

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



BÁO CÁO THỰC TẬP CUỐI KHOÁ

Đề tài:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐO ĐẶC TÍNH HIỆU ĐIỆN CƠ
SỬ DỤNG CẢM BIẾN GRAPHENE**

Nơi thực tập: SPARC Lab – Phòng 618 thư viện Tạ Quang Bửu

Sinh viên thực hiện: **TRẦN THỊ THU HẰNG**

Lớp ĐTTT 04 – K61

Giảng viên hướng dẫn: **TS. HÀN HUY DŨNG**

Hà Nội, 12-2020

ĐÁNH GIÁ QUYỀN BÁO CÁO THỰC TẬP CUỐI KHOA

(Dùng cho giảng viên hướng dẫn)

Tên giảng viên đánh giá: Hàn Huy Dũng

Họ và tên sinh viên: Trần Thị Thu HằngMSSV: 20161392.....

Tên đề án: **Thiết kế hệ thống đo đặc tính hiệu điện cơ sử dụng cảm biến graphene..**
.....

Chọn các mức điểm phù hợp cho sinh viên trình bày theo các tiêu chí dưới đây:

Rất kém (1); Kém (2); Đạt (3); Giỏi (4); Xuất sắc (5)

Có sự kết hợp giữa lý thuyết và thực hành (20)					
1	Nêu rõ tính cấp thiết và quan trọng của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết (bao gồm mục đích và tính phù hợp) cũng như phạm vi ứng dụng của đề án	1	2	3	4 5
2	Cập nhật kết quả nghiên cứu gần đây nhất (trong nước/quốc tế)	1	2	3	4 5
3	Nêu rõ và chi tiết phương pháp nghiên cứu/giải quyết vấn đề	1	2	3	4 5
4	Có kết quả mô phỏng/thực nghiệm và trình bày rõ ràng kết quả đạt được	1	2	3	4 5
Có khả năng phân tích và đánh giá kết quả (15)					
5	Kế hoạch làm việc rõ ràng bao gồm mục tiêu và phương pháp thực hiện dựa trên kết quả nghiên cứu lý thuyết một cách có hệ thống	1	2	3	4 5
6	Kết quả được trình bày một cách logic và dễ hiểu, tất cả kết quả đều được phân tích và đánh giá thỏa đáng	1	2	3	4 5
7	Trong phần kết luận, tác giả chỉ rõ sự khác biệt (nếu có) giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai	1	2	3	4 5
Kỹ năng viết quyền đề án (10)					
8	Đề án trình bày đúng mẫu quy định với cấu trúc các chương logic và đẹp mắt (bảng biểu, hình ảnh rõ ràng, có tiêu đề, được đánh số thứ tự và được giải thích hay đề cập đến; căn lề thống nhất, có dấu cách sau dấu chấm, dấu phẩy v.v.), có mở đầu chương và kết luận chương, có liệt kê tài liệu tham khảo và có trích dẫn đúng quy định	1	2	3	4 5
9	Kỹ năng viết xuất sắc (cấu trúc câu chuẩn, văn phong khoa học, lập luận logic và có cơ sở, từ vựng sử dụng phù hợp v.v.)	1	2	3	4 5
Thành tựu nghiên cứu khoa học (5) (chọn 1 trong 3 trường hợp)					
10a	Có bài báo khoa học được đăng hoặc chấp nhận đăng/Đạt giải SVNCKH giải 3 cấp Viện trở lên/Có giải thưởng khoa học (quốc tế hoặc trong nước) từ giải 3 trở lên/Có đăng ký bằng phát minh, sáng chế	5			
10b	Được báo cáo tại hội đồng cấp Viện trong hội nghị SVNCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/Đạt giải khuyến khích trong các kỳ thi quốc gia và quốc tế khác về chuyên ngành (VD: TI contest)	2			
10c	Không có thành tích về nghiên cứu khoa học	0			
Điểm tổng		/50			
Điểm tổng quy đổi về thang 10					

Nhận xét khác (về thái độ và tinh thần làm việc của sinh viên)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ngày: ... / ... / 20...

Người nhận xét

(Ký và ghi rõ họ tên)

LỜI NÓI ĐẦU

Trong đợt thực tập cuối khóa của sinh viên K60 Viện Điện Tử - Viễn Thông, Đại học Bách Khoa Hà Nội, em đã có cơ hội thực tập tại Phòng thí nghiệm Xử lý tín hiệu và Truyền thông vô tuyến (Signal Processing and Radio Communications Laboratory – SPARC Lab) dưới sự hướng dẫn của TS. Hàn Huy Dũng. Trong khoảng thời gian này em có cơ hội được tiếp xúc với môi trường làm việc thực tế, chuyên nghiệp, được vận dụng những kiến thức và kỹ năng đã học ra ngoài thực tế. Đồng thời em còn học hỏi được những kinh nghiệm, kiến thức quý báu trong công việc và cuộc sống từ những người đi trước để có thể chuẩn bị những hành trang tốt nhất cho tương lai.

Thời gian thực tập tại SPARC Lab thực sự rất thuận lợi và mang lại nhiều kiến thức bổ ích và kinh nghiệm làm việc cho em. Về điều kiện khách quan thầy Hàn Huy Dũng có chuyên môn cao, rất tận tình với sinh viên, luôn sẵn sàng giải thích các vấn đề cho sinh viên hiểu rõ, tạo điều kiện tốt cho sinh viên đạt hiệu quả làm việc tốt nhất. Bên cạnh đó, các anh chị trên lab SPARC của thầy rất thân thiện, nhiệt tình và luôn sẵn sàng giải đáp những thắc mắc. Điều này đã giúp em có cơ hội được có sát nhiều với thực tế. Đồng thời sau mỗi công việc các anh chị luôn dành thời gian để sửa những lỗi sai, hướng dẫn cách làm đúng đắn và nhanh nhất, ngoài ra còn gợi ý cho em tìm hiểu thêm các vấn đề liên quan đến Điện tử - Viễn thông, qua đó em có thể rút ra cho mình những bài học và vận dụng cho những trường hợp sau này. Hơn thế nữa, trong thời gian thực tập em cũng học hỏi thêm một số kỹ năng khác như kỹ năng trình bày vấn đề, kỹ năng tìm sự kiện và lọc thông tin nhanh ... Ngoài ra với việc được tiếp xúc với các mọi người trong Lab, em học hỏi được thêm nhiều điều trong cuộc sống ngoài công việc, điều này cũng là một trang bị tốt cho hành trang khởi nghiệp sau này.

Bên cạnh những thuận lợi thì em cũng phải đối mặt với những khó khăn nhất định. Đây là lần đầu tiên em phải vận dụng những kiến thức đã học vào công việc thực tế nên còn rất nhiều ngỡ ngàng bởi giữa lý thuyết và thực tế khác nhau rất nhiều. Tuy nhiên mỗi khi gặp khó khăn thầy và các anh chị trong lab cũng luôn sẵn sàng giúp đỡ và hướng dẫn giải thích tận tình nên em đã dần bắt nhịp được với công việc. Ngoài ra, em cũng nhận thấy một số hạn chế của bản thân như: kinh nghiệm thực tế chưa có, kỹ năng đọc tài liệu tiếng anh còn bị hạn chế rất nhiều.

Em xin chân thành gửi lời cảm ơn TS. Hàn Huy Dũng và các anh chị đã giúp đỡ, chỉ bảo và tạo điều kiện để em có thể hoàn thành những công việc được giao. Em cũng xin cảm ơn TS. Phạm Nguyễn Thanh Loan, cô đã đưa ra những lời khuyên bổ ích và giúp đỡ về mặt kiến thức trong thời gian em thực tập ở lab. Trong quá trình thực tập mặc dù em đã cố gắng hết sức để hoàn thành những công việc được giao tuy nhiên đây là lần đầu tiên em được tiếp xúc với công việc thực tế, môi trường làm việc chuyên nghiệp và do những hạn chế về kinh nghiệm cũng như kỹ năng, nên em không thể tránh khỏi những

thiếu sót. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô để em có thể hoàn thiện những kỹ năng của bản thân.

Em xin chân thành cảm ơn.

Hà Nội, tháng 12 năm 2020

Sinh viên thực hiện

Trần Thị Thu Hằng

MỤC LỤC

lời nói đầu.....	3
mục lục	5
danh mục hình vẽ.....	6
Tóm tắt báo cáo.....	7
CHƯƠNG 1. tổng quan về sparc lab và công ty bonbouton việt nam	8
1.1 SPARC Lab.....	8
1.1.1 Cơ cấu tổ chức	8
1.1.2 Chức năng và nhiệm vụ của SPARC Lab.....	9
1.1.3 Các lĩnh vực mà SPARC Lab đang thực hiện.....	9
1.1.4 Một số thành tích và hoạt động của các thành viên trong lab	11
1.2 Công ty Bonbouton Việt Nam	12
1.2.1 Sơ lược về công ty Bonbouton Việt Nam.....	12
1.2.2 Chế tạo cảm biến Graphene.....	12
1.2.3 Các mẫu cảm biến Graphene	14
1.3 Tổng kết chương.....	15
CHƯƠNG 2. nội dung thực tập.....	16
2.1 Tổng quát về đề tài	16
2.1.1 Đặt vấn đề, lý do chọn đề tài, mục tiêu và phương pháp nghiên cứu đề tài.....	16
2.1.2 Lý thuyết y sinh về điện cơ	17
2.1.3 Những ứng dụng của EMG	19
2.2 Thiết kế hệ thống	21
2.2.1 Mạch EMG	21
2.2.2 Các thí nghiệm đo tín hiệu điện cơ	24
2.3 Kết quả đạt được	27
2.3.1 Kết quả mạch điện	27
2.3.2 Kết quả đo tín hiệu.....	27
2.4 Tổng kết	29
CHƯƠNG 3. nhận xét và đề xuất.....	30
3.1 Ưu điểm.....	30
3.2 Nhược điểm.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Những kinh nghiệm rút ra và đề xuất.....	30
3.3.1 Kinh nghiệm rút ra	30
3.3.2 Đề xuất với lab.....	30
kết luận	32
tài liệu tham khảo.....	33

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Hình ảnh thành viên lab đang sinh hoạt	9
Hình 1.2 Hệ thống đo tín hiệu điện cơ	10
Hình 1.3 Thiết bị AirSENSE	11
Hình 1.4 Quy trình chế tạo graphene	12
Hình 1.5 Sự phụ thuộc của điện trở graphene vào a) số lớp phủ b) thời gian xử lý nhiệt	13
Hình 1.6 Sự phụ thuộc điện trở graphene vào a) nhiệt độ b) độ ẩm và thời gian	14
Hình 1.7 Hình ảnh trước và sau khi phủ graphene của a) Polyester b) Nylon.....	14
Hình 2.1 Đo điện cơ bên trong da.....	18
Hình 2.2 Đo tín hiệu cơ bề mặt.....	19
Hình 2.3 Cánh tay giả và chân giả	19
Hình 2.4 a) Ghi điện cơ ở tay b) Đồ thị biên độ tín hiệu EMG.....	20
Hình 2.5 Sơ đồ khối toàn hệ thống	21
Hình 2.6 Sơ đồ khối mạch điện tử	21
Hình 2.7 Khối khuếch đại vi sai	22
Hình 2.8 Mạch lọc thông cao	23
Hình 2.9 Mạch lọc thông thấp	23
Hình 2.10 Mạch nguồn 3,3v	24
Hình 2.11 a) Các vị trí điện cực b) Setup hoàn chỉnh.....	24
Hình 2.12 a) Đai quấn thứ nhất b) Đai quấn thứ hai c) Cấu tạo các bó cơ chân và vị trí đặt điện cực.....	25
Hình 2.13 Động tác thực hiện thí nghiệm	25
Hình 2.14 Setup đo tín hiệu EMG trên lưng	26
Hình 2.15 Thiết kế mạch a) Hệ thống mạch hoàn chỉnh thực tế b) Hình ảnh thiết kế mạch c) Hình nắn mạch 3D cùng hộp đựng.	27
Hình 2.16	27
Hình 2.17 Tín hiệu EMG trên miền thời gian.	28
Hình 2.18 RMS của tín hiệu EMG với kích thước của sổ là 200 mẫu	28
Hình 2.19	29

TÓM TẮT BÁO CÁO

Đề tài này hướng đến thiết kế một hệ thống đo đạc và xử lý tín hiệu điện cơ sử dụng cảm biến graphene, tín hiệu thu được truyền đến và hiển thị trên màn hình điện thoại. Do những bất tiện của các thiết bị y tế hiện tại như giá thành, kích thước, tính di động, nhóm quyết định thiết kế một thiết bị nhỏ gọn có thể đo tín hiệu điện cơ bằng cách sử dụng mạch tích hợp. Chúng tôi đề xuất xây dựng một mạch điện đo tín hiệu điện cơ sử dụng điện cực khô graphene thay cho điện cực ướt Ag/AgCl truyền thống. Hệ thống có tính linh hoạt, có thể tích hợp được trên quần áo. Các tín hiệu điện cơ thu được sẽ truyền không dây hiển thị qua điện thoại di động bằng công nghệ Bluetooth Low Energy.

Tín hiệu điện cơ thu được từ mạch điện tử được hiển thị theo thời gian thực trên màn hình điện thoại qua công nghệ truyền không dây tiết kiệm năng lượng. Các thí nghiệm đo đạc được tiến hành ở các vị trí khác nhau trên cơ thể như bắp tay, bắp chân và thắt lưng nhằm tìm hiểu đặc tính của từng bó cơ. Dữ liệu sau khi đo đạc được lưu trữ, sau đó được xử lý, tính toán và đánh giá thông qua các đồ thị, tỷ số SNR và Correlation.

Mặc dù đã rất nỗ lực cố gắng hoàn thiện đồ án, nhưng chúng tôi vẫn không thể tránh khỏi những hạn chế và thiếu sót. Vì vậy, tôi rất mong nhận được những ý kiến phản hồi từ các thầy cô giáo.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ SPARC LAB VÀ CÔNG TY BONBOUTON VIỆT NAM

Chương 1 sẽ giới thiệu về cơ cấu tổ chức của SPARC Lab và các lĩnh vực, dự án mà lab đang nghiên cứu.

1.1 SPARC Lab

SPARC Lab là phòng nghiên cứu xử lý tín hiệu số và truyền thông Radio - Signal Processing and Radio Communication Laboratory (SPARC Lab) được thành lập vào năm 2014 bởi thầy Hàn Huy Dũng và là một trong những phòng nghiên cứu thuộc viện Điện Tử - Viễn Thông, đại học Bách Khoa Hà Nội. Phòng nghiên cứu được đặt tại phòng 618 tại thư viện điện tử Tạ Quang Bửu, đại học Bách Khoa Hà Nội, số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

1.1.1 Cơ cấu tổ chức

Người thành lập và hướng dẫn là TS. Hàn Huy Dũng. Tốt nghiệp Đại học Bách Khoa Hà Nội K41, thầy làm tiến sĩ ở trường University of California, Davis, Hoa Kỳ, đã tham gia nghiên cứu tại Fujitsu Lab, nghiên cứu ở Mỹ làm chủ yếu về 4G-LTE, Massive MIMO, Telecommunication, Digital Signal Processing. và sau đó trở lại trường Bách Khoa làm việc. Một số công trình nghiên cứu đã công bố:

- H. D. Han and P. A. Hoeher, "Predistortion and nonlinear detection for OFDM signals in the presence of nonlinear highpower amplification," *European Transactions on Telecommunications (ETT)*. Volume 18, Issue 4, pages 411–418, June 2007.
- Huy-Dung Han, Zhi Ding, "Steepest Descent Algorithm Implementation for Multichannel Blind Signal Recovery," *IET Communications*, 6(18):3196-3203, December 2012.
- Huy-Dung Han, Chenxi Zhu, Dorin Viorel, Akira Ito, "Resource Allocation and Beamforming Algorithm Based on Interference Avoidance Approach for Device-to-Device Communication Underlying LTE Cellular Network", *Communications and Network*, Vol. 5 No. 3B, 2013, pp. 367-373. [1]

Hiện tại, thầy Hàn Huy Dũng đang tập trung vào các vấn đề ứng dụng khoa học công nghệ vào các dự án xã hội và giáo dục.

Trưởng Lab kiêm trưởng nhóm Aircsense, SV. Lê Duy Nhật. Anh là người nắm giữ và thu thập thông tin chung của Lab, báo cáo công việc chung của Lab cho TS Hàn Huy Dũng, là người phụ trách cho dự án aircsen trong Lab, hướng dẫn và phân chia công việc cho những thực tập sinh mới vào nhóm, báo cáo tiến độ của nhóm hàng tuần cho thầy TS Hàn Huy Dũng.

Bên cạnh trưởng Lab còn có một phó Lab hỗ trợ việc quản lý các sinh hoạt, hoạt động chung của lab. Đó là SV. Nguyễn Thị Hồng Nhung.

Hiện tại, SPARC Lab đang có 30 sinh viên đang theo học tập và nghiên cứu trên nhiều lĩnh vực, dự án khác nhau dưới sự hướng dẫn của TS Hàn Huy Dũng. Ngoài ra, mỗi sinh viên còn được chia vào các nhóm để học tập nghiên cứu về chủ đề mình yêu mong muốn. Mỗi nhóm thì lại có một trưởng nhóm để quản lý các hoạt động của dự án, thành viên dưới sự thúc đẩy của thầy giáo.



Hình 1.1 Hình ảnh thành viên lab đang sinh hoạt

Lab mở cửa hoạt động tất cả các ngày trong tuần phục vụ nhu cầu của sinh viên. Thời gian trong ngày từ 8h sáng đến 8h tối. Để có quyền ra vào thì sinh viên cần đeo thẻ Lab.

1.1.2 Chức năng và nhiệm vụ của SPARC Lab

Các lĩnh vực nghiên cứu của Lab rất đa dạng và luôn cố gắng hoàn thiện sản phẩm có thể áp dụng LÝ THUYẾT vào THỰC TIỄN. Nội dung kiến thức phù hợp với các bài giảng các môn trên lớp. Lab chú trọng mục đích hỗ trợ sinh viên học thông qua thực làm để sau này đủ điều kiện để đi DU HỌC hoặc đủ kỹ năng đi làm tại các startup hoặc công ty lớn.

1.1.3 Các lĩnh vực mà SPARC Lab đang thực hiện

- Trí tuệ nhân tạo (AI) và Machine learning

Trí tuệ nhân tạo – Artificial Intelligence (AI) và Công nghệ học máy – Machine Learning (ML) là hai xu hướng công nghệ được phát triển mạnh mẽ trong thời gian gần đây. Các hãng công nghệ lớn như Google, Facebook, Amazon, Microsoft... đều đầu tư rất lớn vào lĩnh vực này và đã tạo ra nhiều sản phẩm hữu ích phục vụ con người.

Các đề tài trong lĩnh vực này được nhóm nghiên cứu thực hiện cùng thầy Dương Bá Hồng Thuận (tốt nghiệp Tiến sĩ tại Đại học Oregon, Mỹ).

Mục tiêu của SPARC Lab là phát triển các thuật toán sử dụng machine learning trong các ứng dụng cho Y tế, điều khiển, có sử dụng FPGA.

- Mạng viễn thông và xử lý tín hiệu

Công nghệ đa ăng-ten (MIMO) đang trở nên trưởng thành đối với truyền thông không dây và đã được tích hợp vào các chuẩn băng rộng không dây như LTE và Wi-Fi. Về cơ bản, càng nhiều ăng-ten máy phát / máy thu được trang bị càng nhiều thì đường dẫn tín hiệu càng tốt và hiệu suất càng tốt về tốc độ dữ liệu và độ tin cậy của liên kết. Giá phải trả là tăng độ phức tạp của phần cứng (số lượng bộ khuếch đại RF frontend) và mức độ phức tạp và tiêu thụ năng lượng.

Sinh viên sẽ được thực hiện các thuật toán xử lý tín hiệu viễn thông OFDM, Massive MIMO (5G) trên Matlab và thử nghiệm các thuật toán đó trên board Software Defined Radio (USRP/gnuradio) hoặc Kit FPGA. (Cùng tham gia nghiên cứu với Đại học Quaid-i-Azam, Pakistan (Top 500 thế giới))

- Mạng điện tử công suất

Một trong số các dự án mà SPARC Lab đang thực hiện đó là thiết kế chế tạo xe lăn điện cho người tàn tật. Trong các dự án đó, sinh viên sẽ được nghiên cứu và khai thác những ứng dụng của cảm biến gia tốc, con quay hồi chuyển trên Smartphone và thiết kế các hệ thống cân bằng dùng con quay hồi chuyển.

- Mạng HealthCare

Sinh viên trong SPARC Lab sẽ được nghiên cứu và thiết kế các thiết bị cầm tay như đo điện tâm đồ, huyết áp, Spo2... và kết nối với Smartphone. Hiện tại Lab đang ứng dụng rất nhiều mạch đo liên quan đến Mạng HealthCare như thiết kế thiết bị nhỏ gọn theo dõi tín hiệu điện cơ, điện tim có thể tích hợp lên quần áo như [Hình 1.2](#).



Hình 1.2 Hệ thống đo tín hiệu điện cơ

- Các hệ thống internet of things

SPARC Lab cũng có nghiên cứu về các hệ thống IoT điển hình là thiết bị AirSENSE như [Hình 1.3](#). Đây là thiết bị đo chất lượng không khí, sử dụng công nghệ truyền dẫn như Lora, Wifi, 3G để kết nối, thực hiện các ứng dụng đo, điều khiển.



Hình 1.3 Thiết bị AirSENSE

- Một số dự án kết hợp với các lab hoặc các công ty bên ngoài

Lab cũng hợp tác với BK IC lab trong nhiều dự án như thiết kế IC chuyển đổi năng lượng.

Ngoài ra, phòng nghiên cứu còn kết hợp với các phòng lab khác và các công ty để thực hiện các dự án như hệ thống Touch Screen, hệ thống cảnh báo cháy NS2 cho bệnh viện.

1.1.4 Một số thành tích và hoạt động của các thành viên trong lab

- Giải 3 toàn quốc cuộc thi thiết kế với Vi Điều Khiển của hãng TI 2015
- Một số giải tham gia nghiên cứu khoa học.
- Tham gia hướng dẫn cuộc thi STEM Young Maker Challenge 2017.
- Dự án tạo Startup Challenge
- Đề tài nghiên cứu cấp nhà nước Nafosted về Viễn thông
- Dự án xã hội với SAMSUNG để giúp người mù đọc sách dùng smart phone.

- Dự án xã hội đo chất lượng không khí Hà Nội
- Nhiều bài báo khoa học. Khoảng 30% sinh viên có tên trong ít nhất một bài báo khi ra trường.
- Hệ thống IoT phục vụ đo chất lượng không khí đang hoạt động và mở rộng.
- Giảng dạy STEM cho các trường phổ thông trong Hà Nội để tự trau dồi kiến thức khoa học kỹ thuật.
- Hệ thống IoT xác định âm thanh và các tín hiệu bất thường cho máy công nghiệp [2].

1.2 Công ty Bonbouton Việt Nam

1.2.1 Sơ lược về công ty Bonbouton Việt Nam

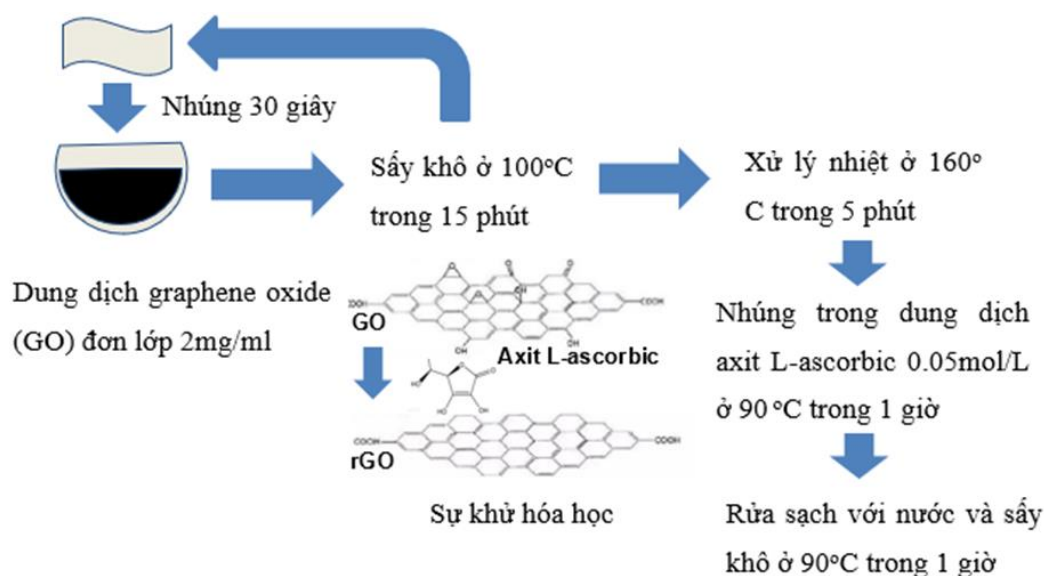
Công ty Bonbouton là một công ty khởi nghiệp với người sáng lập là TS. Lê Tùng Linh (Giám đốc Điều hành Công ty Bonbouton). Bonbouton là một công ty công nghệ y tế với tầm nhìn ứng dụng công nghệ graphene vào các sản phẩm theo dõi, chăm sóc sức khỏe con người.

Công nghệ phát triển chính của công ty là graphene. Công trình cảm biến graphene sử dụng công nghệ inkjet printing của TS. Lê Tùng Linh đã giành được năm bằng sáng chế của Mỹ và có nhiều bài báo khoa học trên các tạp chí quốc tế.

Tầm nhìn dài hạn của Bonbouton là tiếp tục phát triển các thiết bị đeo thông minh. Cụ thể là cảm biến graphene được sử dụng làm điện cực để đo tín hiệu EMG.

1.2.2 Chế tạo cảm biến Graphene

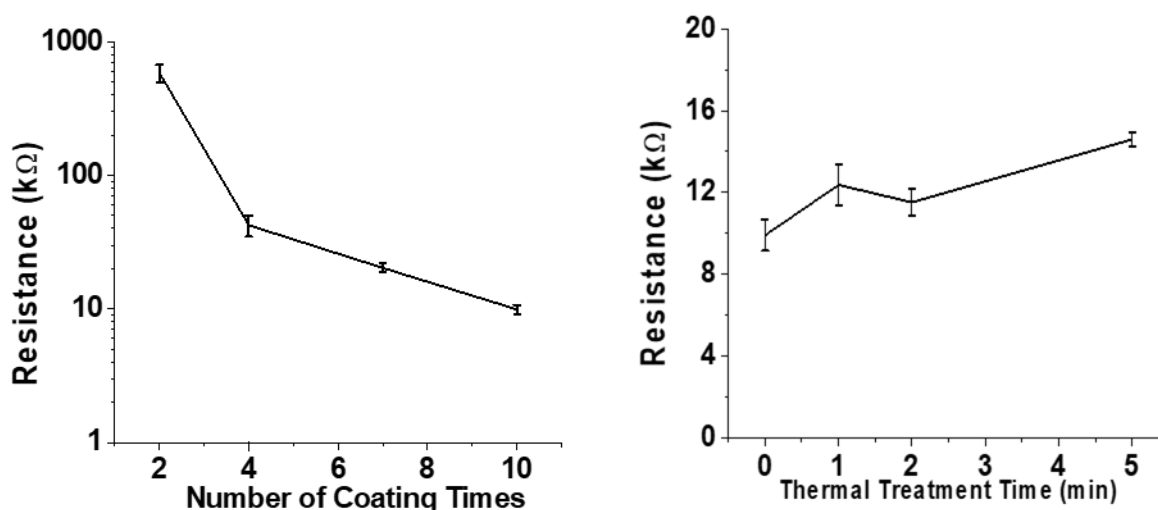
Cảm biến graphene được làm từ chất liệu nền là vải dệt, có thể là nylon, polyester, cotton hoặc polyurethane.



Hình 1.4 Quy trình chế tạo graphene

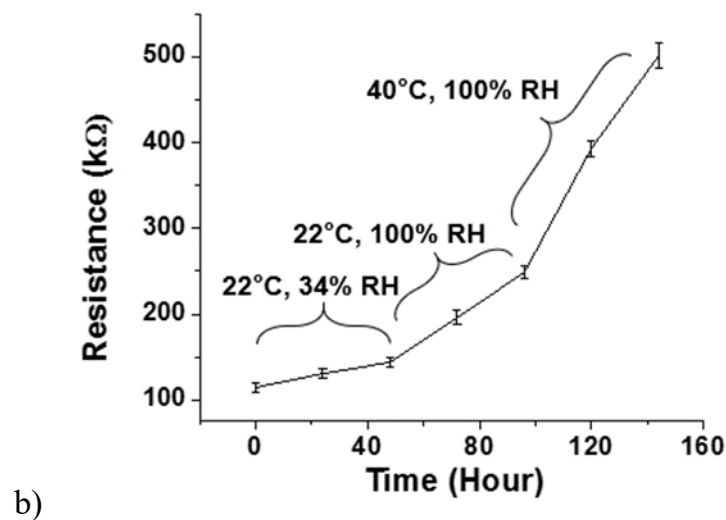
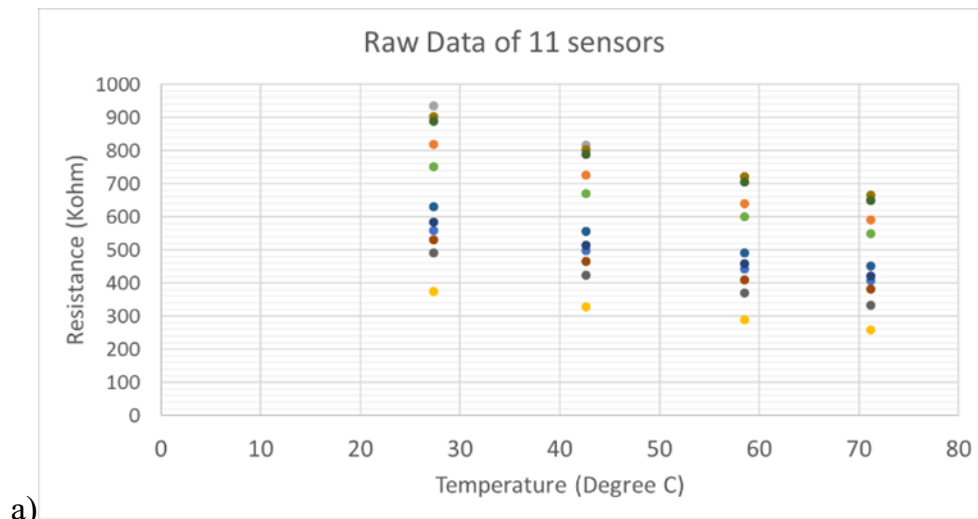
Quy trình chế tạo cảm biến graphene được thể hiện như trong [Hình 1.4](#). Miếng vải dệt có kích thước 3cm x 3cm được nhúng trong dung dịch graphene oxide đơn lớp (single layer graphene oxide - SLGO) 2mg/ml để tạo lớp phủ GO trên bề mặt của miếng vải. Thời gian của mỗi lần nhúng là 30 giây. Độ dẫn điện của graphene được theo dõi từ lớp phủ đầu tiên và sau mỗi lớp phủ quan sát thấy điện trở giảm dần. Số lần phủ tối ưu là 10 lần để đảm bảo graphene dẫn điện tốt nhất. Sau mỗi lần phủ GO, miếng vải được sấy khô ở nhiệt độ 100°C trong 15 phút và tiếp tục lặp lại bước trên cho đến khi đạt được số lớp phủ mong muốn.

Miếng vải đã phủ được xử lý nhiệt ở 160°C trong 5 phút. Lớp phủ GO như là một lớp màng mỏng bên ngoài miếng vải dệt. Khi được nung nóng ở nhiệt độ cao, màng GO này sẽ tan chảy vào trong sợi vải. Sau đó, mảnh vải dệt được nhúng vào trong dung dịch axit L-ascorbic 0.05mol/L ở 90°C trong 1 giờ để khử bớt lớp phủ. Quá trình này được gọi là khử hóa học GO (reduced graphene oxide - rGO) và cho kết quả là cảm biến graphene với tính dẫn điện tốt. Cảm biến graphene được hoàn thiện sau khi được rửa sạch với nước và sấy khô ở 90 °C trong 1 giờ.



Hình 1.5 Sự phụ thuộc của điện trở graphene vào a) số lớp phủ b) thời gian xử lý nhiệt

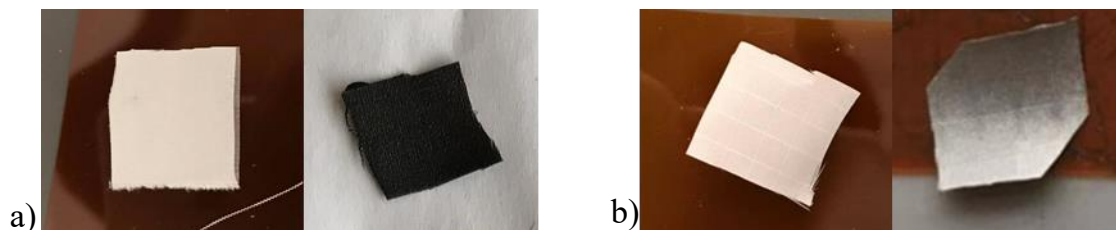
Điện trở của graphene tỷ lệ nghịch với số lần phủ GO và tỷ lệ thuận với thời gian xử lý nhiệt như trong [Hình 1.5](#). Để đảm bảo cảm biến graphene có độ dẫn điện tốt nhất thì số lớp phủ tối ưu là 10 lần và thời gian xử lý nhiệt tối ưu nhất là 5 phút. Ngoài ra, graphene còn chịu ảnh hưởng rất lớn từ nhiệt độ, độ ẩm và thời gian sử dụng. [Hình 1.6](#) mô tả sự ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm và thời gian sử dụng tới điện trở graphene. Giá trị điện trở tỷ lệ nghịch với nhiệt độ và tỷ lệ thuận với độ ẩm và thời gian sử dụng, bởi vậy cảm biến graphene cần được bảo quản trong điều kiện khô ráo, thoáng mát. Dải điện trở của graphene từ vài chục đến vài trăm KΩ nên graphene có thể được sử dụng làm điện cực để đo tín hiệu điện cơ từ cơ thể. Các kết quả này được thực hiện dựa trên điều kiện môi trường tại Mỹ, do công ty Bonbouton cung cấp.



Hình 1.6 Sự phụ thuộc điện trở graphene vào a) nhiệt độ b) độ ẩm và thời gian

1.2.3 Các mẫu cảm biến Graphene

Cảm biến graphene được chế tạo từ vật liệu nền là vải dệt, có thể là nylon, polyester, cotton và polyurethane. Tuy nhiên, chất liệu phù hợp nhất để có thể làm điện cực khô đo tín hiệu điện cơ là nylon và polyester. Sự thay đổi của miếng vải polyester và nylon sau khi được phủ graphene được thể hiện trong [Hình 1.7](#).



Hình 1.7 Hình ảnh trước và sau khi phủ graphene của a) Polyester b) Nylon

Về màu sắc và chất liệu, vải polyester đen và nhám hơn trong khi vải nylon trơn và bóng. Về tính chất điện, polyester thường có dải điện trở nhỏ hơn, cỡ từ vài $K\Omega$ đến vài chục $K\Omega$, còn điện trở của nylon trong khoảng vài chục đến vài trăm $K\Omega$. Trong các

thí nghiệm giặt với nước và uốn cong, chất liệu nylon và polyester rất ổn định về điện trở do liên kết mạnh trong quá trình xử lý nhiệt.

1.3 Tổng kết chương

Qua chương 1, sinh viên đã giới thiệu tổng quát về SPARC Lab và những lĩnh vực lab đang thực hiện, giúp hiểu thêm về SPARC và mục tiêu của Lab hướng đến hiện tại và tương lai; giới thiệu công ty Bonbouton Việt Nam, một công ty start-up về lĩnh vực HealthCare, một công ty đối tác cung cấp sensor cảm biến để lab nghiên cứu và phát triển hệ thống theo dõi tín hiệu điện cơ, điện tim.

CHƯƠNG 2. NỘI DUNG THỰC TẬP

Nội dung thực tập bao gồm việc học tập và thực hành về hệ thống, Từ những gì em học được, em thực hiện đề tài “Thiết kế hệ thống đo đặc tính hiệu điện cơ sử dụng sensor cảm biến graphene”.

2.1 Tổng quát về đề tài

2.1.1 Đặt vấn đề, lý do chọn đề tài, mục tiêu và phương pháp nghiên cứu đề tài

a) Đặt vấn đề và lý do chọn đề tài

Wearables có thể hiểu là những vật dụng có thể đeo, mang được trên người. Trong thời đại công nghệ ngày nay, nó được biết đến nhiều hơn như là một từ dùng để gọi chung tất cả những phụ kiện có tích hợp với bộ xử lý máy tính, công nghệ điện tử và nhiều tính năng hữu ích mà người ta có thể đeo được. Những thiết bị này có thể tương tác được với điện thoại thông minh, TV, xe hơi và có thể theo dõi sức khỏe, điều khiển thiết bị gia đình. Những sản phẩm như vòng theo dõi thể lực, đồng hồ thông minh và mắt kính thông minh là một trong số những thiết bị wearables đang phổ biến nhất hiện nay.

Với đặc tính thiết kế dễ mặc sát được với cơ thể, thiết bị đeo thông minh rất thích hợp trong việc kiểm tra các dấu hiệu sức khỏe của con người. Chúng sẽ theo dõi nhịp tim, mức độ vận động, lượng calories tiêu thụ, chất lượng của giấc ngủ hay các chỉ số về dinh dưỡng. Theo thời gian, ngày càng có nhiều thiết bị và ứng dụng được kết hợp với nhau, tất cả đều nhằm gia tăng sự thoải mái, thuận tiện, đồng thời mang đến những trải nghiệm đặc sắc cho người dùng. Khi có một thiết bị trên cơ thể, chúng ta sẽ trực tiếp theo dõi được các chỉ số sức khỏe của mình và thông tin đó được gửi đến nhà cung cấp dịch vụ y tế hoặc nhà thuốc một cách nhanh chóng. Vì vậy, việc sở hữu một thiết bị đeo thông minh là vô cùng cần thiết, nhất là với những người thường xuyên tập luyện thể thao, thể hình và vận động viên.

Trong lĩnh vực y tế, các bệnh về cơ ngày càng nhiều và được quan tâm trong nghiên cứu và thực hành lâm sàng. Các vấn đề về cơ có thể dẫn đến các bệnh như: đau cơ, nhược cơ, viêm đa cơ, rối loạn thần kinh cơ, ... [3] Do đó, việc theo dõi phản ứng điện của cơ là vô cùng cần thiết. Phương pháp phổ biến nhất trong chẩn đoán lâm sàng hiện nay là ghi điện cơ [4]. Ghi điện cơ đem lại rất nhiều lợi ích, giúp bác sĩ có thể đưa ra chẩn đoán chính xác và phương pháp điều trị cho từng loại bệnh. Tuy nhiên, phương pháp này thường dùng điện cực kim đồng tâm gây ra đau đớn cho bệnh nhân trong quá trình xét nghiệm. Hệ thống này khá cồng kềnh, thường được dùng trong các bệnh viện.

Điều này đặt ra yêu cầu đối với việc phát triển một hệ thống thu tín hiệu điện cơ nhỏ gọn, tiện lợi và thoải mái đối với người dùng. Để phục vụ mục đích theo dõi thường xuyên các hoạt động của cơ đối với những người thường xuyên vận động, tập luyện thể thao và vận động viên, chúng tôi đã nghiên cứu và xây dựng một hệ thống đo đặc tính

hiệu điện cơ sử dụng cảm biến graphene [5]. Cảm biến được chế tạo từ chất liệu nền là vải dệt vừa mang lại sự thoải mái cho người dùng vừa có tính linh hoạt trong việc tái sử dụng nhiều lần. Tín hiệu thu được từ mạch tương tự được truyền đến điện thoại bằng công nghệ Bluetooth tiết kiệm năng lượng (Bluetooth Low Energy - BLE) để hiển thị và sau đó được đưa lên server để lưu trữ và phục vụ các xử lý tính toán.

Để phục vụ cho lưu trữ dữ liệu và các xử lý tính toán thì việc thiết kế bộ dữ liệu lưu trữ và các thuật toán tính toán các thông số kỹ thuật là thật sự cần thiết.

b) Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

Mục tiêu của đề tài là nêu thiết kế hệ thống đo tín hiệu điện cơ sử dụng cảm biến graphene, hệ thống nhỏ gọn có thể tích hợp lên quần áo để theo dõi chỉ số cơ bắp hằng ngày. Tín hiệu sau khi thu được hiển thị trên điện thoại theo thời gian thực, được lưu trữ vào bộ dữ liệu và được xử lý, tính toán thông số để bác sĩ theo dõi và chuẩn đoán.

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên cơ sở tài liệu, thông tin từ các bài báo về tín hiệu điện cơ, xử lý tín hiệu điện cơ bề mặt, ... Và tham khảo cách xây dựng bộ dữ liệu trên trang physionet.org để có một bộ dữ liệu hoàn hảo, thuận tiện cho thể hệ nối tiếp có thể theo dõi và sử dụng các kết quả nhóm đang thực hiện hiện nay.

2.1.2 Lý thuyết y sinh về điện cơ

Tín hiệu điện cơ (Electromyography - EMG) là một dạng tín hiệu điện sinh học rất quan trọng có giá trị chẩn đoán cao cho rất nhiều bệnh về cơ và thần kinh. Nguồn gốc của hầu hết các tín hiệu điện sinh học là sự thay đổi rất nhanh của điện thế qua màng tế bào của tất cả các tế bào sống. Cụ thể hơn, các tín hiệu điện sinh học phát sinh từ các điện thế qua màng tế bào thay đổi theo thời gian có thể thấy ở các tế bào thần kinh hay ở các tế bào cơ gồm cả cơ tim. Cơ sở điện hóa của điện thế màng tế bào tồn tại dựa trên hai hiện tượng: màng tế bào có tính bán thấm hay chúng có độ dẫn và độ thấm khác nhau đối với các ion và phân tử khác nhau, và màng tế bào có các cơ chế bơm ion sử dụng năng lượng trao đổi chất.

EMG mô tả thời gian và dạng hoạt động của cơ trong quá trình vận động. Tín hiệu EMG thô (chưa qua xử lý) phản ánh các hoạt động điện của các sợi cơ ngay tại thời điểm đó. Các đơn vị vận động tiếp nhận kích thích không đồng bộ và đôi khi, chỉ với sự co cơ rất yếu vẫn có thể ghi nhận được tín hiệu trên EMG. Khi sức co dần tăng, mức độ điện thế hoạt động tăng và tín hiệu thô ghi được tại một điểm có thể đại diện cho hoạt động điện của hàng ngàn sợi cơ riêng lẻ khác.

Đo tín hiệu điện cơ là một kỹ thuật đo hoạt động điện của cơ và các dây thần kinh chi phối cơ. Các dữ liệu được ghi nhận được gọi là điện cơ đồ (Electromyography-EMG).

Có 2 phương pháp đo: đo trong cơ thể và đo ngoài bề mặt da. Hình dạng và biên độ của các sóng ghi nhận được cho chúng ta thông tin về khả năng đáp ứng của cơ đối với các kích thích.

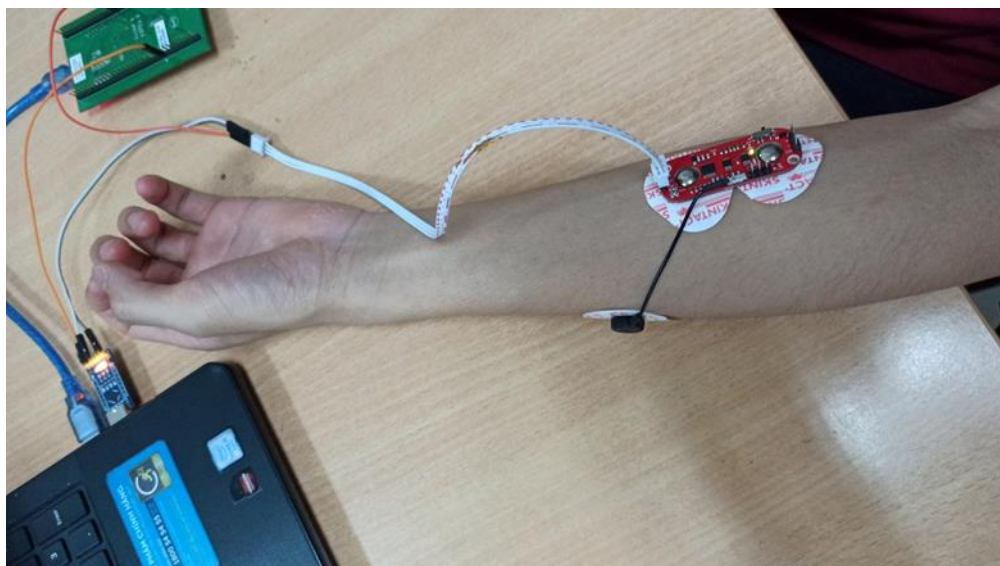
Trên lâm sàng, EMG thường được chỉ định khi bệnh nhân có các triệu chứng yếu cơ, hoặc qua thăm khám cho thấy sức cơ giảm. Qua đó, có thể giúp phân biệt bệnh cơ do rối loạn thần kinh hay do các nguyên nhân khác.



Hình 2.1 Đo điện cơ bên trong da.

Phương pháp đo điện cơ truyền thống sử dụng điện cực kim đo tín hiệu bên trong da **Hình 2.1**. Quá trình thu tín hiệu điện cơ, bác sĩ sẽ dùng kim khác nhau kích thích nhỏ hơn kim tiêm để thăm dò chuẩn đoán bệnh. Kỹ thuật này hiện nay khá phổ biến trong các bệnh viện, bởi vì nó có độ nhạy và tính chính xác cao. Đây được coi là tiêu chuẩn để chuẩn đoán tất cả các bệnh lý về cơ như: bệnh nhược cơ, bệnh thần kinh cơ, bệnh viêm cơ, bệnh loạn dưỡng cơ, ... Tuy nhiên, đối với điện cực kim, người bệnh sẽ có cảm giác khó chịu khi cây kim đâm vào cơ thể. Một số trường hợp, bệnh nhân có cảm giác ngứa, bầm tím và sưng tại vị trí đâm kim.

Ngoài phương pháp đo truyền thống trên ra thì hiện nay thế giới đang không ngừng phát triển sản phẩm đo tín hiệu cơ ở bề mặt da. Người ta thường sử dụng điện cực Ag/AgCl – điện cực dùng trong đo điện tim – để đo tín hiệu điện cơ này. Cảm biến Ag/AgCl rất nhạy với điện cơ và thu tín hiệu tốt, tuy nhiên nhược điểm của nó là chỉ sử dụng được 1 lần.



Hình 2.2 Đo tín hiệu cơ bề mặt

Hiện nay, phương pháp phổ biến nhất để thu tín hiệu điện cơ bề mặt là sử dụng mạch Myoware [6] như Hình 2.2. Cảm biến Ag/AgCl được dán trực tiếp lên da và gắn lên mạch Myoware, mạch được kết nối với vi điều khiển STM32 hoặc Arduino và truyền dữ liệu lên máy tính để phân tích.

2.1.3 Những ứng dụng của EMG

Tín hiệu điện cơ được ứng dụng vào rất nhiều lĩnh vực như: chi giả, phục hồi chức năng, chẩn đoán y tế. Chi tiết như sau:

- Chi giả

Hoạt động điện gây ra bởi cơ tay hay chân có thể chuyển đổi thành các lệnh điều khiển cho máy tính. Điều này giúp con người áp dụng chế tạo, giả lập cánh tay robot và chi giả giúp cho hoạt động của người khiếm khuyết tay hay chân dễ dàng hơn. Trong ứng dụng này các điện cực sẽ được gắn vào vùng cơ cần mô phỏng và vùng cơ điều khiển các hoạt động của chi.



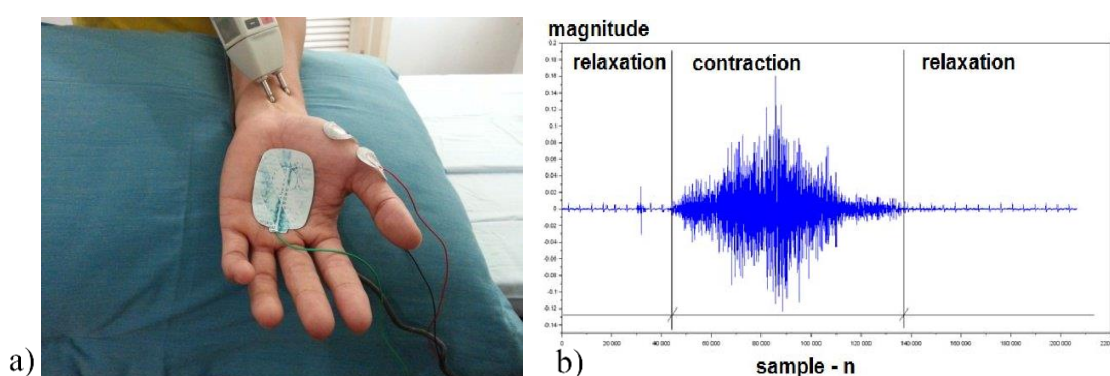
Hình 2.3 Cánh tay giả và chân giả

- Phục hồi chức năng

Sau những cơn đột quỵ, việc phục hồi chức năng thật sớm là cực kì quan trọng để tận dụng giai đoạn dẻo dai của hệ thần kinh. Ứng dụng của tín hiệu điện cơ kết hợp với sự hỗ trợ của các thiết bị máy robot được áp dụng trong điều trị, phục hồi chức năng sau đột quỵ [7]. Bằng cách theo dõi, kiểm tra các hoạt động của chi trên và chi dưới một cách liên tục khi người bệnh vận động, bác sĩ sẽ đưa ra các quy trình điều trị cụ thể.

- Chuẩn đoán y tế

Mục đích của việc ghi điện cơ là để thăm dò hệ thần kinh ngoại biên. EMG được sử dụng như một công cụ chẩn đoán để xác định các bệnh thần kinh cơ, hoặc là một công cụ để nghiên cứu về kinesiology (nghiên cứu các cơ chế chuyển động của con người và ảnh hưởng của chúng đến sức khỏe) và rối loạn kiểm soát vận động.



Hình 2.4 a) Ghi điện cơ ở tay b) Đồ thị biên độ tín hiệu EMG

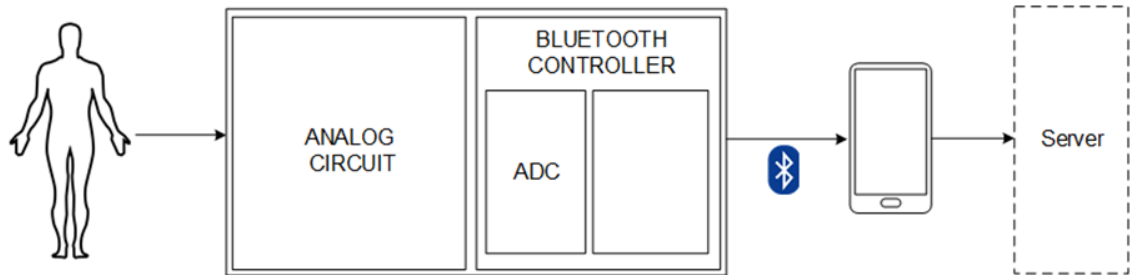
Tín hiệu EMG được thu bằng phương pháp ghi điện cơ (điện cơ đồ) và được biểu diễn ở dạng đồ thị biên độ như [Hình 2.4](#). Tín hiệu điện cơ giúp bác sĩ chẩn đoán xác định, chẩn đoán phân biệt bản chất tổn thương sợi trục hay tổn thương phối hợp, tế bào thần kinh vận động, myelin và chẩn đoán định khu, tiên lượng bệnh để từ đó xác định nguyên nhân của bệnh và đưa ra phương pháp điều trị hiệu quả nhất. Bệnh nhân sau khi được thực hiện đo điện cơ, bác sĩ nhìn vào kết quả có thể xác định một số bệnh [8] như sau:

- Rối loạn dây thần kinh bên ngoài tủy sống (hệ thần kinh ngoại biên), như hội chứng ống cổ tay hoặc bệnh lý dây thần kinh ngoại biên. EMG giúp các bác sĩ chẩn đoán bệnh và đưa ra quyết định có cần điều trị phẫu thuật hay không.
- Các rối loạn ảnh hưởng đến thần kinh vận động ở não hoặc tủy sống như xơ cứng cột bên teo cơ hoặc bại liệt.
- Các rối loạn rễ thần kinh như thoát vị đĩa đệm cột sống, đau thần kinh tọa.
- Rối loạn cơ như loạn dưỡng cơ hay viêm đa cơ.
- Các bệnh ảnh hưởng đến sự liên kết giữa thần kinh và cơ như bệnh nhược cơ.

2.2 Thiết kế hệ thống

2.2.1 Hệ thống đo EMG

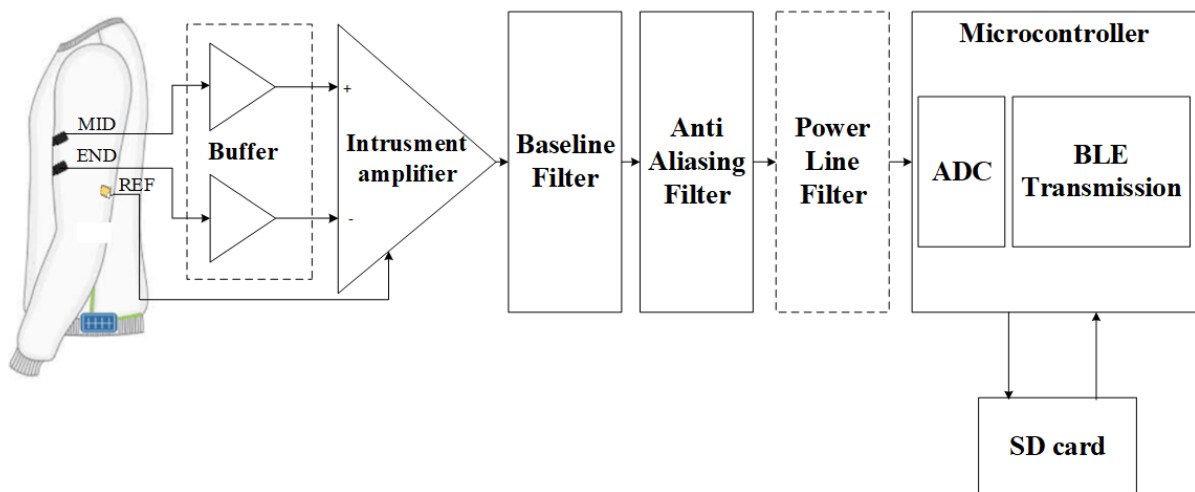
a) Sơ đồ khối



Hình 2.5 Sơ đồ khối toàn hệ thống

Hệ thống gồm có hai phần chính: phần thu tín hiệu, phần xử lý tín hiệu thô và truyền dữ liệu. [Hình 2.5](#) mô tả quá trình thu nhận tín hiệu từ cơ thể người, dữ liệu được xử lý và chuyển sang dạng số, sau đó dữ liệu được truyền đến và hiển thị trên màn hình điện thoại thông qua đường truyền Bluetooth.

b) Sơ đồ khối mạch điện tử

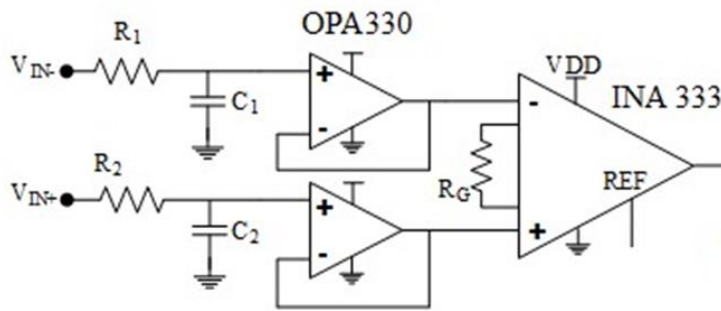


Hình 2.6 Sơ đồ khối mạch điện tử

Mạch điện tử trong hệ thống được thiết kế nhằm thu thập và xử lý tín hiệu EMG. Mạch gồm có hai đầu vào vi sai (MID, END) được gắn với các điện cực ở giữa bó cơ và cuối bó cơ, một chân tham chiếu được gắn vào vị trí mô không hoạt động điện như khuỷu tay, cổ tay hay cổ chân... Tín hiệu thô EMG lấy từ cơ bắp được khuếch đại và lọc bởi mạch tương tự. Tín hiệu tương tự EMG đầu ra sẽ được chuyển đổi sang tín hiệu số để đưa đến tầng tiếp theo. Mạch được cung cấp nguồn điện áp 3.3V ổn định trong suốt quá trình hệ thống hoạt động. [Hình 2.6](#) thể hiện sơ đồ khối của mạch điện tử.

c) Khối khuếch đại vi sai

Do tín hiệu thô EMG thu được từ điện cực có thành phần nhiễu tần số cao, nên trước khi tín hiệu đưa vào mạch khuếch đại vi sai, tín hiệu được đưa qua mạch khuếch đại đệm có hệ số khuếch đại bằng 1. Mạch đệm này có tác dụng tạo trở kháng đầu vào rất lớn và trở kháng đầu ra rất nhỏ, từ đó một mặt giữ nguyên độ lớn của tín hiệu, mặt khác tăng công suất tín hiệu lên rất nhiều lần. Ngoài ra, mạch cũng làm giảm tác động của môi trường đến trở kháng vào (do graphene dễ bị tác động từ môi trường) và giữ cân bằng giữa hai điện cực vi sai.



Hình 2.7 Khối khuếch đại vi sai

Khối khuếch đại vi sai ([Hình 2.7](#)) sử dụng INA333 có tỷ số tín hiệu nhiễu chung (Common mode ratio rejection - CMRR) cao là 100dB, với hệ số khuếch đại có thể thay đổi theo giá trị của điện trở R_G . Hệ số khuếch đại của mạch này được tính bằng:

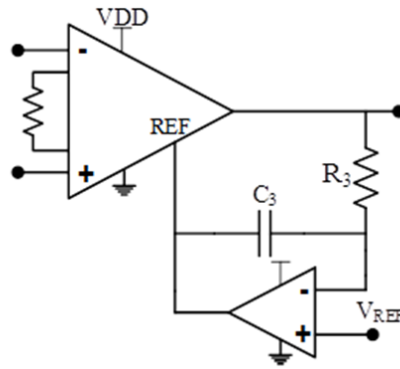
$$G = 1 + \frac{100K\Omega}{R_G} \quad (2.1)$$

Trong đề tài này, hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại vi sai đầu vào được lựa chọn là khoảng 100 lần với R_G là $1K\Omega$.

d) Mạch lọc thông dải

Tín hiệu EMG có dải tần số hữu ích trong khoảng 30 – 500Hz. Do đó, để loại bỏ các thành phần tần số nằm ngoài khoảng đó, cần phải sử dụng bộ lọc thông cao với tần số cắt 30Hz và bộ lọc thông thấp có tần số cắt 500Hz.

Trong mạch tương tự này, thay vì sử dụng mạch lọc thông cao thông thường, mạch sử dụng cấu trúc servo feedback như Hình 2.4 [9].



Hình 2.8 Mạch lọc thông cao

Mạch lọc thông cao sẽ loại bỏ các thành phần tần số nhỏ hơn 30Hz. Khác với mạch lọc thông cao tích cực thông thường, bằng cách hồi tiếp tích phân, cấu trúc servo feedback giúp loại bỏ thành phần DC offset. Bên cạnh đó, cấu trúc này góp phần triệt tiêu thành phần nhiễu “motion artifact” (nhiều gây ra do chuyển động của cơ xương) gây ra trong quá trình cơ hoạt động. Tần số cắt của mạch lọc thông cao được tính bằng:

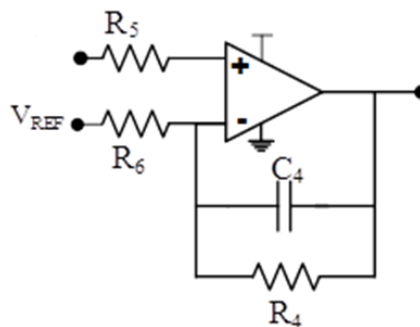
$$f_c = \frac{1}{2\pi R_3 C_3} \text{ (Hz)} \quad (2.2)$$

Khi $R_3 = 10K\Omega$ thì:

$$C_3 = \frac{1}{2\pi f_c R_3} = \frac{1}{2\pi \times 30 \times 10000} = 0.53 \text{ (}\mu\text{F)}$$

Trên thực tế, ta không thể chọn tụ 0,53 uF nên tụ có giá trị 0.47μF được chọn. Khi đó, tần số cắt của mạch lọc thông cao là 34Hz.

Với bộ lọc thông thấp, những thành phần tần số nằm ngoài khoảng 0 – 500Hz đều bị loại bỏ. Trong mạch tương tự này, mạch lọc thông thấp được sử dụng có cấu trúc của mạch lọc tích cực thông thường như [Hình 2.9](#).



Hình 2.9 Mạch lọc thông thấp

Giá trị tần số cắt của mạch phụ thuộc vào giá trị của C_4 và R_4 và được tính bằng công thức:

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_4 C_4} \text{ (Hz)} \quad (2.3)$$

Chọn $R_4 = 10K\Omega$ thì:

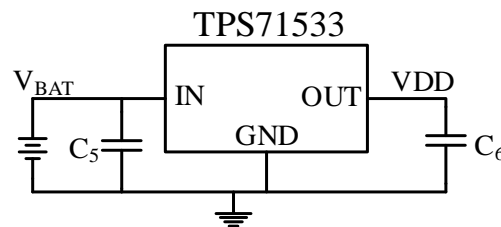
$$C_4 = \frac{1}{2\pi f_c R_4} = \frac{1}{2\pi \times 500 \times 10000} = 31.8 \text{ (nF)}$$

Chọn tụ điện có giá trị là 27nF thì tần số cắt của mạch lọc thông thấp bằng 589Hz.

Như vậy, bộ lọc thông dải của mạch xử lý tín hiệu EMG tương tự trong đồ án này là 34Hz – 589Hz, phù hợp với dải tần số có ích của tín hiệu điện cơ.

e) Mạch nguồn

Nguồn ổn định đóng vai trò trong hoạt động của mạch và toàn hệ thống. Để cung cấp nguồn ổn định 3.3V, hệ thống này sử dụng pin Lithium – Ion 3.7V và mạch nguồn ổn áp TPS71533 đã có mặt trên thị trường (Hình 2.10).

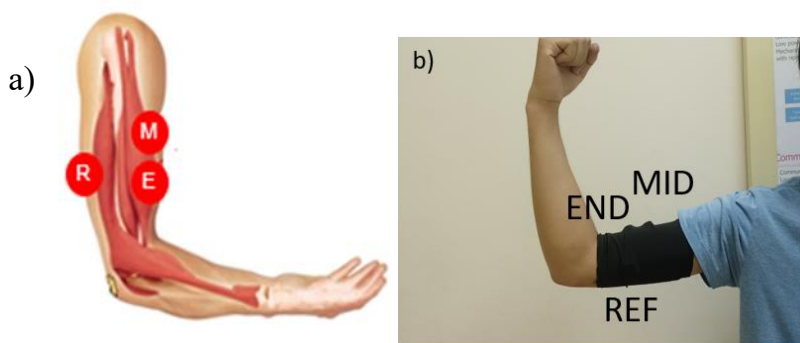


Hình 2.10 Mạch nguồn 3,3v

2.2.2 Các thí nghiệm đo tín hiệu điện cơ

Các thí nghiệm sử dụng các cảm biến Ag/AgCl, rGo-nylon và rGO-polyester để đo tín hiệu điện cơ. Vị trí các điện cực được đặt giống nhau giữa các loại cảm biến.

a) Đo tín hiệu trên tay



Hình 2.11 a) Các vị trí điện cực b) Setup hoàn chỉnh

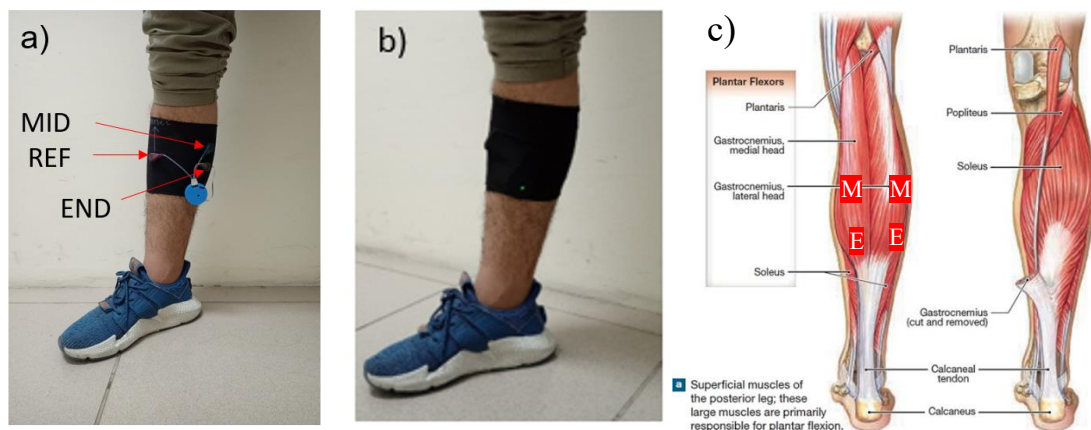
Để đo tín hiệu EMG ở tay, bó cơ được đề xuất là Biceps muscle (bắp tay) hay còn gọi là cơ nhị đầu. Vị trí của các điện cực được mô tả trong Hình 2.11a. Các điểm M, E, R tương ứng với vị trí của các điện cực là ở giữa bó cơ, cuối bó cơ và điện cực tham chiếu [6]. Điện cực graphene được cố định trên đai chun co giãn và kết nối với mạch điện tử bởi dây cap. Đai quấn được cuốn vòng thứ nhất để gắn hệ thống lên cơ thể, sau

đó cuốn vòng thứ hai để giữ graphene tiếp xúc tốt với da và đầu bấm dây cap cố định chắc chắn khi có sự co cơ.

Tín hiệu EMG được thu với hành động gập tay (co cơ) và duỗi tay (không co cơ). Đối tượng đo được yêu cầu để tay thả lỏng sau đó cứ sau 5 giây thì gập tay một lần.

b) Đo tín hiệu trên chân

Để đo tín hiệu điện cơ ở chân, bó cơ được đề xuất là Gastrocnemius (cơ bắp chân). Đây là bó cơ to và rõ ràng nhất ở chân, gồm có hai bó cơ nhỏ là medial head và lateral head.



Hình 2.12 a) Đại quần thứ nhất b) Đại quần thứ hai c) Cấu tạo các bó cơ chân và vị trí đặt điện cực

Thí nghiệm đo tín hiệu EMG được thực hiện đồng thời ở hai bó cơ với hai hệ thống đo đạc. Vị trí của các điện cực trên hai bó cơ này được mô tả trong [Hình 2.12a](#) và [Hình 2.12b](#). Màu xanh là điện cực ở bó cơ medial head, màu đỏ ở vị trí bó cơ lateral head. Điện cực END được đặt ở cuối bó cơ, điện cực MID được đặt ở giữa bó cơ và điện cực REF đặt ở vị trí xương ống đồng đẳng trước chân và đối xứng với cực END qua chân.

Thí nghiệm được tiến hành ở bó cơ Gastrocnemius medial head với trạng thái đứng thực hiện động tác kiễng chân trong vòng 1s ([Hình 2.13-2](#)), nghỉ không kiễng trong khoảng thời gian 4s ([Hình 2.13-1](#)) và thực hiện liên tục trong khoảng 30-60s thu tín hiệu.



Hình 2.13 Động tác thực hiện thí nghiệm

c) Thu tín hiệu trên lưng

Bệnh đau thắt lưng (low back pain) rất phổ biến trong xã hội của chúng ta. Ước tính rằng khoảng 80% số người trưởng thành sẽ bị bệnh đau thắt lưng [10]. Với mục đích tìm hiểu đặc tính của điện cơ ở lưng để chẩn đoán, phát hiện sớm bệnh đau thắt lưng, các thí nghiệm đo đặc ở lưng được tiến hành. Vị trí đo tín hiệu điện cơ được đề xuất là bó cơ ở thắt lưng.

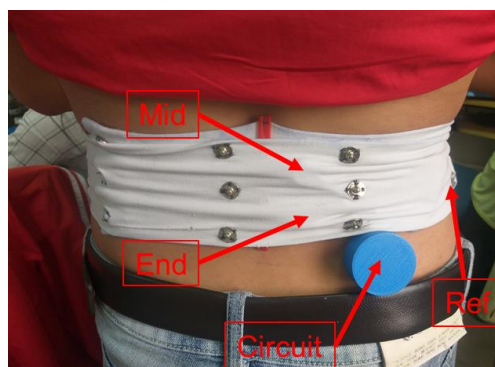
Các nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng lớp mô mỡ dưới giữa điện cực và cơ có thể là nguyên nhân gây ra sự không chính xác trong kết quả của phép đo điện cơ bề mặt [11], [12]. Sự gia tăng của lớp mô mỡ làm giảm giá trị của biên độ tín hiệu EMG và tăng sự trao đổi chéo trong các cơ lân cận với cơ đang hoạt động [13]. Do đó, cần phải đo tín hiệu của nhiều người khác nhau.

Các thí nghiệm được tiến hành trên các đối tượng khác nhau. Những người đo này được đo điện trở cơ thể và tính toán chỉ số BMI (Body Mass Index), là chỉ số khối cơ thể, chỉ số thể trọng, được sử dụng để đo lường mỡ trên cơ thể. Chỉ số BMI được tính theo công thức [14]:

$$BMI = \frac{Weight}{(Height)^2} \quad (3.1)$$

Theo WHO, người trưởng thành có BMI trong phạm vi 18.5 đến 25.0 là bình thường, dưới 18.5 là gầy, từ 25.0 đến 30.0 là béo và trên 30.0 là béo phì.

Hai điện cực vi sai được đặt ở cơ lưng phải (phần thắt lưng), song song với nhau dọc theo bó cơ và cách cột sống lưng khoảng 1 – 2cm. Điện cực END đặt ở cuối bó cơ và cách điện cực MID ở phía trên 2 – 3cm. Điện cực tham chiếu nên được đặt ở phần mô không liên quan đến bó cơ được đo, nên nó được đề xuất đặt ở phần eo cùng phía của bên lưng đo.

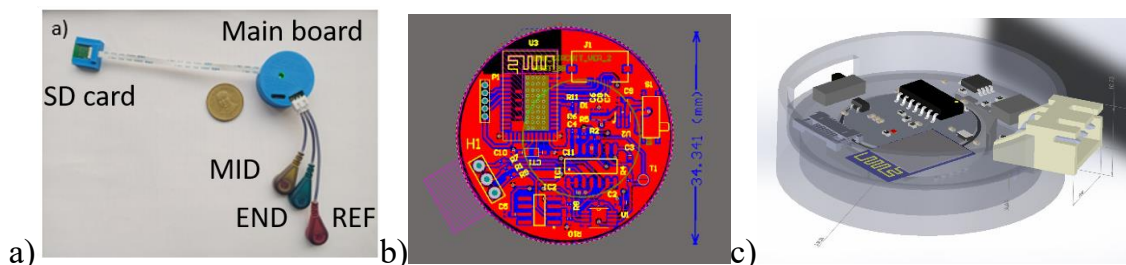


Hình 2.14 Setup đo tín hiệu EMG trên lưng

2.3 Kết quả đạt được

2.3.1 Kết quả mạch điện

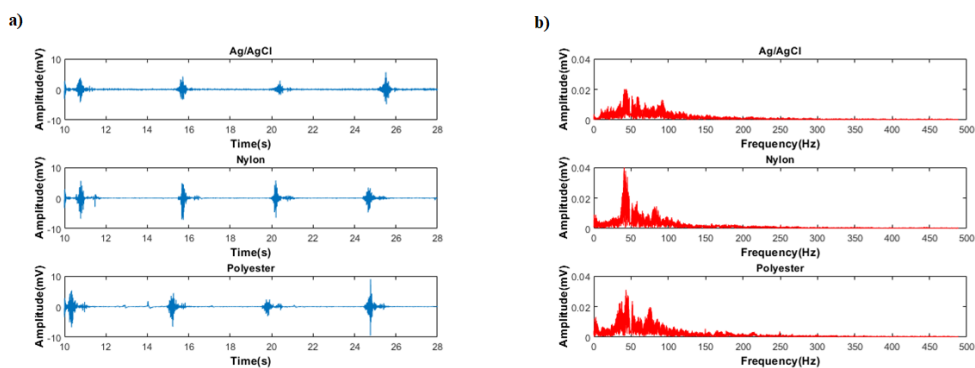
Mạch điện có diện tích nhỏ gọn thực hiện một số chức năng như truyền dữ liệu không dây lên app android thông qua bluetooth low energy, có thể lưu dữ liệu vào SD card khi không có app android.



Hình 2.15 Thiết kế mạch a) Hệ thống mạch hoàn chỉnh thực tế b) Hình ảnh thiết kế mạch c) Hình naur mạch 3D cùng hộp đựng.

2.3.2 Kết quả đo tín hiệu

a) Kết quả đo ở tay



Hình 2.16

Tín hiệu EMG được đo ở tay sử dụng các cảm biến Ag/AgCl, rGo-nylon và rGO-polyester lần lượt được biểu diễn ở Hình 2.32, Hình 2.33 và Hình 2.34. Các thí nghiệm này được đo trên cùng một người với động tác gập tay theo chu kỳ 5 giây một lần.

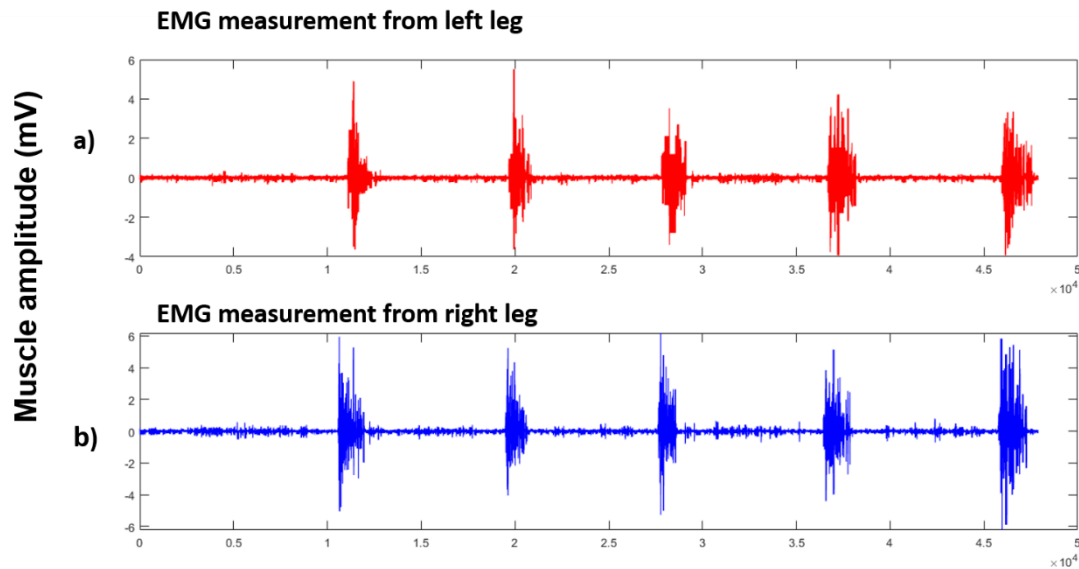
Bảng 2.1 Bảng so sánh tín hiệu các loại sensor graphene với Ag/AgCl.

Sensor	Average amplitude (mV)	SNR (dB)	Cross correlation with Ag/AgCl
Ag/AgCl	6.57	17	
Graphene on Nylon	11.67	24	0.8373
Graphene on Polyester	10.409	24.41	0.7425

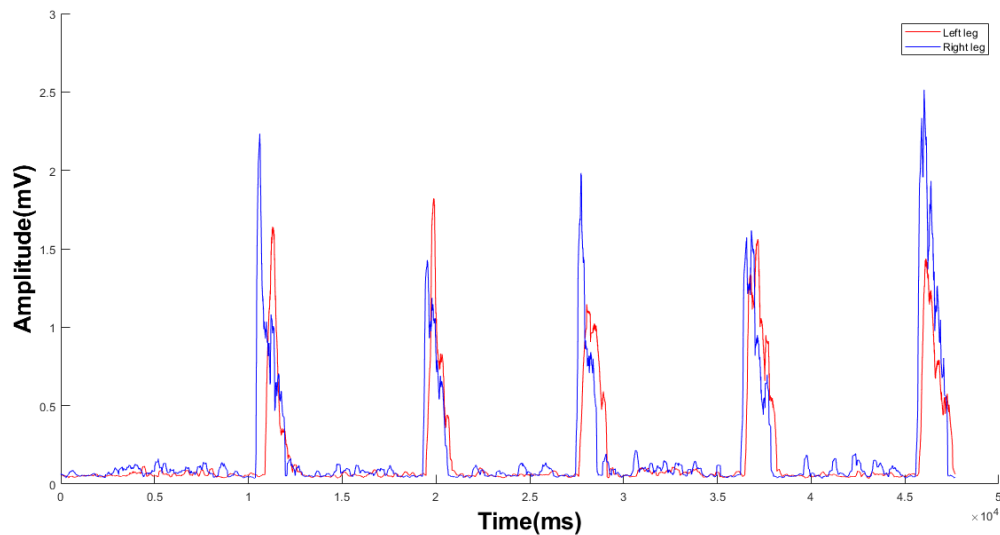
Từ Bảng 2.1 ta thấy tín hiệu thu bằng điện cực graphene có biên độ và tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu của điện cực graphene lớn hơn điện cực Ag/AgCl, chứng tỏ điện cực Graphene có biên độ cao hơn và tín hiệu sạch hơn điện cực Ag/AgCl.

b) Kết quả đo ở chân

Tín hiệu EMG thu từ hai chân bởi cảm biến graphene trong Hình 2.17 tương đối giống nhau. Tuy nhiên biên độ tín hiệu của chân phải cao hơn của chân trái (Hình 2.18), có thể là do người thí nghiệm thuận chân phải.

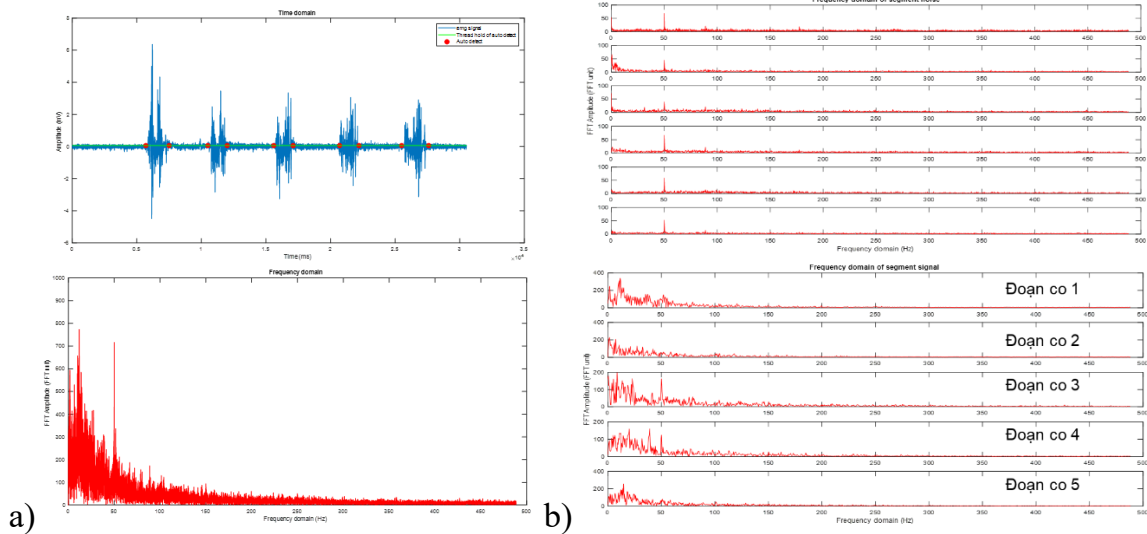


Hình 2.17 Tín hiệu EMG trên miền thời gian.



Hình 2.18 RMS của tín hiệu EMG với kích thước của sổ là 200 mẫu

c) Kết quả đo ở lưng



Hình 2.19

Tín hiệu EMG thu được trên lưng trong Hình 2.19 sử dụng đai quần có thanh cố định đai quần để làm giảm sự trượt điện cực khi thực hiện động tác thí nghiệm. Tuy nhiên tín hiệu có xuất hiện nhiễu ở tần số 50Hz (Hình 2.19a). Đây là tần số của mạng điện dân dụng, vì vậy chúng ta cần thiết lập bộ lọc số để loại bỏ chúng. Và sau khi ta phân tích từng đoạn tín hiệu thì ta thấy nhiễu 50Hz xuất hiện chủ yếu ở các đoạn không cơ cơ (Hình 2.19b).

2.4 Tổng kết

Hệ thống cơ bản đã hoàn thành và sẵn sàng thu thập nhiều dữ liệu hơn để tiến hành bước tiếp theo phát triển phân tích tín hiệu và đưa ra các cảnh báo về bệnh của cơ và đưa ra độ mỏi cơ khi hoạt động thể thao thời gian dài.

CHƯƠNG 3. NHẬN XÉT VÀ ĐỀ XUẤT

Sau thời gian thực tập trên SPARC lab em đã có cơ hội tiếp xúc với môi trường làm việc mới, năng động, chuyên nghiệp. Cũng qua đó rút ra được nhiều kinh nghiệm.

3.1 Ưu Nhược điểm

Trong thời gian thực tập, tôi đã học được các khái niệm sau

- Kỹ năng làm việc nhóm.
- Kỹ năng thiết kế mạch cứng.
- Có những kiến thức cơ bản về IoT và healthcare.
- Kỹ năng đọc tài liệu tiếng Anh được nâng cao.

Tuy nhiên tôi vẫn thể hiện những nhược điểm sau:

- Chưa đủ kiến thức chuyên sâu trong lĩnh vực nghiên cứu.
- Lập kế hoạch còn chưa hiệu quả khiến thời gian hoàn thành công việc kéo dài.
- Kỹ năng làm báo cáo và báo cáo chưa chuẩn.

3.2 Những kinh nghiệm rút ra và đề xuất

3.2.1 Kinh nghiệm rút ra

Sau thời gian hai tháng thực tập trên lab, em đã rút ra cho mình được nhiều kinh nghiệm

- Làm việc nhóm sẽ giúp công việc tiến hành nhanh chóng và hiệu quả. Bên cạnh việc tích lũy kiến thức, kinh nghiệm cho bản thân, làm việc nhóm cũng là một kỹ năng rất cần thiết đặc biệt với nhóm ngành kỹ thuật khi khối lượng công việc lớn và thức tập.
- Tiếng Anh là điều tất yếu với một kỹ sư. Mọi tài liệu sách báo có giá trị hầu hết là tiếng Anh. Việc học tiếng Anh giao tiếp cũng như chuyên ngành cần sự kiên trì lớn.
- Luôn là người chủ động, có những thắc mắc hoặc vấn đề không thể tự giải quyết phải chủ động đặt vấn đề, xin ý kiến của các thành viên khác hoặc thầy giáo.
- “Từ khóa” là yếu tố quan trọng trong việc tìm kiếm thông tin trên mạng. Cần xác định được vấn đề đang mình đang tìm hiểu để có thể đưa ra được từ khóa hợp lý nhất.
- Việc viết lại tài liệu, báo cáo chuẩn là vô cùng cần thiết. Nghiên cứu học tập là quá trình lâu dài, vì thế ta cần có một kho tài liệu chuẩn ghi chép lại quá trình, những dấu mốc quan trọng mà mình tìm hiểu được và sắp xếp lại một cách khoa học.

3.2.2 Đề xuất với lab

- Về không gian làm việc
 - Lab cần đầu tư hơn về việc dọn vệ sinh phòng lab, có thể chia theo nhóm việc trực nhật mỗi tuần.
 - Sắp xếp các dụng cụ, thiết bị, linh kiện một cách ngăn nắp, thuận tiện cho việc tìm kiếm, sử dụng.
- Về tài liệu và đào tạo

- Tăng cường thêm các khóa đào tạo kỹ năng cho sinh viên trong lab như việc dạy lập trình, vẽ mạch bằng Altium.
- Chuẩn hóa các tài liệu theo một mẫu. Điều đó giúp mọi thành viên có thể tiếp cận đến những cái chuẩn, đồng thời rút ngắn thời gian khi làm báo cáo.
- Thêm nhiều tài liệu của lab đồng thời sắp xếp, quản lý một cách khoa học.

KẾT LUẬN

Qua thời gian thực tập ở SPARC lab em đã tiếp thu được nhiều kiến thức, kinh nghiệm trong việc học tập và thực hành. Kỹ năng làm việc nhóm, thiết kế, làm báo cáo của em đã được nâng lên. Thực tập kỹ thuật cho em cái nhìn mới hơn về thực tế hiện nay của công việc, môi trường làm việc chuyên nghiệp, thôi thúc trong em một tinh thần học tập rèn luyện cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hanoi University of Science and Technology, [Online]. Available: <http://set.hust.edu.vn/index.php/vi/donvi/17-dtkmt/784-2018-04-05-04-05-53>.
- [2] [Online]. Available: <https://bssc.vn/hai-2020-trao-giai-3-du-an-doi-moi-sang-tao-ung-dung-tri-tue-nhan-tao/>.
- [3] P. Konrad, "The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography," *Noraxon U.S.A Inc.*, pp. 7-9, 2006.
- [4] Y. Qiao, "Graphene-based Wearable Sensors," *Nanoscale*, 2019.
- [5] D. Stegeman, "Standards for surface electromyography: the European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)," 2007.
- [6] G. Waddell, "A new clinical model for the treatment of lowback pain," in *Volvo award in clinical science*, Spine, 1987.
- [7] WHO, BMI classification.
- [8] D. Farina, "Sensitivity of surface EMG-based conduction velocity estimates to local tissue in-homogeneities influence of the number of channels and inter-channel distance," *Methods*, 2005.
- [9] C. Nordander, "Influence of the subcutaneous fat layer, as measured by ultrasound, skinfold calipers and BMI, on the EMG amplitude," *Eur. J. Appl*, 2003.
- [10] M. M. L. T. A. Kuiken, "The effect of subcutaneous fat on myoelectric signal amplitude and cross-talk," *Prosthet. Orthot. Int*, 2003.
- [11] M. K. Y. O. Ozturk, "Muscular Activity Monitoring and Surface Electromyography (sEMG) with Graphene Textiles," *IEEE SENSORS*, 2019.
- [12] [Online]. Available: : <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/signal-to-noise-ratio..>
- [13] [Online]. Available: <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/correlation-coefficient-formula/>.
- [14] [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/xcorr.html>.

