

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

-----oOo-----



ĐỒ ÁN
TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

Đề tài:

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ
HỆ THỐNG GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG**

Sinh viên thực hiện : **PHAN DUY THẮNG**
Lớp ĐT 6 - K53

Giảng viên hướng dẫn : **ThS. PHÙNG KIỀU HÀ**

Hà Nội – 06/2013

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Phan Duy Thắng Số hiệu sinh viên: 20083507

Khoá: 53 Viện: Điện tử - Viễn thông Ngành:.....

1. *Đầu đề đồ án:*

.....
.....
.....

2. *Các số liệu và dữ liệu ban đầu:*

.....
.....
.....

3. *Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:*

.....
.....
.....
.....

4. *Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):*

.....
.....
.....

5. *Họ tên giảng viên hướng dẫn:*.....

6. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án:*.....

7. *Ngày hoàn thành đồ án:*.....

Ngày..... tháng..... năm.....

Chủ nhiệm Bộ môn

Giảng viên hướng dẫn

Sinh viên đã hoàn thành và nộp đồ án tốt nghiệp ngày.....tháng.....năm.....

Cán bộ phản biện

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

BẢN NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Phan Duy Thắng Số hiệu sinh viên: 20083507

Ngành:..... Khóa:.....

Giảng viên hướng dẫn:.....

Cán bộ phản biện:.....

1. Nội dung thiết kế tốt nghiệp:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Nhận xét của cán bộ phản biện:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ngày.....tháng.....năm.....

Cán bộ phản biện

(Ký, ghi rõ họ và tên)

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, nền kinh tế Việt Nam thường duy trì được mức tăng trưởng cao so với khu vực (trung bình từ 5-8%/năm). Tăng trưởng kinh tế thường gắn liền với gia tăng nhu cầu tiêu thụ năng lượng, đặc biệt là điện năng. Mức tăng trưởng cao của tiêu thụ điện năng (Khoảng 14%/năm) trong tương lai gần sẽ gây ra sự thiếu hụt năng lượng và sức ép phải xây dựng thêm các nhà máy thủy điện, nhiệt điện. Đây là những tác động ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường sống của con người. Theo thống kê của các tổ chức quốc tế sự lãng phí trong tiêu thụ điện năng ở Việt Nam còn ở mức cao, mà một trong những nguyên nhân lớn nhất là đó chính là ý thức kém của con người trong việc tiết kiệm năng lượng và hệ thống truyền tải điện còn lạc hậu với hiệu suất chưa cao.

Không chỉ ở Việt Nam mà các nước phát triển trên thế giới hiện nay đang hướng tới việc sử dụng năng lượng một cách có hiệu quả. Bằng sự kết hợp giữa hệ thống điện truyền thống với công nghệ thông tin và truyền thông hiện đại, bước đầu đã tạo nên những mô hình truyền tải điện thông minh, đem lại những lợi ích to lớn.

Từ những vấn đề trên, nhóm đã quyết định nghiên cứu đề tài **“Nghiên cứu thiết kế hệ thống giám sát năng lượng”** với mục đích tạo nên một hệ thống thống nhất về việc sử dụng, quản lý cũng như giám sát năng lượng, nâng cao hiệu suất sử dụng, cải thiện ý thức tiết kiệm năng lượng của người sử dụng.

Nhóm chúng em xin được gửi lời cảm ơn sâu sắc tới **ThS. Phùng Kiều Hà**, (Bộ môn Hệ thống Viễn thông, Viện Điện tử Viễn thông, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội) và **PGS.TS Nguyễn Chấn Hùng** (Giám đốc Trung tâm Công Nghệ Xanh-Viện Điện tử Tin học Tự động hóa Việt Nam). Các thầy cô đã trực tiếp hướng dẫn và giúp đỡ chúng em hoàn thành tốt đề tài này.

Cuối cùng, nhóm em xin cảm ơn gia đình, bạn bè, các thầy cô trong Viện Điện tử Viễn thông và các anh chị thuộc trung tâm Công Nghệ Xanh đã luôn tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất cũng như động viên tinh thần, giúp đỡ nhóm trong quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài.

Chúng em xin chân thành cảm ơn !

Hà Nội, tháng 6 năm 2013

Phan Duy Thắng

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Thực hiện đề tài “*Nghiên cứu thiết kế hệ thống giám sát năng lượng*” với mục đích xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh có chức năng quản lý, giám sát năng lượng tiêu thụ của một hộ gia đình, một tòa nhà hoặc một khu vực. Hệ thống được phát triển dựa trên các công nghệ, các hệ thống thông minh mới như IoT (Internet of Thing), Smart Grid. Các thành phần chính của hệ thống bao gồm thiết bị đo công suất được thiết kế với độ chính xác cao; hệ thống phần mềm giám sát năng lượng có giao diện đẹp mắt, hoạt động ổn định với chức năng hiển thị năng lượng tiêu thụ theo thời gian thực, hiển thị điện năng tiêu thụ hàng tháng và dự đoán điện năng tiêu thụ trong tương lai.

ABSTRACT

Implement the thesis "*Research and design energy monitoring system*" with the purpose of building a complete system which have functions which include management, monitoring of energy consumption of household, building or campus. The system was developed by basing on technologies, new smart systems such as IoT (Internet of Thing), Smart Grid. The components of system include Power measurement device with high accuracy; energy monitoring software system have nice interface, stable operation with functions such as real-time energy consumption display, monthly energy consumption display and energy consumption prediction in the future.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
TÓM TẮT ĐỒ ÁN	3
MỤC LỤC	4
DANH SÁCH HÌNH VẼ.....	7
DANH SÁCH CÁC BẢNG BIỂU	9
THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT	10
PHẦN MỞ ĐẦU	11
CHƯƠNG 1. THỰC TRẠNG NĂNG LƯỢNG Ở VIỆT NAM.....	12
1.1. Đánh giá trạng thái hiện tại của năng lượng Việt Nam.....	12
1.2. Dự báo nhu cầu năng lượng trong tương lai	13
1.3. Ý tưởng hình thành đề tài.....	14
1.4. Kết luận	15
CHƯƠNG 2. LÝ THUYẾT CÁC CÔNG NGHỆ THÀNH PHẦN	16
2.1. Giới thiệu về IoT (Internet of Thing)	16
2.1.1. Tổng quan về IoT	16
2.1.2. Khái niệm về Internet of Thing	17
2.2. Hệ thống Smart Grid	18
2.2.1. Khái niệm Smart Grid	18
2.2.2. Chức năng của Smart Grid	18
2.2.3. Cấu trúc của Smart Grid.....	19
2.2.4. Thiết kế cơ bản của Smart Grid	19
2.3. Lý thuyết đo lường công suất điện năng	21
2.3.1. Định nghĩa công suất.....	21
2.3.2. Công suất hiệu dụng (Công suất thực) : P	21
2.3.3. Điện áp và dòng điện hiệu dụng: Urms, Irms	22
2.3.4. Công suất biểu kiến: S	22
2.3.5. Công suất phản kháng: Q	23
2.3.6. Hệ số công suất: Cos ϕ	23
2.4. Lý thuyết mạng nơron và thuật toán lan truyền ngược sai số	23

2.4.1. Tổng quan về mô hình mạng nơron	23
2.4.2. Các mô hình mạng nơron thông dụng.....	27
2.4.3. Huấn luyện và xây dựng mạng nơron	31
2.4.4. Quy trình xử lý dữ liệu sử dụng mô hình mạng nơron	35
2.5. Kết luận	37
CHƯƠNG 3. PHÂN TÍCH – THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....	38
3.1. Phân tích – Thiết kế bộ đo công suất	38
3.1.1. Xác định yêu cầu.....	38
3.1.2. Mô hình hóa chức năng bộ đo.....	39
3.1.3. Các nền tảng phát triển.....	39
3.1.4. Thuật toán xử lý tín hiệu	44
3.1.5. Thiết kế bộ đo công suất	46
3.1.6. Kiểm tra độ chính xác của bộ đo.....	51
3.2. Phân tích – Thiết kế Website	56
3.2.1. Xác định yêu cầu.....	56
3.2.2. Mô hình hóa chức năng Website.....	57
3.2.3. Giao thức truyền dữ liệu theo thời gian thực	57
3.2.4. Các nền tảng phát triển.....	58
3.3. Phân tích – Thiết kế phần mềm Android	61
3.3.1. Xác định yêu cầu.....	61
3.3.2. Mô hình hóa chức năng.....	62
3.3.3. Các nền tảng phát triển.....	62
3.4. Mạng nơron và ứng dụng trong dự báo tiêu thụ điện năng.....	65
3.5. Kết luận	66
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG	67
4.1. Hệ thống quản lý năng lượng	67
4.1.1. Triển khai và chạy thử Website	67
4.1.2. Triển khai và chạy thử phần mềm Android	70
4.1.3. Triển khai và chạy thử bộ đo công suất	71
4.2. Mạng nơron và ứng dụng trong dự báo tiêu thụ điện năng.....	73
4.3. Kết luận	74

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	75
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	77
PHỤ LỤC.....	78

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1. 1: Dự báo cân bằng nhu cầu năng lượng.....	12
Hình 1. 2: Dự báo tiêu thụ điện đến năm 2030	13
Hình 1. 3: Hệ thống giám sát năng lượng	14
Hình 2. 1: Mô hình mẫu về IoT.....	16
Hình 2. 2: Mô hình tổng quát hệ thống Smart Grid	18
Hình 2. 3: Nơon sinh học	25
Hình 2. 4: Nơon nhân tạo.....	25
Hình 2. 5: Mạng tự kết hợp	28
Hình 2. 6: Mạng kết hợp khác kiểu	28
Hình 2. 7: Mạng truyền thẳng	29
Hình 2. 8: Mạng phản hồi	29
Hình 2. 9: Perceptron	30
Hình 2. 10: Mạng nhiều tầng truyền thẳng	30
Hình 2. 11: Biểu đồ tiến trình quá trình học có giám sát	35
Hình 2. 12: Quy trình xử lý dữ liệu.....	36
Hình 3. 1: Biểu đồ User-case của bộ đo công suất	39
Hình 3. 2: Board Arduino Uno.....	39
Hình 3. 3: Giao diện Arduino IDE	40
Hình 3. 4: WiFly Shield	41
Hình 3. 5: Roving Network's RN-131C	41
Hình 3. 6: Sơ đồ khối chức năng của RN-131C.....	42
Hình 3. 7: Cảm biến dòng SCT-013-030	42
Hình 3. 8: Sơ đồ nguyên lý của SCT-013-030.....	43
Hình 3. 9: Adapter AC-AC	44
Hình 3. 10: Sơ đồ khối bộ đo công suất.....	46
Hình 3. 11: Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến dòng	47
Hình 3. 12: Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến áp	48

Hình 3. 13: Mạch nguồn.....	50
Hình 3. 14: Mạch LCD.....	50
Hình 3. 15: Mạch nút bấm điều khiển.....	51
Hình 3. 16: Kerde TW- 270	51
Hình 3. 17: Đồ thị công suất hiệu dụng đo được trên 20 mẫu	53
Hình 3. 18: Đồ thị điện áp hiệu dụng đo được trên 20 mẫu.....	54
Hình 3. 19: Đồ thị dòng điện hiệu dụng đo được trên 20 mẫu	55
Hình 3. 20: Biểu đồ User-case của Website.....	57
Hình 3. 21: Biểu đồ tuần tự của quá trình truyền dữ liệu thời gian thực	57
Hình 3. 22: Biểu đồ User-case của phần mềm Android.....	62
Hình 3. 23: Giao diện hệ điều hành Android	63
Hình 3. 24: Kiến trúc hệ điều hành Android.....	64
Hình 3. 25: Mô hình mạng nơon dự báo tiêu thụ điện năng.....	65
Hình 4. 1: Giao diện đăng nhập của Website.....	67
Hình 4. 2: Giao diện đăng kí của Website	67
Hình 4. 3: Giao diện giám sát năng lượng theo thời gian thực trên Website.....	68
Hình 4. 4: Giao diện hiển thị điện năng tiêu thụ hàng tháng trên Website	68
Hình 4. 5: Giao diện hiển thị xu hướng sử dụng điện trên Website	69
Hình 4. 6: Giao diện điều khiển thiết bị trên Website.....	69
Hình 4. 7: Giao diện đăng nhập của phần mềm Android.....	70
Hình 4. 8: Giao diện giám sát năng lượng theo thời gian thực trên Android	70
Hình 4. 9: Giao diện hiển thị điện năng tiêu thụ hàng tháng trên Android.....	71
Hình 4. 10: Bộ đo công suất được thiết kế.....	71
Hình 4. 11: Lắp đặt bộ đo công suất vào hệ thống.....	72
Hình 4. 12: Hiển thị các thông số đo trên LCD	72
Hình 4. 13: Đồ thị giá trị điện năng được dự đoán và giá trị thực tế	73
Hình 4. 14: Tích hợp chức năng dự báo lên giao diện Website	73

DANH SÁCH CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2. 1: Một số hàm truyền thông dụng.....	27
Bảng 3. 1: Thông số kĩ thuật của SCT-013-030	44
Bảng 3. 2: Kết quả thực nghiệm đo công suất hiệu dụng	53
Bảng 3. 3: Kết quả thực nghiệm đo điện áp hiệu dụng	54
Bảng 3. 4: Kết quả thực nghiệm đo dòng điện hiệu dụng.....	55
Bảng 3. 5: Dữ liệu điện năng tiêu thụ điện hàng tháng.....	65

THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT

IoT	Internet of Thing	Internet tích hợp trong thiết bị
ANN	Artificial Neural Network	Mạng nơon nhân tạo
MLP	Multi Layer Perceptron	Mạng nhiều tầng truyền thẳng
MSE	Mean square error	Sai số bình phương trung bình
AC	Alternating Current	Dòng điện xoay chiều
DC	Direct Current	Dòng điện một chiều
IDE	Integrated Development Environment	Môi trường phát triển tích hợp
I/O	Input / Output	Đầu vào / đầu ra
ADC	Analog Digital Converter	Bộ chuyển đổi tín hiệu từ analog sang digital
SPI	Serial Peripheral Interface	Giao diện ngoại vi nối tiếp
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter	Bộ truyền nhận nối tiếp không đồng bộ
CT	Current Transformer	Bộ chuyển đổi dòng điện
PHP	Hypertext Preprocessor	Mã lệnh dùng để phát triển các ứng dụng viết cho máy
HTML	HyperText Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản
XHTML	Extensible Hyper Text Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản mở rộng
SDK	Software Development Kit	Bộ công cụ phát triển phần mềm

PHẦN MỞ ĐẦU

Đồ án này trình bày một cách chi tiết việc thiết kế và xây dựng “**Hệ thống giám sát năng lượng**” cũng như kết quả đã đạt được sau khi thực hiện đề tài. Ngoài ra một số kiến thức nền tảng cũng được đề cập ở đây để người xem có thể hiểu rõ hơn bản chất các vấn đề nghiên cứu mà chúng em đã đưa ra và giải quyết.

Nội dung đồ án gồm có 4 chương:

Chương 1: *Thực trạng năng lượng ở Việt Nam.* Chương này giới thiệu khái quát chung về thực trạng tiêu thụ năng lượng ở Việt Nam, đặc biệt là điện năng; thống kê, dự đoán về nhu cầu năng lượng trong tương lai. Ngoài ra một số ý tưởng hình thành đề tài và mô hình tổng quan hệ thống cũng được chúng em đề cập đến trong phần này.

Chương 2: *Lý thuyết các công nghệ thành phần.* Mục tiêu của chương là giới thiệu chung về khái niệm IoT và hệ thống Smart Grid; vai trò, ứng dụng và đặc điểm của từng nền tảng; những mô hình được tham khảo trong việc áp dụng để xây dựng hệ thống.

Chương 3: *Phân tích - Thiết kế hệ thống.* Nội dung của chương sẽ trình bày một cách chi tiết các vấn đề nghiên cứu và phát triển của hệ thống bao gồm: Phân tích và thiết kế bộ đo công suất, phân tích thiết kế các phần mềm giám sát năng lượng (Website, phần mềm trên Android), xây dựng mô hình mạng nơron trong dự báo nhu cầu về điện.

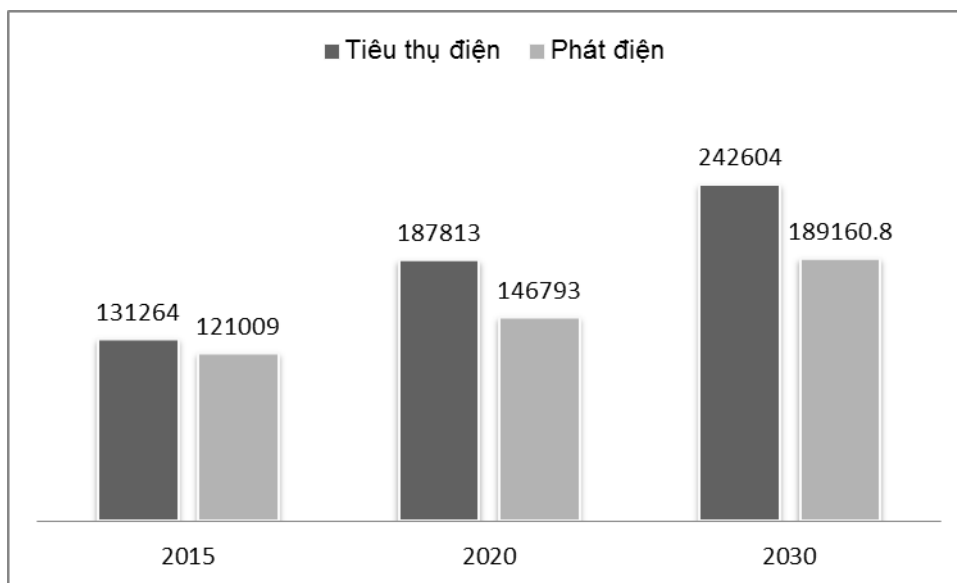
Chương 4: *Kết quả triển khai hệ thống.* Chương này trình bày kết quả đạt được sau khi triển khai chạy thử hệ thống.

Chương 1. Thực trạng năng lượng ở Việt Nam

Nội dung chương này giới thiệu khái quát chung về thực trạng tiêu thụ năng lượng ở Việt Nam, đặc biệt là điện năng; thống kê, dự đoán về nhu cầu năng lượng trong tương lai. Ngoài ra một số ý tưởng hình thành đề tài và mô hình tổng quan hệ thống cũng được chúng em đề cập đến trong phần này.

1.1. Đánh giá trạng thái hiện tại của năng lượng Việt Nam

Trong những năm gần đây, nền kinh tế Việt Nam thường duy trì được mức tăng trưởng cao so với khu vực (trung bình từ 5-8%/năm). Các chính sách đầu tư công đã bước đầu có hiệu quả, thể hiện ở một số thành công như: ban hành khung pháp lý hỗ trợ thúc đẩy sự sáng tạo; tăng cường đầu tư vào các công nghệ mới, đặc biệt là các thiết bị sử dụng trong sản xuất năng lượng. Tăng trưởng kinh tế thường gắn liền với gia tăng nhu cầu tiêu thụ năng lượng, đặc biệt là điện năng.



Hình 1. 1: Dự báo cân bằng nhu cầu năng lượng

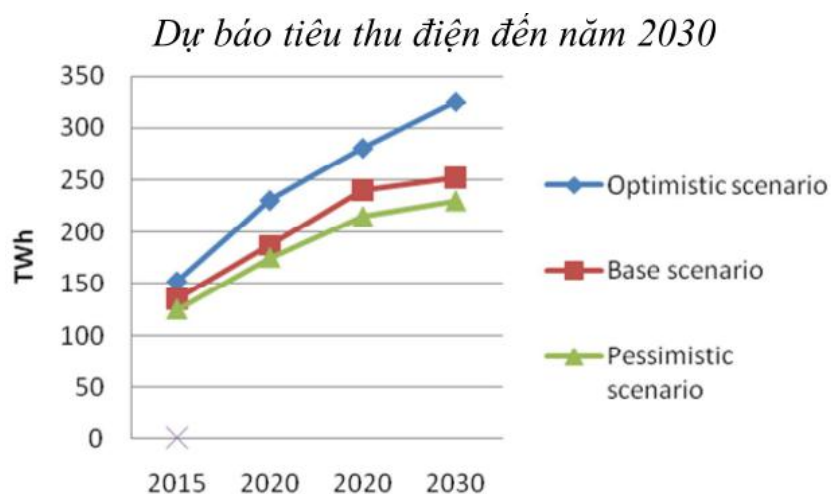
Mức tăng trưởng cao của tiêu thụ điện năng (khoảng 14%/năm) trong tương lai gần sẽ gây ra sự thiếu hụt năng lượng và sức ép phải xây dựng thêm các nhà máy điện. Hiện tại, vấn đề chính liên quan tới các nguồn năng lượng truyền thống là biến động giá dầu và các sản phẩm dầu trên thị trường thế giới trong bối cảnh các nguồn tài nguyên năng lượng dần cạn kiệt, biến đổi khí hậu và giới hạn khai thác của các nguồn thủy điện.

Về điện năng, tổng công suất lắp đặt toàn hệ thống đạt trên 18,000MW, với cơ cấu cụ thể như sau: thủy điện – 32,7%, nhiệt điện – 17,5%, các nhà máy đồng phát – 44,8% và các nguồn khác là 5%. Tốc độ tăng trưởng của sản xuất điện năng đạt trên 14%/năm qua giai đoạn 10 năm vừa qua, gấp hai lần tốc độ tăng trưởng GDP. Điều đó cho thấy sự phát triển bền vững của kinh tế Việt Nam chỉ có thể đạt được với sự tăng trưởng vượt bậc của ngành năng lượng.

Tính toán cho thấy, với tiến độ xây dựng các nhà máy điện và dự báo nhu cầu điện, Việt Nam sẽ phải trải qua giai đoạn thiếu điện (khoảng 10,2 tỉ kWh) vào năm 2015.

1.2. Dự báo nhu cầu năng lượng trong tương lai

Vấn đề chính liên quan tới các nguồn năng lượng truyền thống là biến động giá dầu và các sản phẩm dầu trên thị trường thế giới trong bối cảnh các nguồn tài nguyên năng lượng dần cạn kiệt, biến đổi khí hậu và giới hạn khai thác của các nguồn thủy điện.



Hình 1. 2: Dự báo tiêu thụ điện đến năm 2030

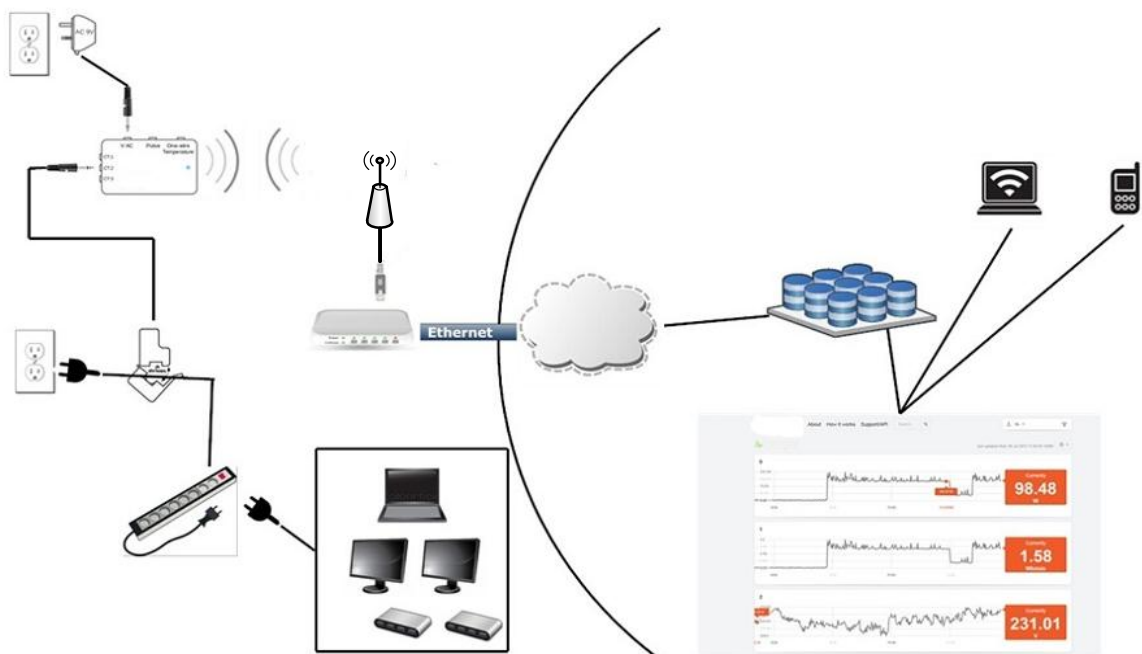
Các mỏ dầu tại Việt Nam hiện đang cho thấy dấu hiệu đi xuống về sản lượng. Việc mở rộng khai thác không đủ để giúp ngành dầu khí vượt qua được các khó khăn trên nếu Việt Nam không sớm tìm được các mỏ mới, sản lượng khai thác của ngành trong thời gian tới sẽ chứng kiến sự sụt giảm đáng kể. Trong khi đó, hệ thống giao thông tại Việt Nam hiện vẫn đang trong quá trình phát triển và còn nhiều yếu kém. Việc phát triển và khai thác than tại Việt Nam bị hạn chế bởi hạ tầng phục

vụ yếu kém, các công nghệ, thiết bị sử dụng lạc hậu. Tiềm năng thủy điện của Việt Nam được dự báo vào khoảng 80 tỉ kWh.năm, trong khi đó nguồn năng lượng tái tạo có tiềm năng dự báo không vượt quá 10.000MW vào năm 2025. Thiếu hụt điện năng vào năm 2030 có thể lên tới trên 50 tỉ kWh.

1.3. Ý tưởng hình thành đề tài

Hiện nay trên thế giới xu hướng về phân phối và sử dụng năng lượng đang dần tiến tới sự tiết kiệm, tối ưu và hiệu suất cao. Ở Việt Nam, tình trạng thiếu hụt năng lượng ở nước ta là một vấn đề hết sức cấp bách. Chính vì vậy, các công trình nghiên cứu cũng như các giải pháp nâng cao hiệu suất truyền tải, sử dụng năng lượng đang được nhà nước ta hết sức quan tâm và khuyến khích.

Từ những vấn đề trên trên chúng em đã hình thành ý tưởng xây dựng một hệ thống có sự thống nhất về quản lý, giám sát việc tiêu thụ năng lượng. Hệ thống đó phải có khả năng thu thập dữ liệu, phân tích dự báo năng lượng tiêu thụ. Ngoài ra một số yếu tố như tính di động cao, dễ dàng cài đặt và sử dụng của hệ thống cũng được chúng em nghĩ tới trong ý tưởng của mình. Hình 1.3 là mô hình hệ thống giám sát năng lượng mà chúng em đã xây dựng và phát triển trong đề tài này.



Hình 1. 3: Hệ thống giám sát năng lượng

Hệ thống giám sát năng lượng được gồm hai khối chính :

- **Khối đo công suất** : Khối đo công suất hay thực chất là bộ đo công suất có nhiệm vụ đo giá trị công suất của tải tiêu thụ. Dữ liệu đo đạc được truyền tới máy chủ và lưu vào cơ sở dữ liệu qua môi trường internet.
- **Khối phần mềm** : Khối phần mềm được thiết kế cho người sử dụng. Dữ liệu công suất sau khi đo được hiển thị một cách trực quan trên phần mềm giúp người sử dụng có thể dễ dàng giám sát lượng năng lượng tiêu thụ. Ngoài ra một số chức năng như thống kê lượng điện tiêu thụ hàng tháng, dự báo nhu cầu điện năng trong tương lai (Sử dụng mô hình mạng nơ-ron kết hợp thuật toán lan truyền ngược sai số), giao diện điều khiển thiết bị từ xa cũng được tích hợp trong các phần mềm.

1.4. Kết luận

Chúng ta thấy rằng hiện nay nhu cầu năng lượng ở Việt Nam đang rất lớn và khả năng cung cấp đủ năng lượng trong những năm tới là một vấn đề hết sức cấp bách. Trước tình hình đó, các nhà quản lý cần phải tìm ra những giải pháp khả thi trong việc cung cấp cũng như tiêu thụ năng lượng. Bên cạnh việc xây dựng thêm các công trình thủy điện, nhiệt điện; tìm kiếm các nguồn năng lượng mới như năng lượng gió, năng lượng hạt nhân.v.v. thì các nhà quản lý cần phải áp dụng một cách mạnh mẽ hơn nữa những công nghệ mới trong việc truyền tải và tiêu thụ điện năng.

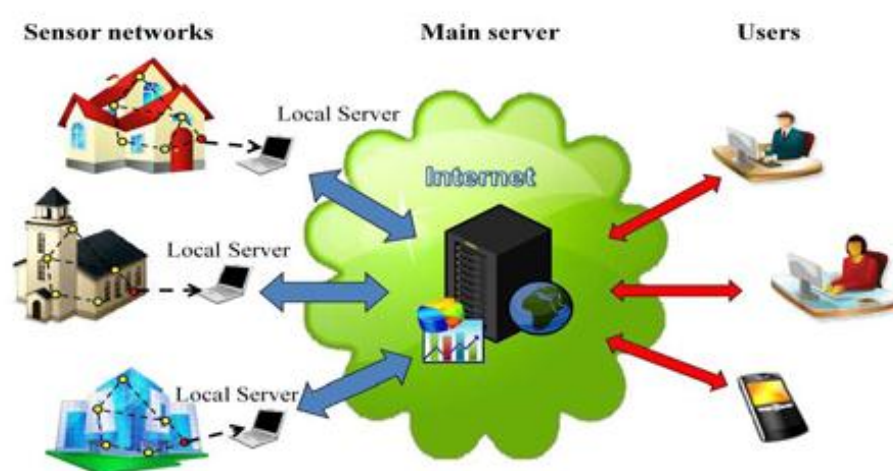
Với ý tưởng của mình, chúng em hi vọng rằng hệ thống giám sát năng lượng sẽ đóng góp một phần nhỏ trong việc tối ưu hóa, tăng hiệu suất trong việc sử dụng năng lượng, nâng cao ý thức tiết kiệm cho mọi người. Mặc dù hệ thống đang ở trong giai đoạn đầu phát triển, nhưng nó chắc chắn sẽ là một hình mẫu lí tưởng cho các ý tưởng mới mẻ hơn sau này.

Chương 2. Lý thuyết các công nghệ thành phần

Chương “Lý thuyết các công nghệ thành phần” giới thiệu một cách khái quát các khái niệm về IoT (Internet of Thing) và hệ thống Smart Grid; vai trò, ứng dụng và đặc điểm của từng nền tảng. Trong các nền tảng này, một số mô hình được chúng em học hỏi, tham khảo để xây dựng hệ thống của mình.

2.1. Giới thiệu về IoT (Internet of Thing)

2.1.1. Tổng quan về IoT



Hình 2. 1: Mô hình mẫu về IoT

Với việc phát triển nhanh như vũ bão của Internet trong những năm vừa qua thì hiện nay hầu hết tất cả các thiết bị xung quanh bạn cũng được tích hợp tính năng kết nối với internet như điện thoại di động, Tivi, đầu DVR, máy tính bảng v..v. Không chỉ như vậy thậm chí đến các thiết bị điện khác trong nhà bạn như các thiết bị điện thông minh, gas và hệ thống nước cũng có thể kết nối đến với hệ thống sưởi và làm mát của ngôi nhà bạn thông qua đường truyền Internet. Bạn hãy tưởng tượng xem nếu như bạn có một chiếc tủ lạnh thông minh có thể kiểm soát các thực phẩm trong tủ lạnh của bạn, một lúc nào đó thực phẩm trong tủ lạnh của bạn vơi đi và sắp hết thì nó sẽ tự động gửi tin nhắn đến cho nhà cung cấp thực phẩm và họ sẽ mang thực phẩm đến giao cho bạn. Như vậy sẽ tiện lợi vô cùng. Đây là một vài ví dụ cho thấy sức mạnh của internet, không cần bấm bất kì 1 nút điều khiển nào, mọi việc đều được thực thi một cách đơn giản và thuận lợi.

Chúng tôi gọi đó là “Internet of Thing” và nó là những điều đang từng ngày, từng ngày thay đổi cuộc sống của chúng ta. Đây là thuật ngữ được sử dụng đầu tiên bởi Kevin Ashton vào năm 1999.

2.1.2. Khái niệm về Internet of Thing

SAP-AG nhà sản xuất hàng đầu các gói phần mềm cho doanh nghiệp định nghĩa Internet Of Thing nghĩa là: “Một thế giới mà các thiết bị thông minh có thể giao tiếp được với nhau thông qua một mạng thông tin đã được thiết lập trước đó và các thiết bị đó trở thành một bộ phận trong các hoạt động của hệ thống. Hệ thống cơ sở hạ tầng mạng là yếu tố phải có sẵn để có thể liên kết với các thiết bị thông minh để có thể điều khiển và giám sát các thiết bị trong hệ thống”.

Còn CASAGRAS đưa ra 1 định nghĩa khác về Internet Of Thing vào năm 2009 như sau : “Một cơ sở hạ tầng mạng lưới liên kết các thành phần thiết bị thông qua việc khai thác thu thập dữ liệu và khả năng thông tin liên lạc giữa các thiết bị với nhau. Cơ sở hạ tầng mạng này là hệ thống mạng Internet hiện có, các thiết bị cùng với sự phát triển trong tương lai của hệ thống. Nó sẽ cung cấp cho các thiết bị khả năng kết nối, truyền thông và cảm biến làm cơ sở cụ thể cho sự phát triển hệ thống và các ứng dụng cụ thể. Những điều này sẽ được đặc trưng bởi các yếu tố như sự độc lập trong việc thu thập dữ liệu, sự trao đổi thông tin giữa các thiết bị, khả năng kết nối mạng và khả năng tương tác giữa thiết bị với thiết bị, với thiết bị với hệ thống và ngược lại.

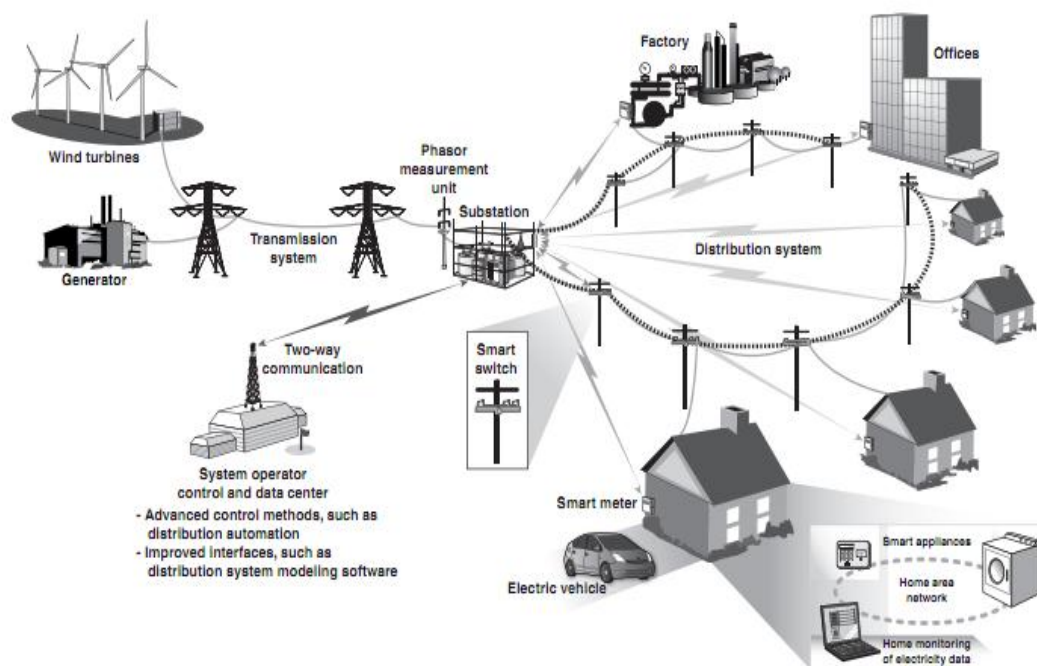
Tuy nhiên tất cả các định nghĩa về Internet of Thing đều có những điểm chung như:

- Khả năng kết nối ở mọi lúc, mọi nơi.
- Khả năng xác định vị trí của các thiết bị.
- Khả năng trao đổi thông tin của các thiết bị thông qua Internet hoặc mạng Lan nội bộ.

2.2. Hệ thống Smart Grid

2.2.1. Khái niệm Smart Grid

Smart Grid là hệ thống điện thông minh có sử dụng các công nghệ thông tin và truyền thông để tối ưu việc truyền dẫn, phân phối điện năng giữa nhà sản xuất và hộ tiêu thụ, hợp nhất cơ sở hạ tầng điện với cơ sở hạ tầng thông tin liên lạc. Có thể coi hệ thống điện thông minh gồm có hai lớp: lớp 1 là hệ thống điện thông thường và bên trên nó là lớp 2, hệ thống thông tin, truyền thông, đo lường.



Hình 2. 2: Mô hình tổng quát hệ thống Smart Grid

2.2.2. Chức năng của Smart Grid

- Chống được sự tấn công cố ý đối với hệ thống cả về mặt vật lý và mạng máy tính.
- Giảm lượng tiêu hao năng lượng trên dây dẫn, tăng cường chất lượng điện năng.
- Giảm chi phí sản xuất, truyền tải, chi phí nâng cấp nhờ phân hóa lượng điện tiêu thụ.
- Có khả năng tự phục hồi khi xảy ra mất điện.

2.2.3. Cấu trúc của Smart Grid

Về cơ bản, hệ thống điện thông minh bao gồm hệ thống truyền tải, cung cấp điện năng hiện tại nhưng được áp dụng công nghệ thông tin và truyền thông, số hóa dữ liệu và áp dụng các công nghệ hiện đại vào việc điều khiển, kiểm tra, giám sát. Nhằm đảm bảo an toàn, ổn định và nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống điện. Từ mô hình ta thấy rằng hệ thống điện thông minh gồm:

- **Hệ thống điện có sẵn:** Cơ sở hạ tầng (nhà máy điện, trạm biến áp, trạm điều khiển....). Hệ thống truyền tải (đường dây dẫn, cột điện, role bảo vệ, máy biến áp...). Các nơi tiêu thụ điện (hộ gia đình, nhà máy, cơ quan...).
- **Hệ thống điều khiển:** lấy công nghệ thông tin làm trung tâm: gồm cơ sở dữ liệu được số hóa, các thành phần trong hệ thống được liên kết với nhau chặt chẽ thành một thể thống nhất có thể vận hành ổn định, tự khắc phục khi có sự cố xảy ra.

2.2.4. Thiết kế cơ bản của Smart Grid

Cho đến hiện nay, chưa một ai hoặc một tổ chức nào khẳng định chắc chắn về các công nghệ sẽ được sử dụng trong Smart Grid của tương lai. Tuy nhiên, chúng ta có thể chỉ ra được các đặc tính chính của Smart Grid sẽ bao gồm:

- Khả năng tự động khôi phục cung cấp điện khi có sự cố xảy ra mất điện đối với khách hàng.
- Chống được sự tấn công cố ý đối với hệ thống cả về mặt vật lý và mạng máy tính.
- Trợ giúp sự phát triển các nguồn điện phân tán (phát điện, dự trữ năng lượng, cắt giảm nhu cầu...).
- Trợ giúp sự phát triển các nguồn năng lượng tái tạo.
- Cung cấp khả năng nâng cao chất lượng điện năng và độ tin cậy cung cấp điện.
- Tối ưu hóa vận hành hệ thống điện để giảm chi phí sản xuất, truyền tải và phân phối kể cả giảm chi phí đầu tư mới và nâng cấp hệ thống điện.
- Công cụ cơ bản của vận hành thị trường điện rộng rãi.

Để tạo được sự tiến bộ trong việc giải quyết được những thách thức của hệ thống hiện tại cũng như những đặc tính chính của Smart Grid trong tương lai, các công ty điện lực cần tập trung vào bốn lĩnh vực sau:

- **Thu thập dữ liệu:** Dữ liệu cần được thu thập từ rất nhiều nguồn khác nhau của hệ thống điện (hệ thống bảo vệ, điều khiển, công tơ điện, các bộ I/O..., các bộ thu thập dữ liệu tiêu thụ điện của thiết bị tại các nhà máy và thậm chí tại nhà ở của khách hàng và các nguồn thông tin “không điện” như thời tiết... Khả năng thu thập dữ liệu được dựa trên sự tiến bộ vượt bậc của công nghệ thông tin và viễn thông trong thế kỷ 21.
- **Phân tích và dự báo:** Dữ liệu thu thập từ nhiều nguồn khác nhau ở trên, theo tính toán với một hệ thống có 2 triệu khách hàng sử dụng điện thì lượng dữ liệu sẽ khoảng 22 GB/ngày, cần được phân tích cho các mục tiêu vận hành và kinh doanh. Cho mục đích vận hành hệ thống điện các phân tích sẽ được dựa trên số liệu thời gian thực và cận thời gian thực. Còn đối với mục đích kinh doanh thì sẽ sử dụng số liệu quá khứ. Các số liệu thời gian thực và quá khứ cũng được sử dụng cho công tác dự báo từ dài cho đến trung hạn phục vụ công tác lập qui hoạch, kế hoạch phát triển và phương thức vận hành.
- **Giám sát – quản lý – điều khiển:** Dữ liệu được thu thập và xử lý thành thông tin phục vụ công tác vận hành, điều khiển hệ thống điện cũng như được lưu trữ cho các mục đích khác nhau theo yêu cầu của các qui định trong quản lý và điều tiết hoạt động điện lực. Trong lĩnh vực kinh doanh, các thông tin này được sử dụng để xác định mức sử dụng và tính toán chi phí thanh toán giữa các bên tham gia thị trường điện và khách hàng.
- **Phát triển hệ thống cho phép trao đổi thông tin và điện năng hai chiều giữa nhà cung cấp và khách hàng sử dụng điện:** Cả ba bước trên sẽ chỉ có khả năng ảnh hưởng tối thiểu lên khách hàng nếu họ không được tiếp cận và có các thiết bị để cùng tham gia vào hoạt động điện lực từ phía tiêu thụ điện. Thực ra đây là lĩnh vực tốn kém nhất trong Smart Grid và theo tính toán thì thế giới sẽ mất khoảng 20 năm để hoàn thành phần này với việc trang bị các Smart Meter và thiết bị cho phép tương tác hai chiều đối với bất kỳ khách hàng nào.

2.3. Lý thuyết đo lường công suất điện năng

2.3.1. Định nghĩa công suất

Công suất được định nghĩa như là phần năng lượng được chuyển qua một bề mặt trong một đơn vị thời gian. Đối với mạch điện một chiều, công suất, năng lượng mà mạch điện thực hiện chuyển đổi qua đường dây điện trong một đơn vị thời gian, được tính bằng công thức:

$$P = U \times I$$

Với:

P - Công suất

U - Điện áp

I - Độ lớn dòng điện đi qua

Trong mạch điện xoay chiều, các thành phần tích lũy năng lượng như cuộn cảm và tụ điện có thể tạo ra sự lệch pha của dòng điện so với hiệu điện thế. Có thể được biểu diễn về mặt toán học hiệu điện thế và dòng điện bằng số phức để thể hiện pha của các đại lượng này cho điện xoay chiều. Lúc này công suất cũng có thể biểu diễn qua số phức, kết quả của phép nhân hai số phức là hiệu điện thế và dòng điện.

2.3.2. Công suất hiệu dụng (Công suất thực) : P

Công suất hiệu dụng được định nghĩa là công suất được tiêu thụ bởi một thiết bị điện để thực hiện một chức năng hoặc một công việc nào đó. Ngoài ra công suất hiệu dụng còn được định nghĩa là công suất tính trung bình theo toàn chu kỳ của dòng điện xoay chiều, tạo ra sự chuyển giao thực năng lượng theo một hướng.

Về mặt toán học nó là tích phân có giới hạn của điện áp $u(t)$, nhân với dòng điện $i(t)$:

$$P = \frac{1}{T} \int u(t) \times i(t) \times dt \equiv U \times I \times \cos(\varphi)$$

U - Điện áp Root-Mean-Square (Điện áp hiệu dụng)

I - Dòng điện Root-Mean-Square (Dòng điện hiệu dụng)

$\cos(\varphi)$ – Hệ số công suất

Phương trình rời rạc theo thời gian :

$$P \equiv \frac{1}{N} \times \sum_{n=0}^{N-1} u(n) \times i(n)$$

$u(n)$ - Giá trị điện áp đo được tại mẫu thứ n

$i(n)$ - Giá trị dòng điện đo được tại mẫu n

N - Số lượng mẫu được lấy

Công suất hiệu dụng được tính một cách đơn giản là giá trị trung bình của tổng các công suất đo được trong mỗi lần lấy mẫu. Phương pháp này được áp dụng cho dạng sóng hình sin và sóng bị méo.

2.3.3. Điện áp và dòng điện hiệu dụng: Urms, Irms

Điện áp hiệu dụng được định nghĩa là căn bậc hai giá trị trung bình của giá trị điện áp tức thời mũ hai.

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} u^2(n)}{N}}$$

$u(n)$ – Giá trị điện áp đo được tại mẫu thứ n

N – Số lượng mẫu được lấy

Dòng điện hiệu dụng cũng được tính bằng phương trình tương tự

2.3.4. Công suất biểu kiến: S

Công suất biểu kiến là công được sử dụng để mô tả việc cung ứng điện năng từ nguồn. Công suất biểu kiến được tính bằng tích của giá trị điện áp hiệu dụng và dòng điện hiệu dụng.

2.3.5. Công suất phản kháng: Q

Công suất phản kháng là công suất chuyển ngược về nguồn cung cấp năng lượng trong mỗi chu kỳ, do sự tích lũy năng lượng trong các thành phần cảm kháng và dung kháng.

2.3.6. Hệ số công suất: Cos φ

Hệ số công suất là tỉ số giữa công hiệu dụng và công suất biểu kiến

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

2.4. Lý thuyết mạng nơron và thuật toán lan truyền ngược sai số

2.4.1. Tổng quan về mô hình mạng nơron

a. Mạng nơron nhân tạo là gì ?

Mạng nơron nhân tạo, Artificial Neural Network (ANN) gọi tắt là mạng nơron, neural network, là một mô hình xử lý thông tin phỏng theo cách thức xử lý thông tin của các hệ nơron sinh học. Nó được tạo lên từ một số lượng lớn các phần tử (gọi là phần tử xử lý hay nơron) kết nối với nhau thông qua các liên kết (gọi là trọng số liên kết) làm việc như một thể thống nhất để giải quyết một vấn đề cụ thể nào đó.

Một mạng nơron nhân tạo được cấu hình cho một ứng dụng cụ thể (nhận dạng mẫu, phân loại dữ liệu, ...) thông qua một quá trình học từ tập các mẫu huấn luyện. Về bản chất học chính là quá trình hiệu chỉnh trọng số liên kết giữa các nơron.

b. So sánh mạng nơron và máy tính truyền thống

Các mạng nơron có cách tiếp cận khác trong giải quyết vấn đề so với máy tính truyền thống. Các máy tính truyền thống sử dụng cách tiếp cận theo hướng giải thuật, tức là máy tính thực hiện một tập các chỉ lệnh để giải quyết một vấn đề. Vấn đề được giải quyết phải được biết và phát biểu dưới dạng một tập chỉ lệnh rõ ràng. Những chỉ lệnh này sau đó phải được chuyển sang một chương trình ngôn ngữ bậc cao và chuyển sang mã máy để máy tính có thể hiểu được.

Trừ khi các bước cụ thể mà máy tính cần tuân theo được chỉ ra rõ ràng, máy tính sẽ không làm được gì cả. Điều đó giới hạn khả năng của các máy tính truyền

thống ở phạm vi giải quyết các vấn đề mà chúng ta đã hiểu và biết chính xác cách thực hiện. Các máy tính sẽ trở lên hữu ích hơn nếu chúng có thể thực hiện được những việc mà bản thân con người không biết chính xác là phải làm như thế nào.

Các mạng nơron xử lý thông tin theo cách thức giống như bộ não con người. Mạng được tạo nên từ một số lượng lớn các phần tử xử lý được kết nối với nhau làm việc song song để giải quyết một vấn đề cụ thể. Các mạng nơron học theo mô hình, chúng không thể được lập trình để thực hiện một nhiệm vụ cụ thể. Các mẫu phải được chọn lựa cẩn thận nếu không sẽ rất mất thời gian, thậm chí mạng sẽ hoạt động không đúng. Điều hạn chế này là bởi vì mạng tự tìm ra cách giải quyết vấn đề, thao tác của nó không thể dự đoán được.

Các mạng nơron và các máy tính truyền thống không cạnh tranh nhau mà bổ sung cho nhau. Có những nhiệm vụ thích hợp hơn với máy tính truyền thống, ngược lại có những nhiệm vụ lại thích hợp hơn với các mạng nơron. Thậm chí rất nhiều nhiệm vụ đòi hỏi các hệ thống sử dụng tổ hợp cả hai cách tiếp cận để thực hiện được hiệu quả cao nhất. (thông thường một máy tính truyền thống được sử dụng để giám sát mạng nơron).

c. Nơron sinh học và Nơron nhân tạo

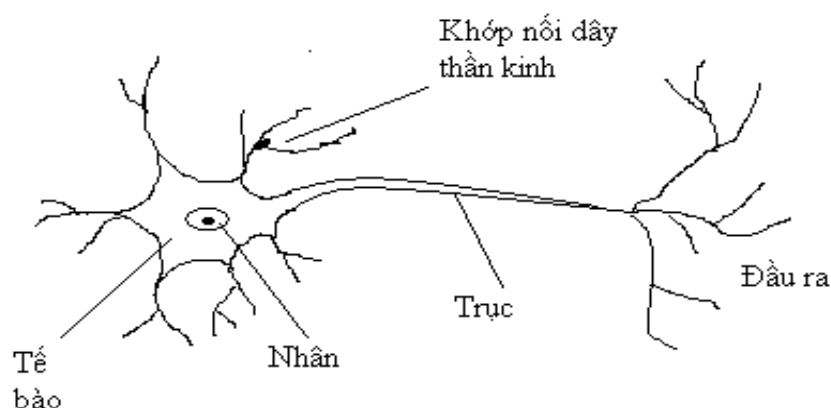
❖ Nơron sinh học

Hệ thần kinh gồm hai lớp tế bào: Nơron (tế bào thần kinh) và glia (tế bào glia). Nơron là thành phần cơ bản của hệ thần kinh, chúng có chức năng xử lý thông tin. Glia thực hiện chức năng hỗ trợ. Vì vậy trước khi nghiên cứu về nơron nhân tạo chúng ta sẽ trình bày khái quát về cấu tạo và hoạt động của nơron sinh học.

Nơron sinh học có nhiều loại, chúng khác nhau về kích thước và khả năng thu phát tín hiệu. Tuy nhiên chúng có cấu trúc và nguyên lý hoạt động chung như sau:

Mỗi nơron sinh học gồm có 3 thành phần: Thân nơron với nhân ở bên trong (soma), một đầu dây thần kinh ra (axon) và một hệ thống phân nhánh hình cây (Dendrite) để nhận các thông tin vào. Trong thực tế có rất nhiều dây thần kinh vào và chúng bao phủ một diện tích rất lớn (0,25mm²). Đầu dây thần kinh ra được rẽ nhánh nhằm chuyển giao tín hiệu từ thân nơron tới nơron khác. Các nhánh của đầu dây thần kinh được nối với các khớp thần kinh (synapse). Các khớp thần kinh này

được nối với thần kinh vào của các noron khác. Các noron có thể sửa đổi tín hiệu tại các khớp. Hình ảnh đơn giản của một noron thể hiện trong hình dưới.



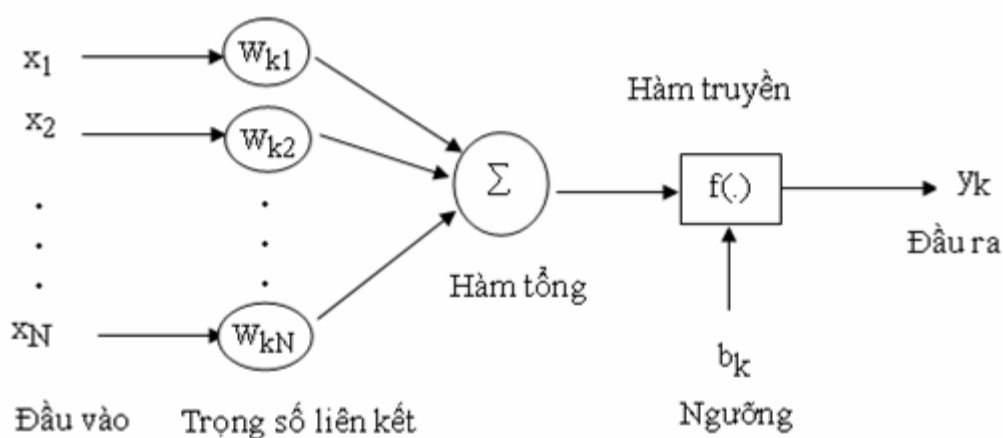
Hình 2. 3: Noron sinh học

Hoạt động của noron sinh học có thể được mô tả như sau:

Mỗi noron nhận tín hiệu vào từ các tế bào thần kinh khác. Chúng tích hợp các tín hiệu vào, khi tổng tín hiệu vượt quá một ngưỡng nào đó chúng tạo tín hiệu ra và gửi tín hiệu này tới các noron khác thông qua dây thần kinh. Các noron liên kết với nhau thành mạng. Mức độ bền vững của các liên kết này xác định một hệ số gọi là trọng số liên kết.

❖ Noron nhân tạo

Một noron là một đơn vị xử lý thông tin và là thành phần cơ bản của một mạng noron. Cấu trúc của một noron được mô tả trên hình dưới.



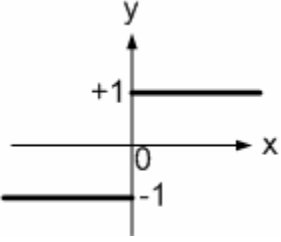
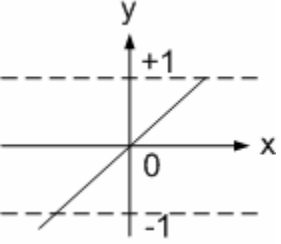
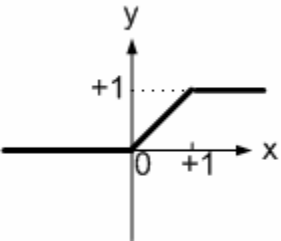
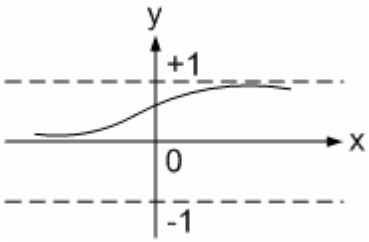
Hình 2. 4: Noron nhân tạo

Các thành phần cơ bản của một nơron nhân tạo bao gồm:

- **Tập các đầu vào:** Là các tín hiệu vào (*input signals*) của nơron, các tín hiệu này thường được đưa vào dưới dạng một vector N chiều.
- **Tập các liên kết:** Mỗi liên kết được thể hiện bởi một trọng số (gọi là trọng số liên kết – *Synaptic weight*). Trọng số liên kết giữa tín hiệu vào thứ j với nơron k thường được kí hiệu là w_{kj} . Thông thường, các trọng số này được khởi tạo một cách ngẫu nhiên ở thời điểm khởi tạo mạng và được cập nhật liên tục trong quá trình học mạng.
- **Bộ tổng** (*Summing function*): Thường dùng để tính tổng của tích các đầu vào với trọng số liên kết của nó.
- **Ngưỡng** (còn gọi là một độ lệch – *bias*): Ngưỡng này thường được đưa vào như một thành phần của hàm truyền.
- **Hàm truyền** (*Transfer function*) : Hàm này được dùng để giới hạn phạm vi đầu ra của mỗi nơron. Nó nhận đầu vào là kết quả của hàm tổng và ngưỡng đã cho. Thông thường, phạm vi đầu ra của mỗi nơron được giới hạn trong đoạn $[0,1]$ hoặc $[-1, 1]$. Các hàm truyền rất đa dạng, có thể là các hàm tuyến tính hoặc phi tuyến. Việc lựa chọn hàm truyền nào là tùy thuộc vào từng bài toán và kinh nghiệm của người thiết kế mạng. Một số hàm truyền thường sử dụng trong các mô hình mạng nơron được đưa ra trong bảng 1.
- **Đầu ra:** Là tín hiệu đầu ra của một nơron, với mỗi nơron sẽ có tối đa là một đầu ra.

Như vậy tương tự như nơron sinh học, nơron nhân tạo cũng nhận các tín hiệu đầu vào, xử lý (nhân các tín hiệu này với trọng số liên kết, tính tổng các tích thu được rồi gửi kết quả tới hàm truyền), và cho một tín hiệu đầu ra (là kết quả của hàm truyền).

Bảng 2. 1: Một số hàm truyền thông dụng

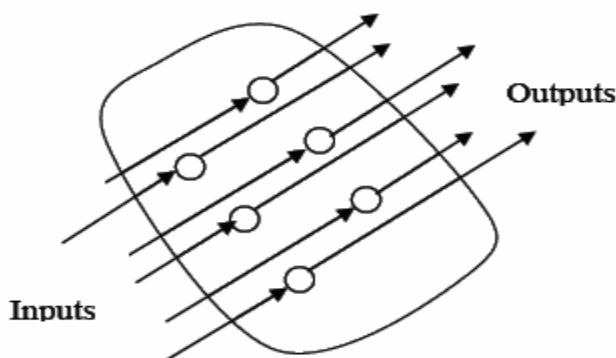
Hàm truyền	Đồ thị
Symmetrical Hard Limit (hardlims)	
Linear (purelin)	
Saturating Linear (satlin)	
Log-Sigmoid (logsig)	

2.4.2. Các mô hình mạng nơron thông dụng

a. Các mô hình mạng nơron

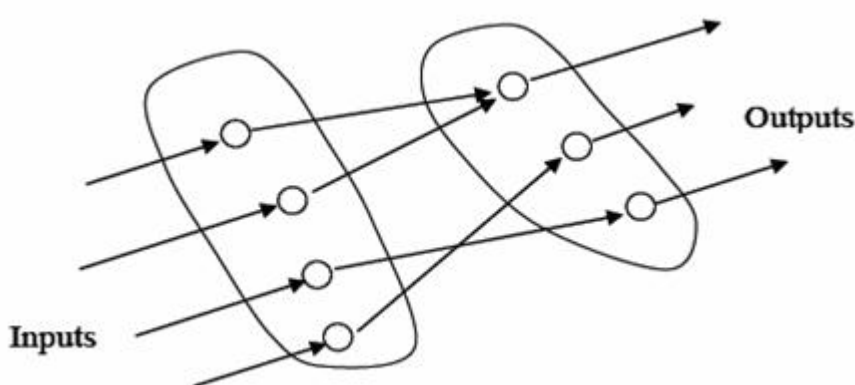
Cách thức kết nối các nơron trong mạng xác định kiến trúc (*topology*) của mạng. Các nơron trong mạng có thể kết nối đầy đủ (*fully connected*) tức là mỗi nơron đều được kết nối với tất cả các nơron khác, hoặc kết nối cục bộ (*partially connected*) chẳng hạn chỉ kết nối giữa các nơron trong các tầng khác nhau. Người ta chia ra hai loại kiến trúc mạng chính:

- ❖ **Tự kết hợp** (*autoassociative*): là mạng có các nơon đầu vào cũng là các nơon đầu ra. Mạng Hopfield là một kiểu mạng tự kết hợp.



Hình 2. 5: Mạng tự kết hợp

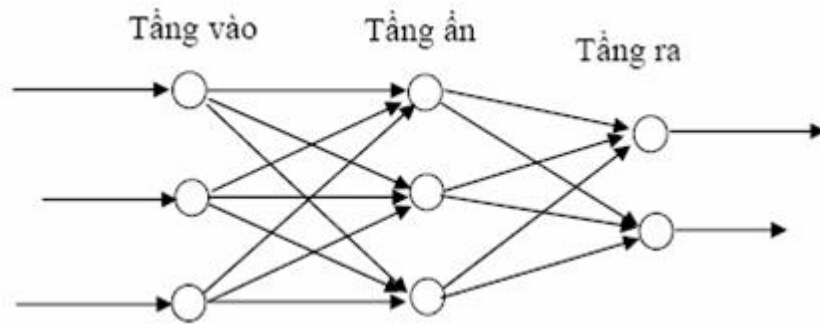
- ❖ **Kết hợp khác kiểu** (*heteroassociative*): là mạng có tập nơon đầu vào và đầu ra riêng biệt. Perceptron, các mạng Perceptron nhiều tầng (MLP: MultiLayer Perceptron), mạng Kohonen, ... thuộc loại này.



Hình 2. 6: Mạng kết hợp khác kiểu

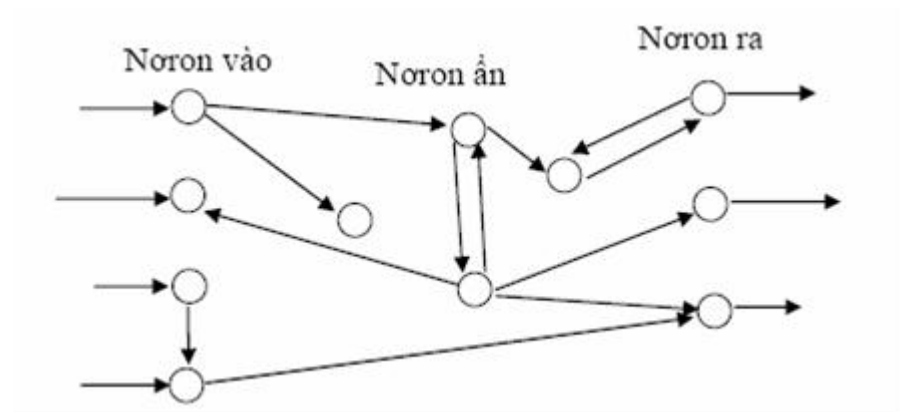
Ngoài ra tùy thuộc vào mạng có các kết nối ngược (*feedback connections*) từ các nơon đầu ra tới các nơon đầu vào hay không, người ta chia ra làm 2 loại kiến trúc mạng.

- ❖ **Kiến trúc truyền thẳng** (*feedforward architecture*): là kiểu kiến trúc mạng không có các kết nối ngược trở lại từ các nơon đầu ra về các nơon đầu vào; mạng không lưu lại các giá trị output trước và các trạng thái kích hoạt của nơon. Các mạng nơon truyền thẳng cho phép tín hiệu di chuyển theo một đường duy nhất; từ đầu vào tới đầu ra, đầu ra của một tầng bất kỳ sẽ không ảnh hưởng tới tầng đó. Các mạng kiểu Perceptron là mạng truyền thẳng.



Hình 2. 7: Mạng truyền thẳng

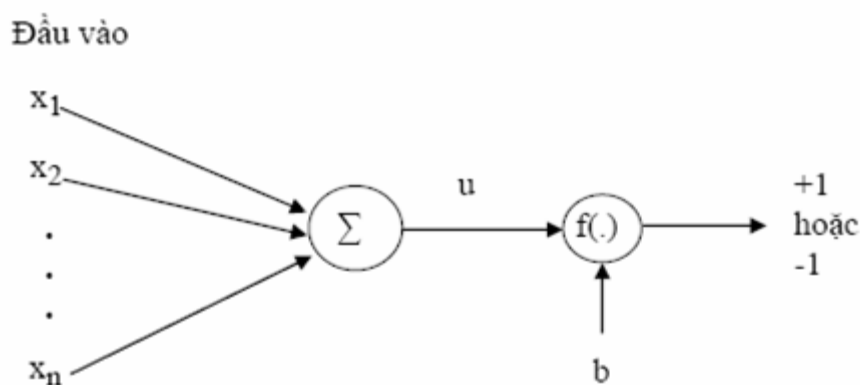
- ❖ **Kiến trúc phản hồi** (*Feedback architecture*): là kiểu kiến trúc mạng có các kết nối từ nơron đầu ra tới nơron đầu vào. Mạng lưu lại các trạng thái trước đó, và trạng thái tiếp theo không chỉ phụ thuộc vào các tín hiệu đầu vào mà còn phụ thuộc vào các trạng thái trước đó của mạng. Mạng Hopfield thuộc loại này.



Hình 2. 8: Mạng phản hồi

b. Perceptron

Perceptron là mạng nơron đơn giản nhất, nó chỉ gồm một nơron, nhận đầu vào là vector có các thành phần là các số thực và đầu ra là một trong hai giá trị +1 hoặc -1.



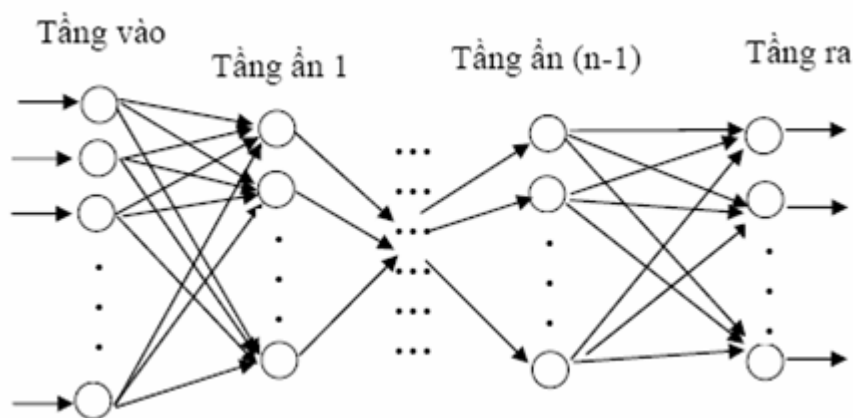
Hình 2. 9: Perceptron

Đầu ra của mạng được xác định như sau: mạng lấy tổng có trọng số các thành phần của vector đầu vào, kết quả này cùng ngưỡng b được đưa vào hàm truyền (Perceptron dùng hàm Hard-limit làm hàm truyền) và kết quả của hàm truyền sẽ là đầu ra của mạng.

Perceptron cho phép phân loại chính xác trong trường hợp dữ liệu có thể phân chia tuyến tính (các mẫu nằm trên hai mặt đối diện của một siêu phẳng). Nó cũng phân loại đúng đầu ra các hàm AND, OR và các hàm có dạng đúng khi n trong m đầu vào của nó đúng ($n \leq m$). Nó không thể phân loại được đầu ra của hàm XOR.

c. Mạng nhiều tầng truyền thẳng (MLP)

Mô hình mạng nơron được sử dụng rộng rãi nhất là mô hình mạng nhiều tầng truyền thẳng (MLP: Multi Layer Perceptron). Một mạng MLP tổng quát là mạng có n ($n \geq 2$) tầng (thông thường tầng đầu vào không được tính đến): trong đó gồm một tầng đầu ra (tầng thứ n) và $(n-1)$ tầng ẩn.



Hình 2. 10: Mạng nhiều tầng truyền thẳng

Kiến trúc của một mạng MLP tổng quát có thể mô tả như sau:

- Đầu vào là các vector (x_1, x_2, \dots, x_p) trong không gian p chiều, đầu ra là các vector (y_1, y_2, \dots, y_q) trong không gian q chiều. Đối với các bài toán phân loại, p chính là kích thước của mẫu đầu vào, q chính là số lớp cần phân loại. Xét ví dụ trong bài toán nhận dạng chữ số: với mỗi mẫu ta lưu tọa độ (x, y) của 8 điểm trên chữ số đó, và nhiệm vụ của mạng là phân loại các mẫu này vào một trong 10 lớp tương ứng với 10 chữ số 0, 1, ..., 9. Khi đó p là kích thước mẫu và bằng $8 \times 2 = 16$; q là số lớp và bằng 10.
- Mỗi nơron thuộc tầng sau liên kết với tất cả các nơron thuộc tầng liền trước nó.
- Đầu ra của nơron tầng trước là đầu vào của nơron thuộc tầng liền sau nó.

Hoạt động của mạng MLP như sau: tại tầng đầu vào các nơron nhận tín hiệu vào xử lý (tính tổng trọng số, gửi tới hàm truyền) rồi cho ra kết quả (là kết quả của hàm truyền); kết quả này sẽ được truyền tới các nơron thuộc tầng ẩn thứ nhất; các nơron tại đây tiếp nhận như là tín hiệu đầu vào, xử lý và gửi kết quả đến tầng ẩn thứ 2;...; quá trình tiếp tục cho đến khi các nơron thuộc tầng ra cho kết quả.

Một số kết quả đã được chứng minh:

- Bất kỳ một hàm Boolean nào cũng có thể biểu diễn được bởi một mạng MLP 2 tầng trong đó các nơron sử dụng hàm truyền sigmoid.
- Tất cả các hàm liên tục đều có thể xấp xỉ bởi một mạng MLP 2 tầng sử dụng hàm truyền sigmoid cho các nơron tầng ẩn và hàm truyền tuyến tính cho các nơron tầng ra với sai số nhỏ tùy ý.
- Mọi hàm bất kỳ đều có thể xấp xỉ bởi một mạng MLP 3 tầng sử dụng hàm truyền sigmoid cho các nơron tầng ẩn và hàm truyền tuyến tính cho các nơron tầng ra.

2.4.3. Huấn luyện và xây dựng mạng nơron

a. Các phương pháp học trong mạng nơron

Học là quá trình thay đổi hành vi của các vật theo một cách nào đó làm cho chúng có thể thực hiện tốt hơn trong tương lai. Một mạng nơron được huấn luyện sao cho với một tập các vector đầu vào X , mạng có khả năng tạo ra tập các vector

đầu ra mong muốn Y của nó. Tập X được sử dụng cho huấn luyện mạng được gọi là tập huấn luyện (training set). Các phần tử x thuộc X được gọi là các mẫu huấn luyện (training example). Quá trình huấn luyện bản chất là sự thay đổi các trọng số liên kết của mạng. Trong quá trình này, các trọng số của mạng sẽ hội tụ dần tới các giá trị sao cho với mỗi vector đầu vào x từ tập huấn luyện, mạng sẽ cho ra vector đầu ra y như mong muốn.

Có ba phương pháp học phổ biến là học có giám sát (supervised learning), học không giám sát (unsupervised learning) và học tăng cường (Reinforcement learning).

b. Học có giám sát trong mạng nơron

Học có giám sát có thể được xem như việc xấp xỉ một ánh xạ: $X \rightarrow Y$, trong đó X là tập các vấn đề và Y là tập các lời giải tương ứng cho vấn đề đó. Các mẫu (x, y) với $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y$ được cho trước. Học có giám sát trong các mạng nơron thường được thực hiện theo các bước sau:

- **B1:** Xây dựng cấu trúc thích hợp cho mạng nơron, chẳng hạn có $(n + 1)$ nơron vào (n nơron cho biến vào và 1 nơron cho ngưỡng x_0), m nơron đầu ra, và khởi tạo các trọng số liên kết của mạng.
- **B2:** Đưa một vector x trong tập mẫu huấn luyện X vào mạng.
- **B3:** Tính vector đầu ra o của mạng.
- **B4:** So sánh vector đầu ra mong muốn y (là kết quả được cho trong tập huấn luyện) với vector đầu ra o do mạng tạo ra; nếu có thể thì đánh giá lỗi.
- **B5:** Hiệu chỉnh các trọng số liên kết theo một cách nào đó sao cho ở lần tiếp theo khi đưa vector x vào mạng, vector đầu ra o sẽ giống với y hơn.
- **B6:** Nếu cần, lặp lại các bước từ 2 đến 5 cho tới khi mạng đạt tới trạng thái hội tụ. Việc đánh giá lỗi có thể thực hiện theo nhiều cách, cách dùng nhiều nhất là sử dụng lỗi tức thời: $Err = (o - y)$, hoặc $Err = |o - y|$; lỗi trung bình bình phương (MSE: *mean-square error*): $Err = (o - y)^2/2$.

Thuật toán tổng quát ở trên cho học có giám sát trong các mạng nơron có nhiều cài đặt khác nhau, sự khác nhau chủ yếu là cách các trọng số liên kết được thay đổi trong suốt thời gian học. Trong đó tiêu biểu nhất là thuật toán lan truyền ngược.

c. Tốc độ học của mạng nơron

Tốc độ học của một mạng nơron nhân tạo phụ thuộc vào một số nhân tố có thể điều khiển. Việc lựa chọn cách tiếp cận vấn đề có rất nhiều yếu tố cần phải xem xét. Rõ ràng rằng tốc độ học thấp hơn đồng nghĩa với việc phải tiêu tốn nhiều thời gian hơn để đào tạo mạng để thu được một mạng được đào tạo đủ tốt. Tuy nhiên với tốc độ học nhanh hơn thì mạng có thể không đủ khả năng tạo ra kết quả tốt như là một mạng học chậm hơn thế. Các nhà nghiên cứu đang nghiên cứu để dung hòa hai vấn đề này.

Cần phải xem xét một số nhân tố bên cạnh nhân tố thời gian trong khi đề cập đến nhiệm vụ đào tạo, điều này rất phức tạp. Tất cả các yếu tố như: độ phức tạp, kích cỡ, việc chọn mô hình, kiến trúc, kiểu luật học, các luật được sử dụng, và độ chính xác mong muốn của mạng cần phải được xem xét. Những nhân tố này đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc mất bao lâu để đào tạo mạng. Việc thay đổi một trong những nhân tố này có thể kéo dài thời gian đào tạo tới một độ dài quá lớn hay thậm chí thu được kết quả có độ chính xác không thể chấp nhận được.

Hầu hết các hàm học đều có tốc độ học hay gọi là hằng học. Thường thì số hạng này là dương và nằm trong khoảng $(0, 1)$. Nếu như tốc độ lớn hơn 1 thì thuật toán học điều chỉnh các trọng số của mạng quá dễ dàng và khi đó mạng làm việc không ổn định. Các giá trị tốc độ học nhỏ sẽ không điều chỉnh lỗi hiện thời nhanh, nhưng nếu chỉ cần thực hiện một số bước nhỏ để điều chỉnh lỗi thì không khó khăn lắm để đạt được độ hội tụ tốt nhất.

d. Thuật toán lan truyền ngược sai số

Ta sử dụng một số kí hiệu sau:

- j : nơron thứ j (hay nút thứ j)
- X_j : vector đầu vào của nút thứ j
- W_j : vector trọng số của nút thứ j
- x_{ji} : đầu vào của nút thứ j từ nút thứ i
- w_{ji} : trọng số trên x_{ji}
- b_j : ngưỡng tại nút thứ j
- o_j : đầu ra của nút thứ j

- t_j : đầu ra mong muốn của nút thứ j
- $\text{Downstream}(j)$: Tập tất cả các nút nhận đầu ra của nút thứ j làm một giá trị đầu vào.
- η : tốc độ học
- f : hàm truyền với $f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$

Thuật toán lan truyền ngược được mô tả như sau:

Input:

- Mạng feed-forward với n_i đầu vào, n_h nút ẩn và n_o đầu ra
- Hệ số học η
- Tập dữ liệu huấn luyện $D = \{ \text{là vector đầu vào, là vector đầu ra mong muốn} \}$

Output: Các vector trọng số

Thuật toán:

Bước 1: Khởi tạo trọng số bởi các giá trị ngẫu nhiên nhỏ.

Bước 2: Lặp lại cho tới khi thỏa mãn điều kiện kết thúc.

Với mỗi mẫu, thực hiện các bước sau:

2.1 Tính đầu ra o_j cho mỗi nút j :

$$o_j = f(d - b_j) \text{ với } d = \sum x_{ji} w_{ji}$$

2.2 Với mỗi nút k thuộc tầng ra, tính δ_k theo công thức:

$$\delta_k = (t_k - o_k)(1 - o_k)o_k$$

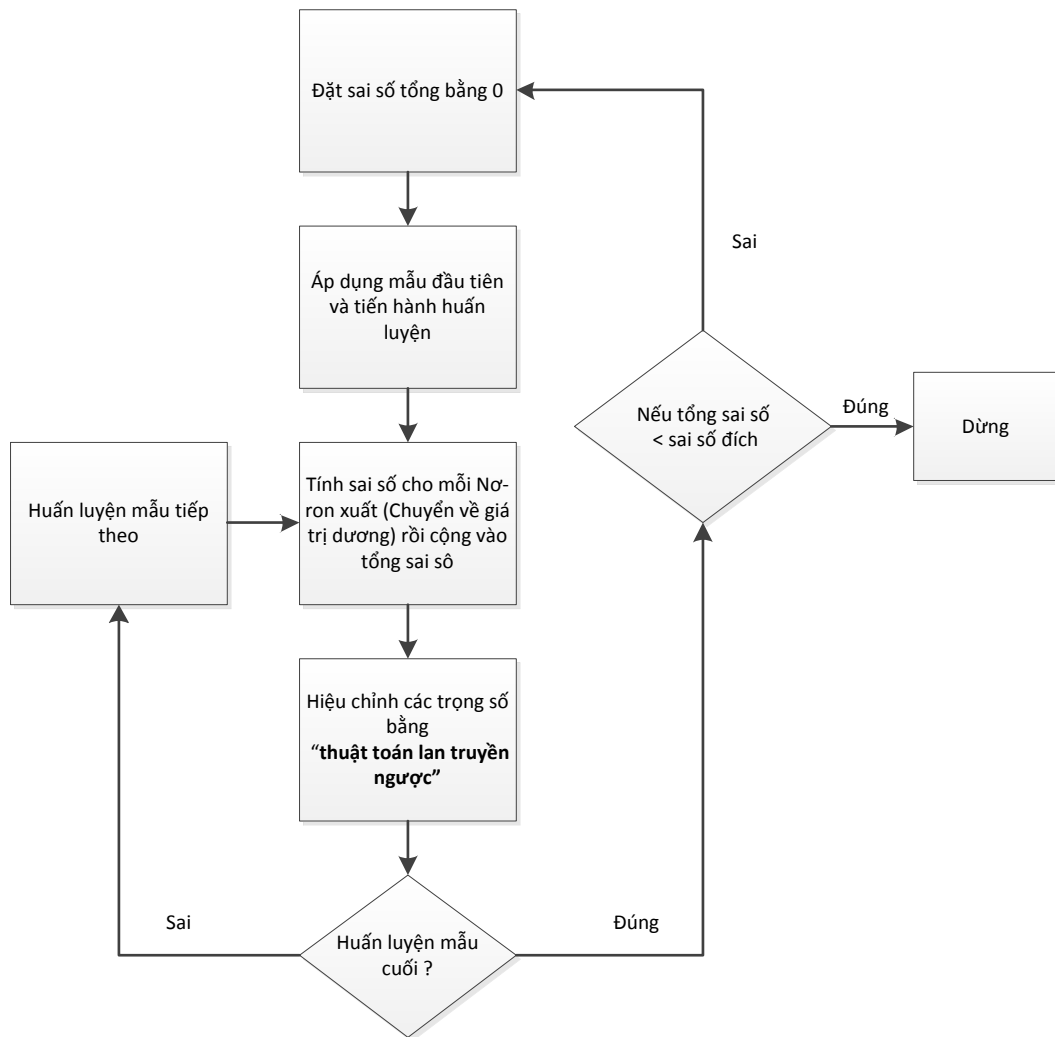
2.3 Với mỗi nút h thuộc tầng ẩn, tính δ_h theo công thức:

$$\delta_h = o_h(1 - o_h) \sum \delta_k w_{kh} \text{ với } k \in \text{Downstream}(j)$$

2.4 Cập nhật: $w_{ji} = w_{ji} + \Delta w_{ji}$

$$\text{Trong đó } \Delta w_{ji} = \eta \delta_k x_{ji}$$

e. Học có giám sát sử dụng thuật toán lan truyền ngược sai số



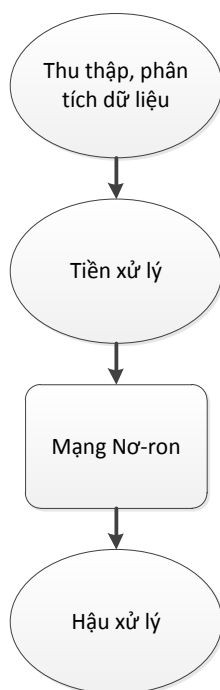
Hình 2. 11: Biểu đồ tiến trình quá trình học có giám sát

Để áp dụng thuật toán lan truyền ngược sai số trong học có giám sát, các nơron trong mạng phải sử dụng hàm truyền Log-Sigmoid. Sai số được sử dụng ở trên là sai số trung bình bình phương (MSE) $Err = (o - y)^2/2$. Quá trình học được lặp đi lặp lại với các mẫu khác nhau vì vậy điều kiện dừng của học có giám sát là sai số MSE cuối cùng nhỏ phải hơn một giá trị sai số cho trước hoặc sau một số vòng lặp huấn luyện mạng nhất định.

2.4.4. Quy trình xử lý dữ liệu sử dụng mô hình mạng nơron

Dữ liệu đóng một vai trò rất quan trọng trong các giải pháp sử dụng mạng nơron. Chất lượng, độ tin cậy, tính sẵn có và phù hợp của dữ liệu được sử dụng để phát triển hệ thống giúp cho các giải pháp thành công. Các mô hình đơn giản cũng có thể đạt được những kết quả nhất định nếu như dữ liệu được xử lý tốt, bộc lộ được

các thông tin quan trọng. Bên cạnh đó, các mô hình tốt có thể sẽ không cho ta các kết quả mong muốn nếu dữ liệu đưa vào quá phức tạp và rắc rối.



Hình 2. 12: Quy trình xử lý dữ liệu

Quy trình xử lý dữ liệu bao gồm các bước chính :

- Thu thập, phân tích dữ liệu vào: Quá trình này có nhiệm vụ thu thập các dữ liệu cần thiết để giải quyết một bài toán. Qua phân tích có thể xác định các đặc trưng của dữ liệu.
- Tiền xử lý dữ liệu vào: Tiền xử lý dữ liệu liên quan đến việc phân tích và chuyển đổi giá trị các tham số đầu vào, đầu ra mạng để tối thiểu hóa nhiễu, nhấn mạnh các đặc trưng quan trọng, phát hiện các xu hướng và cân bằng phân bố của dữ liệu. Các đầu vào, đầu ra của mạng nơron hiếm khi được đưa trực tiếp vào mạng. Chúng thường được chuẩn hóa vào khoảng giữa cận trên và cận dưới của hàm chuyển (thường là giữa đoạn $[0;1]$ hoặc $[-1;1]$).
- Dữ liệu sau khi qua giai đoạn tiền xử lý được đưa vào mạng nơron.
- Dữ liệu ra được tạo bởi mạng nơron tiếp tục được qua bước hậu xử lý để xuất ra dữ liệu thực. Thông thường hậu xử lý là quá trình ngược với quá trình tiền xử lý.

2.5. Kết luận

Hệ thống giám sát năng lượng được thiết kế và xây dựng dựa trên một số mô hình sau:

- Khả năng kết nối, trao đổi thông tin giữa các thiết bị ở mọi nơi thông qua môi trường Internet.
- Khả năng thu thập dữ liệu, phân tích và dự báo, quản lý-giám sát-điều khiển, có thể trao đổi thông tin hai chiều giữa nhà quản lý và người sử dụng trong hệ thống Smart Grid.

Để giúp người đọc có thể hiểu rõ hơn việc thiết kế và chế tạo bộ đo công suất, trong chương này chúng em đã đề cập một cách chi tiết nội dung lý thuyết cũng như các công thức toán học nền tảng. Từ đó, chúng em đã xây dựng thành công chương trình xử lý cũng như tính toán cho bộ đo công suất với độ chính xác cao.

Trong hệ thống giám sát năng lượng, chức năng phân tích và dự báo là một trong những chức năng quan trọng. Hiện nay đa số các phương pháp dự báo đều dựa trên các mô hình thống kê ngoại suy. Thực tế, khi tập dữ liệu phức tạp và nhiều chiều thì việc sử dụng các kỹ thuật mô hình hoá thống kê để dự báo sẽ gặp nhiều khó khăn. Ngoài ra, dùng các số liệu thống kê sẽ gặp các sai số lớn khi khoảng dự báo dài. Để giải quyết vấn đề trên, bọn em đã đề xuất sử dụng mô hình mạng nơron lan truyền ngược sai số kết hợp trong việc dự báo tiêu thụ năng lượng, đây là một mô hình đã và đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Chương 3. Phân tích – Thiết kế hệ thống

Nội dung của chương sẽ trình bày một cách chi tiết các vấn đề nghiên cứu và phát triển của hệ thống bao gồm: Phân tích và thiết kế bộ đo công suất, phân tích thiết kế các phần mềm giám sát năng lượng, xây dựng mô hình mạng nơron trong dự báo nhu cầu về điện.

3.1. Phân tích – Thiết kế bộ đo công suất

3.1.1. Xác định yêu cầu

Các yêu cầu về chức năng và phi chức năng của bộ đo công suất bao gồm :

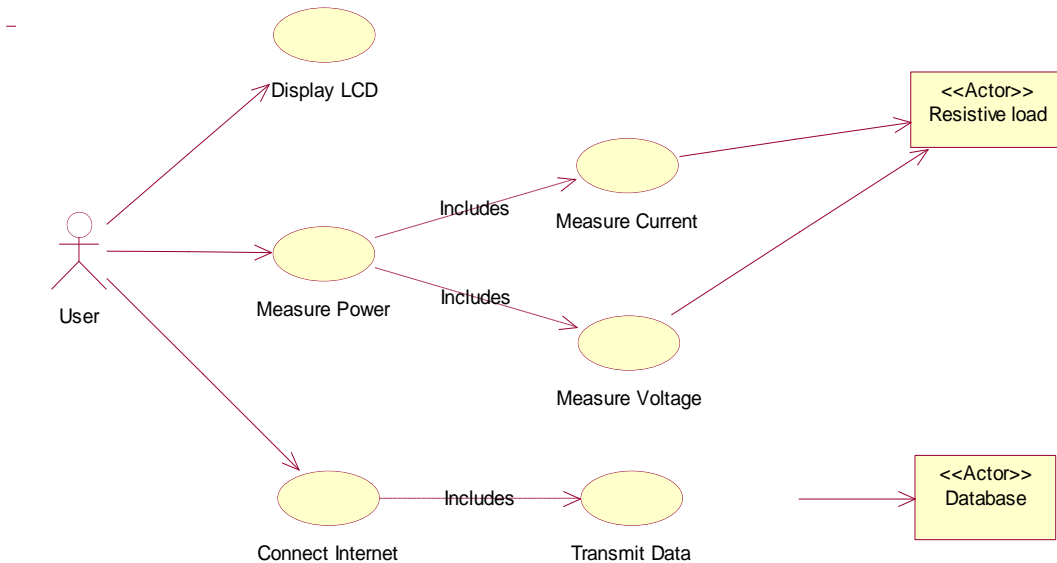
a. Yêu cầu chức năng

- Chức năng đo dòng điện hiệu dụng
- Chức năng đo hiệu điện thế hiệu dụng
- Chức năng đo công suất tiêu thụ của tải
- Chức năng kết nối mạng Wireless
- Chức năng truyền dữ liệu qua mạng internet
- Chức năng hiển thị thông số đo lường qua LCD

b. Yêu cầu phi chức năng

- Sai số của bộ đo phải ở mức cho phép, đảm bảo tính chính xác.
- Bộ đo yêu cầu phải hoạt động ổn định.
- Bộ đo phải được thiết kế sao cho dễ dàng triển khai, dễ dàng sử dụng.

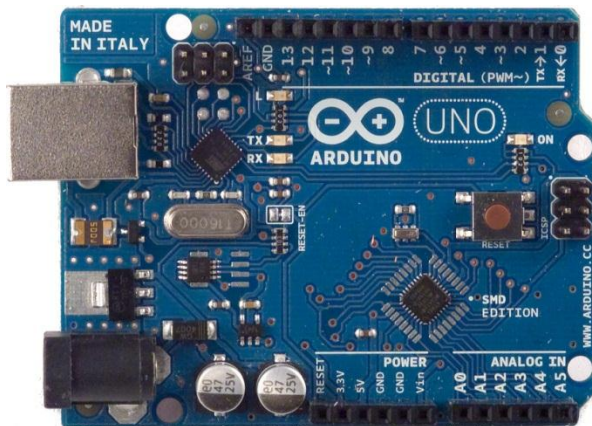
3.1.2. Mô hình hóa chức năng bộ đo



Hình 3. 1: Biểu đồ User-case của bộ đo công suất

3.1.3. Các nền tảng phát triển

a. Board vi xử lý – Arduino Uno



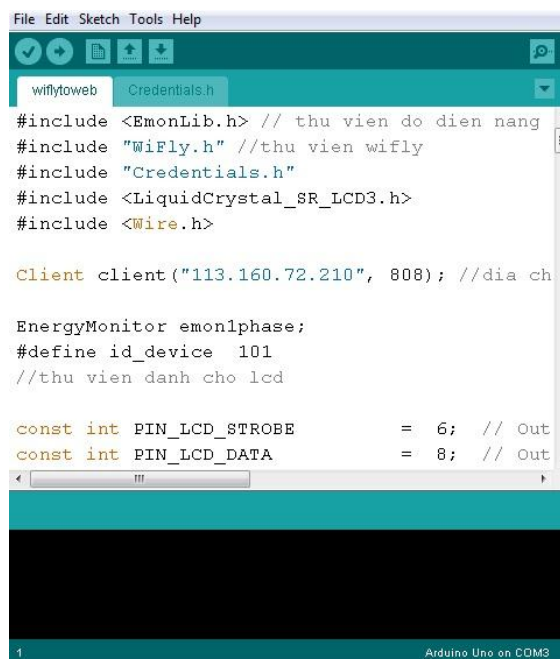
Hình 3. 2: Board Arduino Uno

Arduino Uno là một bo mạch vi điều khiển dựa trên chip Atmega328. Nó có tất cả 14 chân digital, 6 chân analog, một đầu cắm USB, một jack cắm nguồn và jack cắm theo chuẩn ICSP. Board Arduino Uno tích hợp tất cả các linh kiện cần thiết để hỗ trợ cho việc sử dụng vi điều khiển một cách tối ưu. Chúng ta có thể kết nối board với máy tính một cách đơn giản qua cổng USB, cung cấp nguồn cho board bằng bộ biến áp AC-DC hoặc có thể sử dụng pin cho board mạch.

❖ Đặc tính kĩ thuật

- Sử dụng vi điều khiển : Atmega328
- Điện áp hoạt động : 5V
- Khoảng điện áp đầu vào : 7-12V
- Khoảng điện áp đầu ra : 6-20V
- Số chân digital I/O : 14 (trong đó có 6 chân cung cấp cho đầu ra PWM)
- Số chân đầu vào Analog : 6
- Dòng điện một chiều trên 1 chân : 40mA
- Dòng điện một chiều trên chân 3.3V : 50mA
- Bộ nhớ Flash : 32 KB (trong đó 0.5 KB dung cho bootloader)
- SRAM : 2KB (Atmega328)
- EEPROM : 1KB (Atmega328)
- Thạch anh : 16 MHz

❖ Phần mềm Arduino



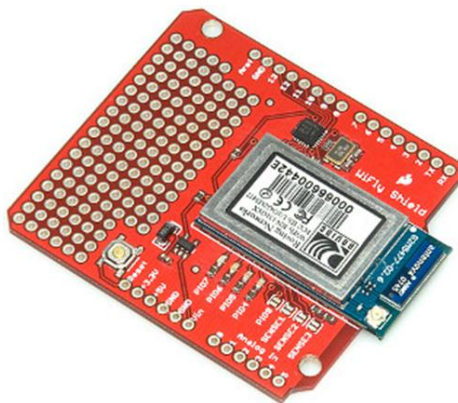
Hình 3. 3: Giao diện Arduino IDE

- Phần mềm arduino là một môi trường phát triển (IDE) dành riêng cho lập trình các board arduino. Chương trình có mã nguồn mở, được thiết kế sao cho việc viết code, nạp code thực hiện một cách dễ dàng và thuận tiện.

Arduino IDE có thể chạy trên môi trường Windows, Mac OS X, và Linux. Hiện nay nó có phiên bản mới nhất là 1.0.4.

- Arduino IDE mặc định được tích hợp một số thư viện để lập trình các chức năng của vi điều khiển. Ngoài ra chúng ta cũng có thể tạo một thư viện cho riêng mình để lập trình theo các mục đích khác nhau.

b. Module Wifi (Wifly Shield)



Hình 3. 4: WiFly Shield

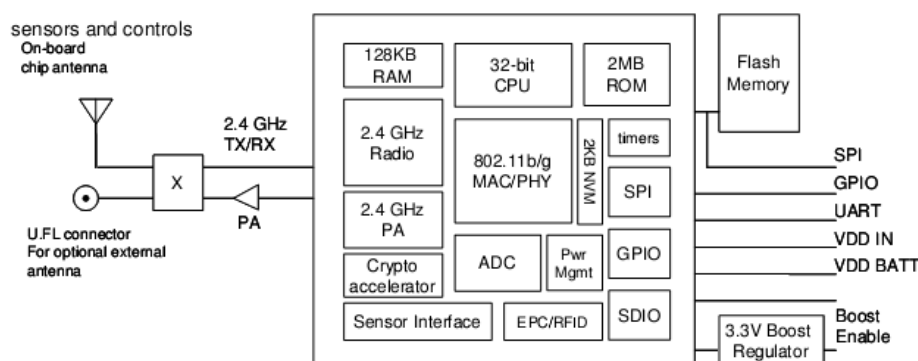
WiFly Shield là một module được thiết kế dành riêng cho board Arduino để mở rộng khả năng của nó kết nối được với chuẩn mạng không dây 802.11b/g. Các thành phần chính của module WiFly Shield bao gồm module không dây Roving Network's RN-131C và chip SPI-to-UART SC16IS750. Chip SPI-to-UART được sử dụng cho phép truyền dữ liệu với tốc độ nhanh hơn và tiết kiệm việc sử dụng chân UART của arduino. Nguồn cung cấp được lấy từ chân Vin của arduino, được quy định là 3.3V, và cung cấp cho cả RN-131C và SC16IS750. WiFly Shield sẽ kết nối với arduino qua các chân digital 10-13 (tương ứng các chân CS, MOSI, MISO, SCLK).



Hình 3. 5: Roving Network's RN-131C

Các đặc tính kỹ thuật của Roving Network's RN-131C:

- Chuẩn 2.4Ghz IEEE 802.11b/g
- Tốc độ dữ liệu 1Mbps với giao thức TCP/IP và WPA2
- Làm việc ở trạng thái công suất thấp – 4 μ A sleep, 40mA Rx, 210mA Tx
- Antenna tích hợp trên chip, có nơi kết nối mở rộng antenna
- 8Mbit bộ nhớ Flash, 128KB RAM
- Giao tiếp phần cứng UART
- 10 chân vào ra số
- 8 chân cảm biến tương tự
- Nguồn sử dụng 3.3 V hoặc pin từ 2-3V
- Hỗ trợ kết nối Adhoc



Hình 3. 6: Sơ đồ khối chức năng của RN-131C

c. Cảm biến dòng điện SCT-013-030



Hình 3. 7: Cảm biến dòng SCT-013-030

Bộ biến dòng CT (**C**urrent **T**ransformer) SCT-013-030 là cảm biến được sử dụng trong việc đo dòng điện xoay chiều.

Để sử dụng CT, chúng ta chỉ cần quấn dây điện vào bộ biến dòng mà không cần tạo nên một tiếp xúc hở giữa dây và CT. Chính vì vậy nó rất an toàn, tiện lợi và được sử dụng rất phổ biến hiện nay. Giống như các bộ chuyển đổi khác, SCT-013-030 có một cuộn dây sơ cấp, một lõi từ tính và một cuộn thứ cấp. Thông thường cuộn dây sơ cấp chính là cuộn dây điện muốn đo được người sử dụng quấn vào CT, còn cuộn dây thứ cấp được tích hợp ngay bên trong bộ chuyển đổi.

Dòng điện chạy trong cuộn sơ cấp sẽ gây ra một từ trường trong lõi từ tính. Qua hiệu ứng cảm ứng điện-từ, cuộn dây thứ cấp sẽ xuất hiện một dòng điện. Dòng điện này tỉ lệ thuận với dòng điện chạy trong cuộn dây sơ cấp theo công thức:

$$I_{secondary} = CT_turnsRatio \times I_{primary}$$

Trong đó:

$$CT_turnsRatio = NoTurns_Primary / NoTurns_Secondary$$

Với

$I_{secondary}$: Dòng điện sơ cấp

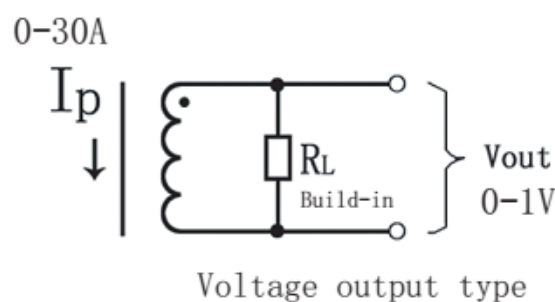
$I_{primary}$: Dòng điện thứ cấp

$CT_turnsRatio$: Hệ số tỉ lệ cuộn dây

$NoTurns_Secondary$: Số cuộn dây sơ cấp

$NoTurns_Primary$: Số cuộn dây thứ cấp

Trong bộ biến dòng SCT-013-030 còn được tích hợp một điện trở có giá trị xác định. Điện trở này kết hợp với dòng điện thứ cấp sẽ tạo nên một tín hiệu điện áp ra tỉ lệ thuận với tín hiệu dòng điện sơ cấp.



Hình 3. 8: Sơ đồ nguyên lý của SCT-013-030

Bảng 3. 1: Thông số kỹ thuật của SCT-013-030

input	output voltage	non-linearity	build-in sampling resistance (RL)
0-30A	0-1V	$\pm 1\%$	62Ω
turn ratio	resistance grade	work temperature	dielectric strength(between shell and output)
1800:1	Grade B	$25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$	1500VAC/1min 5mA

d. Biến áp xoay chiều



Hình 3. 9: Adapter AC-AC

Bộ biến áp xoay chiều cho chức năng chuyển tín hiệu điện áp cao thành tín hiệu điện áp thấp. Tín hiệu này đảm bảo đầu vào phù hợp cho quá trình xử lý trên board Arduino Uno.

Các thông số của biến áp xoay chiều được sử dụng trong đề tài:

- Input 220-240 VAC
- Output 9 VAC
- $I = 800\text{mA}$

3.1.4. Thuật toán xử lý tín hiệu

Áp dụng các công thức toán học ở chương 2, chúng em đã xây dựng thành công chương trình cho board Arduino Uno có khả năng xử lý tín hiệu một cách chính xác để đo đạc các thông số về điện. Dưới đây là một số đoạn mã ngắn miêu tả tổng quan quá trình xử lý tính toán trên board Arduino mà chúng em đã thực hiện:

a. Tính công suất thực (P)

```
for (n=0; n<number_of_samples; n++)
{
// inst_voltage and inst_current calculation from raw
// input goes here
    inst_power = inst_voltage * inst_current;
    sum_inst_power += inst_power;
}
real_power = sum_inst_power / number_of_samples;
```

b. Tính điện áp hiệu dụng (Urms)

```
for (n=0; n<number_of_samples; n++)
{
// inst_voltage calculation from raw ADC input goes here.
    Squared_voltage = inst_voltage * inst_voltage;
    sum_squared_voltage += squared_voltage;
}
mean_square_voltage = sum_squared_voltage/number_of_samples;
root_mean_square_voltage = sqrt(mean_square_voltage);
```

c. Tính dòng điện hiệu dụng (Irms)

```
for (n=0; n<number_of_samples; n++)
{
// inst_current calculation from raw ADC input goes here.
    Squared_current = inst_current * inst_current;
    sum_squared_current += squared_current;
}
mean_square_current = sum_squared_current /number_of_samples;
root_mean_square_current = sqrt(mean_square_current);
```


d. Tính công suất biểu kiến (S)

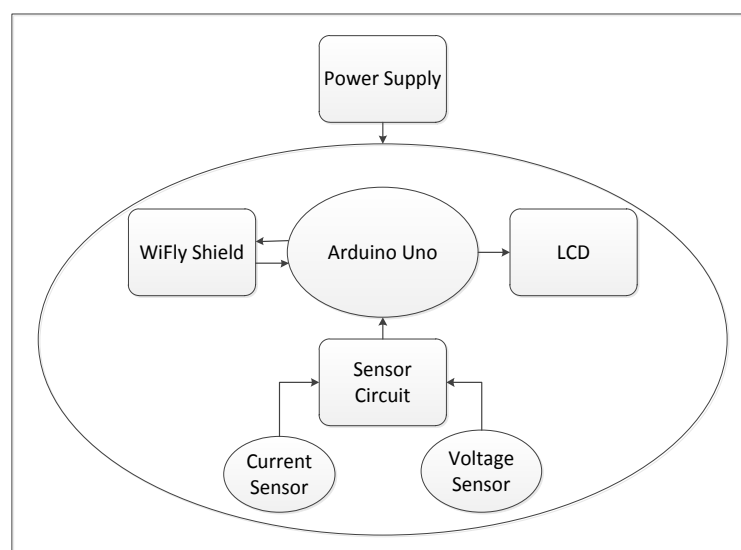
```
apparent_power = root_mean_square_voltage * root_mean_square_current;
```

e. Tính hệ số công suất (Cos φ)

```
power_factor = real_power / apparent_power;
```

3.1.5. Thiết kế bộ đo công suất

a. Sơ đồ khối bộ đo công suất



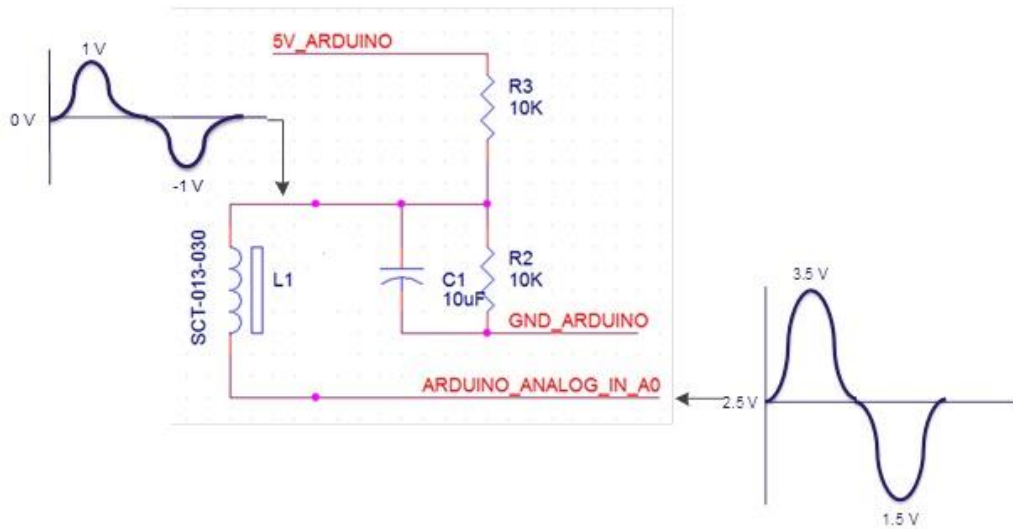
Hình 3. 10: Sơ đồ khối bộ đo công suất

Bộ đo công suất được thiết kế gồm các khối chính:

- Khối nguồn cung cấp nguồn điện cho tất cả các module.
- Khối xử lý chính là board Arduino Uno.
- Khối WiFly Shield dùng để kết nối bộ đo với mạng không dây.
- Khối LCD có nhiệm vụ hiển thị các thông số đo được.
- Khối mạch sensor bao gồm các mạch sensor đo dòng điện và đo điện áp.

b. Mạch cảm biến dòng điện

❖ Sơ đồ nguyên lý



Hình 3. 11: Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến dòng

Tín hiệu dòng điện biến thiên sau khi đi qua bộ biến dòng SCT-013-030 sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu biến thiên của điện áp có dạng hình sin với điện áp đỉnh là $\pm 1V$ (Xét trường hợp dòng điện sơ cấp đi qua bộ biến dòng đạt giá trị lớn nhất là 30A). Khi board Arduino hoạt động với điện áp 5V, tín hiệu này sẽ được cộng thêm một giá trị offset là 2.5V. Tín hiệu ra cuối cùng của khối sensor dòng điện (giá trị đỉnh trên và dưới lần lượt là 3.5V và 1.5V) sẽ được đưa vào chân ADC của Arduino để tiếp tục xử lý. Giá trị điện trở trong mạch phân áp được chọn một cách phù hợp để tránh gây nhiễu. Ở đây chúng em chọn giá trị 10K.

❖ Lý thuyết hiệu chỉnh

Dòng điện thứ cấp trên cảm biến dòng CT được tính bằng công thức:

$$\text{secondary current} = \frac{\text{primary current}}{\text{transformer ratio}} \quad (1)$$

Giá trị tín hiệu điện áp ra từ CT và đi vào chân ADC của Arduino:

$$\text{input pin voltage} = \text{secondary current} * \text{burden resistance} \quad (2)$$

Giá trị ADC khi có tín hiệu điện áp vào:

$$\text{counts} = \frac{\text{input pin voltage} * 1024}{5} \quad (3)$$

Từ các công thức (1)(2)(3) ta có công thức tính giá trị dòng điện đo được thực tế (Hay dòng điện sơ cấp):

$$\text{primary current} = \frac{\text{counts} * \text{current constant} * 5}{1024}$$

Với

$$\text{current constant} = \frac{\text{transformer ratio}}{\text{burden resistance}}$$

Trong đề tài này, chúng ta sử dụng cảm biến dòng SCT-013-030 với *current constant* có giá trị bằng 30.

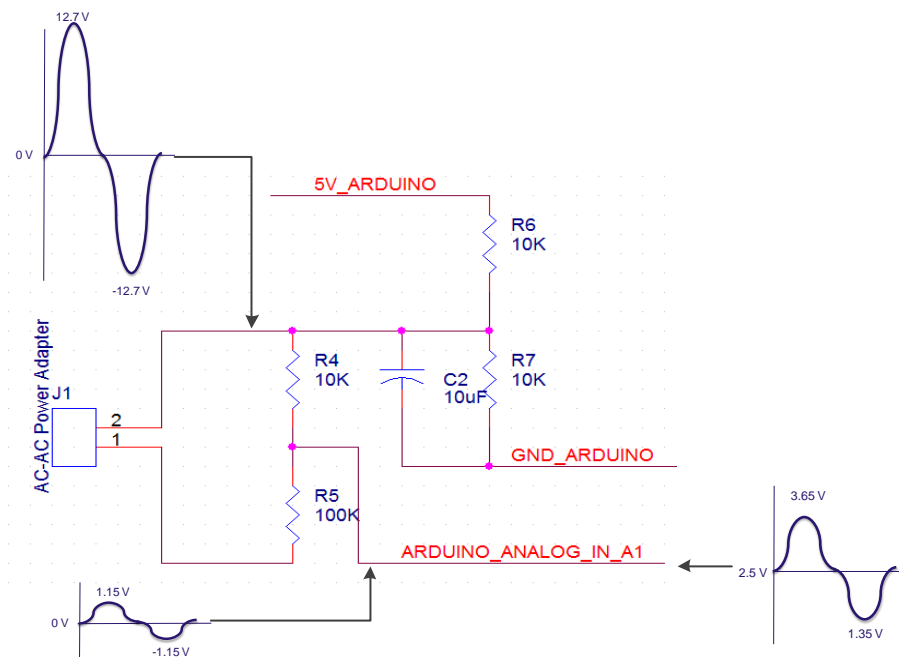
Một số chú thích:

- *primary current*: Dòng điện sơ cấp trên CT
- *secondary current*: Dòng điện thứ cấp trên CT
- *transformer ratio*: Hệ số tỉ lệ của cảm biến dòng
- *input pin voltage*: Điện áp vào chân ADC
- *burden resistance*: Điện trở tích hợp trong CT
- *counts*: Giá trị ADC đo được
- *current constant*: Hằng số dòng điện

Tùy theo quá trình đo đạc căn chỉnh mà giá trị *current constant* được thay đổi sao cho giá trị đo là chính xác nhất.

c. Mạch cảm biến điện áp

❖ Sơ đồ nguyên lý



Hình 3. 12: Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến áp

Tín hiệu điện áp ra từ adapter AC-AC có dạng sóng hình sin với giá trị đỉnh là $\pm 12.7V$ (Xét trong trường hợp adapter loại output 9 VAC). Tín hiệu này sau khi qua mạch phân áp thì giá trị đỉnh còn lại là $\pm 1.15 V$. Nếu board Arduino đang chạy với điện áp 5V, tín hiệu điện áp hình sin sau khi được phân áp sẽ được cộng thêm một giá trị offset 2.5V. Cuối cùng tín hiệu ra của mạch sensor điện áp sẽ có giá trị đỉnh trên và đỉnh dưới lần lượt là 3.65V và 1.35V. Tín hiệu này sẽ tiếp tục đi vào chân ADC của arduino để xử lý.

❖ Lý thuyết hiệu chỉnh

Ta có điện áp ra của biến áp khi hoạt động được tính bằng công thức:

$$\text{adapter output voltage} = \text{mains voltage} * \text{transformer ratio} \quad (1)$$

Điện áp vào chân ADC của Arduino:

$$\text{input pin voltage} = \frac{\text{adapter output voltage}}{11} \quad (2)$$

Giá trị ADC khi có tín hiệu điện áp vào:

$$\text{counts} = \frac{\text{input pin voltage} * 1024}{5} \quad (3)$$

Từ các công thức (1)(2)(3) ta có công thức tính giá trị điện áp đo được thực tế:

$$\text{main voltage} = \frac{\text{counts} * \text{voltage constant} * 5}{1024}$$

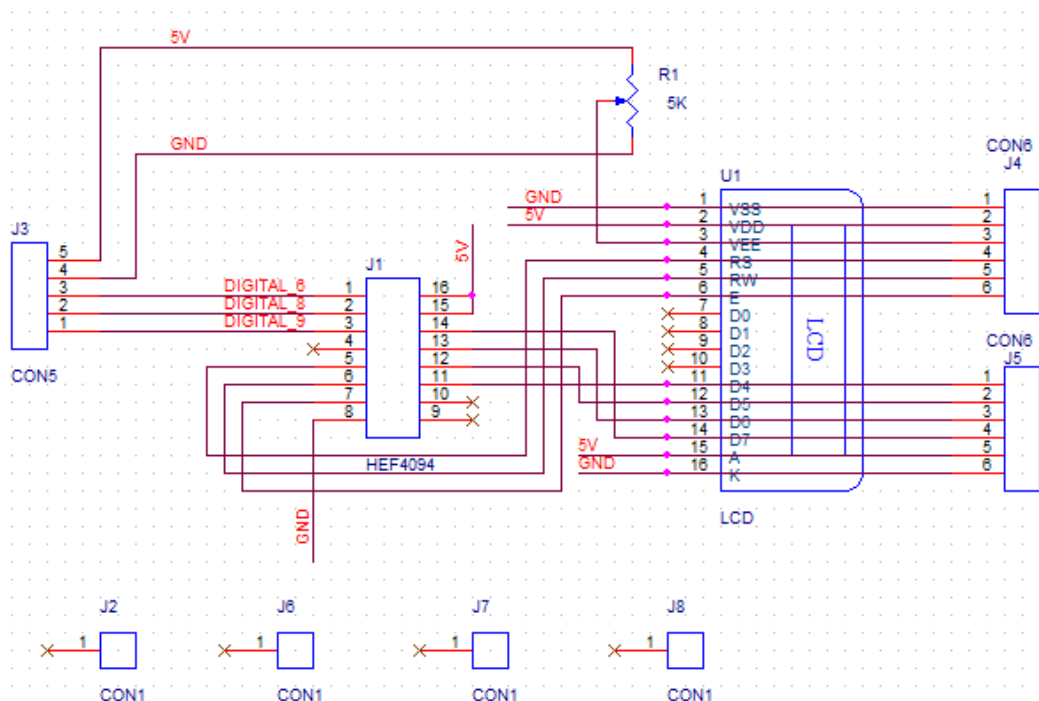
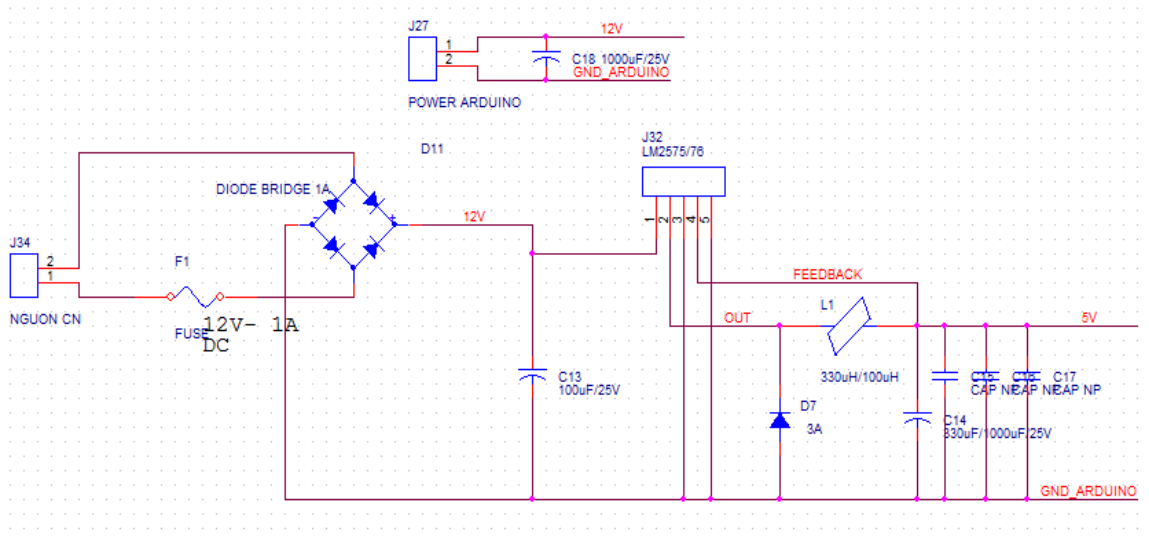
Với

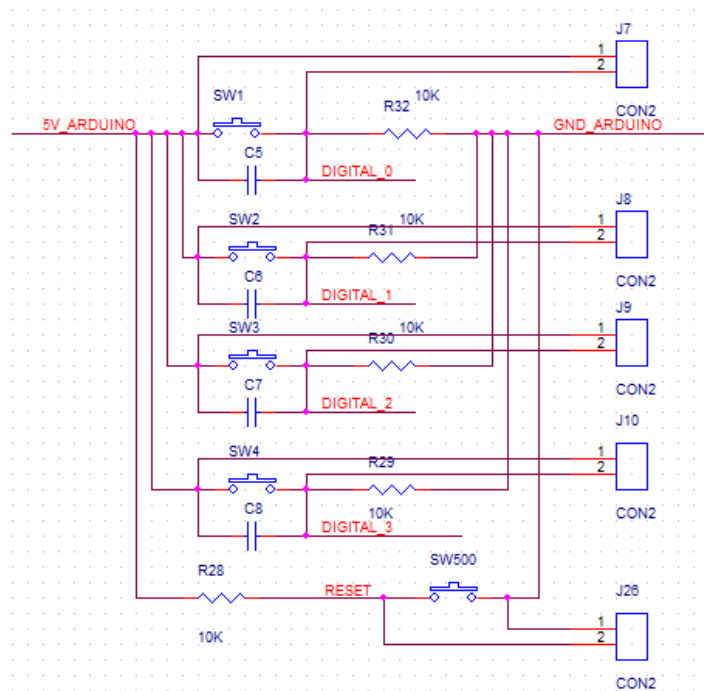
$$\begin{aligned} \text{voltage constant} &= \frac{11}{\text{transformer ratio}} \\ &= \frac{11 * 230}{9 + 26\%} = 212.56 \end{aligned}$$

Chú ý : điện áp ra của biến áp khi gắn vào mạch thiết kế thường cao hơn 26%.

Một số chú thích:

- *mains voltage* : Điện áp vào biến áp
- *adapter output voltage*: Điện áp ra trên biến áp
- *transformer ratio*: Hệ số tỉ lệ của biến áp
- *input pin voltage*: Điện áp vào chân ADC
- *counts*: Giá trị ADC đo được
- *voltage constant*: Hằng số điện áp





Hình 3. 15: Mạch nút bấm điều khiển

3.1.6. Kiểm tra độ chính xác của bộ đo

a. Giới thiệu về thiết bị đo “Kerde TW- 270”

Kerde TW- 270 là một thiết bị đo được tích hợp chip vi xử lý và chip đo năng lượng chuyên dụng, bộ cảm biến có độ chính xác cao. Ngoài ra, thiết bị còn có màn hình LCD, hiển thị một cách trực quan tất cả các thông số của các thiết bị điện.

Kerde TW- 270 được sử dụng trong việc theo dõi các thiết bị điện trong gia đình như tủ lạnh, lò vi sóng, điều hòa.v.v. Bên cạnh đó, nó có thể được sử dụng như một dụng cụ đo lường trong giáo dục cũng như phòng thí nghiệm.



Hình 3. 16: Kerde TW- 270

Một số tính năng chính của thiết bị:

- Đo công suất tiêu thụ của tải
- Đo giá trị điện áp hiệu dụng
- Đo giá trị dòng điện hiệu dụng
- Theo dõi tần số điện áp xoay chiều
- Tính toán hệ số công suất
- Tính toán tổng công suất tiêu thụ
- Tự động tính toán giá thành tiêu thụ điện
- Tính toán lượng khí cacbon thải ra tương ứng với lượng điện tiêu thụ
- Thiết lập ngưỡng báo động của tải
- Tích hợp LCD hiển thị
- Tích hợp đèn nền hiển thị

b. Thực nghiệm kiểm tra sai số bộ đo

Các bước thực nghiệm xác định sai số bộ đo

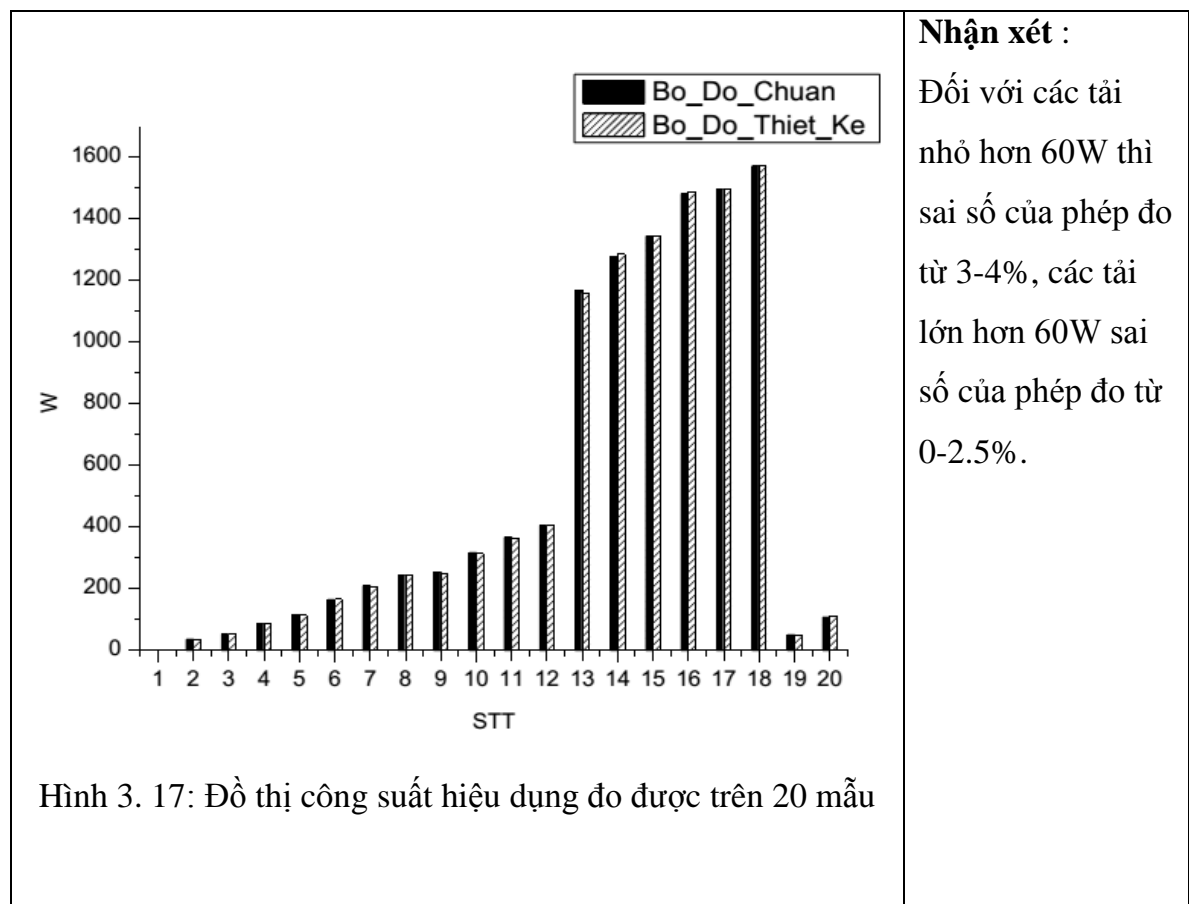
- Sử dụng thiết bị đo “Kerde TW- 270” làm so sánh.
- Đo các giá trị P, Urms, Irms trên các tải khác nhau bằng bộ đo đã thiết kế và thiết bị đo Kerde TW- 270.
- Với mỗi tải thực hiện đo 20 mẫu.
- Xác định giá trị đo được trên bộ đo và thiết bị đo Kerde TW- 270 qua giá trị trung bình, sai số toàn phương của các mẫu. Giá trị A đo được nằm trong khoảng $\bar{A} - \sigma \leq A \leq \bar{A} + \sigma$. Với σ là sai số toàn phương của phép đo, \bar{A} là giá trị trung bình của các mẫu.
- Tính giá trị offset giữa giá trị của tải đo được trên bộ đo và thiết bị đo Kerde TW- 270.
- Xác định sai số tương đối của từng phép đo trên các tải.

Các tải được sử dụng cho việc thực nghiệm bao gồm : Bóng đèn sợi đốt 40W, 60W, 200W; bóng đèn compact 36W; ấm đun nước 1500W; quạt điện (Q); tủ lạnh (T).

➤ Đo công suất hiệu dụng

Bảng 3. 2: Kết quả thực nghiệm đo công suất hiệu dụng

Stt	Tải(W)	Bộ đo chuẩn(W)	Bộ đo thiết kế(W)	Offset(W)	Sai số tương đối(%)
1	0	0	2.32	2.32	NA
2	40	36.1	34.75	-1.35	3.74
3	60	53.3	52.45	-0.85	1.6
4	100	87.3	86	-1.3	1.49
5	172	115	112.95	-2.05	1.78
6	200	165	165.45	0.45	0.27
7	260	209.5	207.38	-2.12	1.01
8	300	242.5	242.26	-0.24	0.1
9	336	252	250.61	-1.39	0.55
10	400	317	313.54	-3.46	1.09
11	460	367	364.05	-2.95	0.80
12	500	406.5	403.59	-2.91	0.72
13	1500	1166	1158.02	-7.98	0.68
14	1600	1277	1283.37	6.37	0.5
15	1700	1342	1343.19	1.19	0.09
16	1800	1480	1485.8	5.8	0.39
17	1900	1493	1494.08	1.08	0.07
18	2000	1570	1571.96	1.96	0.12
19	Q	50.5	48.47	-2.03	4.02
20	T	109	111.68	3.68	2.46

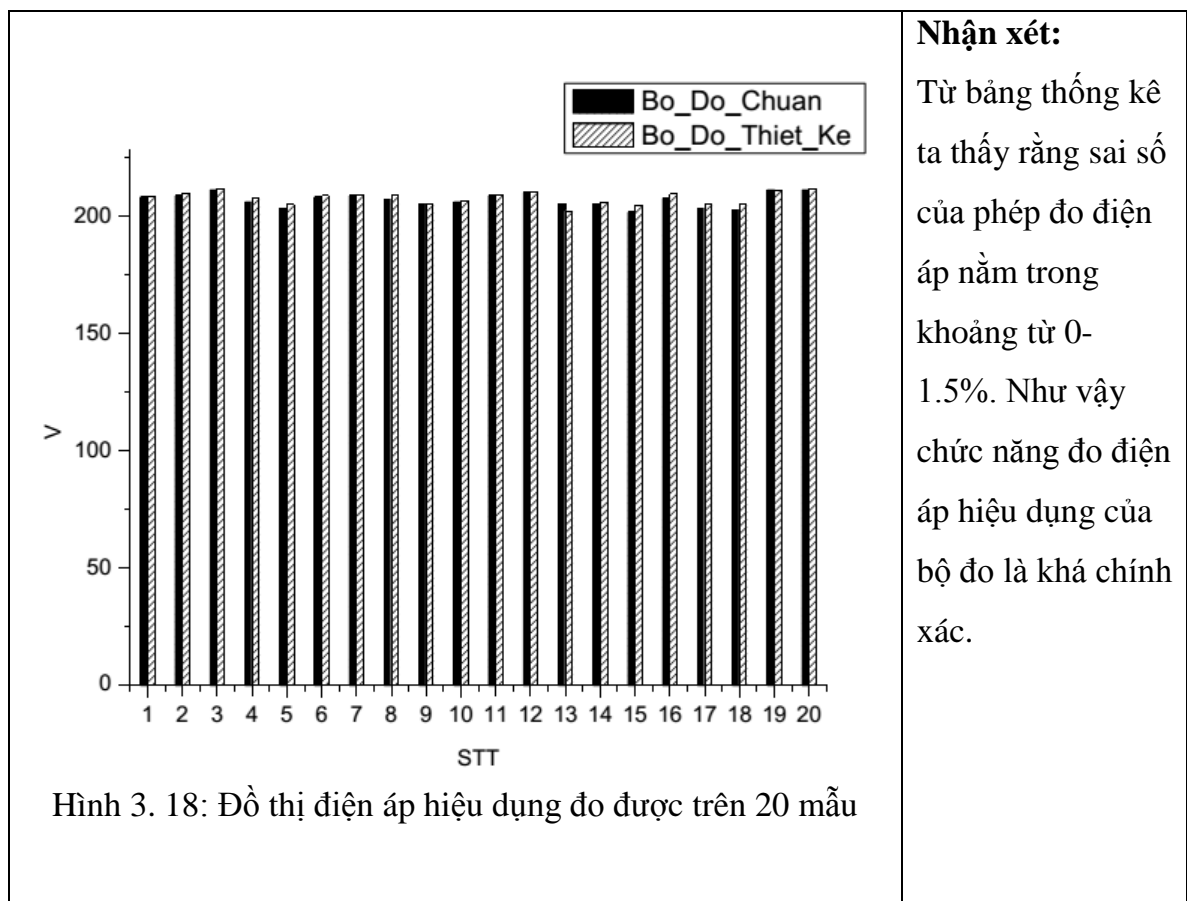


Hình 3. 17: Đồ thị công suất hiệu dụng đo được trên 20 mẫu

➤ Đo điện áp hiệu dụng

Bảng 3. 3: Kết quả thực nghiệm đo điện áp hiệu dụng

Stt	Tải(W)	Bộ đo chuẩn(V)	Bộ đo thiết kế(V)	Offset(V)	Sai số tương đối(%)
1	0	208.5	208.67	0.17	0.08
2	40	209	210.15	1.15	0.55
3	60	211.5	212	0.5	0.24
4	100	206.3	208	1.7	0.82
5	172	203.5	205.16	1.66	0.82
6	200	208.5	209.03	0.53	0.25
7	260	209	209.48	0.48	0.23
8	300	207.5	209.03	1.53	0.74
9	336	205.5	205.4	-0.1	0.05
10	400	206.4	206.96	0.56	0.27
11	460	209	209.55	0.55	0.26
12	500	210.5	210.67	0.17	0.08
13	1500	205.5	202.47	-3.03	1.47
14	1600	205.5	206.11	0.61	0.3
15	1700	202	204.95	2.95	1.46
16	1800	208	209.65	1.65	0.79
17	1900	203.5	205.51	2.01	0.99
18	2000	203	205.1	2.1	1.03
19	Q	211.5	211.47	-0.03	0.01
20	T	211.5	211.86	0.36	0.17

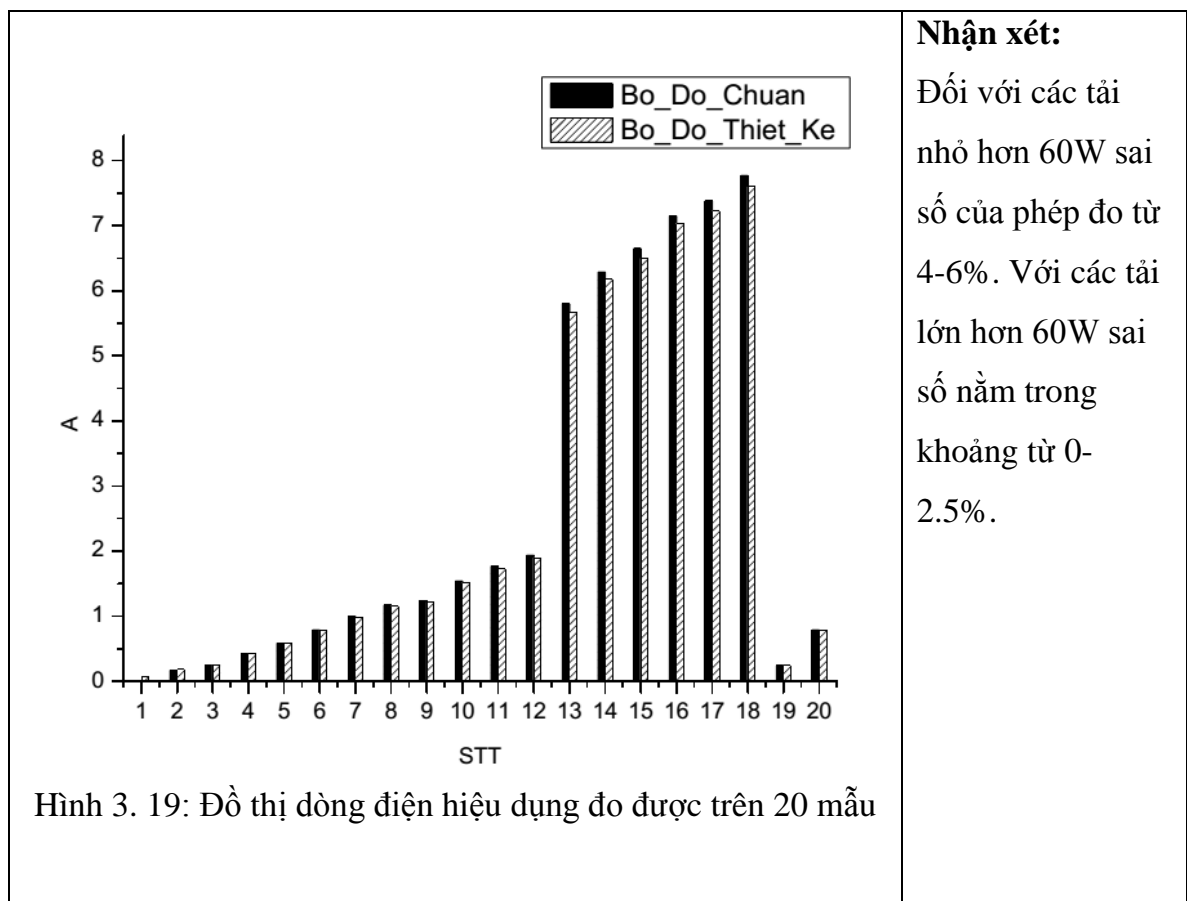


Hình 3. 18: Đồ thị điện áp hiệu dụng đo được trên 20 mẫu

➤ Đo điện áp hiệu dụng

Bảng 3. 4: Kết quả thực nghiệm đo dòng điện hiệu dụng

Stt	Tải(W)	Bộ đo chuẩn(A)	Bộ đo thiết kế(A)	Offset(A)	Sai số tương đối(%)
1	0	0	0.08	0.08	NA
2	40	0.17	0.18	0.01	5.88
3	60	0.25	0.26	0.01	4
4	100	0.42	0.42	0	0
5	172	0.59	0.59	0	0
6	200	0.79	0.79	0	0
7	260	1	0.99	-0.01	1
8	300	1.17	1.15	-0.02	1.71
9	336	1.24	1.22	-0.02	1.61
10	400	1.54	1.51	-0.03	1.95
11	460	1.77	1.73	-0.04	2.26
12	500	1.94	1.9	-0.04	2.06
13	1500	5.8	5.67	-0.13	2.24
14	1600	6.29	6.18	-0.11	1.75
15	1700	6.65	6.5	-0.15	2.26
16	1800	7.15	7.03	-0.12	1.68
17	1900	7.38	7.22	-0.16	2.17
18	2000	7.77	7.6	-0.17	2.19
19	Q	0.24	0.24	0	0
20	T	0.79	0.79	0	0



Hình 3. 19: Đồ thị dòng điện hiệu dụng đo được trên 20 mẫu

3.2. Phân tích – Thiết kế Website

3.2.1. Xác định yêu cầu

Các yêu cầu về chức năng và phi chức năng của Website bao gồm:

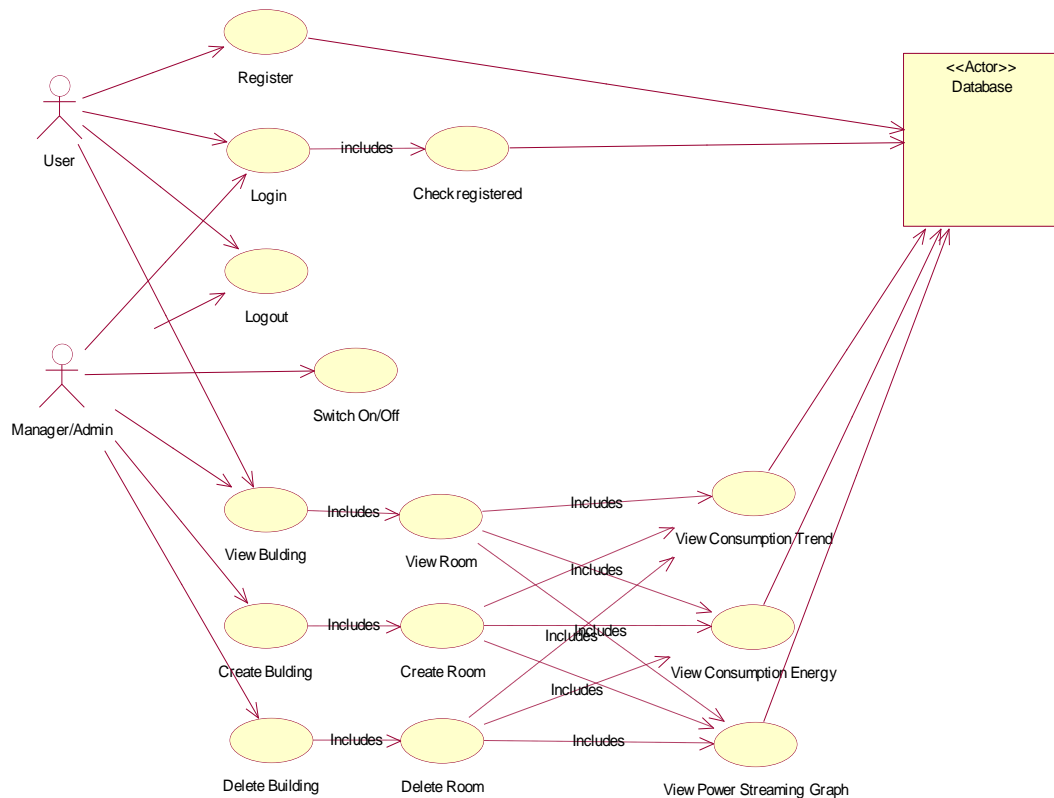
a. Yêu cầu chức năng

- Chức năng đăng nhập, đăng xuất, đăng kí tài khoản
- Chức năng hiển thị đồ thị giám sát công suất tiêu thụ theo thời gian thực
- Chức năng hiển thị đồ thị lượng điện tiêu thụ hàng tháng của hộ gia đình
- Chức năng hiển thị đồ thị xu hướng sử dụng điện năng trong tương lai
- Chức năng lựa chọn Building, Room muốn xem
- Chức năng chỉnh sửa hệ thống trên web như tạo và xóa Building hoặc Room dành cho tài khoản Manager/Admin
- Chức năng bật tắt thiết bị điện từ xa dành cho tài khoản Manager/Admin

b. Yêu cầu phi chức năng

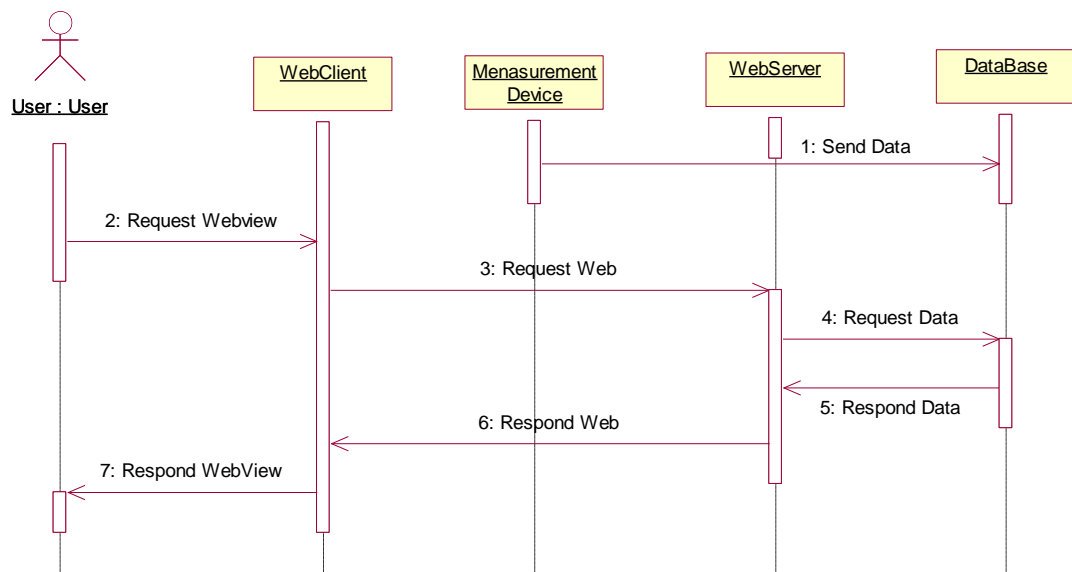
- Các yêu cầu hoạt động :
 - Hoạt động trên hệ điều hành Windows XP, Windows 7, Windows 8.
 - Hoạt động được trên hầu hết các trình duyệt như Firefox, Google Chrome, Safari...
 - Giao diện thân thiện, dễ sử dụng và đẹp mắt.
- Yêu cầu về khả năng hoạt động:
 - Hệ thống chạy ổn định.
 - Đáp ứng tốt với số lượng lớn người sử dụng.
- Yêu cầu về tính bảo mật:
 - Đảm bảo tính nhất quán trong quản lý thông tin.
 - Đối với người quản lý yêu cầu phải đăng nhập trước khi thay đổi giao diện web.

3.2.2. Mô hình hóa chức năng Website



Hình 3. 20: Biểu đồ User-case của Website

3.2.3. Giao thức truyền dữ liệu theo thời gian thực



Hình 3. 21: Biểu đồ tuần tự của quá trình truyền dữ liệu thời gian thực

Một trong các chức năng quan trọng nhất của hệ thống là hiển thị công suất tiêu thụ của tải lên website theo thời gian thực. Yêu cầu của chức năng là dữ liệu thực từ thiết bị đo vào database và từ database tải website phải tiến hành một cách liên tục. Độ trễ của các quá trình trên phải nằm trong một khoảng cho phép.

Sau tìm kiếm một số giao thức để thực hiện quá trình truyền dữ liệu theo thời gian thực như Socket, Node.js... chúng em đã lựa chọn công nghệ Ajax/Jquery để tiến hành xây dựng một giao thức riêng, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đã đề ra trước đó. Quá trình truyền dữ liệu được tiến hành theo từng giai đoạn như sau :

1. **Send Data:** Dụng cụ đo gửi các thông số đo được như công suất, hiệu điện thế, dòng điện lên server chứa cơ sở dữ liệu. Quá trình này diễn ra liên tục , database cập nhật dữ liệu 200ms một lần.
2. **Request Webview:** Người sử dụng gửi yêu cầu xem trang web thông qua WebClient như các trình duyệt web (Firefox, Google Chrome...).
3. **Request Web:** Sau nhận được yêu cầu của người sử dụng, WebClient tiến hành gửi yêu cầu lấy nội dung trang web muốn xem lên WebServer.
4. **Request Data:** Webserver sau khi nhận được yêu cầu và gửi yêu cầu cập nhật dữ liệu từ database lên web.
5. **Respond Data:** Database hồi đáp, gửi dữ liệu về cho Webserver.
6. **Respond Web:** Webserver gửi nội dung trang web theo yêu cầu về cho WebClient.
7. **Respond Webview:** WebClient hiển thị trang web cho người sử dụng xem.

Các quá trình (3)(4)(5)(6) được thực hiện một cách liên tục để cập nhật dữ liệu streaming lên website. Quá trình cập nhật này được thực hiện trong khoảng 500ms một lần.

3.2.4. Các nền tảng phát triển

a. Ngôn ngữ PHP

❖ Định nghĩa:

PHP viết tắt của Hypertext Preprocessor, là một ngôn ngữ lập trình được kết nối chặt chẽ với máy chủ. Nói một cách đơn giản không theo thuật ngữ khoa học thì một quá trình xử lý PHP được thực hiện trên máy chủ (Windows hoặc Unix). Khi

một trang Web muốn dùng PHP thì phải đáp ứng được tất cả các quá trình xử lý thông tin trong trang Web đó ,sau đó đưa ra kết quả như ngôn ngữ HTML .Vì quá trình xử lý này diễn ra trên máy chủ nên trang Web được viết bằng PHP sẽ dễ nhìn hơn ở bất kì hệ điều hành nào.

❖ **Tại sao nên dùng PHP:**

PHP là một mã nguồn thông tin mở : Bởi vì mã nguồn của PHP sẵn có nên cộng đồng các nhà phát triển Web luôn có ý thức cải tiến nó, nâng cao để khắc phục các lỗi trong chương trình này.

PHP rất ổn định và tương hợp ,mới đây PHP đã vận hành khá ổn định trên các hệ điều hành gồm cả Unix ,window... Đồng thời nó cũng nổi với một số máy chủ như IIS hay Apache. Nó rất thích hợp với web và có thể dễ dàng nhúng vào trang HTML. Do được tối ưu hóa cho các ứng dụng web, tốc độ nhanh, nhỏ gọn, cú pháp giống C và Java, dễ học và thời gian xây dựng sản phẩm tương đối ngắn hơn so với các ngôn ngữ khác nên PHP đã nhanh chóng trở thành một ngôn ngữ lập trình web phổ biến nhất thế giới.

b. Ngôn ngữ HTML

HTML (tiếng Anh, viết tắt cho HyperText Markup Language, hay là “Ngôn ngữ Đánh dấu Siêu văn bản”) là một ngôn ngữ đánh dấu được thiết kế ra để tạo nên các trang web với các mẫu thông tin được trình bày trên World Wide Web. HTML được định nghĩa như là một ứng dụng đơn giản của SGML và được sử dụng trong các tổ chức cần đến các yêu cầu xuất bản phức tạp. HTML đã trở thành một chuẩn Internet do tổ chức World Wide Web Consortium (W3C) duy trì. Phiên bản chính thức mới nhất của HTML là HTML 4.01 (1999). Sau đó, các nhà phát triển đã thay thế nó bằng XHTML. Hiện nay, HTML đang được phát triển tiếp với phiên bản HTML5 hứa hẹn mang lại diện mạo mới cho Web.

c. Ngôn ngữ Javascript

❖ **Định nghĩa:**

JavaScript, theo phiên bản hiện hành, là một ngôn ngữ lập trình kịch bản dựa trên đối tượng được phát triển từ các ý niệm nguyên mẫu. Ngôn ngữ này được dùng rộng rãi cho các trang web, nhưng cũng được dùng để tạo khả năng viết script sử dụng các đối tượng nằm sẵn trong các ứng dụng. Nó vốn được phát triển bởi

Brendan Eich tại hãng truyền thông Netscape với cái tên đầu tiên Mocha, rồi sau đó đổi tên thành LiveScript, và cuối cùng thành JavaScript. Giống Java, JavaScript có cú pháp tương tự C, nhưng nó gần với Self hơn Java. .js là phần mở rộng thường được dùng cho tập tin mã nguồn JavaScript.

❖ **Đặc điểm:**

Javascript là một ngôn ngữ thông dịch (interpreter), chương trình nguồn của nó được nhúng hoặc tích hợp vào tập tin HTML chuẩn. Khi file được load trong Browser (có hỗ trợ cho JavaScript), Browser sẽ thông dịch các Script và thực hiện các công việc xác định. Chương trình nguồn JavaScript được thông dịch trong trang HTML sau khi toàn bộ trang được load nhưng trước khi trang được hiển thị. Javascript là một ngôn ngữ có đặc tính:

- Đơn giản
- Động (Dynamic)
- Hướng đối tượng (Object Oriented)

d. MySQL

MySQL là hệ quản trị cơ sở dữ liệu tự do nguồn mở phổ biến nhất thế giới và được các nhà phát triển rất ưa chuộng trong quá trình phát triển ứng dụng. Vì MySQL là cơ sở dữ liệu tốc độ cao, ổn định và dễ sử dụng, có tính khả chuyển, hoạt động trên nhiều hệ điều hành cung cấp một hệ thống lớn các hàm tiện ích rất mạnh. Với tốc độ và tính bảo mật cao, MySQL rất thích hợp cho các ứng dụng có truy cập CSDL trên internet. MySQL miễn phí hoàn toàn cho nên bạn có thể tải về MySQL từ trang chủ. Nó có nhiều phiên bản cho các hệ điều hành khác nhau: phiên bản Win32 cho các hệ điều hành dòng Windows, Linux, Mac OS X, Unix, FreeBSD, NetBSD, Novell NetWare, SGI Irix, Solaris, SunOS, ...

MySQL là một trong những ví dụ rất cơ bản về Hệ Quản trị Cơ sở dữ liệu quan hệ sử dụng ngôn ngữ truy vấn có cấu trúc (SQL). MySQL được sử dụng cho việc hỗ trợ PHP, Perl, và nhiều ngôn ngữ khác, nó làm nơi lưu trữ những thông tin trên các trang web viết bằng PHP hay Perl, ...

e. Phần mềm Xampp

Xampp là chương trình tạo máy chủ Web (Web Server) được tích hợp sẵn Apache, PHP, MySQL, FTP Server, Mail Server và các công cụ như phpMyAdmin. Không như Appserv, Xampp có chương trình quản lý khá tiện lợi, cho phép chủ động bật tắt hoặc khởi động lại các dịch vụ máy chủ bất kỳ lúc nào.

3.3. Phân tích – Thiết kế phần mềm Android

3.3.1. Xác định yêu cầu

Các yêu cầu về chức năng và phi chức năng của phần mềm Android bao gồm:

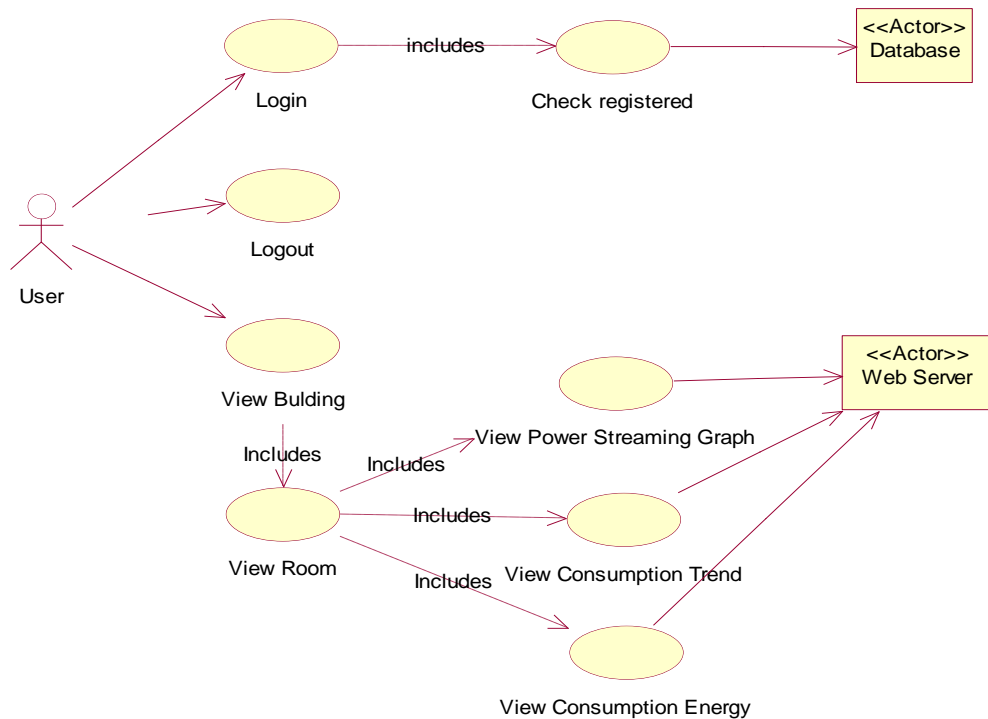
a. Yêu cầu chức năng

- Chức năng hiển thị đồ thị giám sát công suất tiêu thụ theo thời gian thực
- Chức năng hiển thị đồ thị lượng điện tiêu thụ hàng tháng của hộ gia đình
- Chức năng hiển thị đồ thị xu hướng sử dụng điện năng trong tương lai
- Chức năng lựa chọn Building, Room muốn xem

b. Yêu cầu phi chức năng

- Giao diện thân thiện, đẹp, dễ dàng sử dụng.
- Phần mềm hoạt động ổn định.
- Phần mềm miễn phí, cài đặt dễ dàng, chạy trên mọi phiên bản android (từ bản 4.0.1 trở lại).

3.3.2. Mô hình hóa chức năng



Hình 3. 22: Biểu đồ User-case của phần mềm Android

3.3.3. Các nền tảng phát triển

a. Hệ điều hành di động Android

❖ Tổng quan về hệ điều hành Android:

Android là một hệ điều hành dựa trên nền tảng Linux được thiết kế dành cho các thiết bị di động có màn hình cảm ứng như điện thoại thông minh và máy tính bảng. Ban đầu, Android được phát triển bởi Tổng công ty Android, với sự hỗ trợ tài chính từ Google và sau này được chính Google mua lại vào năm 2005. Android ra mắt vào năm 2007 cùng với tuyên bố thành lập Liên minh thiết bị cầm tay mở: một hiệp hội gồm các công ty phần cứng, phần mềm, và viễn thông với mục tiêu đẩy mạnh các tiêu chuẩn mở cho các thiết bị di động. Chiếc điện thoại đầu tiên chạy Android được bán vào tháng 10 năm 2008.

Android có mã nguồn mở và Google phát hành mã nguồn theo Giấy phép Apache. Chính mã nguồn mở cùng với một giấy phép không có nhiều ràng buộc đã cho phép các nhà phát triển thiết bị, mạng di động và các lập trình viên nhiệt huyết được điều chỉnh và phân phối Android một cách tự do. Ngoài ra, Android còn có

một cộng đồng lập trình viên đông đảo chuyên viết các ứng dụng để mở rộng chức năng của thiết bị, bằng một loại ngôn ngữ lập trình Java có sửa đổi. Vào tháng 10 năm 2012, có khoảng 700.000 ứng dụng trên Android, và số lượt tải ứng dụng từ Google Play, cửa hàng ứng dụng chính của Android, ước tính khoảng 25 tỷ lượt.

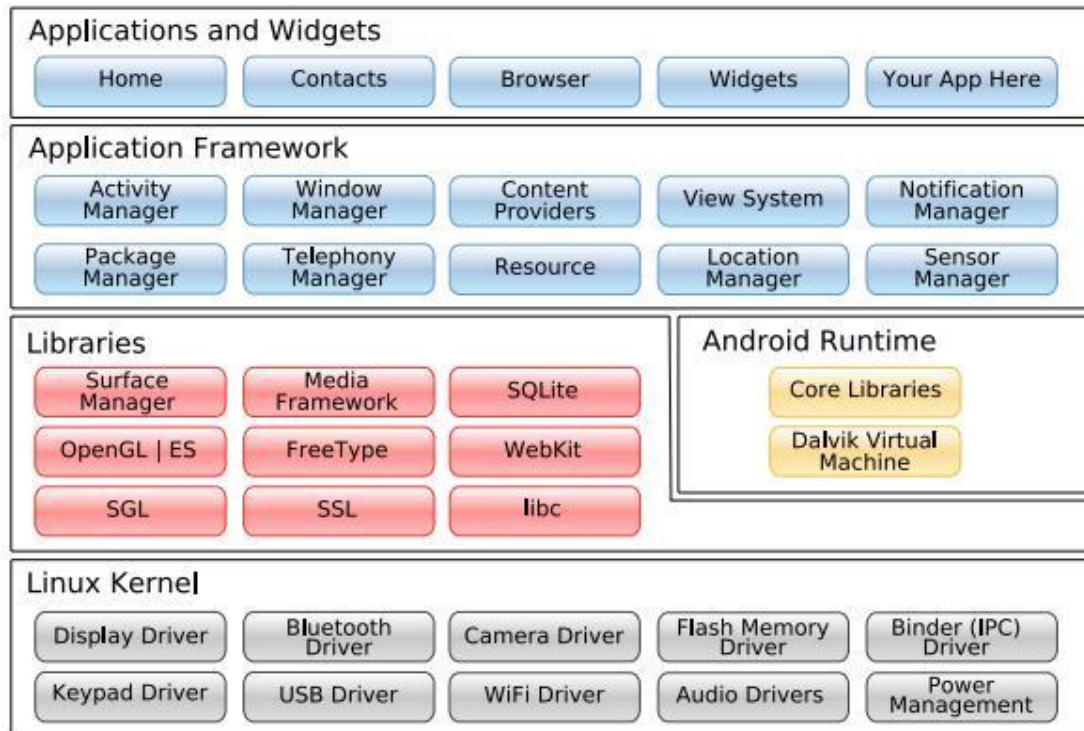


Hình 3. 23: Giao diện hệ điều hành Android

❖ **Kiến trúc hệ điều hành Android:**

Android có một hạt nhân dựa trên nhân Linux phiên bản 2.6, kể từ Android 4.0 Ice Cream Sandwich (bánh ngọt kẹp kem) trở về sau, là phiên bản 3.x, với middleware, thư viện và API viết bằng C, còn phần mềm ứng dụng chạy trên một nền tảng ứng dụng gồm các thư viện tương thích với Java dựa trên Apache Harmony. Android sử dụng máy ảo Dalvik với một trình biên dịch động để chạy ‘mã dex’ (Dalvik Executable) của Dalvik, thường được biên dịch sang Java bytecode. Nền tảng phần cứng chính của Android là kiến trúc ARM. Người ta cũng

hỗ trợ x86 thông qua dự án Android x86 và Google TV cũng sử dụng một phiên bản x86 đặc biệt của Android.



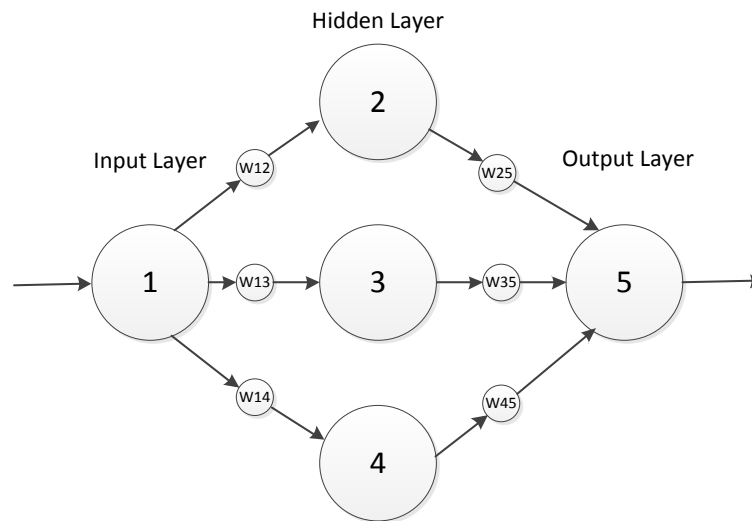
Hình 3. 24: Kiến trúc hệ điều hành Android

b. Eclipse IDE

Eclipse là một môi trường phát triển tích hợp cho Java, được phát triển ban đầu bởi IBM, và hiện nay bởi tổ chức Eclipse. Ngoài Java, Eclipse còn hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác như PHP, C, C++, C#, Python, HTML, XML, JavaScript khi dùng thêm trình bổ sung.

Eclipse là một IDE mã nguồn mở cho phép triển khai các ứng dụng Android, đây là IDE được Google khuyến cáo dành cho các lập trình viên để có môi trường thuận tiện nhất. Chính vì điều này trong bộ công cụ do Android cung cấp đã có sẵn Eclipse. Để lập trình được các ứng dụng trên android chúng ta cần cài đặt một số bộ công cụ, thư viện như Java SDK , Android SDK...

3.4. Mạng nơron và ứng dụng trong dự báo tiêu thụ điện năng



Hình 3. 25: Mô hình mạng nơron dự báo tiêu thụ điện năng

Để giải quyết bài toán dự báo mức tiêu thụ điện năng trong tương lai, chúng em sử dụng mô hình mạng nơron truyền thẳng 3 lớp bao gồm:

- Lớp đầu vào có một nơron và một đầu vào.
- Lớp ẩn có ba nơron.
- Lớp đầu ra có một nơron và một đầu ra.

Bảng 3. 5: Dữ liệu điện năng tiêu thụ hàng tháng

Tháng	Năm		
	2011	2012	2013
1	136	138	135
2	178	179	177
3	151	154	155
4	139	138	140
5	200	202	
6	220	223	
7	236	239	
8	175	178	
9	170	167	
10	155	153	
11	160	162	
12	159	161	

Bảng số liệu ở trên là dữ liệu thống kê điện năng tiêu thụ hàng tháng (trong 3 năm) của một hộ gia đình được sưu tầm. Chúng em dành 90% số liệu ở trên dùng để huấn luyện mạng, 10% được dùng để kiểm tra tính chính xác của mạng nơron sau khi được huấn luyện.

Dữ liệu đầu vào của mạng nơron là tháng trong năm, dữ liệu đầu ra là lượng điện tiêu thụ trong tháng đó. Điều kiện dừng của quá trình huấn luyện là sau 100,000 vòng lặp.

3.5. Kết luận

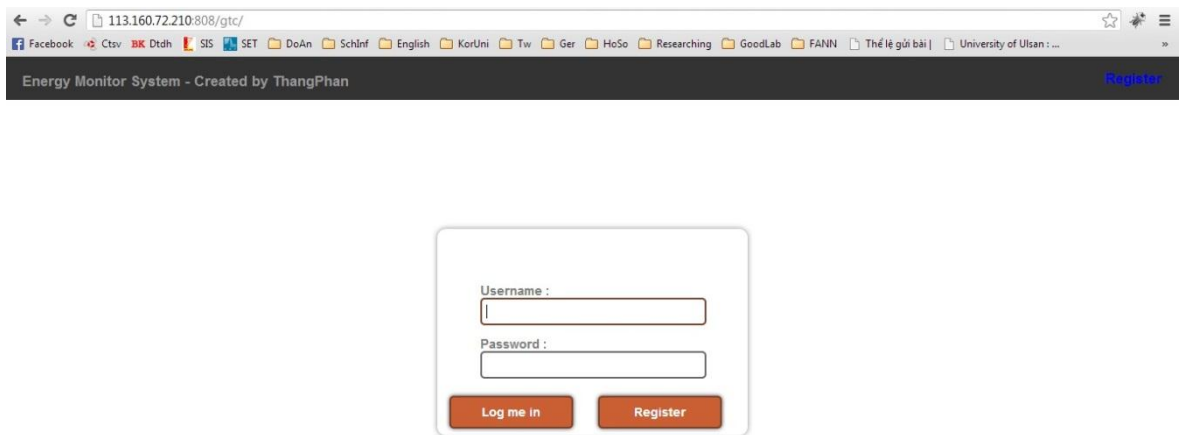
Hệ thống sau khi được phân tích và thiết kế đảm bảo đầy đủ các yêu cầu về chức năng cũng như phi chức năng đã đề ra. Bộ đo công suất đã được chế tạo thành công với độ chính xác cao. Website và phần mềm Android có giao diện đẹp, dễ dàng sử dụng. Chúng em đã tìm hiểu và hoàn thành việc xây dựng kiến trúc mạng nơron cho việc dự báo tiêu thụ năng lượng. Số liệu huấn luyện sau khi sưu tầm đã được xử lý đảm bảo tính chính xác cho quá trình huấn luyện mạng nơron.

Chương 4. Kết quả triển khai hệ thống

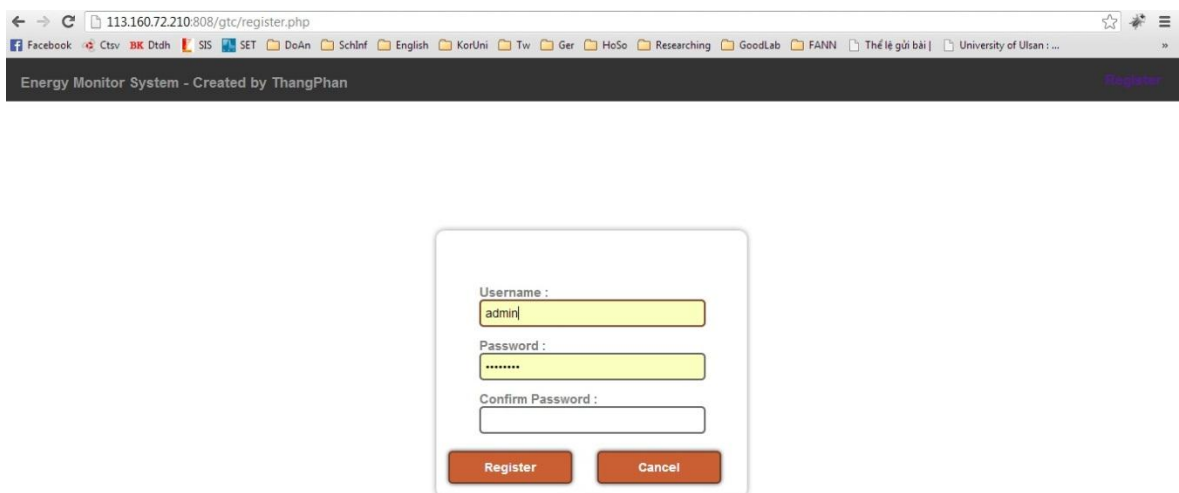
Sau khi thiết kế và xây dựng xong hệ thống, nội dung chương sẽ trình bày một cách chi tiết các kết quả đạt được trong quá trình triển khai và chạy thử hệ thống.

4.1. Hệ thống quản lý năng lượng

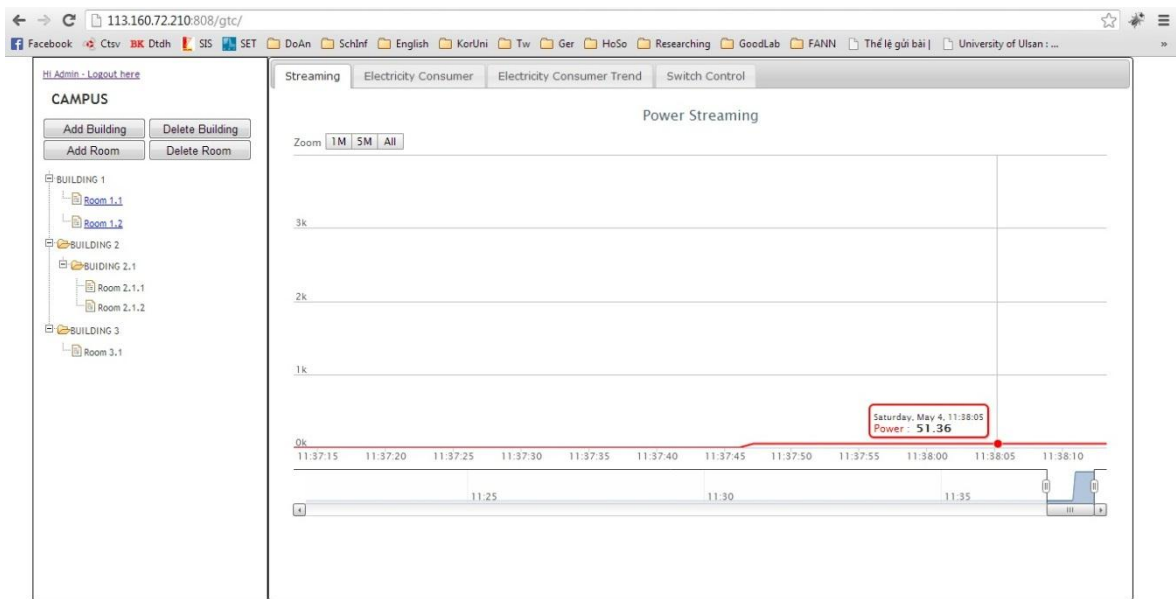
4.1.1. Triển khai và chạy thử Website



Hình 4. 1: Giao diện đăng nhập của Website



Hình 4. 2: Giao diện đăng kí của Website



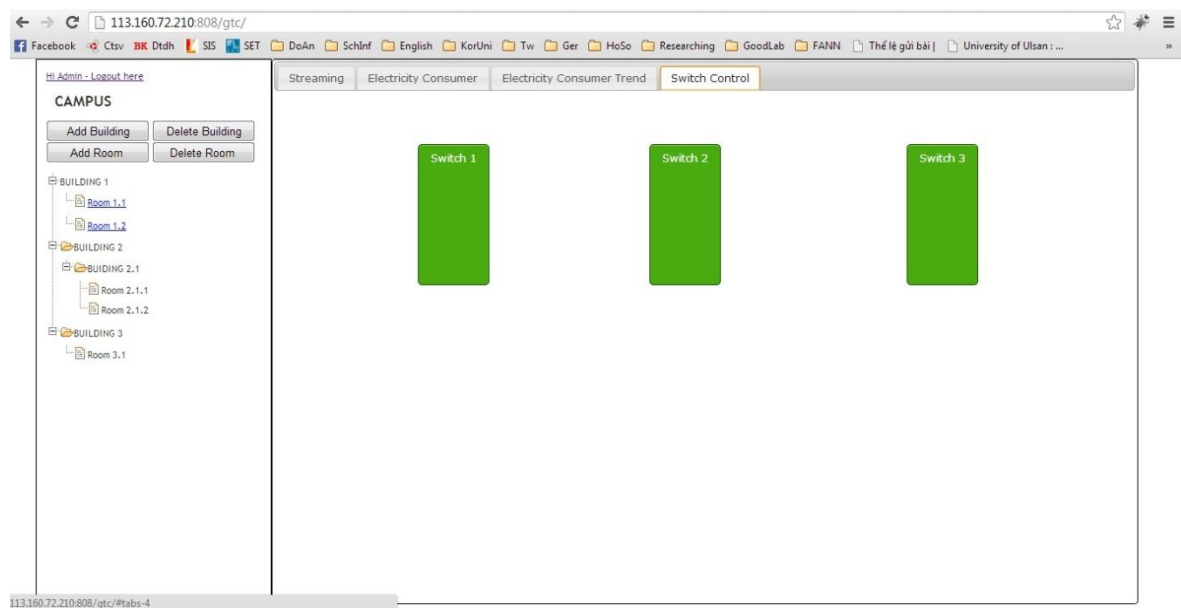
Hình 4. 3: Giao diện giám sát năng lượng theo thời gian thực trên Website



Hình 4. 4: Giao diện hiển thị điện năng tiêu thụ hàng tháng trên Website

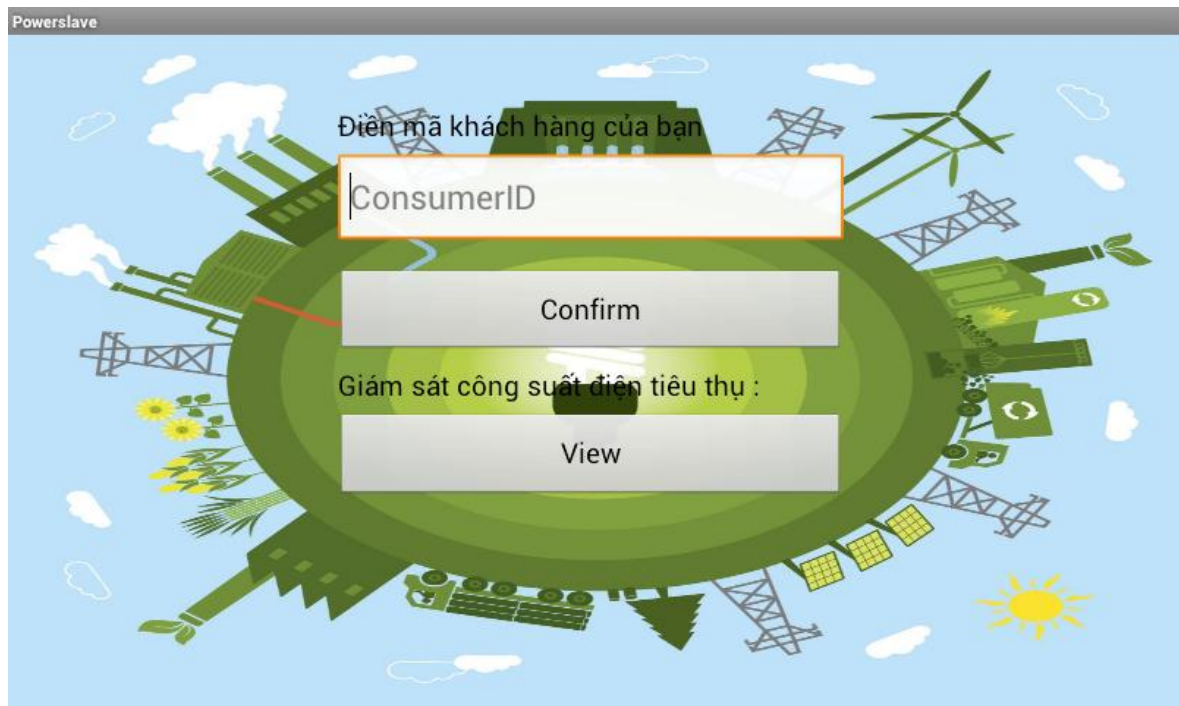


Hình 4. 5: Giao diện hiển thị xu hướng sử dụng điện trên Website

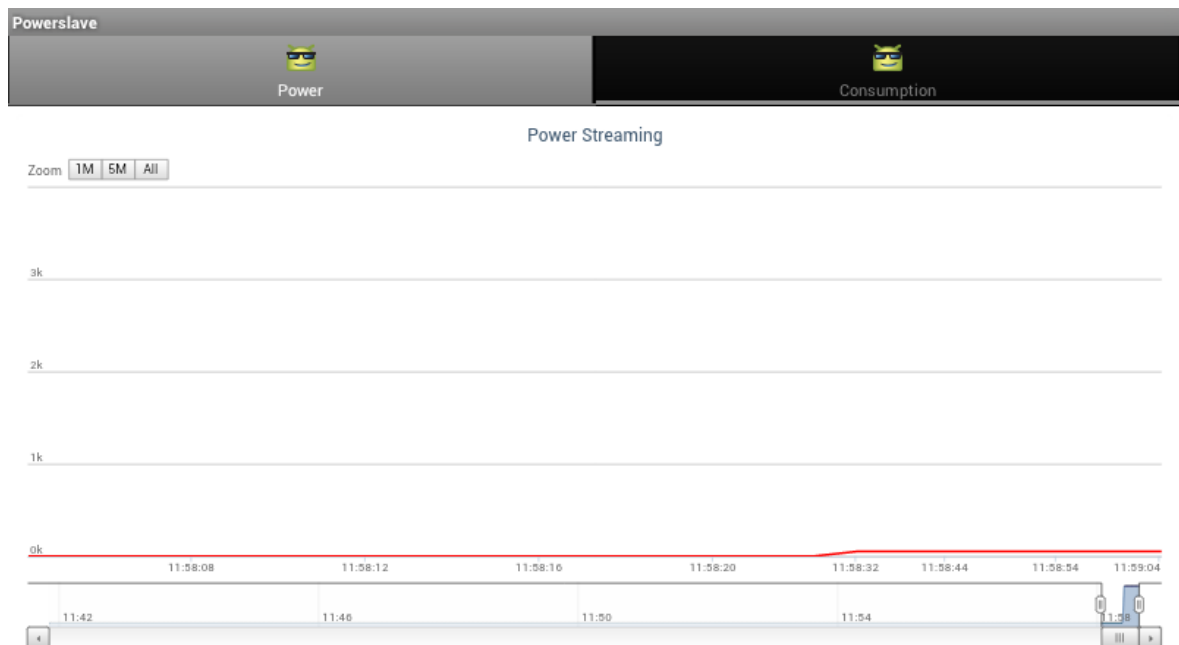


Hình 4. 6: Giao diện điều khiển thiết bị trên Website

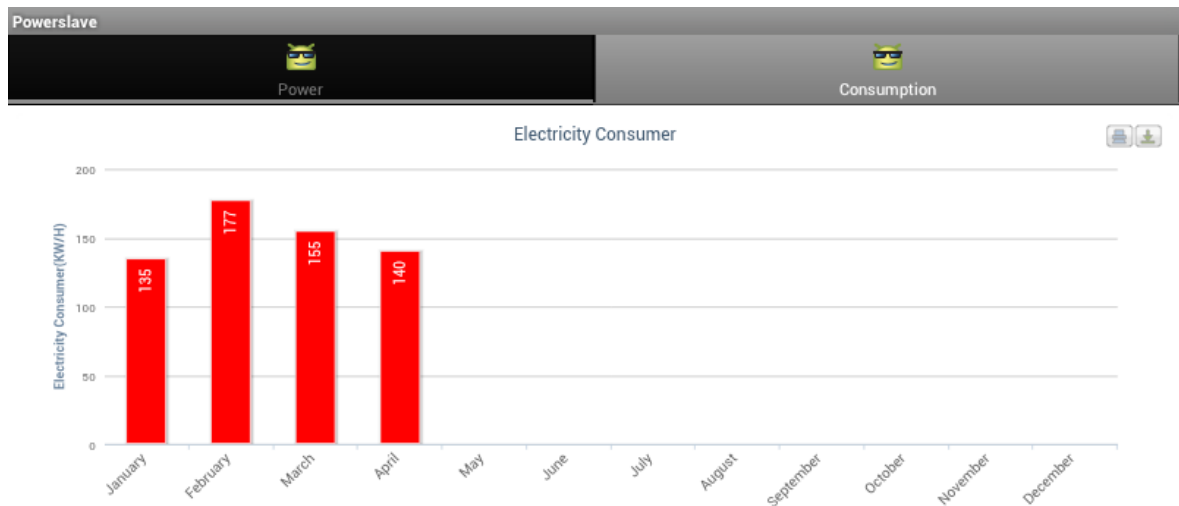
4.1.2. Triển khai và chạy thử phần mềm Android



Hình 4. 7: Giao diện đăng nhập của phần mềm Android



Hình 4. 8: Giao diện giám sát năng lượng theo thời gian thực trên Android



Hình 4. 9: Giao diện hiển thị điện năng tiêu thụ hàng tháng trên Android

4.1.3. Triển khai và chạy thử bộ đo công suất



Hình 4. 10: Bộ đo công suất được thiết kế



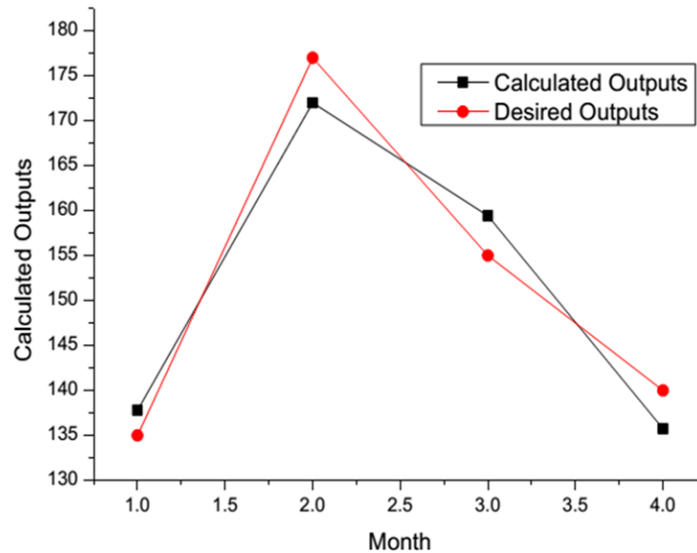
Hình 4. 11: Lắp đặt bộ đo công suất vào hệ thống



Hình 4. 12: Hiển thị các thông số đo trên LCD

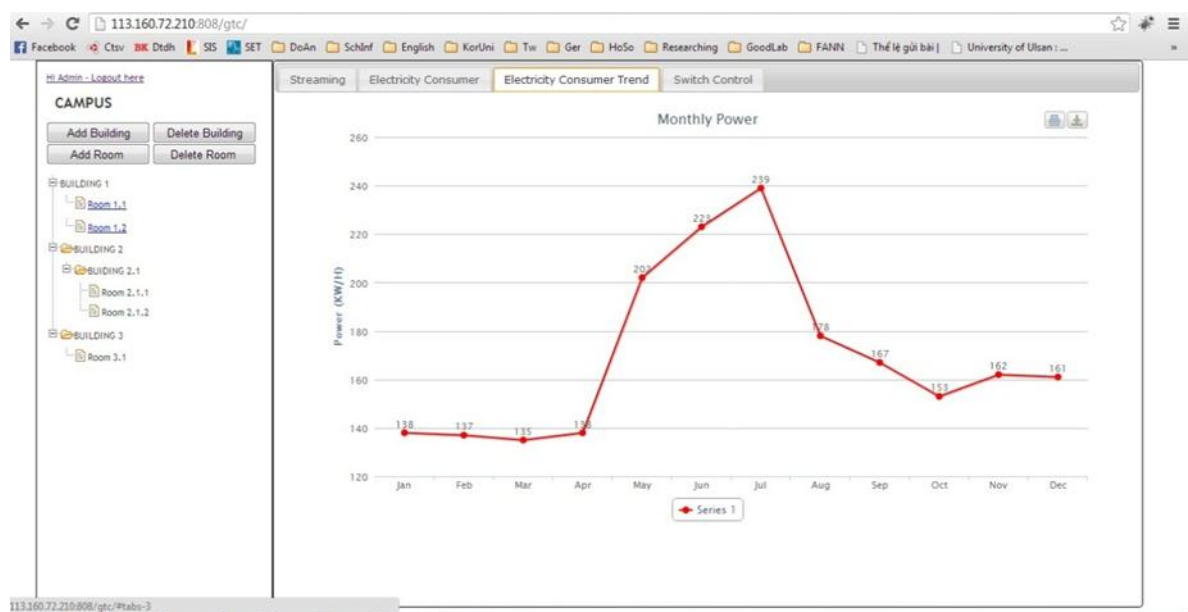
4.2. Mạng nơron và ứng dụng trong dự báo tiêu thụ điện năng

Sau khi sử dụng tập mẫu để huấn luyện, mạng được huấn luyện có sai số bình phương trung bình cuối cùng đạt 0.00025. Các số liệu kiểm tra độ chính xác của mạng nơron được lấy từ tập mẫu là lượng điện tiêu thụ trong 4 tháng đầu tiên trong năm 2013. Ta có đồ thị so sánh giữa giá trị dự đoán và giá trị thực tế khi sử dụng mạng nơron đã được huấn luyện:



Hình 4. 13: Đồ thị giá trị điện năng được dự đoán và giá trị thực tế

Chúng em đã tích hợp thành công đồ thị “dự đoán xu hướng tiêu thụ năng lượng” vào giao diện Website:



Hình 4. 14: Tích hợp chức năng dự báo lên giao diện Website

4.3. Kết luận

Hệ thống sau khi được lắp đặt và triển khai chạy đúng theo yêu cầu đề ra. Tất cả các chức năng đều hoạt động tốt. Tuy nhiên khả năng kết nối mạng không dây của bộ đo không được ổn định. Nguyên nhân là do tín hiệu yếu. Phần mềm giám sát năng lượng chưa có tính tự động hóa cao. Một số giải pháp đưa ra để giải quyết các vấn đề là : Tích hợp anten vào bộ đo công suất nâng cao khả năng bắt tín hiệu; xây dựng phần mềm cũng như phát triển hệ thống có khả năng tự tính toán lượng điện tiêu thụ hàng tháng, dự đoán lượng điện tiêu thụ trong tương lai.v.v.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Kết luận

Đồ án “*Nghiên cứu thiết kế hệ thống giám sát năng lượng*” đã được thực hiện và hoàn thành với các kết quả sau:

- Thiết kế và chế tạo thành công thiết bị đo công suất với độ chính xác cao, có thể kết nối mạng không dây. Thiết bị bao gồm các module wifi, kết hợp với board điều khiển AVR và các cảm biến.
- Xây dựng thành công website và phần mềm trên android giám sát năng lượng. Phần mềm hoạt động ổn định, dễ dàng sử dụng, tích hợp nhiều chức năng.
- Phát triển thành công giao thức data streaming giữa thiết bị đo và các phần mềm giám sát.
- Hệ thống server có khả năng quản lý nhiều người sử dụng cũng như nhiều thiết bị đo.
- Lắp đặt và triển khai thành công toàn bộ hệ thống.
- Áp dụng thành công mô hình “mạng nơron nhân tạo lan truyền ngược” để dự báo nhu cầu sử dụng điện của một hộ gia đình trong một năm dựa vào những số liệu thu thập được. Đồ thị dự báo được tích hợp vào hệ thống một cách trực quan thông qua giao diện Web.

Hướng phát triển

Bằng sự nỗ lực của nhóm nghiên cứu, đề tài đã đạt được một số kết quả đáng khích lệ. Bên cạnh đó do còn hạn chế về vấn đề thời gian cũng như kinh phí phát triển, hệ thống giám sát năng lượng chỉ đạt được một số yêu cầu đề ra nhất định. Để nâng cao chất lượng cũng như đưa hệ thống lên một tầm cao hơn chúng em đã đề ra một định hướng phát triển sau :

- Về thiết bị đo công suất
 - Tiếp tục phát triển, cải tiến bộ đo công suất sao cho nó hoạt động một cách ổn định hơn, sai số nhỏ hơn.
 - Từ khả năng hoạt động trong hệ thống điện 1 pha có thể tiến tới việc đo đạc trong hệ thống 3 pha.

-
- Sản phẩm có hình dáng nhỏ hơn, đẹp hơn ,dễ dàng sử dụng hơn cũng là một mục tiêu mà nhóm đang chú trọng hướng tới.
- Về phần mềm giám sát năng lượng
- Tiếp tục hoàn thiện và phát triển các phần mềm cũng như nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống. Phát triển theo hướng :
- Từ khả năng quản lý sự tiêu thụ năng lượng của một căn phòng đơn lẻ như hiện tại tiến tới có thể quản lý được cả một toàn nhà, cao hơn nữa là có khả năng quản lý cả một khuôn viên các tòa nhà khác nhau.
 - Tích hợp công nghệ điện toán đám mây vào hệ thống giúp tăng hiệu suất làm việc của hệ thống.
- Nâng cao tính tự động hóa cho hệ thống như: Tích hợp khả năng tự tính toán công suất tiêu thụ điện hàng tháng, giá tiền sử dụng điện hàng tháng.
- Cải thiện độ chính xác trong việc dự đoán sự tiêu thụ năng lượng bằng mô hình mạng nơron. Tích hợp thuật toán trực tiếp lên hệ thống, phát triển khả năng tự dự báo của hệ thống.
- Tiến tới thương mại hóa sản phẩm.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Michal Moucka , Master thesis “*Investigating energy consumption*” IT University of Copenhagen.
- [2] Christian Bach. *Current sensor - Power line monitoring for energy demand control*. Tech. rep. Enocean, 2009.
- [3] Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, “*Hệ mờ mạng nơron và Ứng dụng*” Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [4] Trần Đức Minh, luận văn tốt nghiệp cao học “*Mạng nơron*”.
- [5] <https://www.sparkfun.com/products/9367>, truy cập cuối cùng ngày 23/5/2013.
- [6] <http://arduino.cc/>, truy cập cuối cùng ngày 23/5/2013.
- [7] <http://openenergymonitor.org/emon/buildingblocks>, truy cập cuối cùng ngày 23/5/2013.
- [8] http://ndhmoney.vn/web/guest/s02/-/journal_content/viet-nam-truoc-nguy-co-thieu-hut-dien-nang, truy cập cuối cùng ngày 23/5/2013.

PHỤ LỤC

1. Thư viện EmonLib

❖ *void voltageTX(double _VCAL, double _PHASECAL)*

Hàm thiết lập điện áp

- *double _VCAL*: Giá trị hiệu chỉnh điện áp (= voltage constant)
- *double _PHASECAL*: Độ dịch pha

❖ *void currentTX(int _channel, double _ICAL)*

Hàm thiết lập dòng điện

- *int _channel*: Kênh ADC vào Arduino
- *double _ICAL*: Giá trị hiệu chỉnh dòng điện (= current constant)

❖ *void calcVI(int crossings, int timeout)*

Hàm thực hiện tính toán đo tất cả các giá trị Urms, Irms, P

- *int crossings*: Số lần chuyển trạng thái từ (-) sang (+) hoặc ngược lại của tín hiệu.
- *int timeout*: Thời gian timeout

❖ *double calcIrms(int NUMBER_OF_SAMPLES)*

Hàm thực hiện tính toán Irms

- *int NUMBER_OF_SAMPLES*: Số lượng mẫu được lấy

❖ *double calcVrms(int NUMBER_OF_SAMPLES)*

Hàm thực hiện tính toán Urms

❖ *double calcrealPower(int NUMBER_OF_SAMPLES)*

Hàm thực hiện tính toán công suất thực

❖ *void serialprint()*

Hàm in ra màn hình qua giao tiếp UART

2. Thư viện WiFly

❖ *Client client(uint8_t *ip, uint16_t port)*

Hàm khởi tạo địa chỉ ip, port liên kết tới Server

❖ *boolean join(const char *ssid, const char *passphrase)*

Hàm thiết lập kết nối mạng Wireless

- *const char *ssid*: Tên mạng muốn kết nối
- *const char *passphrase*: Mật khẩu mạng

❖ ***boolean connect()***

Hàm kết nối mạng

❖ ***bool connected()***

Hàm kiểm tra trạng thái kết nối mạng

❖ ***bool stop()***

Hàm ngắt kết nối

❖ ***println()***

Hàm gửi các mã kí tự tới Server theo giao thức HTTP

❖ ***int read()***

Hàm đọc dữ liệu được gửi từ Server

3. Thư viện NewLiquidCrystal:

❖ ***LiquidCrystal_SR_LCD3 lcd(PIN_LCD_DATA, PIN_LCD_CLOCK, PIN_LCD_STROBE)***

Khởi tạo các chân kết nối với LCD

❖ ***void clear()***

Hàm xóa màn hình

❖ ***void setCursor(uint8_t col, uint8_t row)***

Hàm thiết lập vị trí cột và hàng của con trỏ

- ***uint8_t col***: Giá trị cột
- ***uint8_t row***: Giá trị hàng

❖ ***void print(char[] content)***

Hàm in ra màn hình

- ***char[] content***: Kí tự muốn in ra màn hình