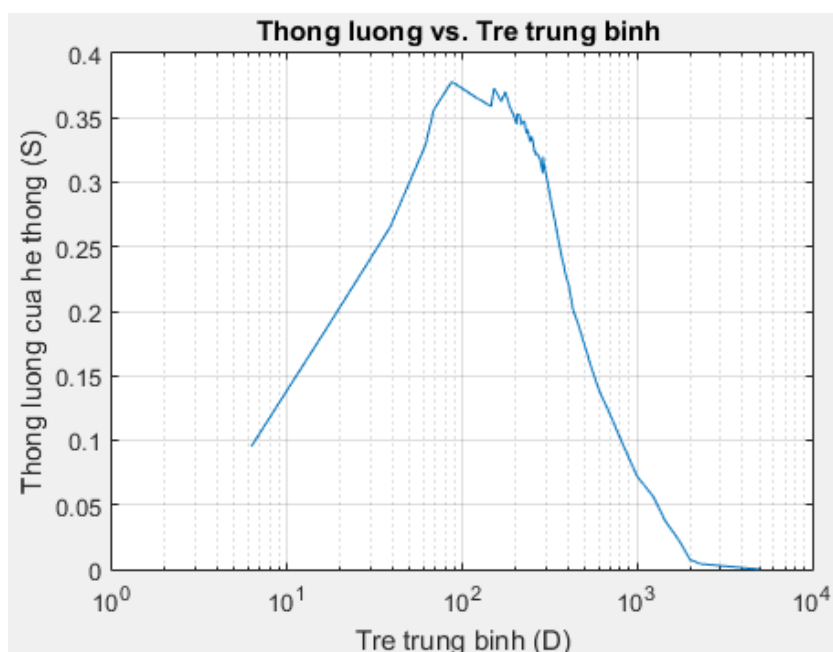
**Hình 2.4. Kết quả mô phỏng tổng quan**

Mô phỏng được thực hiện dựa trên phần mềm Matlab, trong đó một số các thông số giới hạn được cho trước để thực hiện thuật toán. Kết quả hiển thị sẽ là các đồ thị so sánh lý thuyết và thực tế và đồ thị liên hệ giữa trễ trung bình và thông lượng của thuật toán.



**Hình 2.5. Thông lượng và tải hệ thống của s-ALOHA**

Hình 2.3 mô tả mối liên hệ giữa thông lượng và tải hệ thống của thuật toán trong hai trường hợp lý thuyết và mô phỏng, có thể thấy kết quả mô phỏng có dạng gần đúng so với lý thuyết.



**Hình 2.6. Lưu lượng và thời gian trễ trung bình của s-ALOHA**

Khi “hiệu ứng lần át” không được xem xét đến, thông lượng gần với giá trị lý thuyết thậm chí nếu số lượng người dùng là 100. Hơn thế nữa, khi ảnh hưởng bất giữ được xem xét, thông lượng này lớn hơn trường hợp không xem xét ảnh hưởng bất giữ. Thêm vào đó, trễ truyền trung bình cũng giảm đi. Trong trường hợp ALOHA nguyên thủy, sự xung đột xuất hiện, do đó hiệu ứng lần át là lý do tăng thông lượng hệ thống.

Những kết quả mô phỏng thông lượng và trễ truyền trung bình được chỉ ra trong hình 2.3 và 2.4. Tác động của hiệu ứng lần át là đáng kể trong việc tăng thông lượng mạng và giảm trễ truyền.

# **Tài liệu tham khảo**

- [1] Computer Networking, A Top-Down Approach, James F. Kurose and Keith W. Ross, 2011.
- [2] Data Communication and Networking, Behrouz A. Forouzan, 4<sup>th</sup> edition.
- [3] Slide bài giảng Mạng máy tính, Trần Quang Vinh, 2019.
- [4] Packet Multiple Access: The Aloha Protocol, Eytan Modiano, MIT.