****HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

KHOA VIỄN THÔNG 1

--------------------------------

****

**BÁO CÁO THỰC TẬP TỐT NGHIỆP**

**Giảng viên phụ trách: Bùi Trường Sơn**

**Sinh viên thực hiện: Phạm Đức Phong**

**Mã sinh viên: B21DCVT344**

**Lớp: D21VTVT**

**Hà Nội, 2025**

**LỜI CẢM ƠN**

Để hoàn thành được báo cáo thực tập tốt nghiệp này, em xin gửi lời cảm ơn tới Ban lãnh đạo Tổng Công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel (Viettel High Tech) đã tạo điều kiện cho em được thực tập tại đơn vị. Ngoài ra, em xin cảm ơn các anh/chị trong Phòng Phát triển giao thức mạng thuộc Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Vô tuyến Băng rộng đã luôn nhiệt tình chỉ dẫn, giảng dạy cho em những kiến thức về mạng di động 5G và công tác triển khai, đảm bảo chất lượng hệ thống vô tuyến, giúp em có thể hoàn thiện hơn kỹ năng chuyên môn.

Em xin gửi lời cảm ơn tới Ban lãnh đạo Học viện và Khoa Viễn thông 1 đã thiết lập khung chương trình có môn học “Thực tập tốt nghiệp” để em có cơ hội vận dụng những kiến thức học được trên giảng đường áp dụng vào công việc thực tế, đồng thời được tham quan và tìm hiểu môi trường doanh nghiệp.

Em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc và chân thành tới giảng viên phụ tránh **[Tên giảng viên]**. Nhờ **thầy/cô** luôn dìu dắt, giúp đỡ và chỉ bảo tận tình mà em có thể hoàn thành tốt đợt thực tập này.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng 8 năm 2025

Sinh viên thực hiện

**Phạm Đức Phong**

MỤC LỤC

[LỜI NÓI ĐẦU 2](#_Toc180005121)

[DANH SÁCH HÌNH VẼ 6](#_Toc180005122)

[DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT 7](#_Toc180005123)

[MỞ ĐẦU 8](#_Toc180005124)

[1. Lý do chọn đề tài 8](#_Toc180005125)

[2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu 9](#_Toc180005126)

[3. Mục đích nghiên cứu 12](#_Toc180005127)

[4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 13](#_Toc180005128)

[5. Phương pháp nghiên cứu 14](#_Toc180005129)

[6. Các câu hỏi đặt ra của đề tài nghiên cứu 15](#_Toc180005130)

[7. Ý nghĩa lý luận và thực tiễn của đề tài 15](#_Toc180005131)

[8. Kết cấu của đề tài nghiên cứu 16](#_Toc180005132)

[**CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG FSO** 16](#_Toc180005133)

[1.1 Truyền thông quang trong không gian tự do (FSO) 18](#_Toc180005138)

[1.1.1 Khái niệm 18](#_Toc180005139)

[1.1.2 Ứng dụng của FSO 19](#_Toc180005140)

[1.1.3 Ưu điểm của FSO 20](#_Toc180005141)

[1.1.4 Nhược điểm của FSO 20](#_Toc180005142)

[1.2 Ánh sáng và phổ điện từ 21](#_Toc180005143)

[1.3 Mô hình hệ thống FSO 21](#_Toc180005143)

[1.4 Mô hình toán học của không khí nhiễu loạn 21](#_Toc180005143)

[1.4.1 Cấu trúc chỉ số khúc xạ 21](#_Toc180005144)

[1.4.2 Sự nhấp nháy 23](#_Toc180005145)

[1.4.3 Sự trải rộng chùm sáng 23](#_Toc180005146)

[1.5 Kết luận chương 24](#_Toc180005147)

[**CHƯƠNG 2: KỸ THUẬT CẢI THIỆN HIỆU NĂNG HỆ THỐNG FSO** 25](#_Toc180005148)

[2.1.Tổng quan về phương thức đa truy nhập phân chia theo không gian SDMA 25](#_Toc180005149)

[2.1.1 Khái niệm 27](#_Toc180005153)

[2.1.2. Hoạt động của SDMA 27](#_Toc180005154)

[2.1.3. Ưu và nhược điểm của SDMA 30](#_Toc180005155)

[2.1.4.Ứng dụng của SDMA trong hệ thống FSO 30](#_Toc180005155)

[2.2.Giới thiệu về công nghệ bề mặt phản xạ thông minh IRS 25](#_Toc180005149)

[2.2.1 Khái niệm và kiến trúc của IRS 27](#_Toc180005153)

[2.2.2 Chức năng và lợi ích khi triển khai IRS trong thực tế 27](#_Toc180005153)

[2.3. Kết luận chương 31](#_Toc180005156)

[**CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG HỖ TRỢ ĐA NGƯỜI DÙNG VỚI BỀ MẶT PHẢN XẠ THÔNG MINH QUANG HỌC QUA CÁC KÊNH NHIỄU LOẠN** 32](#_Toc180005157)

[3.1 Giới thiệu 32](#_Toc180005158)

[3.2 Mô hình hệ thống 34](#_Toc180005161)

[3.2.1 Mô tả hệ thống 34](#_Toc180005161)

[3.2.2 Công suất quang can nhiễu 34](#_Toc180005161)

[3.3 Mô hình kênh 46](#_Toc180005167)

[3.3.1 Suy hao đường truyền 32](#_Toc180005159)

[3.3.2 Fading do nhiễu loạn khí quyển 33](#_Toc180005160)

[3.3.3 Sai lệch do lỗi chỉ hướng 32](#_Toc180005159)

[3.3.4 Mô hình kênh kết hợp 33](#_Toc180005160)

[3.4 Phân tích hiệu năng 46](#_Toc180005167)

[3.4.1 Xác xuất ngừng hoạt động 46](#_Toc180005167)

[3.4.2 Tỷ lệ lỗi bit trung bình 46](#_Toc180005167)

[3.4.3 Các kết quả số liệu 46](#_Toc180005167)

[3.5 Kết luận chương 46](#_Toc180005167)

[KẾT LUẬN 47](#_Toc180005168)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 48](#_Toc180005169)

**DANH SÁCH HÌNH VẼ**

[**Hình 1.1:** Mô hình hệ thống FSO 21](#_Toc179978598)

[**Hình 1.2:** Chùm sáng lệch khỏi đường truyền do thành phần nhiễu loạn lớn hơn đường kính chùm sáng 23](#_Toc179978599)

[**Hình 1.3:** Sự nhấp nháy hoặc sự thăng giáng trong cường độ chùm sáng tại phía thu do thành phần nhiễu loạn nhỏ hơn đường kính chùm sáng. 23](#_Toc179978599)

[**Hình 2.1:** Chức năng chính của IRS để cấu hình lại kênh không dây 32](#_Toc179978599)

[**Hình 3.1:** Kịch bản hệ thống FSO đa người dùng hỗ trợ bởi OIRS. 35](#_Toc179978599)

[**Hình 3.2:** Sơ đồ nguyên lý công suất can nhiễu. 36](#_Toc179978599)

[**Hình 3.3:** Hàm mật độ xác suất (PDF) của hệ số kênh phading được xác minh bằng mô phỏng Monte-Carlo cho các góc phân kỳ khác nhau 43](#_Toc179978598)

[**Hình 3.4:** BER so với cường độ nhiễu loạn trong các mức công suất truyền và góc phân kỳ khác nhau với 5 nguồn gây nhiễu 49](#_Toc179978598)

[**Hình 3.5:** Ảnh hưởng của công suất quang gây nhiễu lên hiệu suất suy hao với góc phân kỳ là 2 mrad 50](#_Toc179978598)

**DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Viết tắt** | **Thuật ngữ đầy đủ (Tiếng Anh)** | **Giải nghĩa Tiếng Việt** |
| ARQ | Automatic Repeat Reuest | Yêu cầu truyền lại tự động |
| BER | Bit Error Rate | Tỷ lệ lỗi bit |
| CCI | Co-Channel Interference | Nhiễu đồng kênh |
| DRL | Deep Reinforcement Learning | Học tăng cường sâu |
| DQN | Deep Q-Network | Mạng Q học sâu |
| EDFA | Erbium-Doped Fiber Amplifier | Bộ khuếch đại sợi quang pha erbium |
| FD | Full Duplex | Song công toàn phần |
| FSO | Free Space Optics | Truyền thông quang trong không gian tự do |
| HARQ | Hybrid Automatic Repeat reQuest | Yêu cầu truyền lại tự động lai |
| HAP | High-Altitude Platform | Nền tảng tầm cao (ví dụ: khinh khí cầu, UAV tầm cao) |
| IoT | Internet of Things | Internet vạn vật |
| IoV | Internet of Vehicles | Internet phương tiện giao thông |
| IRS | Intelligent Reflecting Surface | Bề mặt phản xạ thông minh |
| IRSD | IRS-Division | Chia sẻ IRS theo phân chia |
| IRSH | IRS Homogenization | Chuẩn hóa IRS |
| LED | Light Emitting Diode | Đi-ốt phát quang |
| LoS | Line of Sight | Đường truyền tầm nhìn thẳng |
| MA | Micro Actuator | Gương vi cơ (trong OIRS) |
| MDP | Markov Decision Process | Tiến trình quyết định Markov |
| NG-PON2 | Next Generation Passive Optical Network 2 | Mạng quang thụ động thế hệ kế tiếp 2 |
| OGS | Optical Ground Station | Trạm mặt đất quang |
| OIRS | Optical Intelligent Reflecting Surface | Bề mặt phản xạ thông minh quang |

**MỞ ĐẦU**

Thực hiện nhiệm vụ học tập của nhà trường trong đợt thực tập tốt nghiệp, được sự đồng ý của Ban lãnh đạo Khoa Viễn thông 1 – Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và Ban lãnh đạo Tổng Công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel (Viettel High Tech), em đã có cơ hội tham gia thực tập Phòng Phát triển giao thức mạng thuộc Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Vô tuyến Băng rộng của công ty.

Bám sát đề cương thực tập mà đơn vị thực tập đưa ra, cùng với việc vận dụng những lý luận và kiến thức đã học trên giảng đường, trong quá trình thực tập em đã được tìm hiểu, quan sát và trực tiếp tham gia một số công việc liên quan đến **triển khai và đảm bảo chất lượng mạng 5G**. Qua đó, em không chỉ được củng cố lại các kiến thức chuyên môn về kỹ thuật vô tuyến, các quy trình triển khai và tối ưu mạng, mà còn hiểu rõ hơn về cơ cấu tổ chức, văn hóa doanh nghiệp cũng như quy trình vận hành thực tế tại Viettel High Tech.

Với sự hướng dẫn tận tình của các anh/chị tại đơn vị thực tập và **giảng viên phụ trách [Tên giảng viên]**, cùng với tinh thần học hỏi và nỗ lực bản thân, em đã hoàn thành báo cáo thực tập tốt nghiệp này. Báo cáo gồm 3 phần chính:

* **Phần 1**: Giới thiệu chung về đơn vị thực tập.
* **Phần 2**: Báo cáo các nội dung thực tập tại đơn vị.
* **Phần 3**: Nhận xét chung, đánh giá.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng trong quá trình thực hiện, nhưng do hạn chế về thời gian, kinh nghiệm và kiến thức thực tế, báo cáo khó tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được ý kiến đóng góp và nhận xét của quý thầy cô để em có thể hoàn thiện hơn.

**PHẦN 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐƠN VỊ THỰC TẬP**

* 1. **Thông tin về đơn vị thực tập**
     1. **Sơ lược về sự hình thành và phát triển**

Tổng Công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel (Viettel High Tech, viết tắt VHT) là đơn vị thành viên trực thuộc Tập đoàn Công nghiệp – Viễn thông Quân đội Viettel, được thành lập chính thức ngày 03/01/2019. VHT ra đời trên cơ sở hợp nhất ba đơn vị nghiên cứu và phát triển mũi nhọn của Viettel: Viện Nghiên cứu và Phát triển Viettel (thành lập năm 2011), Trung tâm Nghiên cứu Công nghệ mạng (2014), và Trung tâm Phát triển Vi mạch (2017).

Trải qua hơn một thập kỷ, VHT đã từng bước xây dựng nền móng vững chắc cho hoạt động nghiên cứu – phát triển (R&D) và sản xuất công nghệ cao tại Việt Nam. Quá trình hình thành và phát triển của VHT có thể chia thành các giai đoạn:

* **2011–2013:** Tập trung xây dựng nền tảng nghiên cứu, tiếp cận và thử nghiệm các công nghệ mới trong lĩnh vực viễn thông và quốc phòng. Đây là giai đoạn chuẩn bị nguồn lực, cơ sở vật chất và quy trình R&D.
* **2014–2016:** Bắt đầu kết hợp giữa nghiên cứu và sản xuất, đưa các sản phẩm công nghệ vào ứng dụng thực tế, phục vụ nội bộ quốc phòng – viễn thông.
* **2017–2018:** Chuẩn hóa quy trình nghiên cứu – sản xuất theo tiêu chuẩn quốc tế, làm chủ một số công nghệ lõi chiến lược như thiết kế chip, phát triển thiết bị mạng viễn thông, công nghệ radar; đồng thời mở rộng hợp tác quốc tế ở nhiều thị trường.
* **2019–nay:** Hoàn thiện cơ cấu tổ chức dưới thương hiệu Viettel High Tech, đẩy mạnh phát triển cả hai mảng công nghiệp quốc phòng và công nghệ viễn thông dân sự, hướng tới thị trường toàn cầu với các sản phẩm “Make in Vietnam” mang tính cạnh tranh cao.
  + 1. **Tổ chức và các lĩnh vực hoạt động**

VHT đóng vai trò trung tâm nghiên cứu, phát triển, sản xuất và thương mại hóa các sản phẩm công nghệ cao, tập trung vào hai mảng chính:

* **Công nghiệp quốc phòng:** Nghiên cứu và chế tạo các hệ thống radar số, thông tin liên lạc quân sự, hệ thống chỉ huy tác chiến, mô phỏng huấn luyện, thiết bị quang – điện tử, cảm biến, khí tài trinh sát và hệ thống phòng thủ chủ động.
* **Điện tử – viễn thông dân sự:** Phát triển và sản xuất các thiết bị mạng viễn thông thế hệ mới như trạm gốc 4G/5G, tổng đài mạng lõi (vEPC, vMSC), thiết bị truyền dẫn quang, giải pháp IoT, an ninh mạng, nền tảng phần mềm và dịch vụ số.

Mọi sản phẩm đều tuân theo triết lý **“Make in Vietnam”**, tức là làm chủ hoàn toàn chuỗi giá trị từ khâu nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, sản xuất, thử nghiệm đến thương mại hóa. Điều này không chỉ bảo đảm tính bảo mật và tự chủ công nghệ, mà còn giúp tối ưu chi phí, nâng cao năng lực cạnh tranh và khẳng định thương hiệu Việt trên trường quốc tế.

* + 1. **Tổ chức quản lý và sử dụng nguồn lực**

Hiện tại, VHT quy tụ hơn **1.200 kỹ sư và chuyên gia công nghệ cao**, trong đó nhiều người là thạc sĩ, tiến sĩ được đào tạo tại các trường đại học hàng đầu ở Mỹ, Anh, Pháp, Đức, Nhật Bản, Hàn Quốc… Đội ngũ nhân sự không chỉ có năng lực chuyên môn sâu, mà còn thành thạo quy trình nghiên cứu – sản xuất theo tiêu chuẩn quốc tế.

Nguồn lực được quản lý theo hướng tập trung vào các dự án chiến lược dài hạn, ưu tiên lĩnh vực công nghệ lõi, đồng thời duy trì cơ chế khuyến khích sáng tạo và thử nghiệm ý tưởng mới. Mỗi bộ phận R&D đều có không gian thử nghiệm riêng, trang bị máy móc hiện đại, cho phép rút ngắn thời gian đưa sản phẩm từ ý tưởng ra thị trường.

* + 1. **Cơ cấu tổ chức**

VHT hoạt động theo mô hình quản trị hiện đại, bao gồm Ban Tổng giám đốc điều hành chung và các khối chuyên môn trực thuộc. Một số đơn vị thành phần tiêu biểu:

* **Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Vô tuyến Băng rộng** – phụ trách nghiên cứu và phát triển thiết bị viễn thông thế hệ mới.
* **Trung tâm Công nghệ Lõi** – làm chủ các công nghệ nền tảng như chipset, hệ điều hành mạng, phần mềm điều khiển.
* **Trung tâm Radar và Thiết bị Quân sự** – tập trung vào giải pháp công nghiệp quốc phòng.
* **Trung tâm Vi mạch** – chuyên thiết kế và sản xuất vi mạch bán dẫn.
* **Trung tâm An ninh mạng** – phát triển giải pháp bảo mật và giám sát an toàn thông tin.

Mô hình tổ chức này đảm bảo vừa có sự chuyên môn hóa sâu, vừa có khả năng phối hợp nhanh chóng giữa các đơn vị để triển khai các dự án đa lĩnh vực.

* + 1. **Tình hình hoạt động kinh doanh, sản xuất, dịch vụ trong 3–5 năm gần đây**

Từ 2018 đến nay, VHT đạt nhiều thành tựu nổi bật:

* **Doanh thu:** Năm 2018, doanh thu từ sản phẩm công nghệ cao đạt khoảng **1,05 tỷ USD**, tiếp tục tăng trưởng đều, đến nay lũy kế vượt **1,5 tỷ USD**.
* **Sản phẩm & công nghệ:** Sở hữu **78 sản phẩm**, **68 công nghệ lõi** và **111 sáng chế** được cấp bằng bảo hộ.
* **Thị trường:** Ngoài phục vụ quốc phòng – viễn thông trong nước, VHT đã xuất khẩu sản phẩm tới nhiều quốc gia ở châu Á, châu Phi, Mỹ Latin, tạo dựng uy tín quốc tế.
* **Thương hiệu:** Được ghi nhận là một trong những đơn vị công nghiệp quốc phòng và công nghệ cao hàng đầu Đông Nam Á.
  + 1. **Các nội dung khác**

Ngoài mục tiêu kinh doanh, VHT còn chú trọng phát triển bền vững, đào tạo thế hệ kỹ sư trẻ, và tăng cường hợp tác với các trường đại học, viện nghiên cứu trong và ngoài nước. Công ty thường xuyên tham gia các hội nghị quốc tế, triển lãm công nghệ lớn như Mobile World Congress (MWC), Defense & Security, CommunicAsia…

Bên cạnh đó, VHT còn tích cực tham gia các hoạt động cộng đồng và an sinh xã hội, hỗ trợ giáo dục, cứu trợ thiên tai và phát triển hạ tầng viễn thông tại vùng sâu vùng xa.

Với sứ mệnh **“Mang lại sự đơn giản cho cuộc sống, góp phần xây dựng xã hội an toàn, nơi vạn vật được kết nối thông minh”**, Viettel High Tech không chỉ dừng lại ở việc phát triển công nghệ phục vụ nhu cầu hiện tại, mà còn hướng tới định hình những xu hướng công nghệ tương lai, khẳng định vị thế Việt Nam trên bản đồ công nghệ toàn cầu.

**1.2. Thông tin về vị trí sinh viên tham gia thực tập**

**1.2.1. Giới thiệu chung về vị trí công tác**

Trong kỳ thực tập, em được phân công làm việc tại **Phòng Phần mềm giao thức,** trực thuộc **Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Vô tuyến Băng rộng** của Tổng Công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel (VHT). Đây là đơn vị chuyên nghiên cứu, phát triển và tối ưu các giải pháp phần mềm giao thức cho thiết bị trạm gốc (gNodeB/eNodeB), thiết bị truyền dẫn vô tuyến, và các nền tảng liên quan đến mạng 4G, 5G.

Phòng Phần mềm giao thức chịu trách nhiệm xây dựng, triển khai và bảo trì các module phần mềm đảm bảo cho quá trình trao đổi dữ liệu giữa các thành phần mạng tuân thủ tiêu chuẩn 3GPP, đồng thời tối ưu hiệu năng và độ ổn định hệ thống.

**1.2.2. Đặc điểm và yêu cầu của vị trí thực tập**

Vị trí này yêu cầu sinh viên có kiến thức nền tảng về:

* Nguyên lý hoạt động của mạng viễn thông di động, đặc biệt là **LTE và 5G NR**.
* Các tầng giao thức mạng (RRC, PDCP, RLC, MAC, PHY) và các giao diện như **Ng, Xn, F1**.
* Kỹ năng lập trình C/C++ và lập trình socket (TCP/UDP), kiến thức về đa luồng (multi-threading) và xử lý đồng bộ (synchronization).
* Khả năng đọc và phân tích tài liệu tiêu chuẩn kỹ thuật quốc tế (**3GPP TS series**).
* Tư duy logic, kỹ năng phân tích và xử lý lỗi (debugging, troubleshooting).

Ngoài kiến thức chuyên môn, vị trí thực tập này còn yêu cầu sinh viên có khả năng làm việc nhóm, giao tiếp kỹ thuật, và tuân thủ quy trình phát triển phần mềm nội bộ (bao gồm quy trình quản lý mã nguồn, kiểm thử và tích hợp).

**1.2.3. Cơ cấu tổ chức và nhiệm vụ liên quan**

Phòng Phần mềm giao thức được tổ chức theo các nhóm chuyên môn phụ trách từng mảng giao thức và chức năng cụ thể của hệ thống vô tuyến. Cơ cấu cơ bản gồm:

* **Nhóm Phát triển Tầng RRC**: phụ trách các thủ tục điều khiển kết nối, bảo mật, phân mảnh và tái lắp gói dữ liệu.
* **Nhóm Phát triển Tầng PDCP/RLC/MAC**: đảm bảo quản lý truyền dẫn dữ liệu ở mức khung (frame) và lập lịch tài nguyên vô tuyến.
* **Nhóm Tích hợp & Kiểm thử (Integration & Testing)** – thực hiện kiểm thử chức năng, hiệu năng và khả năng tương thích với các thiết bị khác trong mạng.
* **Nhóm Hỗ trợ và Bảo trì** – xử lý lỗi, nâng cấp phần mềm và tối ưu vận hành.

Trong thời gian thực tập, em được giao tham gia vào các nhiệm vụ như:

* Nghiên cứu tài liệu tiêu chuẩn 3GPP liên quan đến thủ tục kết nối và đồng bộ mạng.
* Hỗ trợ viết và tối ưu mã nguồn mô phỏng các thủ tục như Paging**,** RRC Setup**.**
* Thực hiện kiểm thử hiệu năng, phân tích log, và đề xuất cải tiến.
* Học hỏi và áp dụng các công cụ như phân tích lưu lượng mạng (Wireshark) và môi trường lập trình trên Linux.

Thông qua quá trình này, em không chỉ được tiếp cận công nghệ lõi của 5G, mà còn rèn luyện kỹ năng làm việc trong môi trường phát triển phần mềm quy mô lớn, có yêu cầu khắt khe về hiệu năng và độ tin cậy.

**PHẦN 2: BÁO CÁO CÁC NỘI DUNG THỰC TẬP TẠI ĐƠN VỊ**