

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:

THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT
NĂNG LƯỢNG PHÂN XỬ LÝ SỬ DỤNG
WEBSERVER

Người hướng dẫn: **TS. TRƯƠNG THỊ BÍCH THANH**

Kỹ sư hướng dẫn: **Cao Bá Hạnh**  **HYOSUNG** QUANG NAM

Sinh viên thực hiện:

- 1. TRẦN LÊ CÔNG AN – MSSV: 105200321 – LỚP:
20TDH2**
- 2. TRẦN NGUYỄN THIÊN Ý – MSSV: 105200352 – LỚP:
20TDH2**

Đà Nẵng, 06/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: **Thiết kế hệ thống quản lý và giám sát năng lượng phân xưởng sử dụng Webservice**

Sinh viên thực hiện: Trần Lê Công Ân MSSV: 105200321 Lớp: 20TDH2

Trần Nguyễn Thiên Ý MSSV: 105200352 Lớp: 20TDH2

Trong thời đại công nghiệp hiện đại, nhu cầu sử dụng năng lượng một cách hiệu quả và bền vững đã trở thành một trong những yếu tố then chốt để các doanh nghiệp tối ưu hóa chi phí vận hành và đáp ứng các tiêu chuẩn về phát triển xanh. Nhà máy sản xuất, với đặc điểm tiêu thụ năng lượng lớn, cần có một hệ thống giám sát và quản lý năng lượng thông minh nhằm theo dõi, phân tích và điều chỉnh việc sử dụng năng lượng theo thời gian thực. Việc kiểm soát năng lượng không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn góp phần nâng cao tuổi thọ thiết bị, giảm thiểu nguy cơ sự cố và đảm bảo hiệu suất sản xuất ổn định.

Đề tài này tập trung vào việc xây dựng một hệ thống giám sát và quản lý năng lượng tích hợp trong nhà máy, sử dụng dữ liệu thu thập từ các cảm biến đo lường điện năng, hệ thống SCADA hoặc PLC. Các dữ liệu này sẽ được truyền về máy chủ hoặc nền tảng cơ sở dữ liệu để lưu trữ. Hệ thống cung cấp giao diện trực quan, cho phép người dùng theo dõi năng lượng tiêu thụ theo từng khu vực, dây chuyền hoặc thiết bị cụ thể. Các biểu đồ và bảng thống kê được cập nhật liên tục giúp nhà quản lý nhanh chóng phát hiện những điểm bất thường trong quá trình vận hành.

Điểm nổi bật của đề tài là ứng dụng các thuật toán học máy trong phân tích dữ liệu năng lượng. Dựa vào dữ liệu lịch sử và dữ liệu theo thời gian thực, hệ thống sẽ được huấn luyện để phát hiện các xu hướng tiêu thụ bất thường, dự đoán khả năng vượt ngưỡng công suất hoặc cảnh báo nguy cơ sự cố như quá tải, mất cân bằng pha, hoặc tiêu thụ năng lượng vượt định mức. Một số thuật toán có thể được áp dụng bao gồm hồi quy tuyến tính, cây quyết định, mạng nơ-ron nhân tạo hoặc LSTM. Nhờ đó, hệ thống không chỉ phản ánh hiện trạng tiêu thụ năng lượng mà còn mang tính dự báo, hỗ trợ doanh nghiệp ra quyết định nhanh chóng và chính xác hơn.

Hệ thống có thể mở rộng tích hợp với các giải pháp điều khiển tự động, đề xuất lịch bảo trì thiết bị, hoặc đưa ra khuyến nghị nhằm giảm tiêu thụ trong các khung giờ cao điểm. Qua đó, đề tài mang lại ý nghĩa thực tiễn rõ rệt, vừa nâng cao hiệu quả sản xuất, vừa đáp ứng các yêu cầu về quản lý năng lượng thông minh theo tiêu chuẩn công nghiệp 4.0.

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn thế giới, việc áp dụng công nghệ vào quản lý năng lượng đang trở thành xu hướng tất yếu, đặc biệt trong lĩnh vực công nghiệp. Các nhà máy hiện nay không chỉ cần đảm bảo sản xuất ổn định mà còn phải tối ưu hóa năng lượng tiêu thụ, giảm chi phí vận hành và hạn chế tác động đến môi trường. Trước yêu cầu đó, việc nghiên cứu và triển khai các hệ thống giám sát năng lượng thông minh, kết hợp với các công nghệ mới như học máy (Machine Learning), đang ngày càng được quan tâm.

Xuất phát từ thực tiễn trên, em đã chọn đề tài "Giám sát và quản lý năng lượng nhà máy kết hợp với học máy để dự đoán và cảnh báo" làm đề án tốt nghiệp. Đề tài hướng đến việc xây dựng một hệ thống có khả năng thu thập, xử lý và phân tích dữ liệu năng lượng trong nhà máy, đồng thời ứng dụng các thuật toán học máy đơn giản để phát hiện bất thường và đưa ra cảnh báo sớm. Qua đó, hệ thống sẽ hỗ trợ doanh nghiệp nâng cao hiệu quả vận hành, giảm thiểu rủi ro và từng bước tiến tới mục tiêu sản xuất thông minh.

Đề án được thực hiện với sự hướng dẫn tận tình của cô TS Trương Thị Bích Thanh cùng với Kỹ sư Cao Bá Hạnh và sự hỗ trợ của các thầy cô trong khoa Điện, em xin chân thành cảm ơn. Dù đã cố gắng hoàn thiện, nhưng do thời gian và kiến thức còn hạn chế, đề án chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Em rất mong nhận được sự góp ý quý báu từ thầy cô để hoàn thiện đề tài tốt hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung trong đề án tốt nghiệp với đề tài “Giám sát và quản lý năng lượng nhà máy kết hợp với học máy để dự đoán và cảnh báo” là kết quả nghiên cứu, học tập và làm việc nghiêm túc của cá nhân tôi dưới sự hướng dẫn của giảng viên hướng dẫn.

Trong quá trình thực hiện, tôi đã tuân thủ nghiêm túc các quy định về liêm chính học thuật. Mọi tài liệu, dữ liệu, hình ảnh, bảng biểu, thuật toán, đoạn mã... sử dụng trong đề án đều được trích dẫn rõ ràng nguồn gốc. Tôi không sao chép nội dung từ các tài liệu, đề án, luận văn khác dưới bất kỳ hình thức nào mà không ghi chú.

Nếu có bất kỳ vi phạm nào liên quan đến đạo đức học thuật được phát hiện, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm trước nhà trường và các cơ quan có thẩm quyền.

Sinh viên thực hiện

{Chữ ký, họ và tên sinh viên}

MỤC LỤC

Tóm tắt	
Nhiệm vụ đồ án	
Lời nói đầu và cảm ơn	i
Lời cam đoan liêm chính học thuật	ii
Mục lục	iii
Danh sách các bảng biểu, hình vẽ và sơ đồ	v
Danh sách các cụm từ viết tắt	vi
	Trang

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI.....	3
1.1 Tính cấp thiết của giám sát và quản lý năng lượng	3
1.2 Giới thiệu một vài giải pháp giám sát năng lượng từ đó đề xuất giải pháp cho nhà máy.....	3
1.3 Mục tiêu đề tài và ý nghĩa thực tiễn	6
1.3.1 Mục tiêu.....	6
1.3.2 Ý nghĩa	6
1.4 Giới thiệu hệ thống giám sát và quản lý năng lượng.....	6
1.4.1 Yêu cầu cơ bản về hệ thống quản lý và giám sát năng lượng.....	7
1.4.2 Các khâu công đoạn chính trong hệ thống quản lý và giám sát năng lượng	8
1.4.3 Các thông số giám sát của hệ thống giám sát năng lượng	9
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ SỬ DỤNG ĐỀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG NHÀ MÁY	11
2.1 Hiện trạng của nhà máy	11
2.1.1 Giới thiệu về phân xưởng Spinning	11
2.1.2 Tình hình giám sát trạm điện cung cấp năng lượng cho phân xưởng	13
2.1.3 Tình hình giám sát các phụ tải quan trọng	16

2.2	Đề xuất giải pháp cải tiến hệ thống giám sát và quản lý năng lượng tại phân xưởng:	18
2.3	Sơ đồ truyền thông.....	20
2.4	Giao thức truyền thông Modbus	21
2.4.1	Modbus RTU.....	22
2.4.2	Modbus TCP/IP.....	22
2.5	Cơ sở lý thuyết về Machine Learning	24
2.5.1	Các loại học máy	24
2.5.2	RNN là gì.....	25
2.5.3	Thuật toán LSTM	26
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG		28
3.1	Xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống giải pháp:	28
3.2	Lựa chọn thiết bị, phần cứng phần mềm	30
3.2.1	Tổng quan PLC LS.....	30
3.2.2	Biến tần Yakaswa A1000.....	33
3.2.3	Gateway ETOS.....	35
3.2.4	Đồng hồ điện năng, thiết bị đo lường: ROTECH Accura 3300e	38
3.3	Xây dựng thuật toán quản lý và giám sát năng lượng:	43
3.3.1	Thuật toán cảnh báo Alarm:	43
3.3.2	Thuật toán điều khiển thiết bị và tối ưu năng lượng	44
3.3.3	Thuật toán xử lý dữ liệu điện năng tiêu thụ	45
3.4	Xây dựng Webserver	46
3.4.1	Tổng quan.....	46
3.4.2	Kết nối truyền thông giữa PLC và WEB bằng giao thức Modbus.....	48
3.4.3	Đọc dữ liệu các thanh ghi Modbus trong PLC.....	48
3.4.4	Lưu dữ liệu đã đọc được xuống MySQL	50
3.4.5	Giao diện hệ thống giám sát.....	51
3.5	Huấn luyện Machine Learning theo mô hình LSTM	54
3.5.1	Huấn luyện mô hình từ dữ liệu đầu vào	54

3.5.2	Kiểm tra hoạt động của mô hình	57
3.5.3	Áp dụng mô hình huấn luyện vào WebServer để dự đoán cảnh báo sự cố 58	
CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH.....		59
4.1	Báo cáo đánh giá kết quả và demo sản phẩm	59
4.2	Tính ứng dụng và phát triển của đề tài	64
KẾT LUẬN		66
TÀI LIỆU THAM KHẢO		1

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Hình 1-1: Trang trại Vinamilk sử dụng năng lượng mặt trời	4
Hình 1-2: Thép Hoà Phát thay thế bằng biến tần GD5000	4
Hình 1-3: Phòng điều khiển trung tâm kiểm soát toàn bộ hoạt động của nhà máy xi-măng Tân Thắng.....	5
Hình 1-4: Các khâu trong hệ thống giám sát năng lượng.....	8
Hình 1-5: Quy trình giám sát năng lượng.....	10
Hình 2-1: Sơ đồ nguyên lý công đoạn Spinning	11
Hình 2-2: Sơ đồ hoạt động của động cơ chính trong xưởng Spinning.....	12
Hình 2-3: Quy trình điều khiển Heater	13
Hình 2-4: Các tủ cấp điện cho tải của xưởng Spinning.....	14
Hình 2-5: Tủ nguồn 22kV và tủ nguồn 380V	15
Hình 2-6: CT và PT ở tủ 22kV	16
Hình 2-7: Động cơ truyền động Screw.....	17
Hình 2-8: Màn hình giám sát thực tế.....	18
Hình 2-9: Sơ đồ mô phỏng giải pháp giám sát năng lượng.....	19
Hình 2-10: Sơ đồ truyền thông của giải pháp quản lý và giám sát năng lượng	20
Hình 2-11: Cấu trúc gói dữ liệu Modbus TCP/IP.....	23
Hình 2-12: Các Function Code Modbus TCP/IP.....	24
Hình 2-13: Mô hình trực quan về cách thức hoạt động của LSTM	26
Hình 3-1: Sơ đồ mô hình giải pháp giám sát năng lượng.....	28
Hình 3-2: Quy trình điều khiển của giải pháp giám sát và quản lý	29
Hình 3-3: PLC LS thực tế.....	30
Hình 3-4: Mô hình PLC LS	31
Hình 3-5: Giao diện phần mềm XG5000	31
Hình 3-6: Cấu hình modul cho PLC	32
Hình 3-7: Cấu hình địa chỉ cho PLC	32
Hình 3-8: Biến tần YAKASWA A1000.....	33
Hình 3-9: Các lựa chọn phương thức điều khiển và truyền thông cho biến tần.....	33
Hình 3-10: Lựa chọn các thông số cài đặt động cơ	34
Hình 3-11: Cấu hình địa chỉ Modbus cho biến tần.....	34
Hình 3-12: Cấu hình tốc độ truyền Baudrate cho biến tần.....	35

Hình 3-13: Các thông số khác	35
Hình 3-14: Thiết bị Gateway ETOS	36
Hình 3-15: Giao diện phần mềm ETOS RD	36
Hình 3-16: Cấu hình tốc độ Baudrate	37
Hình 3-17: Chương trình đọc dữ liệu	37
Hình 3-18: Cấu hình Modbus TCP/Ip cho ETOS	38
Hình 3-19: Sơ đồ đấu nối đồng hồ ACCURA	39
Hình 3-20: Mô hình đấu nối truyền thống đồng hồ ACCURA	39
Hình 3-21: Bảng hướng dẫn đấu nối các chân của đồng hồ ACCURA	40
Hình 3-22: Trình tự các bước setup đồng hồ	40
Hình 3-23: Các option cài đặt Baudrate	41
Hình 3-24: Các option parity bit	41
Hình 3-25: Các option Stop bit	41
Hình 3-26: Cài đặt địa chỉ RS485	42
Hình 3-27: Lưu đồ thuật toán cảnh báo Alarm	43
Hình 3-28: Lưu đồ thuật toán điều khiển tối ưu năng lượng	44
Hình 3-29: Lưu đồ thuật toán xử lý dữ liệu điện năng tiêu thụ	45
Hình 3-30: Chương trình code kết nối Modbus TCP/IP	48
Hình 3-31: Lệnh đọc thanh ghi float của PLC	49
Hình 3-32: Chương trình code lấy dữ liệu từ địa chỉ thanh ghi Modbus	49
Hình 3-33: Chương trình code tạo kết nối giữa Web và MySQL	50
Hình 3-34: Chương trình code lưu dữ liệu xuống MySQL	50
Hình 3-35: Dữ liệu được lưu trữ ở MySQL	51
Hình 3-36: Giao diện trang chủ Web Server	52
Hình 3-37: Giao diện Năng lượng	53
Hình 3-38: Giao diện Đồ thị	53
Hình 3-39: Giao diện Cảnh Báo	54
Hình 3-40: Giao diện Lịch Sử	54
Hình 3-41: Chương trình code Huấn luyện mô hình học máy từ dữ liệu đầu vào	55
Hình 3-42: Kết quả huấn luyện mô hình	56
Hình 3-43: Chương trình code dự đoán lỗi từ Mô hình LSTM đã huấn luyện	57
Hình 3-44: Kết quả dự đoán từ mô hình huấn luyện	57
Hình 3-45: Kết quả dự đoán từ mô hình huấn luyện	57
Hình 4-1: Mô phỏng mô hình từ các thiết bị	59
Hình 4-2: Hiện thị các giá trị của động cơ và điều chỉnh được tốc độ	59
Hình 4-3: Dữ liệu từ đồng hồ được đưa về PLC thông qua Gateway	60

Hình 4-4: Hiện thị các thông số trên thời gian thực	60
Hình 4-5: Cảnh báo sự cố	60
Hình 4-6: Cảnh báo dự đoán sự cố từ học máy	61
Hình 4-7: Đồ thị hiển thị thực tế	62
Hình 4-8: Lịch sử tra các dữ liệu	62
Hình 4-9: Truy vấn chọn công suất trong ngày	63
Hình 4-10: Đồ thị công suất trong ngày	63
Hình 4-11: Xuất dữ liệu Excel công suất trong ngày	64

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

PLC:	Programmable Logic Controller
TIC:	Temperature Indicator Controller
PIC:	Pressure Indicator Controller
PID:	Proportional-Integral-Derivative
SCADA:	Supervisory Control and Data Acquisition
HMI:	Human-Machine Interface
CB:	Circuit Breaker
MCCB:	Molded Case Circuit Breaker
ML:	Machine Learning
AI:	Artificial Intelligence
LSTM:	Long Short-Term Memory
PV:	Process Variable
SP:	Set Point
MQTT:	Message Queuing Telemetry Transport
OPC:	OLE for Process Control
THD:	Total Harmonic Distortion
P:	Power
GR:	Gear Reducer

MỞ ĐẦU

Mục đích thực hiện đề tài:

Đề tài "**Thiết kế hệ thống quản lý và giám sát năng lượng phân xưởng sử dụng Webservice**" được thực hiện nhằm đáp ứng nhu cầu thực tiễn trong việc sử dụng năng lượng một cách hiệu quả và thông minh trong môi trường sản xuất công nghiệp. Mục đích chính của đề tài là xây dựng một hệ thống giúp giám sát tình trạng tiêu thụ điện năng tại các khu vực hoặc thiết bị trong nhà máy, đồng thời ứng dụng học máy để phân tích và dự đoán các bất thường trong quá trình vận hành. Thông qua đó, đề tài hướng tới việc tối ưu hóa quá trình sử dụng năng lượng, giảm thiểu lãng phí, phát hiện kịp thời các sự cố và hỗ trợ người quản lý đưa ra quyết định nhanh chóng, chính xác.

Mục tiêu đề tài:

Trong quá trình nghiên cứu, đề tài tập trung vào việc thu thập và xử lý dữ liệu năng lượng điện – bao gồm các thông số như điện áp, dòng điện, công suất – từ các thiết bị đo hoặc hệ thống PLC/SCADA. Dữ liệu sau đó được lưu trữ, phân tích và hiển thị trực quan qua giao diện web hoặc phần mềm giám sát. Song song với đó, các mô hình học máy đơn giản như hồi quy tuyến tính, mạng nơ-ron được sử dụng để học từ dữ liệu lịch sử, từ đó dự đoán xu hướng tiêu thụ hoặc cảnh báo khi phát hiện dấu hiệu bất thường như quá tải hoặc tiêu hao không hợp lý.

Phạm vi nghiên cứu:

Phạm vi nghiên cứu của đề tài giới hạn trong một phân xưởng của nhà máy, tập trung vào mảng năng lượng điện, không mở rộng sang các loại năng lượng khác như khí nén hay nhiệt. Đối tượng khảo sát là các thiết bị điện công nghiệp, cảm biến, bộ điều khiển PLC, biến tần và phần mềm giám sát. Phương pháp thực hiện chủ yếu bao gồm nghiên cứu tài liệu lý thuyết, phân tích yêu cầu hệ thống, xây dựng mô hình thu thập và xử lý dữ liệu, lập trình và huấn luyện mô hình học máy, cuối cùng là kiểm thử và đánh giá hiệu quả hệ thống.

Kế hoạch nghiên cứu:

Giai đoạn 1: Nghiên cứu lý thuyết các phương pháp giám sát năng lượng điện hiện nay. Nghiên cứu xây dựng giải pháp và cải tiến cho nhà máy.

Giai đoạn 2: Nghiên cứu về các thiết bị phần cứng và phần mềm sử dụng trong giải pháp. Nghiên cứu về truyền thông Modbus TCP/IP giữa PLC và các thiết bị đo lường giữa Gateway và biến tần, ...

Giai đoạn 3: Xây dựng thuật toán, lập trình theo yêu cầu đề ra.

Giai đoạn 4: Hoàn thiện các yêu cầu kỹ thuật của giải pháp. Tiến hành chạy thử, kiểm nghiệm các kết quả đạt được. Hoàn thiện báo cáo, luận văn, bảo vệ đề tài trước Hội đồng phản biện.

Cấu trúc của Đồ án tốt nghiệp:

Toàn bộ nội dung đồ án được trình bày thành 4 chương, cụ thể như sau:

- ✓ Chương 1 Giới thiệu tổng quan về đề tài.
- ✓ Chương 2 Trình bày cơ sở lý thuyết liên quan đến quản lý năng lượng và học máy.
- ✓ Chương 3 Xây dựng phân tích và thiết kế hệ thống giám sát.
- ✓ Chương 4 Trình bày quá trình triển khai và thử nghiệm.
- ✓ Cuối cùng, tổng kết kết quả đạt được, nêu ra hạn chế và hướng phát triển trong tương lai.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

1.1 Tính cấp thiết của giám sát và quản lý năng lượng

Trong bối cảnh hiện nay, khi nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng gia tăng, đặc biệt trong các ngành công nghiệp, thương mại và dân dụng, việc giám sát và quản lý năng lượng đóng vai trò vô cùng quan trọng. Việc tiêu thụ điện không hợp lý không chỉ gây lãng phí tài nguyên mà còn làm gia tăng chi phí vận hành, ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất và tác động tiêu cực đến môi trường.

Bên cạnh đó, với xu hướng phát triển công nghiệp hóa và tự động hóa, việc áp dụng các hệ thống giám sát năng lượng theo thời gian thực giúp doanh nghiệp theo dõi, phân tích và tối ưu hóa việc sử dụng điện năng, từ đó đưa ra các giải pháp tiết kiệm hiệu quả. Đặc biệt, trong bối cảnh giá điện có xu hướng tăng và các quy định về tiết kiệm năng lượng ngày càng được siết chặt, việc xây dựng một hệ thống giám sát và quản lý năng lượng là hết sức cần thiết và mang tính cấp bách.

Vì vậy, việc nghiên cứu và triển khai hệ thống giám sát năng lượng không chỉ đáp ứng yêu cầu thực tiễn mà còn phù hợp với xu thế phát triển bền vững và ứng dụng công nghệ 4.0 trong quản lý năng lượng hiện đại.

Cùng đồng hành với “Chương trình quốc gia sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019-2030”, các doanh nghiệp đang nỗ lực tiết kiệm chi phí, xây dựng hệ thống quản lý năng lượng tiên tiến.

1.2 Giới thiệu một vài giải pháp giám sát năng lượng từ đó đề xuất giải pháp cho nhà máy

Trong những năm gần đây, vấn đề năng lượng đang trở thành một trong những thách thức lớn đối với ngành công nghiệp. Giá điện ngày càng gia tăng, trong khi yêu cầu về tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính và hướng tới phát triển bền vững đang được đặt ra một cách cấp thiết. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu và triển khai các giải pháp năng lượng thông minh trong nhà máy là một xu hướng tất yếu nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất và giảm thiểu chi phí vận hành.

Một số giải pháp năng lượng phổ biến có thể áp dụng tại các nhà máy công nghiệp hiện nay bao gồm:

- Vinamilk đã triển khai dự án năng lượng mặt trời và sử dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng tại các nhà máy và trang trại.



Hình 1-1: Trang trại Vinamilk sử dụng năng lượng mặt trời

- Thay đổi các thiết bị lạc hậu tốn nhiều điện năng bằng các thiết bị hiện đại hơn và tiêu thụ ít điện năng hơn. Như thép Hoà Phát thay thế qua biến tần GD5000 đáp ứng tốt yêu cầu công nghệ và tiết kiệm được 40% điện năng cho công ty.



Hình 1-2: Thép Hoà Phát thay thế bằng biến tần GD5000

- Áp dụng công nghệ đo đếm, phân tích, theo dõi và cảnh báo. Giúp nhà máy quản lý việc sử dụng điện, giảm năng lượng. Kiểm soát tất cả các khu vực và bố trí kế hoạch sản xuất hợp lý, hạn chế tối đa việc sử dụng các thiết bị tiêu thụ công suất điện lớn vào giờ cao điểm.



Hình 1-3: Phòng điều khiển trung tâm kiểm soát toàn bộ hoạt động của nhà máy xi-măng Tân Thắng

Việc triển khai hệ thống giám sát năng lượng mang lại nhiều lợi ích thiết thực. Thông qua hệ thống này, dữ liệu tiêu thụ điện năng của các thiết bị như động cơ, máy nén khí, máy lạnh, máy bơm... sẽ được thu thập liên tục và lưu trữ theo thời gian thực. Các thông số như công suất, dòng điện, điện áp, hệ số công suất sẽ được xử lý, hiển thị và cảnh báo khi vượt ngưỡng cho phép. Từ đó, người quản lý có thể dễ dàng phát hiện các thiết bị hoạt động không hiệu quả, đồng thời có cơ sở để đưa ra các quyết định tối ưu hóa vận hành.

Tuy nhiên, việc giám sát và phân tích dữ liệu thủ công thường không đủ nhanh và chính xác để xử lý một khối lượng dữ liệu lớn trong thời gian dài. Do đó, đề tài này đề xuất tích hợp công nghệ học máy (Machine Learning – ML) vào hệ thống giám sát năng lượng để tự động hóa quá trình phân tích dữ liệu, phát hiện bất thường và dự đoán sự cố thiết bị. Các thuật toán học máy có thể được huấn luyện dựa trên dữ liệu lịch sử vận hành của thiết bị như dòng điện, nhiệt độ, độ rung... để nhận diện các xu hướng bất thường, cảnh báo sớm nguy cơ hỏng hóc như: bạc đạn mòn, mất cân bằng, quá nhiệt hoặc lỗi cách điện.

Việc ứng dụng ML không chỉ giúp nhà máy phát hiện sự cố sớm mà còn hỗ trợ xây dựng kế hoạch bảo trì dự đoán (predictive maintenance) thay vì bảo trì định kỳ như truyền thống. Điều này giúp giảm thời gian dừng máy không mong muốn, kéo dài tuổi thọ thiết bị và tối ưu hóa nguồn lực bảo trì. Bên cạnh đó, mô hình ML còn có thể đề xuất

phương án vận hành tối ưu để giảm tiêu thụ điện năng trong giờ cao điểm hoặc phân tích hiệu suất sử dụng năng lượng theo từng khu vực sản xuất.

Tóm lại, việc kết hợp giữa các giải pháp năng lượng truyền thống và công nghệ số hiện đại như hệ thống giám sát năng lượng và Machine Learning là hướng đi phù hợp trong xu thế chuyển đổi số công nghiệp. Đây cũng chính là cơ sở để các doanh nghiệp xây dựng mô hình nhà máy thông minh, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh, đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế về quản lý năng lượng và phát triển bền vững trong thời đại công nghiệp 4.0.

1.3 Mục tiêu đề tài và ý nghĩa thực tiễn

1.3.1 Mục tiêu

Đề tài hướng đến việc xây dựng một hệ thống giám sát năng lượng cho phân xưởng sản xuất, kết hợp với ứng dụng học máy nhằm dự báo sớm các sự cố hoặc bất thường trong quá trình vận hành. Mục tiêu chính là thu thập và phân tích dữ liệu điện năng tiêu thụ từ các thiết bị trong phân xưởng theo thời gian thực, từ đó phát hiện những dấu hiệu bất thường về hiệu suất hoặc trạng thái thiết bị. Trên cơ sở dữ liệu thu thập được, đề tài áp dụng các thuật toán học máy để huấn luyện mô hình dự đoán lỗi nhằm hỗ trợ công tác bảo trì chủ động và giảm thiểu thời gian dừng máy không mong muốn. Ngoài ra, hệ thống còn tích hợp giao diện trực quan giúp người vận hành dễ dàng theo dõi tình trạng tiêu thụ năng lượng và nhận cảnh báo khi cần thiết.

1.3.2 Ý nghĩa

Về mặt ý nghĩa thực tiễn, đề tài mang lại nhiều lợi ích trong bối cảnh công nghiệp hiện đại, nơi các doanh nghiệp ngày càng chú trọng đến việc tiết kiệm năng lượng và tăng cường độ tin cậy trong vận hành thiết bị. Việc giám sát và tối ưu hóa sử dụng điện năng không chỉ giúp giảm chi phí vận hành mà còn góp phần nâng cao năng suất và tuổi thọ thiết bị. Đồng thời, ứng dụng học máy trong phân tích dữ liệu tiêu thụ điện giúp dự báo sớm hỏng hóc, nâng cao hiệu quả bảo trì và hạn chế rủi ro sản xuất. Hệ thống đề xuất có tính ứng dụng cao, dễ mở rộng và phù hợp với xu hướng chuyển đổi số trong các nhà máy, góp phần thúc đẩy quá trình công nghiệp hóa và phát triển bền vững.

1.4 Giới thiệu hệ thống giám sát và quản lý năng lượng

Hệ thống giám sát và quản lý năng lượng là một giải pháp công nghệ được thiết kế nhằm thu thập, lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu liên quan đến việc tiêu thụ năng lượng trong các cơ sở công nghiệp, tòa nhà thương mại hoặc nhà máy sản xuất. Thông qua các thiết bị đo đếm điện năng, cảm biến dòng điện, điện áp và các bộ điều khiển lập

trình (PLC), hệ thống có khả năng theo dõi liên tục tình trạng tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực. Dữ liệu được truyền về trung tâm điều khiển hoặc hệ thống máy chủ để xử lý và lưu trữ, từ đó người vận hành có thể dễ dàng đánh giá hiệu suất sử dụng năng lượng, phát hiện các điểm tiêu thụ bất thường hoặc không hiệu quả.

Ngoài chức năng giám sát, hệ thống còn hỗ trợ đưa ra các phân tích chuyên sâu và đề xuất giải pháp tối ưu hóa năng lượng, từ việc điều chỉnh lịch vận hành thiết bị cho đến việc dự báo nhu cầu tiêu thụ trong tương lai. Một số hệ thống tiên tiến còn tích hợp trí tuệ nhân tạo hoặc học máy để dự đoán xu hướng tiêu thụ, đánh giá rủi ro và hỗ trợ ra quyết định bảo trì thiết bị. Nhờ đó, doanh nghiệp có thể giảm thiểu lãng phí, tiết kiệm chi phí vận hành, đồng thời nâng cao độ ổn định và an toàn cho hệ thống điện. Hệ thống giám sát và quản lý năng lượng ngày nay đóng vai trò quan trọng trong chiến lược chuyển đổi số và phát triển bền vững, là một trong những thành phần không thể thiếu trong các nhà máy thông minh theo định hướng công nghiệp 4.0.

1.4.1 Yêu cầu cơ bản về hệ thống quản lý và giám sát năng lượng

Để xây dựng một hệ thống giám sát và quản lý năng lượng hiệu quả, đồng thời đáp ứng yêu cầu ứng dụng học máy trong việc dự báo lỗi, hệ thống cần thỏa mãn một số yêu cầu cơ bản về phần cứng, phần mềm và khả năng xử lý dữ liệu.

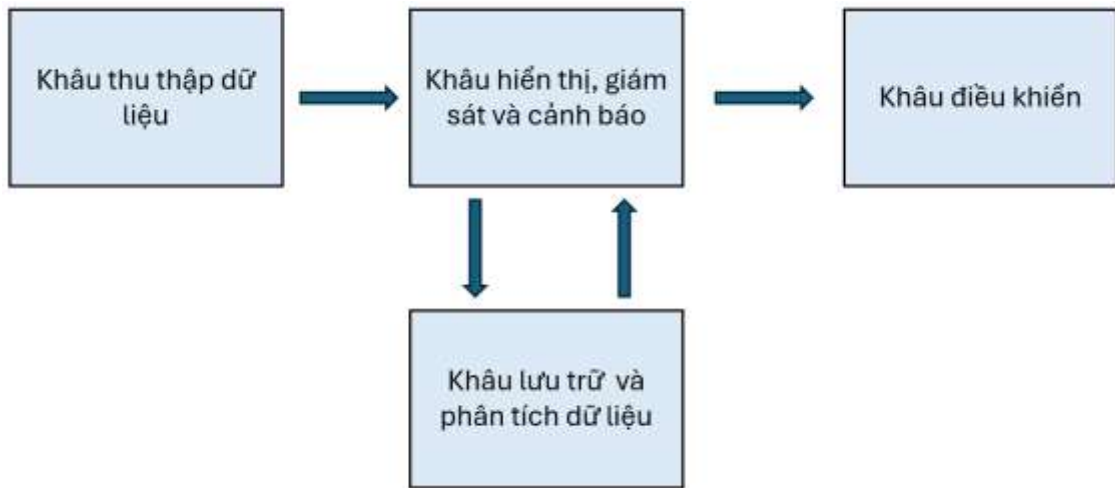
Về phần cứng, hệ thống cần được trang bị các thiết bị đo lường chính xác như cảm biến dòng, cảm biến điện áp, công tơ điện năng (power meter) có khả năng truyền dữ liệu, cùng với bộ xử lý trung tâm như PLC hoặc các thiết bị IoT gateway. Các thiết bị này phải có khả năng làm việc ổn định trong môi trường công nghiệp và hỗ trợ giao tiếp với các chuẩn truyền thông phổ biến như Modbus, TCP/IP hoặc MQTT để đảm bảo khả năng kết nối và mở rộng.

Về phần mềm, hệ thống cần có nền tảng giám sát trung tâm (SCADA hoặc HMI) để hiển thị thông tin theo thời gian thực, lưu trữ dữ liệu lịch sử và phát hiện các bất thường trong quá trình vận hành. Phần mềm cũng cần hỗ trợ tích hợp các mô hình học máy nhằm xử lý dữ liệu, huấn luyện và dự đoán lỗi một cách tự động, đồng thời đưa ra cảnh báo kịp thời cho người vận hành.

Cuối cùng, hệ thống cần đảm bảo tính linh hoạt, khả năng mở rộng và khả năng bảo trì dễ dàng. Dữ liệu phải được lưu trữ một cách có tổ chức và an toàn, hỗ trợ truy xuất và phân tích lại khi cần thiết. Giao diện người dùng cần trực quan, dễ thao tác và hiển thị đầy đủ các thông tin cần thiết cho công tác vận hành, giám sát và ra quyết định. Đây là những yếu tố quan trọng để hệ thống có thể vận hành hiệu quả trong môi trường

công nghiệp thực tế và phục vụ cho mục tiêu tối ưu hóa năng lượng cũng như dự báo bảo trì.

1.4.2 Các khâu công đoạn chính trong hệ thống quản lý và giám sát năng lượng



Hình 1-4: Các khâu trong hệ thống giám sát năng lượng

Hệ thống quản lý và giám sát năng lượng trong đề tài có cấu trúc gồm 4 khâu được kết nối với nhau như hình 1-4.

Khâu thu thập dữ liệu có nhiệm vụ:

- Thu thập các tín hiệu từ các thiết bị tiêu thụ điện
- Dữ liệu cần được lấy theo thời gian thực hoặc theo chu kỳ
- Sử dụng các giao thức truyền thông khác nhau để truyền dữ liệu
- Đảm bảo tính chính xác, liên tục và đồng bộ hoá dữ liệu

Khâu hiển thị thực hiện các chức năng:

- Giúp người vận hành giám sát hệ thống trực quan
- Hiển thị thông số năng lượng, trạng thái hoạt động
- Phản ánh thời gian thực của toàn bộ hệ thống
- Trực quan hoá dữ liệu bằng biểu đồ, số liệu, đồng hồ
- Cảnh báo tức thời ứng với thời gian thực

Khâu điều khiển có nhiệm vụ:

- Tự động điều chỉnh tải cắt bớt hoặc thêm
- Điều khiển các thiết bị đóng ngắt như CB, MCCB, ...

Khâu lưu trữ và phân tích dữ liệu:

- Lưu trữ toàn bộ dữ liệu thu thập được
- Phục vụ thống kê, phân tích số liệu

- Truy xuất lịch sử
- Tối ưu hoá tiêu thụ điện năng tích hợp các hệ thống như học máy để dự đoán cái lỗi sự cố có thể xảy ra từ những dữ liệu thu thập được.

1.4.3 Các thông số giám sát của hệ thống giám sát năng lượng

Trong hệ thống giám sát và quản lý năng lượng phân xưởng, việc theo dõi các thông số vận hành là yếu tố cốt lõi để đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng cũng như phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường. Các thông số chính được hệ thống giám sát bao gồm:

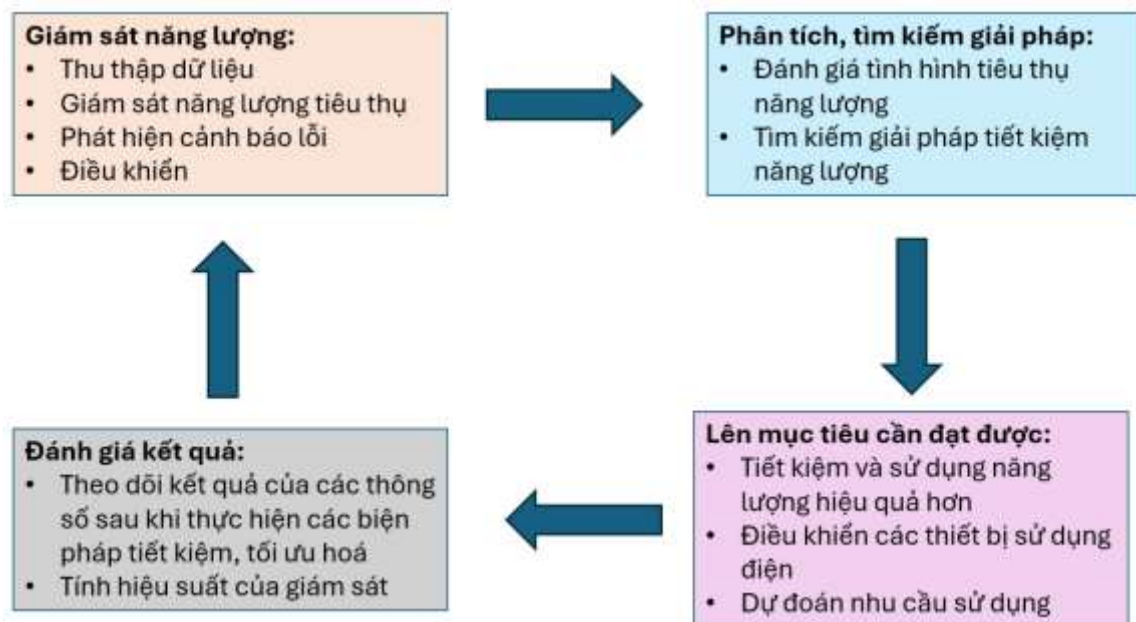
- Điện áp (U – Voltage): Là hiệu điện thế giữa hai điểm trong mạch điện, thường được đo theo pha hoặc giữa các dây pha. Giám sát điện áp giúp kiểm soát sự ổn định của nguồn cung cấp và phát hiện các hiện tượng như sụt áp, quá áp có thể gây hại đến thiết bị.
- Dòng điện (I – Current): Là đại lượng thể hiện cường độ dòng điện đi qua tải tại mỗi thời điểm. Việc giám sát dòng điện giúp xác định thiết bị nào đang tiêu thụ nhiều điện, phát hiện hiện tượng quá dòng, rò rỉ hoặc vận hành không bình thường.
- Công suất (P – Power): Bao gồm công suất tác dụng (P), công suất phản kháng (Q), và công suất biểu kiến (S). Đây là thông số phản ánh trực tiếp lượng điện năng tiêu thụ của thiết bị, phục vụ cho tính toán hiệu suất và tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng.
- Hệ số công suất ($\cos\phi$ – Power Factor): Là tỷ lệ giữa công suất tác dụng và công suất biểu kiến, cho thấy mức độ hiệu quả trong sử dụng điện. Hệ số công suất thấp thường là dấu hiệu cho thấy có nhiều tải cảm (motor, máy biến áp), và có thể dẫn đến tiền phạt nếu vượt ngưỡng cho phép của nhà cung cấp điện.
- Áp suất (Pressure): Được giám sát trong các hệ thống khí nén, thủy lực hoặc thiết bị áp lực. Áp suất quá cao hoặc quá thấp có thể ảnh hưởng đến hoạt động an toàn và hiệu quả của dây chuyền sản xuất.
- Tần số (Hz – Frequency): Thường là 50Hz, đây là thông số quan trọng để đảm bảo sự đồng bộ của các thiết bị điện. Tần số dao động bất thường có thể gây lỗi cho các thiết bị nhạy cảm hoặc ảnh hưởng đến chất lượng điện năng.

Việc giám sát liên tục các thông số trên không chỉ giúp đảm bảo vận hành an toàn mà còn hỗ trợ thu thập dữ liệu đầu vào cho các mô hình học máy nhằm dự báo lỗi hoặc tối ưu hóa vận hành thiết bị trong phân xưởng.

Đánh giá kết quả đạt được bằng cách: theo dõi và phân tích dữ liệu đo đếm để đánh giá kết quả hiệu quả tiết kiệm năng lượng.

- So sánh các chỉ số năng lượng trước và sau khi áp dụng các biện pháp tiết kiệm
- Đánh giá xem mục tiêu có đạt được hay không (như giảm bao nhiêu điện năng tiêu thụ)
- Xác định hệ thống có hiệu quả không (cảnh báo có phát hiện lỗi nhanh chóng không)
- Đánh giá mức độ chính xác kịp thời và khả năng cải tiến của hệ thống

Sau khi đánh giá kết quả xong lại quay lại thực hiện chu trình giám sát năng lượng để tiếp tục thu thập dữ liệu và cải tiến hệ thống. Như vậy quá trình giám sát và tối ưu hoá là một vòng lặp liên tục được thể hiện như hình 1-5 nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng theo thời gian.



Hình 1-5: Quy trình giám sát năng lượng

Kết luận chương 1.

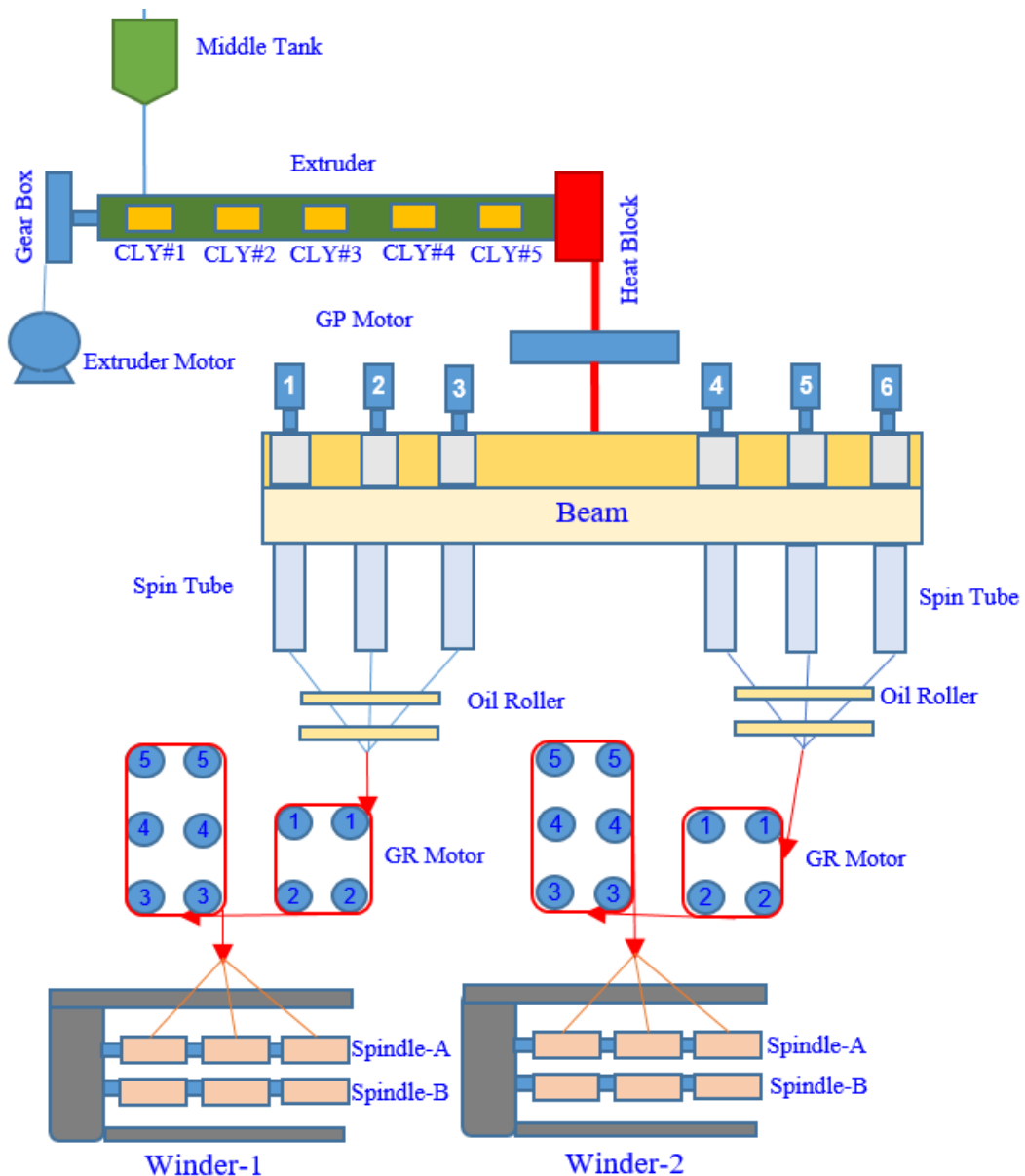
Chương 1 đã trình bày tổng quan sự cấp thiết của giám sát năng lượng trong bối cảnh công nghiệp hiện đại. Việc áp dụng giám sát và quản lý năng lượng không chỉ giúp kiểm soát chi phí, nâng cao hiệu suất sản xuất mà còn phù hợp với định hướng chuyển đổi số và công nghệ 4.0.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ SỬ DỤNG ĐỂ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG NHÀ MÁY

2.1 Hiện trạng của nhà máy

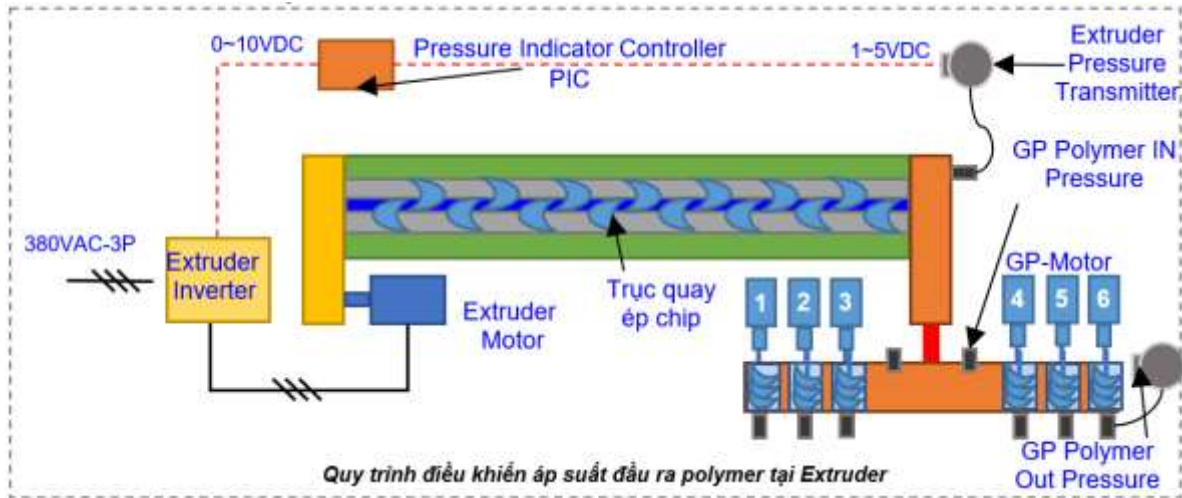
2.1.1 Giới thiệu về phân xưởng Spinning

Phân xưởng Spinning là phân xưởng có vai trò kéo sợi từ các hạt Chip Polymer và Nylon. Quá trình kéo sợi của phân xưởng được mô tả như hình 2-1



Hình 2-1: Sơ đồ nguyên lý công đoạn Spinning

Chip thô sẽ được nung chảy trong Extruder và đùn xuống công đoạn tiếp theo bằng động cơ Extruder. Quá trình điều khiển motor Extruder mô tả như hình:

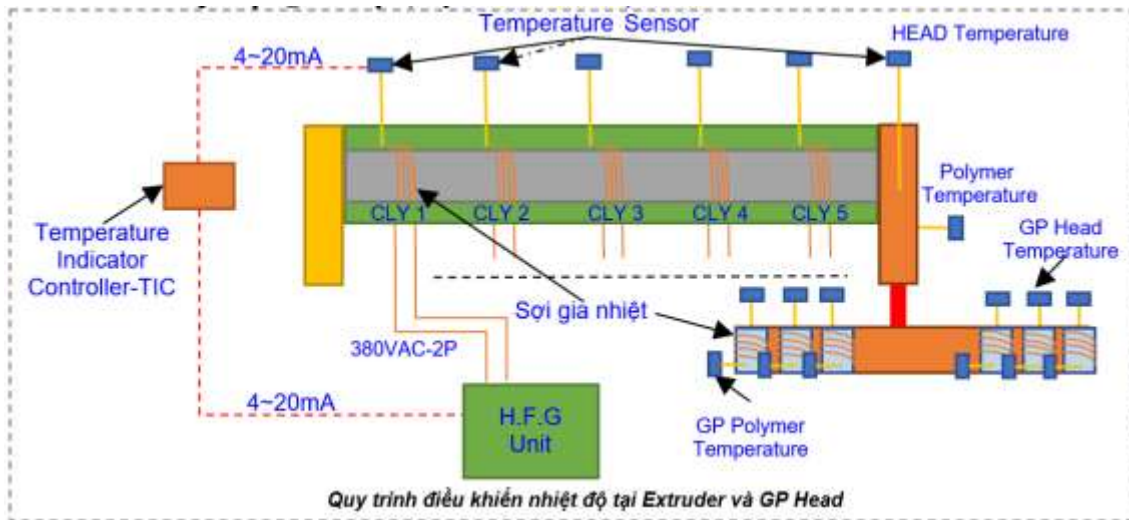


Hình 2-2: Sơ đồ hoạt động của động cơ chính trong xưởng Spinning

Motor Extruder được điều khiển bằng bộ điều khiển PIC(Pressure Indicator Controller) theo điều kiện áp lực đặt trước. Bộ điều khiển sẽ xuất tín hiệu 4-20mA để điều khiển biến tần cấp nguồn cho động cơ. Polymer nóng chảy khi ra khỏi Extruder sẽ được chia thành 2 Pos và được đùn xuống công đoạn tiếp theo bằng Motor GP. Các Motor GP chỉ được điều khiển ON/OFF bằng nút nhấn trực tiếp vào biến tần. Polymer nóng chảy qua các LOT đặt thù sẽ thành các sợi Polymer và xuống công đoạn Take UP(Công đoạn quấn sợi) bên dưới để quấn thành các cuộn sợi thành phẩm.

Ngoài Motor 3 pha thì các Heater gia nhiệt là thành phần chiếm tải trọng năng lượng chính trong phân xưởng. Các Heater có chức năng gia nhiệt làm nóng chảy Chip Polymer thô thành Polymer nóng chảy, gia nhiệt cho quá trình kéo sợi, quấn sợi,....

Quá trình điều khiển Heater tại Extruder biểu diễn như hình:



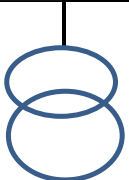
Hình 2-3: Quy trình điều khiển Heater

Các thiết bị gia nhiệt sẽ được điều khiển bằng các bộ điều khiển TIC theo nhiệt độ đặt SV. Các TIC điều khiển nhiệt độ theo vòng điều khiển PID và đưa tín hiệu điều khiển 4-20mA vào các SCR để điều khiển cấp nguồn cho các thiết bị gia nhiệt.

2.1.2 Tình hình giám sát trạm điện cung cấp năng lượng cho phân xưởng

Điện năng cung cấp cho toàn bộ phân xưởng được lấy từ trạm biến áp riêng của phân xưởng. Điện áp lưới trung thế 22kV được đưa đến trạm và biến đổi hạ áp xuống 380V 3 pha cung cấp điện cho các tủ phân phối trong phân xưởng. Hình dưới (hình 2-4) là danh sách phân phối năng lượng về các Panel trong xưởng:

[QVTC-1 & NQVTC-1] Spinning #TR1 Substation Load Sheet

SP#1 HV-3		From: Spinning #1 HV-3 panel			
					
		TR #1 22k/380V 400KVA			
Panel Name	MCCB	MCCB Spec			Load
SP1-2	NP-1	400A-ABL- 403C			SP 1A HEATER PANEL
	NP-2	400A-ABL- 403C			SP 1B HEATER PANEL
	NP-3	400A-ABL- 403C			SP 1C HEATER PANEL
	NP-4	400A-ABL- 403C			SP 1D HEATER PANEL
	NP-5	400A-ABL- 403C			SP 2E HEATER PANEL
	NP-6	400A-ABL- 403C			SP 2D HEATER PANEL
	NP-7	400A-ABL- 403C			SPARE
SP1-3	NP-1	400A-ABL- 403C			SPINNING DOWN 2C PANEL
	NP-2	400A-ABL- 403C			SPARE
	NP-3	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER HEATER 2A PANEL
	NP-4	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER HEATER 2B PANEL
	NP-5	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER POWER PANEL
	NP-6	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER CONVEYING PANEL
	NP-7	400A-ABL- 403C			SPARE
SP1-4	NP-1	400A-ABL- 403C			1A CONVERTER PANEL
	NP-2	400A-ABL- 403C			1B CONVERTER PANEL
	NP-3	400A-ABL- 403C			1C CONVERTER PANEL
	NP-4	400A-ABL- 403C			1D CONVERTER PANEL
	NP-5	400A-ABL- 403C			1E CONVERTER PANEL
	NP-6	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER HEATER 1A PANEL
	NP-7	400A-ABL- 403C			BATCH DRYER HEATER 1B PANEL

Hình 2-4: Các tủ cấp điện cho tải của xưởng Spinning

Các Panel này sẽ cung cấp năng lượng cho các thiết bị trong phân xưởng như motor 3 pha, Heater, máy Winder (máy quấn sợi) Cung cấp điện 220V cho điện chiếu sáng, nguồn điều khiển và các thiết bị khác.

Trạm điện sử dụng các tủ biến áp như hình 2-5:



Hình 2-5: Tủ nguồn 22kV và tủ nguồn 380V

Nhận điện áp lưới trung thế 22kV và biến đổi hạ áp xuống 380V 3 pha cung cấp điện cho các thiết bị trong phân xưởng như motor 3 pha, Heater, máy Winder (máy quấn sợi) Cung cấp điện 220V cho điện chiếu sáng, nguồn điều khiển...

Các đồng hồ điện được đặt tại các tủ để đo dòng điện và điện áp của máy biến áp, từ đó tính toán hiển thị các thông số năng lượng như:

- V_{ab}, V_{bc}, V_{ac} : Điện áp dây
- I_a, I_b, I_c : dòng điện 3 pha
- P : công suất tác dụng
- Q : công suất phản kháng
- $\cos\phi$: hệ số công suất
- Và nhiều thông số khác.

Đồng hồ được kết nối với các CT, PT để đo dòng và điện áp của máy biến áp.



Hình 2-6: CT ở tủ 22kV

Những hạn chế hiện tại của việc giám sát trạm điện:

- Quá trình điều khiển và giám sát điện năng hiện đang được thực hiện trực tiếp tại các tủ điện. Các thông số như công suất (P), điện áp (U), dòng điện (I) phải được ghi lại thủ công bằng cách quan sát trực tiếp trên thiết bị hiển thị tại chỗ. Việc này không chỉ mất thời gian và dễ xảy ra sai sót mà còn tiềm ẩn nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe do người vận hành phải tiếp xúc thường xuyên với khu vực gần máy biến áp.
- Hiện tại, toàn bộ hoạt động giám sát năng lượng trong phân xưởng vẫn mang tính thủ công, gây nhiều bất tiện và tiềm ẩn rủi ro. Việc không thể phát hiện sớm các bất thường hoặc sự cố đột ngột có thể dẫn đến những thiệt hại nghiêm trọng và tổn thất tài chính đáng kể cho nhà máy.
- Bên cạnh đó, việc ghi chép số liệu trạm điện theo hình thức "check sheet" đang được thực hiện rời rạc theo chu kỳ, không liên tục theo thời gian thực. Điều này khiến dữ liệu thu thập bị gián đoạn, không đủ cơ sở để phân tích nguyên nhân và đưa ra báo cáo khi xảy ra sự cố.

2.1.3 Tình hình giám sát các phụ tải quan trọng

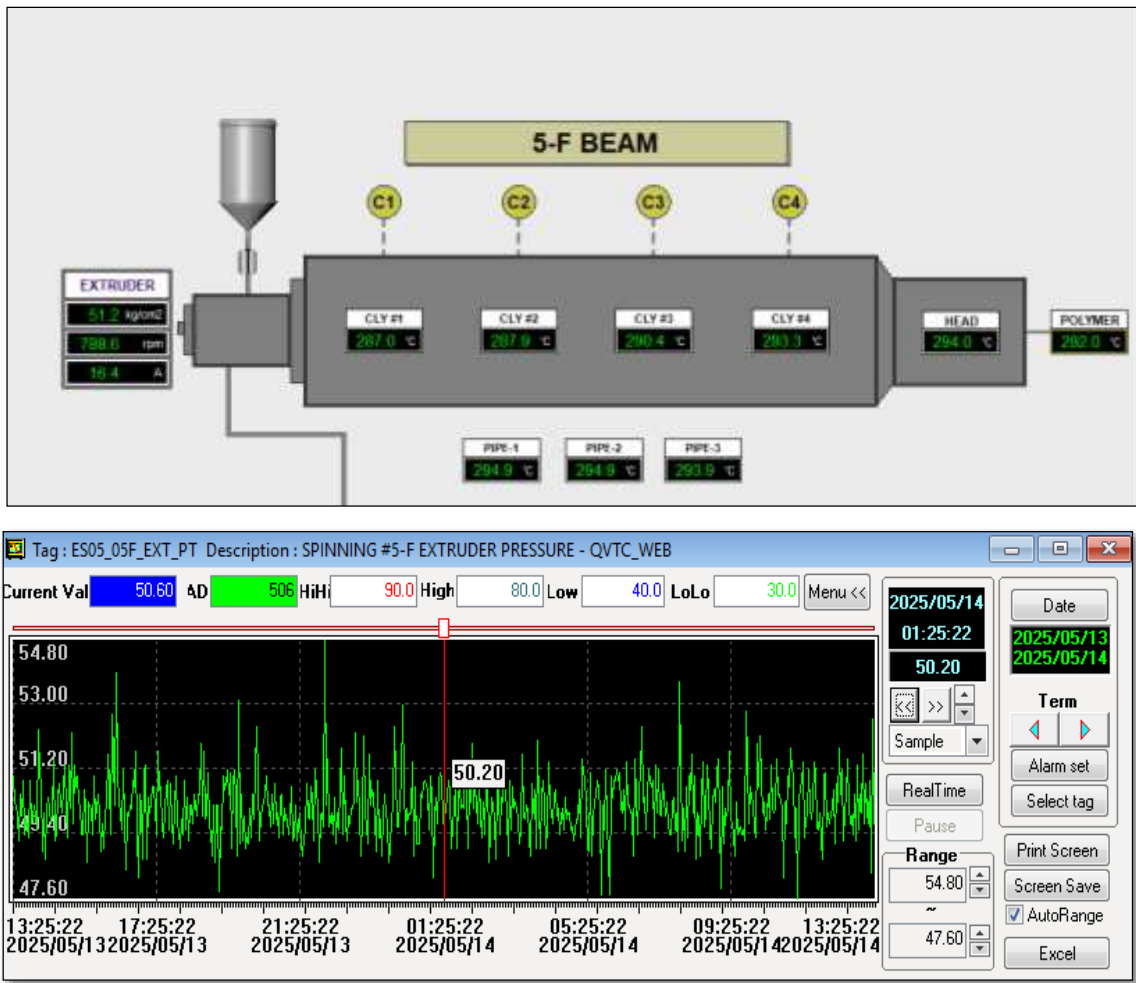
Đối với phân xưởng Spinning, nguồn năng lượng tiêu thụ chính ở các động cơ 3 pha công suất lớn trong phân xưởng. Các Motor sử dụng ở các vị trí như Extruder, GP motor, GR Motor,..... Trong quy trình sản xuất cuộn sợi của công đoạn Spinning thì quy trình ép Polymer nóng chảy của Extruder là vô cùng quan trọng. Tại đây các Motor 3

pha công suất lớn được sử dụng để truyền động cho trục Screw bên trong Extruder và đẩy polymer nóng chảy sang công đoạn tiếp theo.



Hình 2-7: Động cơ truyền động Screw

Trong quá trình sản xuất sợi tại Spinning thì Extruder có vai trò quan trọng tất yếu và hoạt động xuyên suốt 24h/24h. Việc motor dừng do sự cố sẽ dẫn đến thiệt hại lớn cho công ty. Vì vậy việc giám sát động cơ này là vô cùng cần thiết. Và hiện tại phân xưởng đang giám sát các động cơ này bằng Recoder và đưa dữ liệu lên Web monitoring của nhà máy. Màn hình giám sát các chỉ số quan trọng tại Extruder được thể hiện trên hình 2.8.



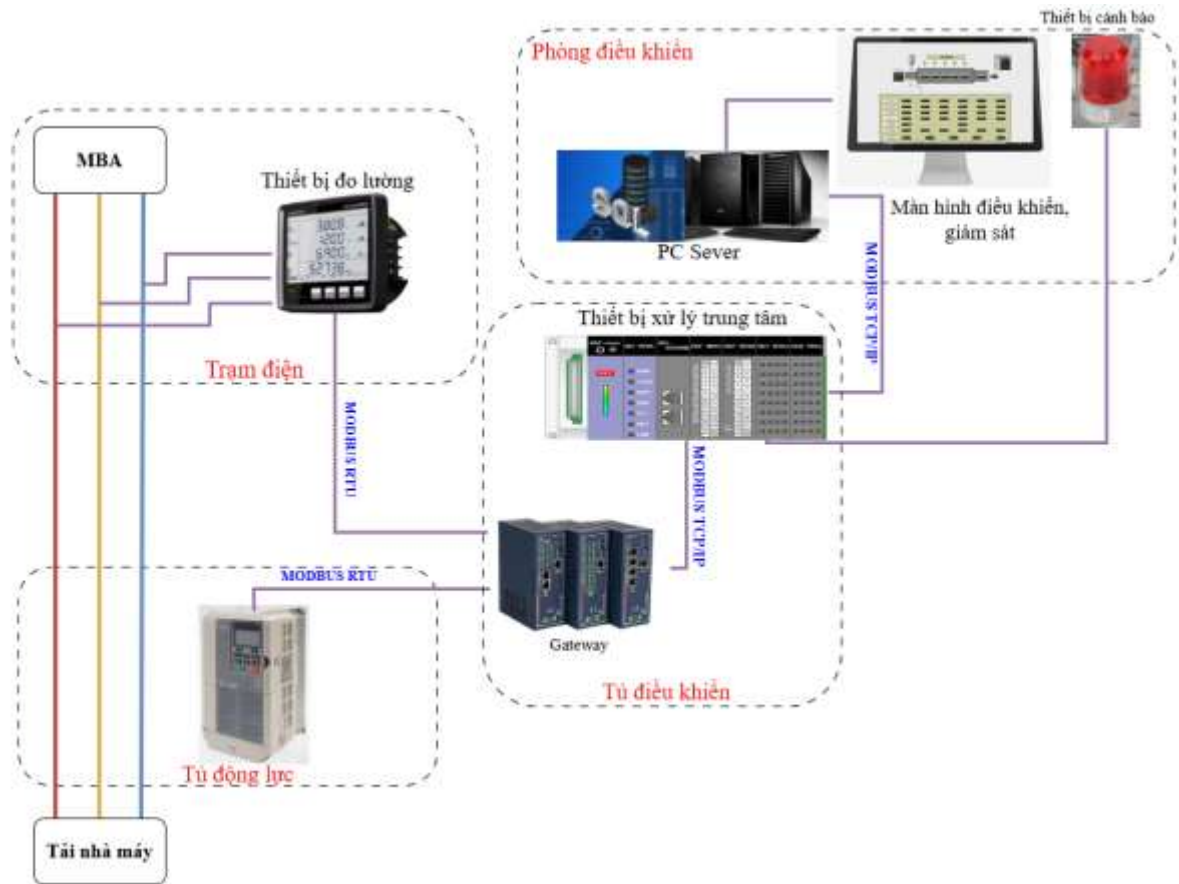
Hình 2-8: Màn hình giám sát thực tế

Các dữ liệu của quá trình giám sát Extruder sẽ được lưu vào cơ sở dữ liệu của công ty theo chu kì lấy mẫu 1 phút một lần và được đưa lên màn hình theo dõi.

Hạn chế của giao diện giám sát hiện tại ở nhà máy là chỉ dừng lại ở lưu trữ và hiển thị dữ liệu lên màn hình, chưa đưa ra được những cảnh báo bất thường trong quá trình vận hành Extruder. Lượng dữ liệu không được xử lý, phân tích liên tục để phát hiện những bất thường kịp thời. Khi xảy ra sự cố chưa thể tự đánh giá và đưa ra cảnh báo về vấn đề đang xảy ra.

2.2 Đề xuất giải pháp cải tiến hệ thống giám sát và quản lý năng lượng tại phân xưởng:

Trên cơ sở phân tích các vấn đề hiện tại của hệ thống giám sát và quản lý năng lượng hiện tại của nhà máy, đề tài đề xuất một giải pháp cải tiến hệ thống giám sát và quản lý năng lượng nhà máy sử dụng Webserver kết hợp các thuật toán học máy để cảnh báo bất thường xảy ra. Sơ đồ công nghệ của giải pháp được đề xuất như hình 2.9



Hình 2-9: Sơ đồ mô phỏng giải pháp giám sát năng lượng

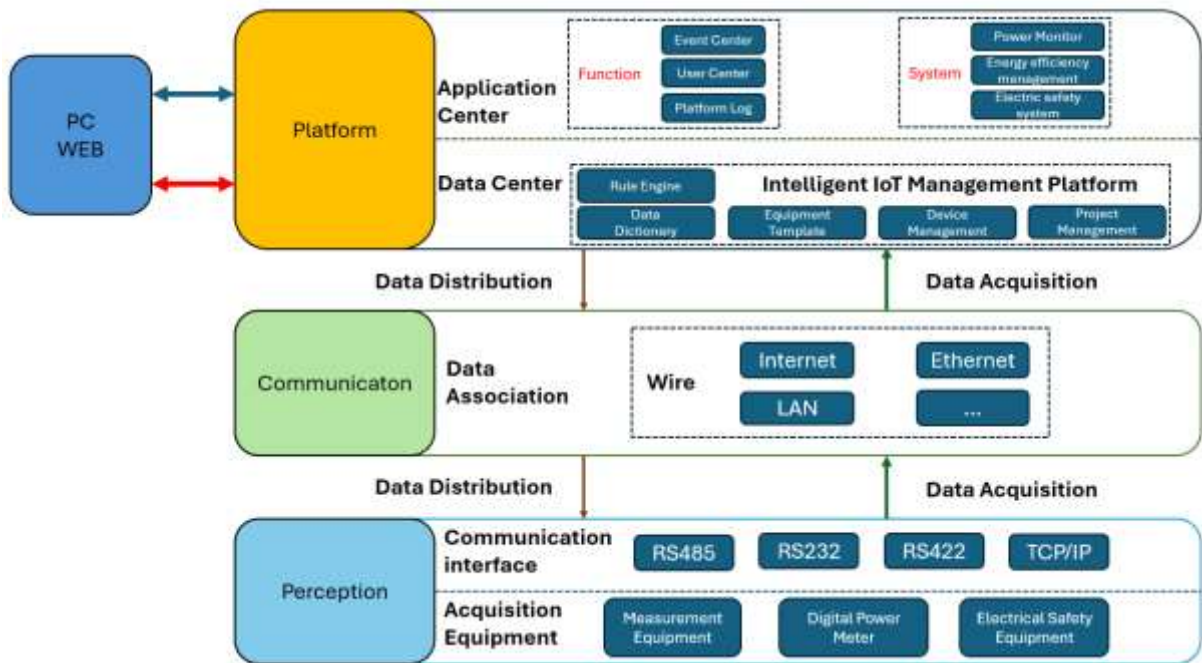
Dữ liệu năng lượng (Điện áp, dòng điện, công suất, cosphi) từ các biến tần và đồng hồ điện năng sẽ được thu thập thông qua giao thức Modbus RTU. Các tín hiệu này được chuyển tiếp qua một thiết bị gateway ETOS có chức năng kết nối và thu thập dữ liệu từ các thiết bị có cổng kết nối Serial, chuyển đổi dữ liệu và kết nối với PLC thông qua cổng Ethernet. PLC LS sẽ đảm nhiệm vai trò lưu trữ tạm thời và xử lý các dữ liệu năng lượng, đồng thời đảm bảo việc trao đổi thông tin giữa các thiết bị theo thời gian thực. Dữ liệu từ PLC sau đó được truyền về máy chủ cơ sở dữ liệu MySQL, nơi lưu trữ toàn bộ thông tin liên quan đến các thông số vận hành và tình trạng tiêu thụ năng lượng của nhà máy.

Một hệ thống webserver sẽ được phát triển nhằm trực quan hóa dữ liệu, cho phép người quản lý dễ dàng giám sát tình trạng điện năng của toàn bộ hệ thống ở bất cứ đâu trong nhà máy thông qua trình duyệt web. Ngoài ra, hệ thống cũng sẽ tích hợp các chức năng phân tích dữ liệu lịch sử và dự đoán tình trạng bất thường thông qua các thuật toán học máy đơn giản, từ đó hỗ trợ ra quyết định kịp thời, nâng cao hiệu quả quản lý và vận hành năng lượng.

Công ty hiện đang sử dụng đồng hồ đo năng lượng ROTTECH Accura 3300e để đo những thông số cần thiết (U, I, Cosphi...). Các tín hiệu sẽ được đưa về ETOS 150xp bằng

modbus RTU, kết nối PLC với ETOS bằng modbus TCP/IP để lấy tín hiệu và xử lý. Kết nối PC với PLC LS lấy tín hiệu đưa về Webserver.

2.3 Sơ đồ truyền thông



Hình 2-10: Sơ đồ truyền thông của giải pháp quản lý và giám sát năng lượng

Tầng thu thập: là quá trình thu thập, phân tích và diễn giải dữ liệu từ môi trường để tạo ra hiểu biết về tình trạng, vị trí hoặc hành vi của đối tượng:

- Measurement Equipment (Thiết bị đo lường): Thiết bị đo lường là những phần tử cơ bản dùng để thu thập dữ liệu vật lý từ hệ thống điện như dòng điện, điện áp, công suất, tần số, hệ số công suất, năng lượng tiêu thụ, ...
- Digital Power Meter (Đồng hồ đo điện tử): là thiết bị trung tâm trong hệ thống đo đếm năng lượng. Thiết bị này cho phép đo và hiển thị nhiều thông số điện như Điện áp pha và tổng, Dòng điện từng pha, Công suất tác dụng (kW), công suất phản kháng (kVAR), công suất biểu kiến (kVA), Tần số, hệ số công suất (PF).
- Electrical Safety Equipment (Thiết bị an toàn điện): bên cạnh đo lường, hệ thống cần được trang bị các thiết bị bảo vệ và an toàn nhằm giảm thiểu rủi ro chập cháy, rò rỉ điện, sốc điện. Các thiết bị an toàn điện bao gồm CB, ELCB (chống rò), cầu chì, thiết bị cách ly...

Tầng truyền thông dữ liệu: được thực hiện nhằm xác định mối liên kết giữa các tag dữ liệu (như điện áp, dòng điện, trạng thái đóng/cắt...) với từng thiết bị đo lường thông qua các giao thức truyền thông phù hợp.

Tầng nền tảng: Trong một hệ thống giám sát năng lượng hiện đại, nền tảng (platform) đóng vai trò là xương sống giúp liên kết các lớp dữ liệu, truyền thông, xử lý và hiển thị. Nền tảng không chỉ cung cấp hạ tầng công nghệ cần thiết mà còn tạo điều kiện để mở rộng, nâng cấp và tích hợp các chức năng như dự đoán sự cố, phân tích xu hướng tiêu thụ năng lượng, cảnh báo tức thời và điều khiển từ xa:

- Equipment template: dùng để định nghĩa các thông số, cấu trúc và hành vi chung cho một loại thiết bị trong các hệ thống kỹ thuật, tự động hóa, SCADA.
- Data Dictionary: cấu trúc thông tin mô tả chi tiết về dữ liệu được sử dụng trong một hệ thống, ứng dụng, hoặc cơ sở dữ liệu. Ví dụ như địa chỉ PLC, kiểu dữ liệu, ý nghĩa kỹ thuật, ngưỡng cảnh báo... của thiết bị.
- Device Management: là quá trình giám sát, điều khiển, bảo trì và tối ưu hóa các thiết bị phần cứng (cảm biến, máy móc, máy tính, thiết bị IoT, v.v.) trong một hệ thống công nghiệp.
- Rule Engine: là một thành phần phần mềm cho phép xác định, quản lý và thực thi các quy tắc nghiệp vụ (business rules) một cách linh hoạt và tách biệt khỏi mã nguồn chính. Nó giúp hệ thống ra quyết định tự động dựa trên tập hợp các điều kiện "nếu... thì...".
- Project Management: là quá trình lập kế hoạch, tổ chức, giám sát và kiểm soát các nguồn lực nhằm đạt được mục tiêu cụ thể của một dự án, trong thời gian và ngân sách đã định.

Ngoài ra ở lớp Intelligent IoT Management Platform (nền tảng quản lý IoT thông minh) là một nền tảng dùng để quản lý thu thập dữ liệu và phân tích dữ liệu thông minh sử dụng trí tuệ nhân tạo/học máy. Là cơ sở để lớp Application Center làm dữ liệu để khai thác và hiển thị.

2.4 Giao thức truyền thông Modbus

Trong phân xưởng Spinning, hầu hết các thiết bị điều khiển và giám sát đều được tích hợp cổng truyền thông RS485/RS232 và hỗ trợ giao thức truyền thông Modbus RTU. Trong giải pháp giám sát năng lượng, các thiết bị chính bao gồm đồng hồ đo điện Accura 3300E và biến tần Yaskawa A1000, cả hai đều hỗ trợ giao tiếp qua Modbus RTU, giúp dễ dàng tích hợp vào hệ thống thu thập dữ liệu.

Bên cạnh đó, việc trao đổi dữ liệu giữa thiết bị điều khiển trung tâm ETOS 150Xp và PLC LS được thực hiện thông qua cổng Ethernet, với giao thức Modbus TCP/IP. PLC LS hỗ trợ đầy đủ Modbus TCP/IP, cho phép truyền thông hiệu quả với cả ETOS và máy chủ PC Server.

Vì vậy, trong dự án thiết kế giải pháp giám sát năng lượng cho phân xưởng, chúng em lựa chọn sử dụng giao thức truyền thông Modbus (bao gồm cả RTU và TCP/IP) làm chuẩn truyền thông chính để đảm bảo tính đồng bộ, khả năng mở rộng và khả năng tích hợp cao giữa các thiết bị trong hệ thống.

2.4.1 Modbus RTU

Trong giải pháp thiết kế hệ thống giám sát năng lượng phân xưởng, giao thức Modbus RTP đư sử dụng trong kết nối truyền thông giữa đồng hồ Accura 3300e và biến tần Yaskawa A1000 với ETOS 150xp.

Modbus RTU là một giao thức truyền thông chuẩn, rất phổ biến trong ngành công nghiệp để truyền dữ liệu giữa các thiết bị điện tử. RTU viết tắt của "Remote Terminal Unit", tức là thiết bị đầu xa. Sử dụng trong kết nối truyền thông giữa đồng hồ Accura 3300e và biến tần Yaskawa A1000 với ETOS 150xp.

Modbus RTU hoạt động theo mô hình **master-slave**:

- Một master (bộ điều khiển chính, như PLC, SCADA, PC) gửi yêu cầu.
- Một hoặc nhiều slave (biến tần, cảm biến, đồng hồ đo điện...) phản hồi lại.

Kết nối sử dụng đường truyền **RS-232** hoặc **RS-485**, phổ biến nhất là **RS-485** vì hỗ trợ nhiều thiết bị nối bus dài hàng trăm mét.

2.4.2 Modbus TCP/IP

Modbus-TCP/IP là giao thức Modbus được sử dụng trên đường truyền Ethernet, sử dụng mô hình TCP/IP để truyền thông.

Modbus-TCP là 1 mạng Ethernet công nghiệp mở được nhận diện bởi Modbus-IDA User Organization

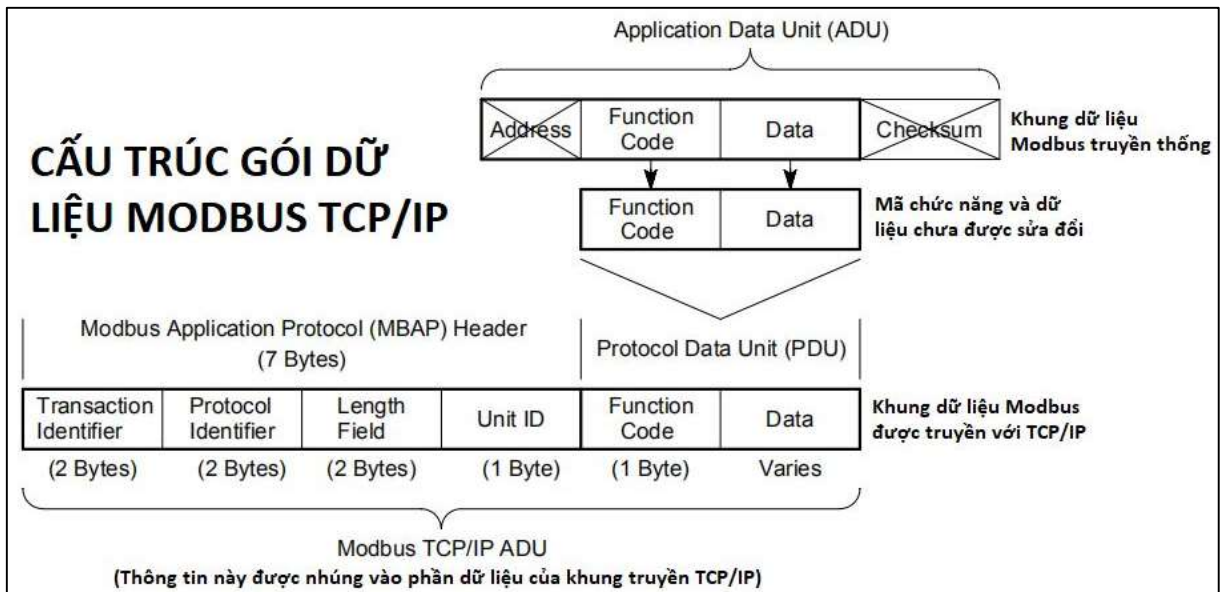
Cũng như các loại modbus khác, Modbus TCP/IP cũng sử dụng mô hình Master-Slave để truyền thông. Tuy nhiên, được triển khai trên nền Ethernet, sử dụng bộ giao thức TCP trên nền IP.

Modbus TCP làm cho định nghĩa Master-Slave truyền thống thay đổi. Vì Ethernet cho phép giao tiếp ngang hàng. Trong mạng TCP, các Slave có thể chủ động truyền thông tin về các thiết bị quản lý trung tâm – Master. Sử dụng địa chỉ IP trên các Master để quản lý tập trung từ phần mềm.

Modbus TCP/IP được sử dụng trên các mạng TCP/ IP hiện đại, có 2 loại triển khai Modbus TCP:

- Modbus RTU qua TCP, đơn giản chỉ là sử dụng TCP làm lớp vận chuyển cho các thông điệp RTU.
- Modbus TCP bình thường và có một số thay đổi trong định dạng tin nhắn.

Vì được truyền trên nền TCP/IP nên tốc độ truyền của Modbus TCP/IP cao, đáp ứng realtime. Cao hơn hẳn Modbus RTU.



Hình 2-11: Cấu trúc gói dữ liệu Modbus TCP/IP

- Transaction Identifier: Mã giao dịch giúp xác định và phân biệt các yêu cầu từ client, giúp client theo dõi phản hồi phù hợp với yêu cầu đã gửi
- Protocol Identifier: Luôn là 0x0000 đối với Modbus TCP/IP
- Length Field: Cho biết tổng số byte còn lại trong gói tin sau trường này
- Unit ID: Dùng để xác định thiết bị Slave ID thường là 01
- Function Code: Mã chức năng cho biết các loại yêu cầu (đọc, ghi...)
- Data: Dữ liệu liên quan đến yêu cầu, ví dụ địa chỉ thanh ghi cần đọc, số lượng thanh ghi, hoặc dữ liệu cần ghi (ví dụ 0018 0001 là đọc 1 thanh ghi từ thanh ghi thứ 25)

Function Code	Modbus Function	Address
01	Read Coil Status	0xxxx
02	Read Input Status	1xxxx
03	Read Holding Registers	4xxxx
04	Read Input Registers	3xxxx

Hình 2-12: Các Function Code Modbus TCP/IP

2.5 Cơ sở lý thuyết về Machine Learning

Học máy (Machine Learning) là một loại trí tuệ nhân tạo cho phép các ứng dụng phần mềm trở nên chính xác hơn trong việc dự đoán kết quả mà không cần lập trình rõ ràng để làm được như vậy. Các thuật toán học máy sử dụng dữ liệu lịch sử làm đầu vào để dự đoán các giá trị tương lai mới. Như đã nói ở phần sơ đồ Truyền thông phân học máy được đặt ở phần Nền tảng giúp lấy dữ liệu từ các thiết bị cấp trường thu thập được từ tầng Thu thập dữ liệu.

2.5.1 Các loại học máy

✓ Học có giám sát:

Sử dụng các dữ liệu huấn luyện được gắn nhãn và xác định các biến mà thuật toán đánh giá về các môi trường quan. Cả đầu vào và đầu ra của thuật toán đều được chỉ định

Các bước để huấn luyện mô hình:

Bước 1: Xác định loại dữ liệu để huấn luyện.

Bước 2: Tập hợp các dữ liệu huấn luyện, đầu vào tương ứng với đầu ra được thu thập từ các chuyên gia con người hoặc các phép đo.

Bước 3: Xác định biểu diễn điểm đầu vào của hàm đã học. Độ chính xác của hàm phụ thuộc nhiều vào cách biểu diễn đối tượng đầu vào.

Bước 4: Xác định cấu trúc của hàm đã học và thuật toán học tương ứng.

Bước 5: Hoàn thiện thiết kế. Chạy mô hình trên tập huấn luyện đã tập hợp.

Bước 6: Đánh giá độ chính xác của mô hình. Sau khi điều chỉnh tham số và học hỏi, hiệu suất của chức năng kết quả phải được đo trên một bộ thực nghiệm khác tách riêng với bộ huấn luyện.

✓ Học không giám sát:

Học không giám sát là một nhánh quan trọng trong học máy, trong đó mô hình được huấn luyện với dữ liệu không có nhãn. Thay vì dựa vào thông tin đầu ra đã biết, mô hình sẽ cố gắng phát hiện ra các cấu trúc ẩn, mẫu hình hoặc mối quan hệ trong tập dữ liệu. Các thuật toán học không giám sát phổ biến bao gồm phân cụm (clustering) như K-means và phân tích thành phần chính (PCA). Phương pháp này đặc biệt hữu ích trong các bài toán phân tích dữ liệu lớn, nơi việc gán nhãn thủ công cho từng mẫu là tốn kém hoặc không khả thi.

✓ **Học bán giám sát:**

Học bán giám sát là phương pháp kết hợp giữa học có giám sát và học không giám sát, sử dụng một lượng nhỏ dữ liệu có nhãn cùng với một lượng lớn dữ liệu không có nhãn. Mục tiêu của phương pháp này là tận dụng thông tin từ dữ liệu không nhãn để cải thiện độ chính xác của mô hình. Trong thực tế, việc thu thập dữ liệu không nhãn là dễ dàng và chi phí thấp, trong khi dữ liệu có nhãn thường đòi hỏi chuyên gia xử lý. Do đó, học bán giám sát là giải pháp hiệu quả trong nhiều lĩnh vực như nhận dạng hình ảnh, xử lý ngôn ngữ tự nhiên và phân tích văn bản.

✓ **Học tăng cường**

Học tăng cường là một kỹ thuật học máy mà trong đó một tác nhân (agent) học cách hành động trong một môi trường thông qua cơ chế thử - sai. Mỗi hành động của tác nhân sẽ nhận được một phần thưởng hoặc hình phạt, từ đó mô hình điều chỉnh chiến lược để tối ưu hóa phần thưởng tích lũy về lâu dài. Học tăng cường đặc biệt phù hợp với các bài toán ra quyết định tuần tự như điều khiển robot, chơi game hay tối ưu hóa hệ thống. Đây là lĩnh vực đang được nghiên cứu mạnh mẽ và đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của trí tuệ nhân tạo hiện đại.

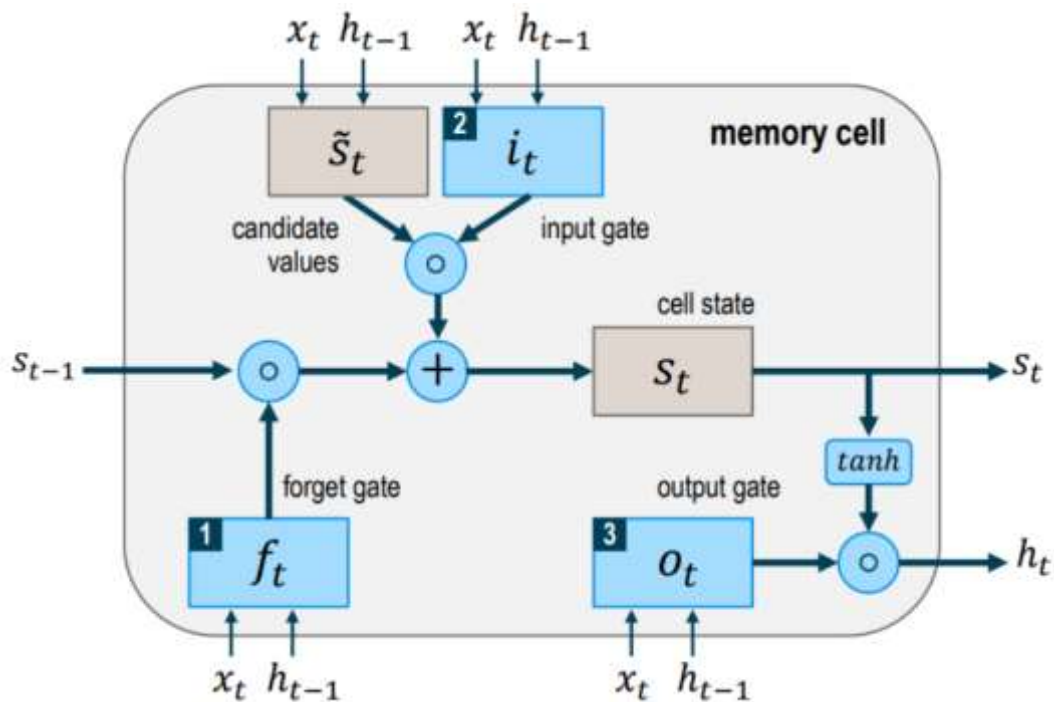
2.5.2 RNN là gì

Mạng nơ-ron hồi quy (RNN) là một mô hình học sâu được đào tạo để xử lý và chuyển đổi đầu vào dữ liệu tuần tự thành đầu ra dữ liệu tuần tự cụ thể. Dữ liệu tuần tự là dữ liệu, chẳng hạn như từ, câu hoặc dữ liệu chuỗi thời gian, trong đó các thành phần tuần tự tương quan với nhau dựa trên ngữ nghĩa phức tạp và quy tắc cú pháp. RNN là một hệ thống phần mềm gồm nhiều thành phần được kết nối với nhau theo cách con người thực hiện chuyển đổi dữ liệu tuần tự, chẳng hạn như dịch văn bản từ ngôn ngữ này sang ngôn ngữ khác. Phần lớn RNN đang được thay thế bằng trí tuệ nhân tạo (AI) dựa trên công cụ biến đổi và các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM), hiệu quả hơn nhiều trong việc xử lý dữ liệu tuần tự.

2.5.3 Thuật toán LSTM

Bộ nhớ Long Short-Term Memory (dài ngắn hạn) là một biến thể của RNN cho phép mô hình mở rộng dung lượng bộ nhớ để phù hợp với dòng thời gian dài hơn. RNN chỉ có thể nhớ đầu vào tức thì, nhưng RNN không thể sử dụng đầu vào từ một số chuỗi trước đó để cải thiện dự đoán. Các mạng LSTM thêm một khối bộ nhớ đặc biệt gọi là các ô trong lớp ẩn. Mỗi ô được điều khiển bởi cổng đầu vào, cổng đầu ra và cổng quên, cho phép ghi nhớ những thông tin hữu ích.

Ý tưởng của LSTM là bổ sung thêm trạng thái bên trong tế bào (cell internal gate) s_t và ba cổng sàng lọc các thông tin đầu vào và đầu ra cho tế bào bao gồm forget gate f_t , input gate i_t và output gate o_t . Tại mỗi bước thời gian t , các cổng đều lần lượt nhận giá trị đầu vào x_t (đại diện cho một phần tử trong chuỗi đầu vào) và giá trị h_{t-1} có được từ đầu ra của memory cell từ bước thời gian trước đó $t-1$. Các cổng đều đóng vai trò có nhiệm vụ sàng lọc thông tin với mục đích khác nhau.



Hình 2-13: Mô hình trực quan về cách thức hoạt động của LSTM

Ở bước đầu tiên tế bào LSTM quyết định những thông tin nào cần được loại bỏ từ cell internal state ở bước thời gian trước đó s_{t-1} . Activation value f_t của forget gate tại bước thời gian t được tính dựa trên giá trị đầu vào hiện tại x_t , giá trị đầu ra h_{t-1} từ tế bào LSTM ở bước thời gian trước đó và bias b_f của forget gate. Hàm sigmoid function

biến đổi tất cả activation value về miền có giá trị trong khoảng từ 0 (hoàn toàn quên) và 1 (hoàn toàn ghi nhớ):

$$f_t = \sigma(W_{f,x}x_t + W_{f,h}h_{t-1} + b_f)$$

Ở bước thứ 2, tế bào LSTM quyết định những thông tin nào cần được thêm vào cell internal state s_t . Bước này bao gồm hai quá trình tính toán đối với \tilde{s}_t và f_t . Candidate value \tilde{s}_t biểu diễn những thông tin tiềm năng cần được thêm vào cell internal state được tính như sau:

$$\tilde{s}_t = \tanh(W_{\tilde{s},x}x_t + W_{\tilde{s},h}h_{t-1} + b_{\tilde{s}})$$

Action value i_t của input gate theo đó cũng được tính như sau:

$$i_t = \tanh(W_{i,x}x_t + W_{i,h}h_{t-1} + b_i)$$

Ở bước thứ 3 giá trị mới của cell internal states s_t được tính dựa trên kết quả tính toán thu được từ các bước trước với phép nhân Hadamard theo từng phân tử (Hadamard product) được ký hiệu bằng \square :

$$s_t = f_t \square s_{t-1} + i_t \square \tilde{s}_t$$

Ở bước cuối cùng, giá trị đầu ra h_t của tế bào LSTM được tính toán dựa trên hai phương trình sau:

$$o_t = \sigma(W_{o,x}x_t + W_{o,h}h_{t-1} + b_o)$$

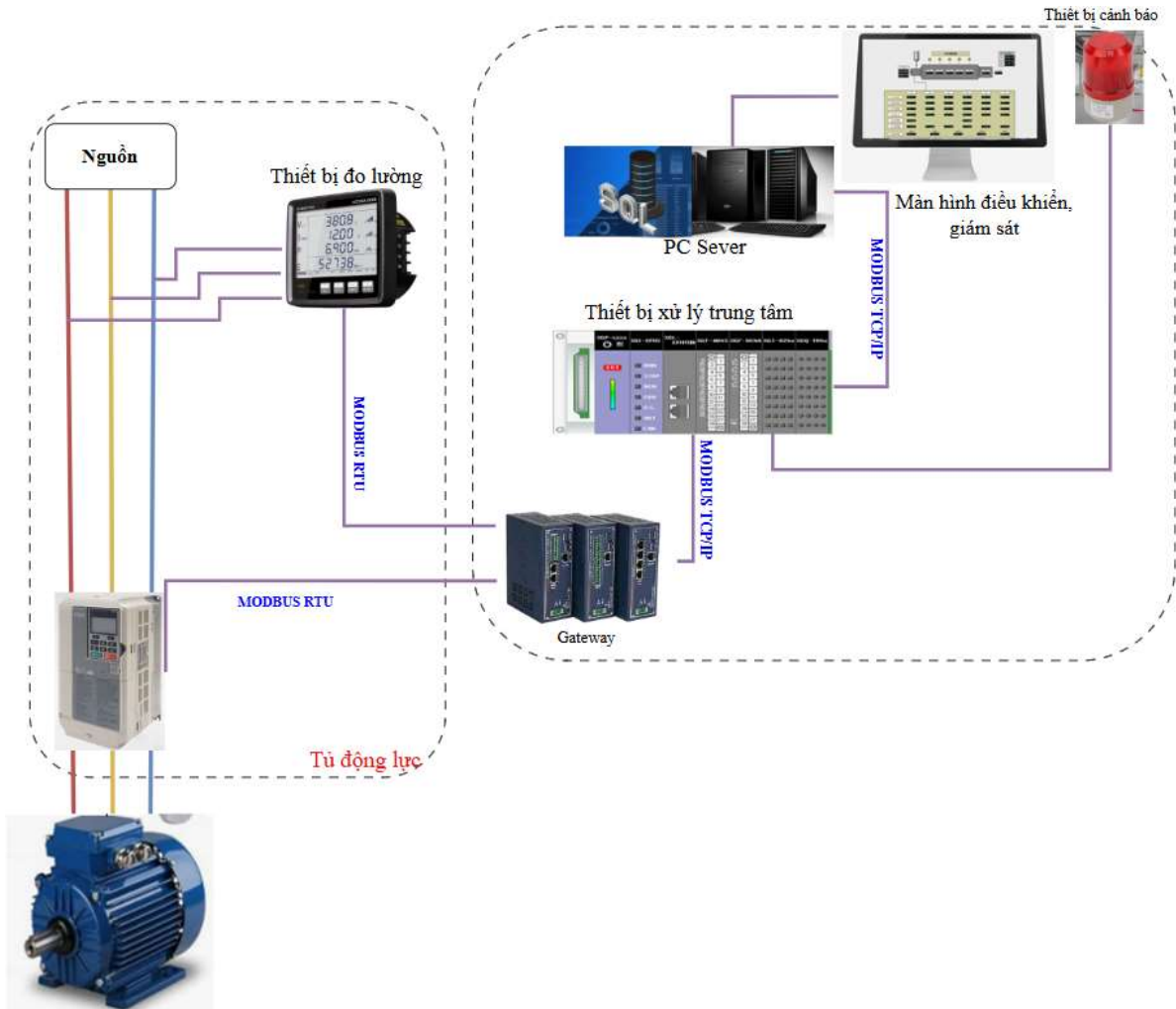
$$h_t = o_t \square \tanh(s_t)$$

Kết luận chương 2.

Chương 2 đã trình bày tổng quan hiện trạng phân xưởng Spinning của nhà máy. Để khắc phục, chương đã giới thiệu giải pháp thực tiễn là ứng dụng hệ thống giám sát thời gian thực và tích hợp học máy nhằm tự động phát hiện bất thường và dự đoán sự cố thiết bị. Những giải pháp này được xây dựng trên nền tảng các cơ sở lý thuyết vững chắc gồm: công nghệ đo lường, hệ thống SCADA, giao thức truyền thông công nghiệp (Modbus, TCP/IP), nền tảng học máy (Machine Learning). Đây là tiền đề quan trọng cho việc phát triển hệ thống giám sát năng lượng thông minh, đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số và phát triển bền vững trong thời đại công nghiệp 4.0.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG

3.1 Xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống giải pháp:



Hình 3-1: Sơ đồ mô hình giải pháp giám sát năng lượng

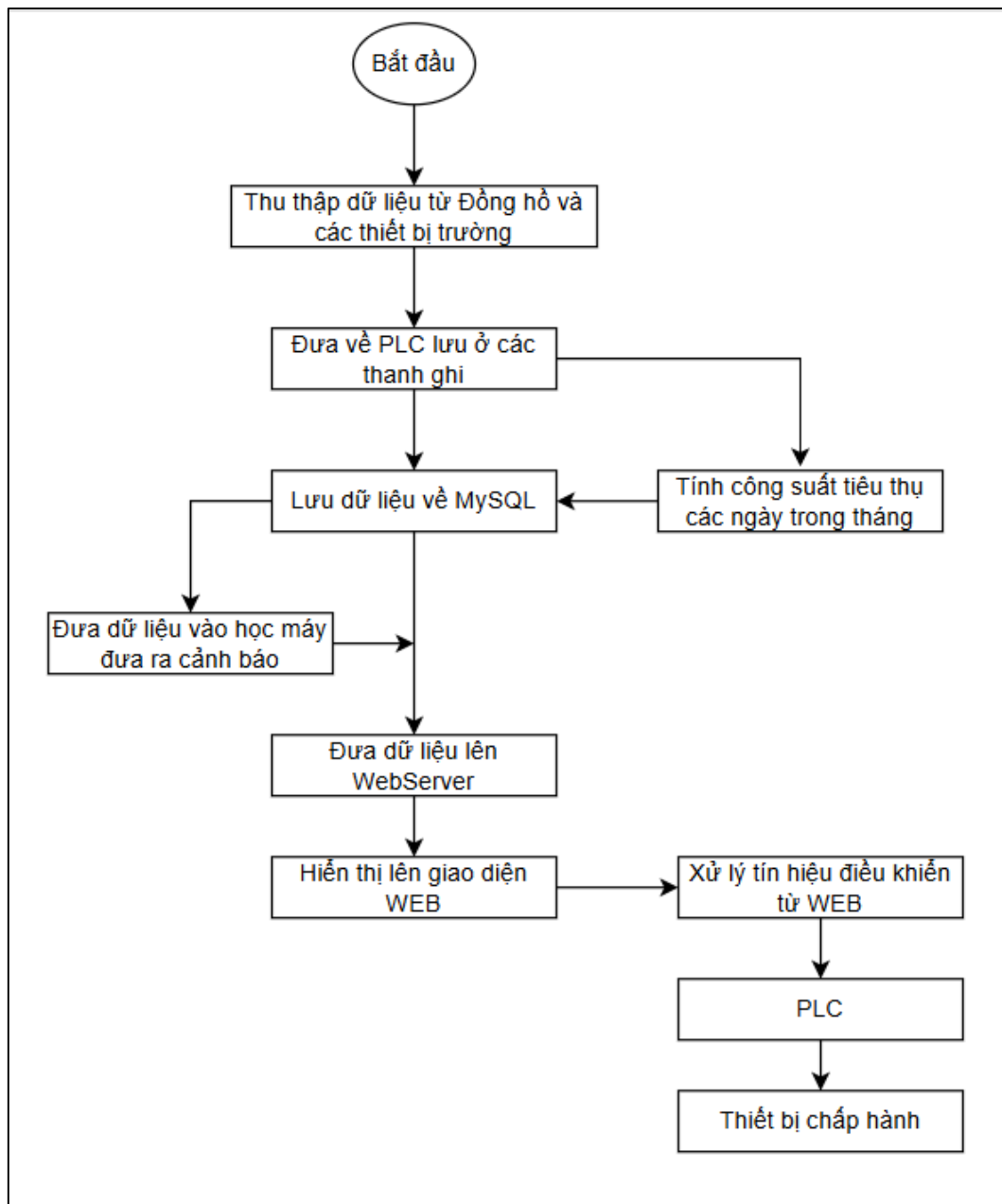
Mô hình mô phỏng giải pháp được thể hiện trên hình 3-1, thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Mô phỏng đo năng lượng trạm điện: Đo năng lượng cấp vào biến tần bằng đồng hồ và giả sử đó là nguồn tổng của trạm điện cung cấp điện cho phân xưởng.
- Mô phỏng giám sát năng lượng tải tiêu thụ: Dùng động cơ và biến tần mô phỏng tải trong phân xưởng.

Tất cả các dữ liệu thu thập được sẽ đưa về Gateway để có thể đưa vào PLC để lưu trữ, tính toán, xuất cảnh báo và đưa tín hiệu điều khiển ngược lại về cho các thiết bị như biến tần hoặc động cơ. Sau khi dữ liệu có ở PLC sẽ được kết nối với database MySQL để lưu trữ lâu dài quản lý dữ liệu.

Quy trình điều khiển tổng quan của hệ thống

Xây dựng quy trình điều khiển tổng quan như hình 3-2 dựa theo các yêu cầu công nghệ và các giải pháp đã đề xuất. Để thực hiện đầy đủ các chức năng điều khiển giám sát năng lượng nhà máy, sơ đồ đã phân nhỏ thành các khối tổng quát.



Hình 3-2: Quy trình điều khiển của giải pháp giám sát và quản lý

3.2 Lựa chọn thiết bị, phần cứng phần mềm

3.2.1 Tổng quan PLC LS

LS Electric (trước đây là LS Industrial Systems - một công ty con tách ra từ LG Group, Hàn Quốc) là nhà sản xuất lớn trong ngành tự động hóa công nghiệp, bao gồm PLC, biến tần, HMI, servo, robot công nghiệp, ...

PLC LS (hình 3-3) được sử dụng rộng rãi trong điều khiển máy móc, dây chuyền sản xuất, tòa nhà thông minh, hệ thống xử lý nước, và nhiều ứng dụng tự động hóa khác.

PLC được sử dụng ở đây thuộc dòng XGT Series:

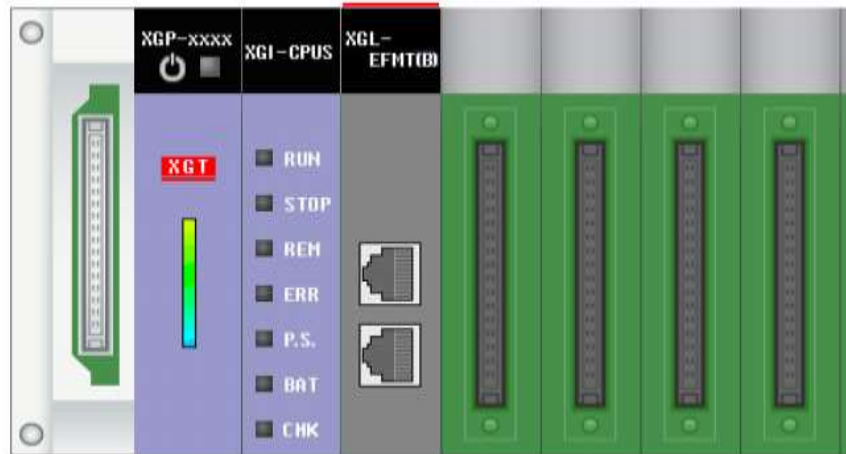
- Dòng PLC cao cấp.
- Tốc độ xử lý nhanh, hỗ trợ mạng Ethernet, Modbus TCP, Profibus, v.v.
- Hệ thống lớn, nhiều chức năng tự động hóa phức tạp.
- Lập trình bằng XG5000.



Hình 3-3: PLC LS thực tế

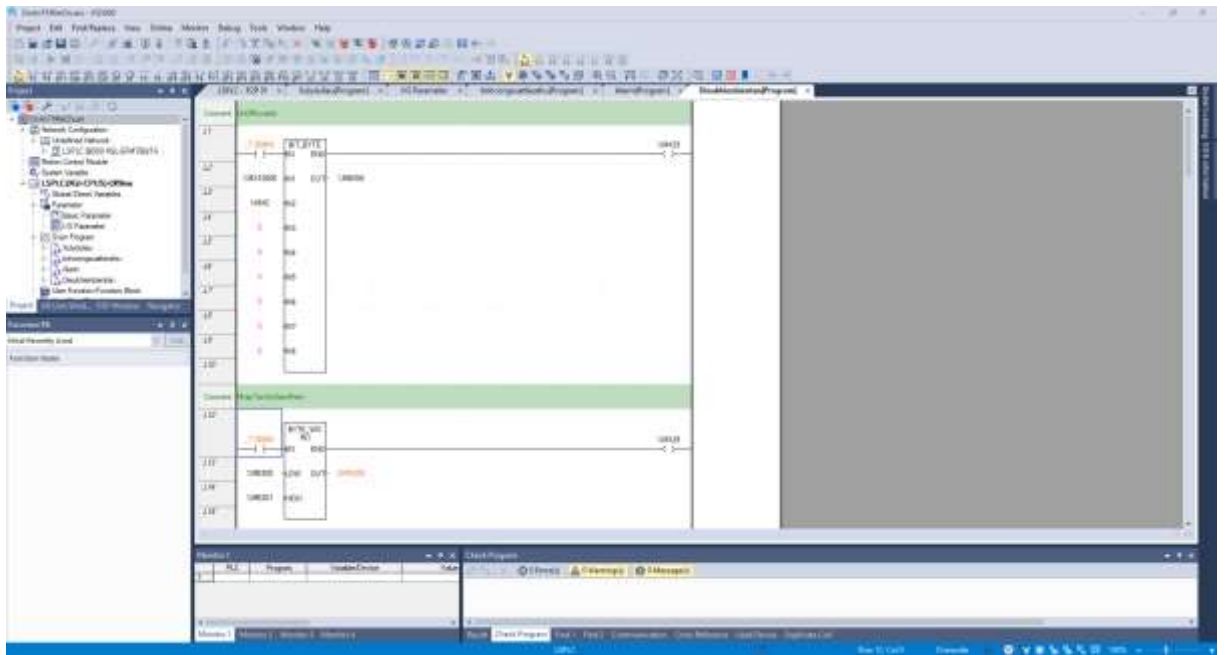
Thiết bị sử dụng bao gồm:

- Power: XGP.xxxxx
- CPU: XGI CPUS
- Module Ethernet: XGL-EMFT(B)
- Phần mềm lập trình: XG5000



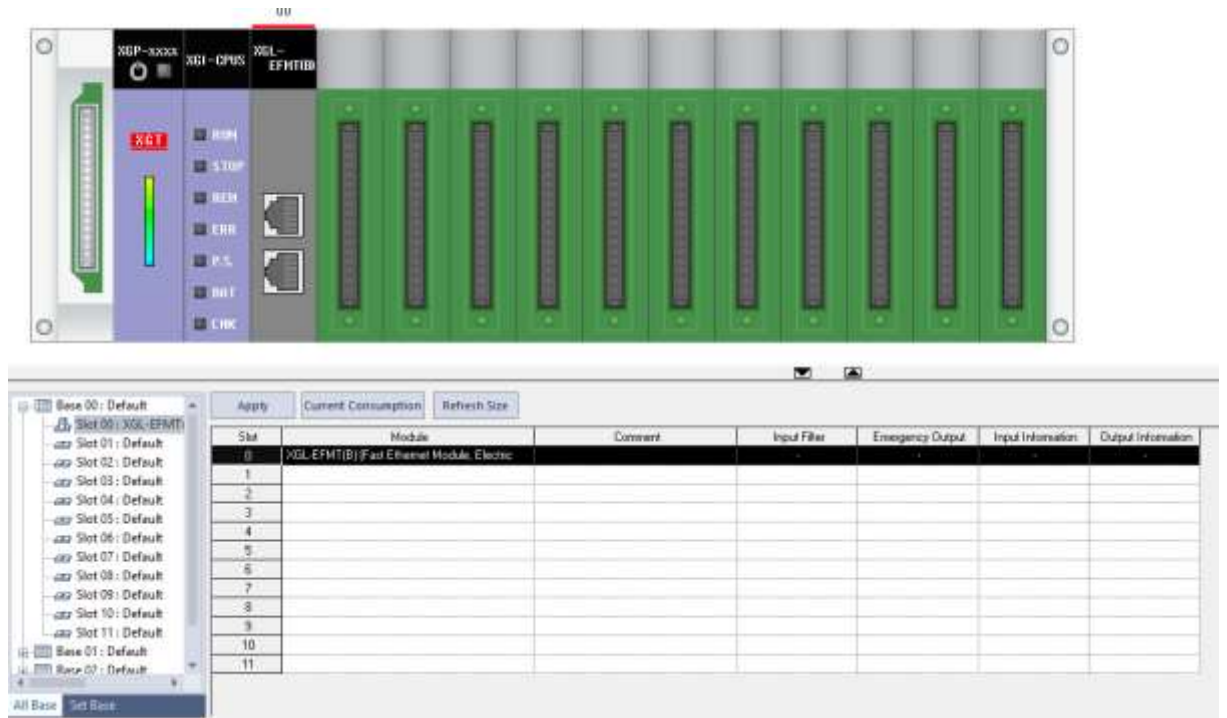
Hình 3-4: Mô hình PLC LS

Để lập trình cho PLC LS ta sử dụng phần mềm XG5000, giao diện phần mềm như hình 3-5



Hình 3-5: Giao diện phần mềm XG5000

Định dạng các module cần sử dụng cho Project:



Hình 3-6: Cấu hình modul cho PLC

Cấu hình Modbus TCP/IP cho PLC:



Hình 3-7: Cấu hình địa chỉ cho PLC

3.2.2 Biến tần Yakaswa A1000

Biến tần Yakaswa A100 có các chức năng:

- Phạm vi công suất: Từ 0.75 kW đến 630 kW, hỗ trợ điện áp đầu vào 200V, 400V và 600V, phù hợp với nhiều loại động cơ và ứng dụng khác nhau.
- Loại động cơ hỗ trợ: Điều khiển hiệu quả cả động cơ không đồng bộ (IM) và động cơ nam châm vĩnh cửu (PM), bao gồm cả chế độ không cần encoder (sensorless).
- Điều khiển vector hiệu suất cao: Hỗ trợ điều khiển vector vòng hở và vòng kín, cung cấp mô-men xoắn 200% ngay tại 0 rpm, giúp kiểm soát tốc độ và vị trí chính xác.
- Tự động điều chỉnh (Auto-Tuning): Tính năng tự động điều chỉnh thông số động cơ và tải trong quá trình vận hành, đảm bảo hiệu suất tối ưu và tiết kiệm năng lượng.



Hình 3-8: Biến tần YAKASWA A1000

Cấu hình biến tần:

b1-01 (180H)	Frequency Reference Selection 1	All Modes 0: Digital operator 1: Analog input terminals 2: MEMOBUS/Modbus communications 3: Option PCB 4: Pulse input (terminal RP)
b1-02 (181H)	Run Command Selection 1	All Modes 0: Digital operator 1: Digital input terminals 2: MEMOBUS/Modbus communications 3: Option PCB

Hình 3-9: Các lựa chọn phương thức điều khiển và truyền thông cho biến tần

Cài đặt phương thức nhận tín hiệu điều khiển ON/OFF và tần số điều khiển: MODBUS communication.

- Cài đặt thông số định mức của động cơ theo bảng Parameter sau:

E2-01 (30EH)	Motor Rated Current	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the motor nameplate full load current in Amps. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-02 (30FH)	Motor Rated Slip	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the motor rated slip. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-03 (310H)	Motor No-Load Current	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the no-load current for the motor. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-04 (311H)	Number of Motor Poles	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the number of motor poles. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-05 (312H)	Motor Line-to-Line Resistance	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the phase-to-phase motor resistance. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-06 (313H)	Motor Leakage Inductance	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the voltage drop due to motor leakage inductance as a percentage of motor rated voltage. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-07 (314H)	Motor Iron-Core Saturation Coefficient 1	<input type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input checked="" type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the motor iron saturation coefficient at 50% of magnetic flux. Automatically set during Auto-Tuning.
E2-10 (317H)	Motor Iron Loss for Torque Compensation	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the motor iron loss.
E2-11 (318H)	Motor Rated Power	<input checked="" type="radio"/> V/f <input type="radio"/> OLVP/M <input type="radio"/> AOLV/P/M <input type="radio"/> OLV <input type="radio"/> CLV <input type="radio"/> CLV/P/M	Sets the motor rated power in kilowatts (1 HP = 0.746 kW). Automatically set during Auto-Tuning.

Hình 3-10: Lựa chọn các thông số cài đặt động cơ

- Cấu hình truyền thông Modbus RTU:

Cấu hình địa chỉ của biến tần

No.	Name	Setting Range	Default
H5-01	Drive Slave Address	0 to FFH <D>	1FH

Hình 3-11: Cấu hình địa chỉ Modbus cho biến tần

Cấu hình tốc độ truyền

H5-02	Communication Speed	H5-02	Communication Speed
0	1200 bps	5	38400 bps
1	2400 bps	6	57600 bps
2	4800 bps	7	76800 bps
3	9600 bps	8	115200 bps
4	19200 bps		

Hình 3-12: Cấu hình tốc độ truyền Baudrate cho biến tần

No.	Name	Setting Range	Default
H5-03	Communication Parity Selection	0 to 2	0

Setting 0: No parity

Setting 1: Even parity

Setting 2: Odd parity

■ **H5-04: Stopping Method after Communication Error**

Selects the stopping method after a communications error (CE) has occurred.

No.	Name	Setting Range	Default
H5-04	Stopping Method after Communication Error	0 to 3	3

Setting 0: Ramp to stop (uses the deceleration time currently enabled)

Setting 1: Fast Stop (uses the deceleration time in C1-09)

Setting 2: Coast to stop

Setting 3: Alarm only (continue operation)

Hình 3-13: Các thông số khác

3.2.3 Gateway ETOS

Các chức năng của Gateway ETOS:

- Chuyển đổi tín hiệu đa giao thức: Hỗ trợ các giao thức truyền thông công nghiệp như RS-232, RS-422/RS-485, và Ethernet, cho phép kết nối linh hoạt với nhiều loại thiết bị khác nhau.
- Hỗ trợ giao tiếp có dây và không dây: Ngoài các cổng Ethernet, thiết bị còn hỗ trợ các phương thức giao tiếp không dây như CDMA, IEEE 802.15.4, và RF, mở rộng khả năng kết nối trong các môi trường đa dạng.
- Hoạt động độc lập của từng cổng: Mỗi cổng giao tiếp trên ETOS-150XP có thể hoạt động độc lập, giúp tối ưu hóa hiệu suất và đảm bảo tính linh hoạt trong cấu hình hệ thống.
- Hỗ trợ dự phòng cổng Ethernet: Thiết bị cho phép sử dụng cùng một địa chỉ IP cho các cổng Ethernet kép, hỗ trợ dự phòng và tăng độ tin cậy cho hệ thống mạng.
- Thu thập và quản lý dữ liệu qua OPC: Hỗ trợ giao tiếp OPC (OLE for Process Control), giúp thu thập và quản lý thông tin dễ dàng, tích hợp hiệu quả vào các hệ thống SCADA hoặc DCS.

ETOS-150XP có nhiều model khác nhau để phù hợp với các yêu cầu cụ thể:

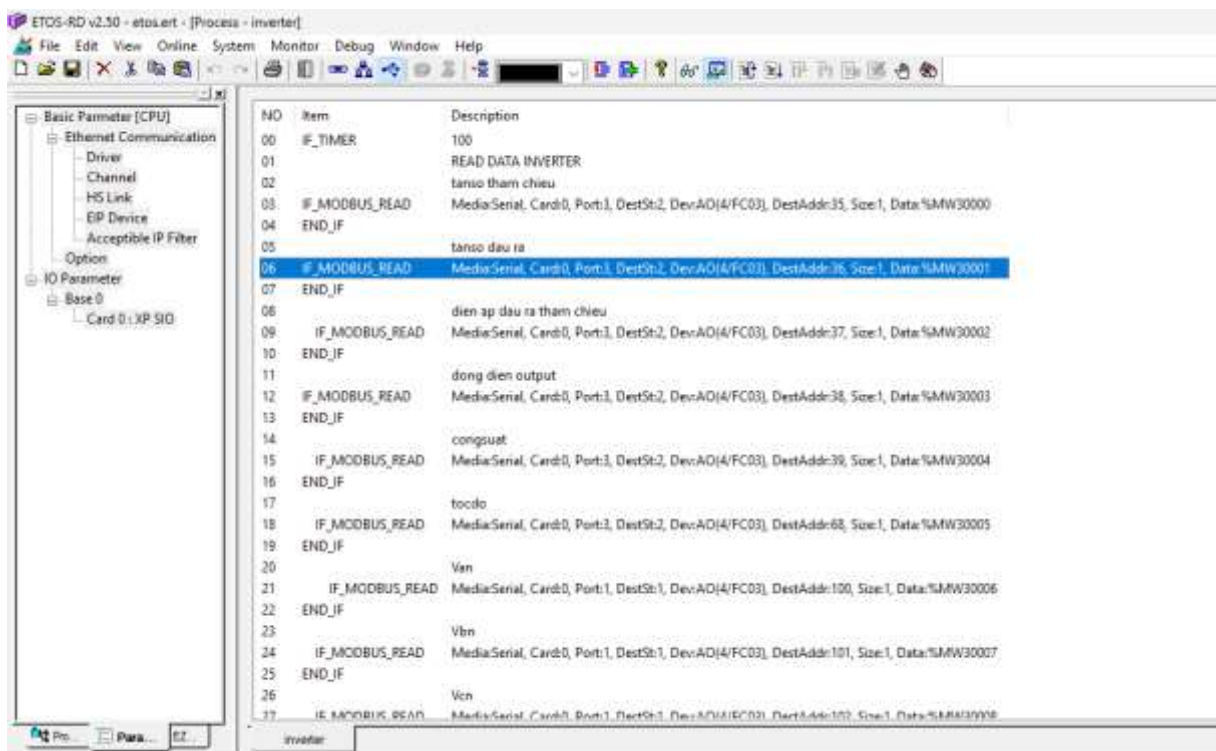
- ETOS-150XP-E40: 2 cổng Ethernet (điện) + 4 cổng RS-232

- ETOS-150XP-E22: 2 cổng Ethernet (điện) + 2 cổng RS-232 + 2 cổng RS-422/RS-485
- ETOS-150XP-E04: 2 cổng Ethernet (điện) + 4 cổng RS-422/RS-485
- ETOS-150XP-F40: 2 cổng Ethernet (quang) + 4 cổng RS-232
- ETOS-150XP-F22: 2 cổng Ethernet (quang) + 2 cổng RS-232 + 2 cổng RS-422/RS-485
- ETOS-150XP-F04: 2 cổng Ethernet (quang) + 4 cổng RS-422/RS-485



Hình 3-14: Thiết bị Gateway ETOS

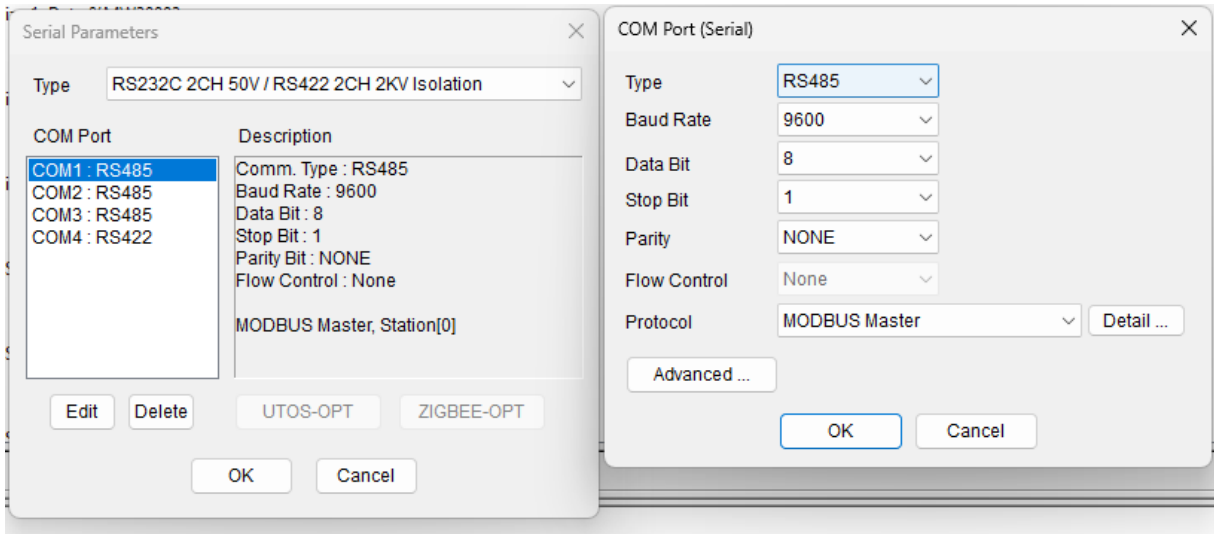
Phần mềm cài chương trình cho ETOS 150xp: ETOS RD software.



Hình 3-15: Giao diện phần mềm ETOS RD

Để cấu hình Modbus RTU cho ETOS và nhận dữ liệu từ các thiết bị như Inverter, Đồng hồ Accura 3300E ta vào phần mềm ETOS RD và cấu hình như sau:

– Cấu hình tốc độ Baud, đường truyền RS485, Cổng kết nối.



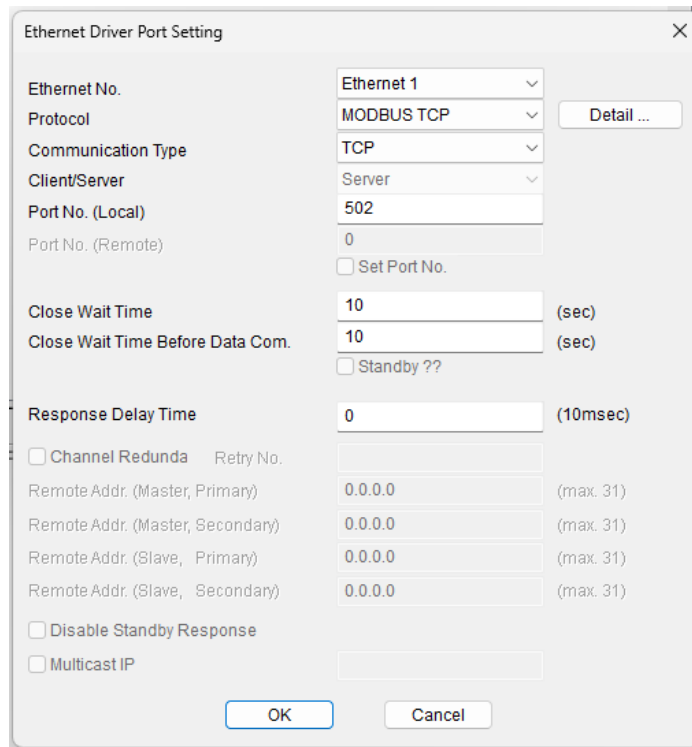
Hình 3-16: Cấu hình tốc độ Baudrate

– Cài chương trình đọc dữ liệu từ các thiết bị.

NO	Item	Description
00	IF_TIMER	100
01		READ DATA INVERTER
02		tanzo tham chieu
03	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:35, Size:1, Data:%MW30000
04	END_IF	
05		tanzo dau ra
06	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:36, Size:1, Data:%MW30001
07	END_IF	
08		dien ap dau ra tham chieu
09	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:37, Size:1, Data:%MW30002
10	END_IF	
11		dong dien output
12	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:38, Size:1, Data:%MW30003
13	END_IF	
14		cong suat
15	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:39, Size:1, Data:%MW30004
16	END_IF	
17		to cdo
18	IF_MODBUS_READ	Media:Serial, Card:0, Port:3, DestSt:2, Dev:AO(4/FC03), DestAddr:68, Size:1, Data:%MW30005
19	END_IF	

Hình 3-17: Chương trình đọc dữ liệu

– Cấu hình Modbus TCP/IP cho ETOS:



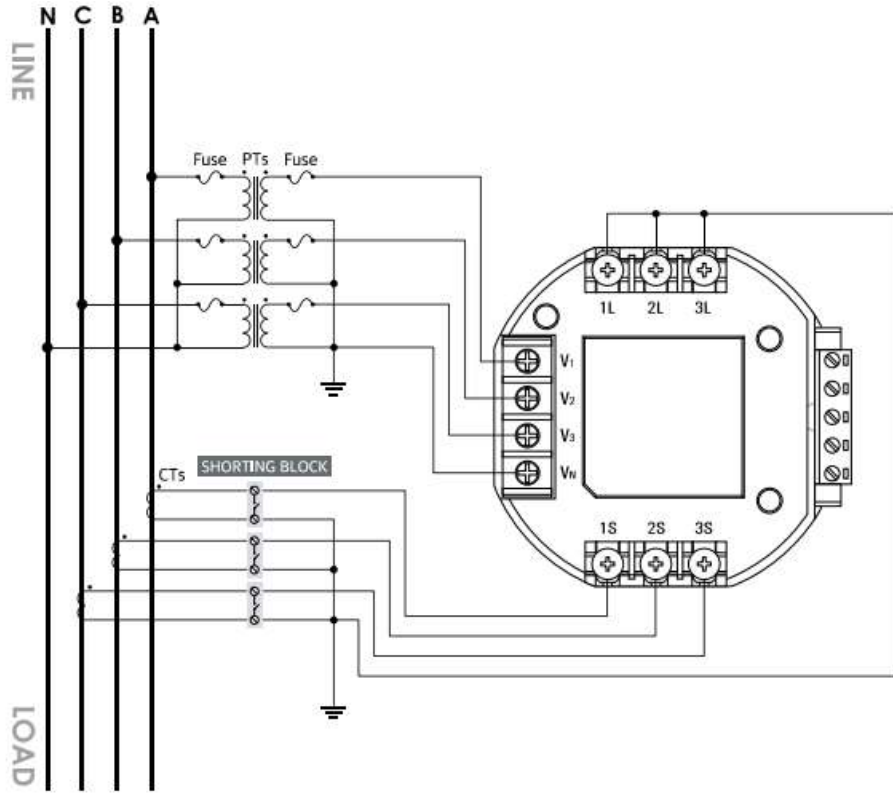
Hình 3-18: Cấu hình Modbus TCP/Ip cho ETOS

3.2.4 Đồng hồ điện năng, thiết bị đo lường: ROTECH Accura 3300e

Accura 3300E là một thiết bị đo lường điện năng kỹ thuật số cao cấp do Rootech (Hàn Quốc) sản xuất. Thiết bị này được thiết kế để đo lường và giám sát điện năng với độ chính xác cao, phù hợp cho các ứng dụng trong công nghiệp, thương mại và dân dụng:

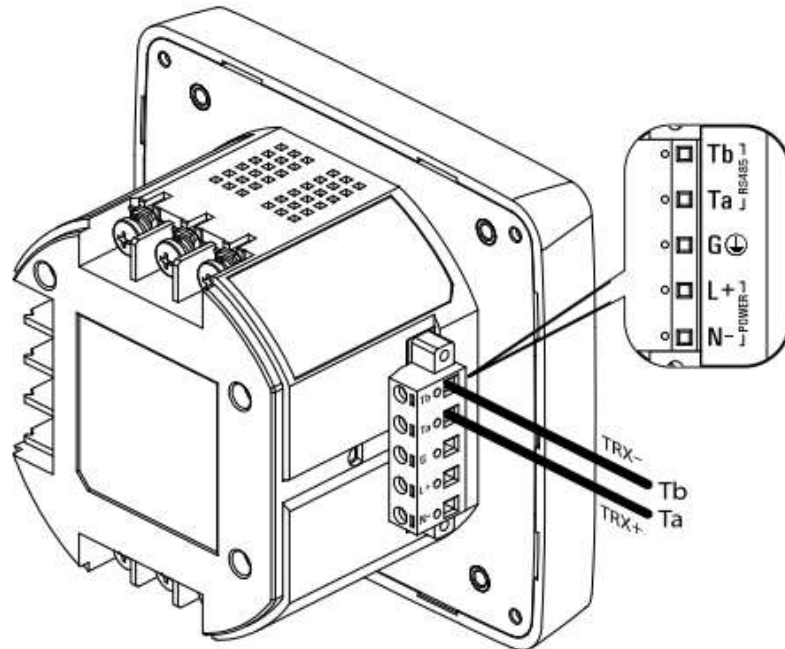
- Độ chính xác cao: Đạt chuẩn IEC 62053-22 Class 0.5S, với độ chính xác $\pm 0,2\%$ cho điện áp và dòng điện.
- Đo lường toàn diện: Hỗ trợ đo điện áp và dòng điện trong các hệ thống điện một pha và ba pha, bao gồm dòng pha, dòng trung tính, điện áp dòng-đến-dòng và điện áp dòng-đến-trung tính.
- Phân tích chất lượng điện năng: Cung cấp thông tin về các thông số như tổng méo hài (THD), hệ số đỉnh (Crest Factor), hệ số K (K-Factor), và độ mất cân bằng, giúp giám sát và cải thiện chất lượng điện năng.
- Giao tiếp linh hoạt: Hỗ trợ giao thức Modbus RTU qua cổng RS-485, dễ dàng tích hợp vào các hệ thống quản lý năng lượng và tự động hóa.
- Chứng nhận an toàn: Được chứng nhận CE, UL, và KC, đảm bảo độ an toàn và tin cậy trong vận hành.

Sơ đồ kết nối dây và đồng hồ:



Hình 3-19: Sơ đồ đấu nối đồng hồ ACCURA

Kết nối truyền thống RS485



Hình 3-20: Mô hình đấu nối truyền thống đồng hồ ACCURA

Item	Description	
Connector Name	L+, N-	
Connector Type	Screw Terminal[Pluggable]	
Wiring Compliance	2.1 to 3.5 mm ² [14 to 12 AWG]	
Rating	AC 85 - 265V 50/60Hz, DC 100 - 300V	
Withstand Voltage	AC 2,000V RMS, 60Hz 1 minute	
Compliance	EN61010-1, Pollution degree 2, Category II	
Power Consumption	Normal Operation	Maximum 3W
	At Turn-On	Maximum input current : peak 20A, within duration 1 msec ¹

Hình 3-21: Bảng hướng dẫn đấu nối các chân của đồng hồ ACCURA

Các bước setup:

Button	Function
<p>[DISPLAY mode]</p>	Press ↑ Select the display screen by up down left right button.
↓	
<p>[SETUP mode]</p>	Long Press ↑ Move to SETUP mode.
↓	
	Press ↑ Select the setup menu.
↓	
	Long Press → Make the configured[displayed] value to modifying-state[blink].
↓	
	Press ↑ Select the wanted configured value.
Or	
	Press → Move to the next configured position.
↓	
	Long Press → Save the configured value [blink stops].
Or	
	Long Press → Do not save the configured value[blink stops].
↓	
	Long Press → Exit SETUP mode and move to DISPLAY mode.

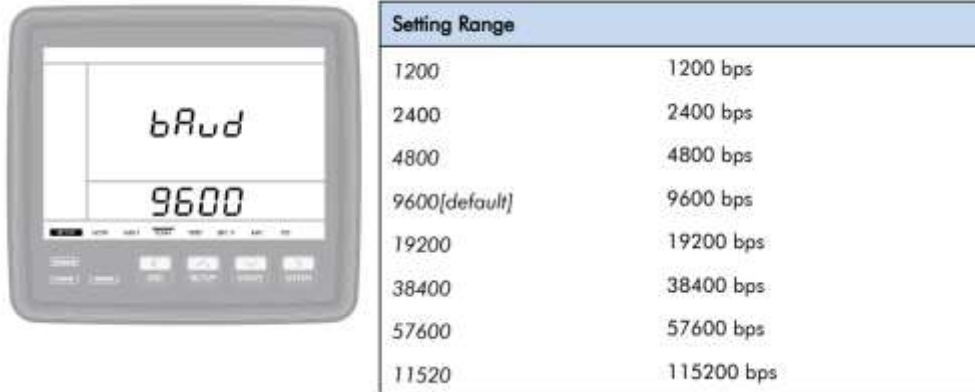
Hình 3-22: Trình tự các bước setup đồng hồ

Các bước cấu hình truyền thông Modbus RTU cho đồng hồ Accura 3300e:

Chúng ta cấu hình lần lượt các thông số cần thiết như hình bên dưới:

- Cấu hình tốc độ Baud cho đồng hồ, lưu ý tốc độ giữa đồng hồ và thiết bị thu nhận dữ liệu(ETOS 150 xp) phải cấu hình chung 1 tốc độ Baud.

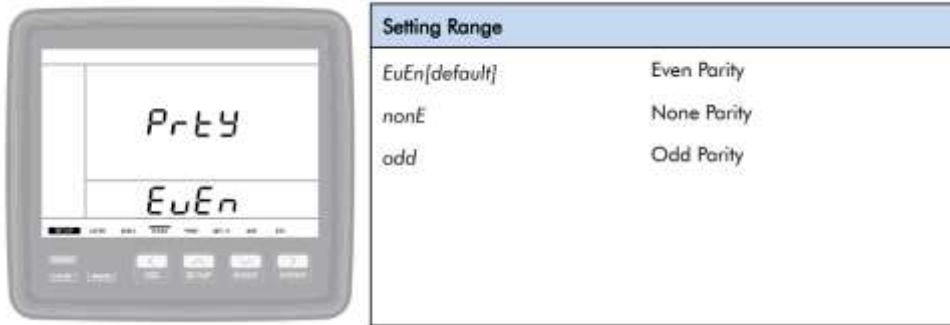
Communication Speed[bAud → Baud rate]



Hình 3-23: Các option cài đặt Baudrate

- Cấu hình Parity bit: Nên để ở chế độ none

Parity Bit[Prty → Parity Bit]



Hình 3-24: Các option parity bit

- Cấu hình Stop bit:

Stop Bit[StoP → Stop Bit]



Hình 3-25: Các option Stop bit

- Cấu hình địa chỉ slave cho đồng hồ, địa chỉ này dùng để thiết lập trong ETOS để truyền nhận dữ liệu

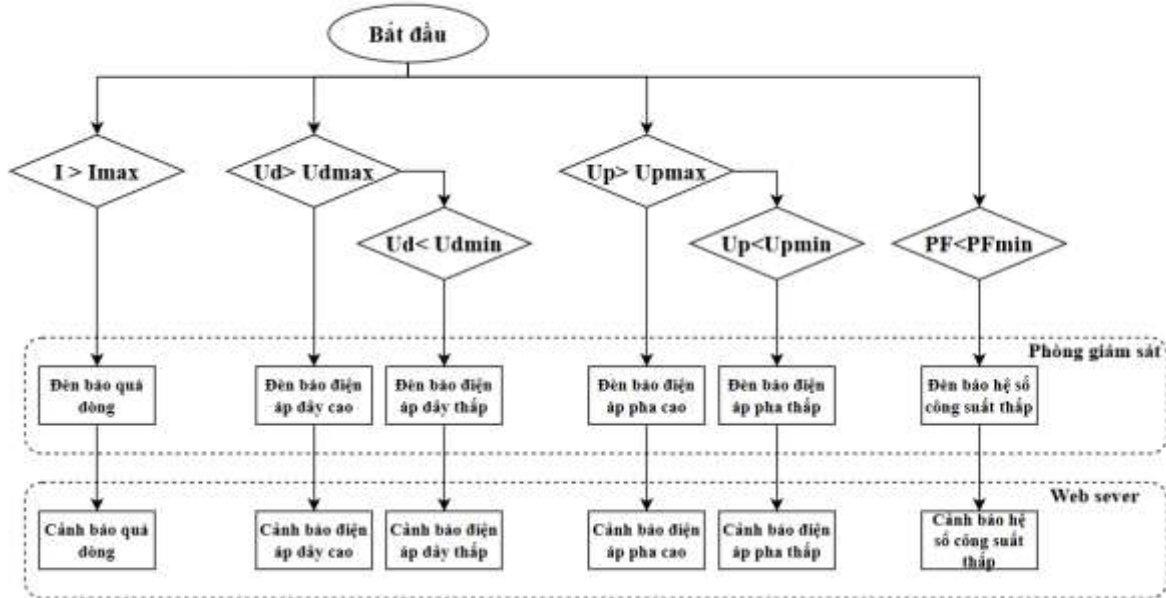
Address[Addr → Address: RS-485 Communication Address]



Hình 3-26: Cài đặt địa chỉ RS485

3.3 Xây dựng thuật toán quản lý và giám sát năng lượng:

3.3.1 Thuật toán cảnh báo Alarm:



Hình 3-27: Lưu đồ thuật toán cảnh báo Alarm

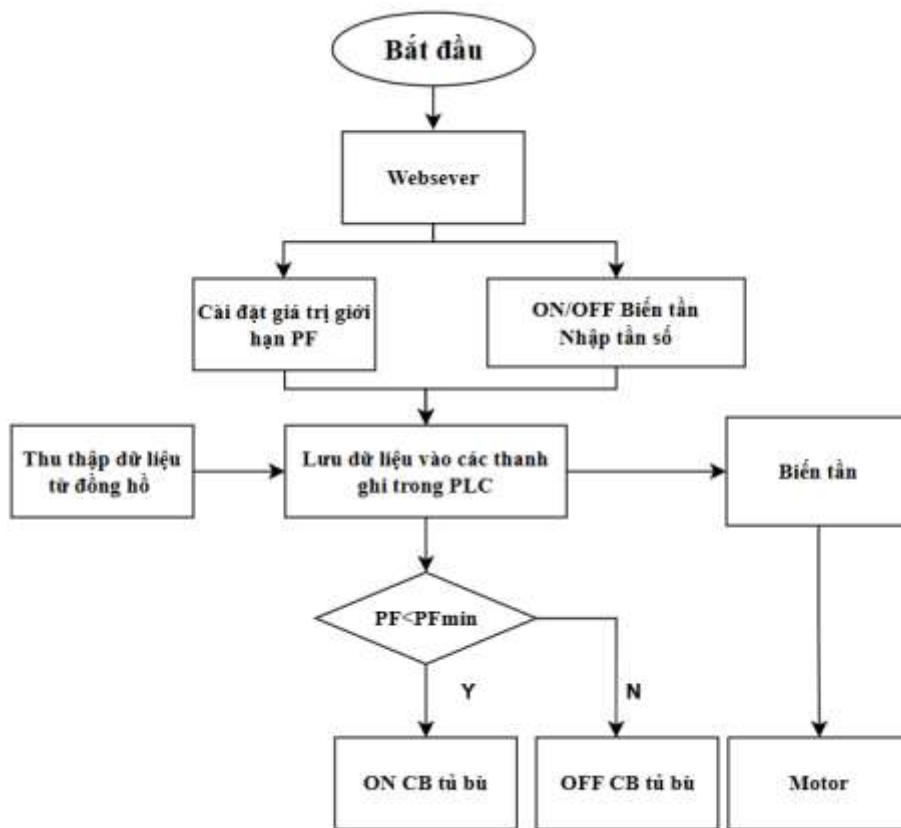
Hệ thống giám sát điện năng được xây dựng nhằm tự động phát hiện và cảnh báo khi các thông số vận hành vượt ra ngoài giới hạn cho phép. Ngay khi bắt đầu hoạt động, hệ thống sẽ liên tục theo dõi các giá trị như dòng điện, điện áp dây, điện áp pha và hệ số công suất. Cụ thể:

- Khi dòng điện (I) vượt quá giới hạn cho phép ($I > I_{max}$), hệ thống sẽ kích hoạt đèn báo quá dòng, đồng thời gửi cảnh báo về phòng giám sát và lưu trữ trên Web server.
- Khi điện áp dây (U_d) vượt quá giá trị cực đại ($U_d > U_{dmax}$), hệ thống đưa ra cảnh báo điện áp dây cao thông qua đèn báo và truyền dữ liệu về trung tâm giám sát.
- Khi điện áp dây (U_d) thấp hơn giá trị cực tiểu ($U_d < U_{dmin}$), hệ thống phát cảnh báo điện áp dây thấp, giúp nhận biết tình trạng nguy hiểm có thể gây mất ổn định điện áp.
- Khi điện áp pha (U_p) vượt quá ngưỡng trên ($U_p > U_{pmax}$), sẽ có cảnh báo điện áp pha cao được kích hoạt để người vận hành xử lý kịp thời.
- Khi điện áp pha (U_p) thấp hơn ngưỡng dưới ($U_p < U_{pmin}$), hệ thống phát ra cảnh báo điện áp pha thấp, tránh các rủi ro liên quan đến thiếu áp hoặc sụt áp cục bộ.

- Khi hệ số công suất (PF) nhỏ hơn giá trị tối thiểu cho phép ($PF < PF_{min}$), hệ thống phát ra cảnh báo hệ số công suất thấp, điều này rất quan trọng để cảnh báo hiệu suất tiêu thụ điện đang kém, dẫn đến tăng chi phí điện năng.

Tất cả các tình trạng cảnh báo nói trên đều được hiển thị trực tiếp qua đèn cảnh báo tại hiện trường, đồng thời được gửi về phòng giám sát và Web server để phục vụ việc theo dõi từ xa, lưu trữ dữ liệu và phân tích sự cố khi cần thiết. Việc giám sát chặt chẽ theo thời gian thực như vậy giúp phát hiện nhanh các bất thường trong hệ thống điện, từ đó nâng cao tính an toàn và giảm thiểu thiệt hại cho nhà máy.

3.3.2 Thuật toán điều khiển thiết bị và tối ưu năng lượng



Hình 3-28: Lưu đồ thuật toán điều khiển tối ưu năng lượng

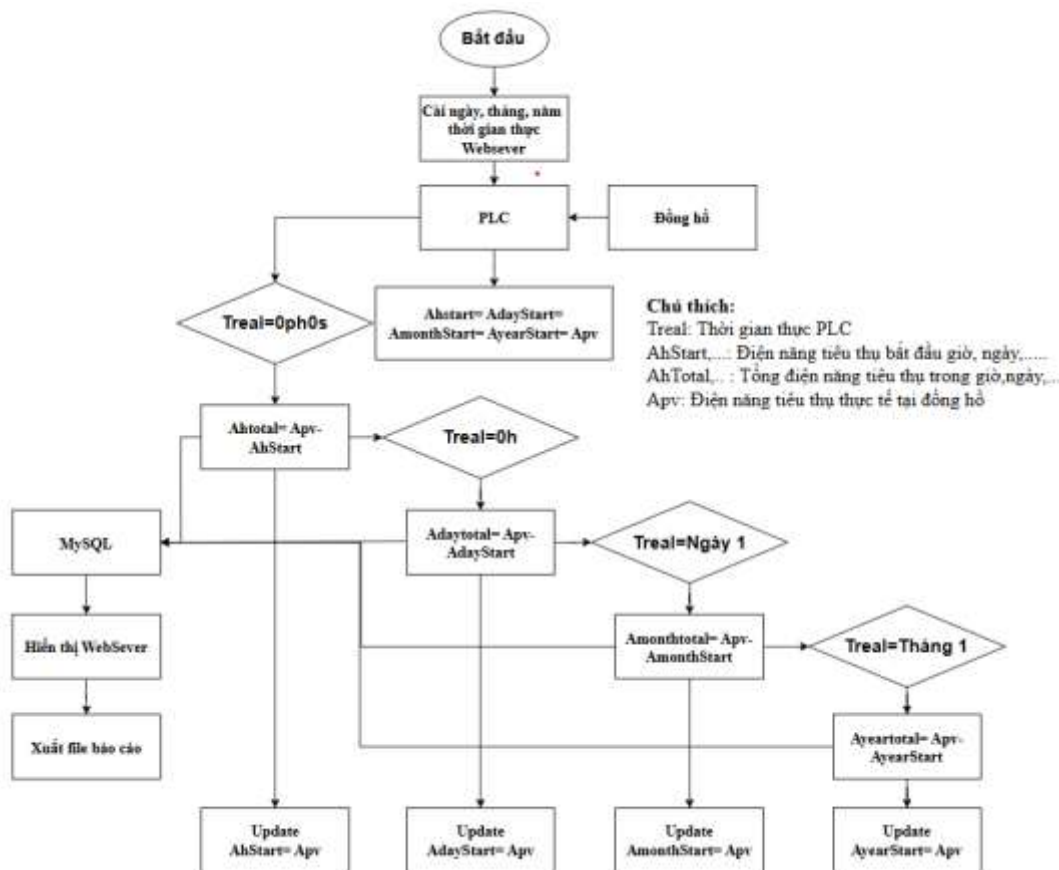
Lưu đồ trên mô tả quy trình giám sát và điều khiển hệ thống bù công suất phản kháng tự động thông qua PLC và Webserver. Quá trình bắt đầu khi hệ thống được khởi động và kết nối với Webserver. Tại đây, người dùng có thể thực hiện hai chức năng chính: cài đặt giá trị giới hạn hệ số công suất (PF_{min}) và điều khiển biến tần (ON/OFF và nhập tần số). Những thông số cấu hình này sẽ được truyền xuống PLC để xử lý.

Song song đó, PLC liên tục thu thập dữ liệu điện năng từ các đồng hồ đo, trong đó có hệ số công suất thực tế (PF). Các dữ liệu này được lưu vào các thanh ghi bên trong PLC để phục vụ cho việc so sánh và điều khiển.

Khi hệ số công suất được so sánh với ngưỡng cài đặt (PFmin), nếu giá trị PF thực tế thấp hơn giới hạn, PLC sẽ phát lệnh đóng CB (circuit breaker) của tủ bù, tức là kích hoạt tụ bù để cải thiện hệ số công suất. Ngược lại, nếu PF đạt hoặc vượt ngưỡng, hệ thống sẽ ngắt CB tủ bù nhằm tránh hiện tượng bù dư thừa.

Ngoài ra, biến tần cũng nhận lệnh điều khiển từ PLC để điều chỉnh tần số và điều khiển hoạt động của motor theo chế độ thiết lập từ Webservice. Quy trình này đảm bảo hệ thống vận hành hiệu quả, ổn định điện áp, nâng cao hiệu suất sử dụng điện và giảm chi phí tiền điện do hệ số công suất thấp.

3.3.3 Thuật toán xử lý dữ liệu điện năng tiêu thụ



Hình 3-29: Lưu đồ thuật toán xử lý dữ liệu điện năng tiêu thụ

Dữ liệu điện năng tiêu thụ sẽ được gửi từ Đồng hồ về ETOS 150XP bằng giao thức Modbus RTU, sau đó gửi dữ liệu về PLC thông qua giao thức Modbus TCP/IP. Khi Start hệ thống sẽ cập nhật điện năng tiêu thụ bắt đầu từ đồng hồ trả về.

Bắt đầu mỗi giờ ($T_{real}=0$) thì điện năng tiêu thụ trong giờ trước đó sẽ được tính:

$$Ah_{Total} = Apv - Ah_{Start}$$

Sau đó sẽ cập nhật lại điện năng tiêu thụ tại thời điểm bắt đầu giờ mới:

$$Ah_{Start} = Apv$$

Trong đó:

- Ah_{Total} : Điện năng tiêu thụ trong giờ trước
- Apv : Điện năng tiêu thụ trả về từ đồng hồ
- Ah_{Start} : Điện năng tiêu thụ tại thời điểm bắt đầu giờ

Tương tự với tổng điện năng sử dụng trong ngày, tháng, năm.

Dữ liệu tính toán được sẽ được lưu trữ vào MySQL và hiển thị lên WebSever.

3.4 Xây dựng Webservice

3.4.1 Tổng quan

Kết nối Webservice với PLC:

Trong bối cảnh công nghiệp hiện đại, việc giám sát và điều khiển các thiết bị tự động là rất quan trọng. PLC (Programmable Logic Controller) là một thiết bị được sử dụng phổ biến trong tự động hóa công nghiệp. Việc kết nối PLC với một web server cho phép người dùng giám sát và điều khiển thiết bị từ xa thông qua giao diện web.

Cách thức hoạt động của Webservice với PLC:

- Giao thức HTTP: là cầu nối giữa người dùng và web server, cho phép người dùng gửi lệnh điều khiển PLC thông qua giao diện web.
- Giao thức TCP/IP: kết nối thực tế đến PLC được thực hiện thông qua giao thức TCP/IP. Giúp đọc và ghi dữ liệu giữa web và PLC.
- Sau khi đọc dữ liệu từ PLC sẽ ghi xuống MySQL để lưu trữ.

Luồng hoạt động tổng quan:

1. Frontend (Trình duyệt người dùng)
 - Sử dụng HTTP/HTTPS để gửi yêu cầu đến ASP CORE.
2. Backend (ASP.CORE)
 - Nhận yêu cầu HTTP từ trình duyệt.
 - Giao tiếp với PLC qua TCP/IP.
 - PLC: Trả về dữ liệu qua giao thức TCP/IP, sau đó ASP CORE trả dữ liệu về frontend thông qua HTTP/HTTPS

- Đồng thời ASP CORE lưu dữ liệu đọc được từ PLC xuống MySQL.

Các ứng dụng dùng để thực hiện:

- Microsoft Visual Studio

Thư Viện ASP CORE	Cung cấp các thành phần để xây dựng ứng dụng web MVC, hỗ trợ định tuyến URL trong ứng dụng web và cung cấp các thành phần làm việc với HTTP.
Thư viện Modbus TCP/IP	Thư viện cho phép bạn kết nối và giao tiếp với PLC.
Thư viện MySql.Data	Thư viện để kết nối và làm việc với MySQL.
Sử dụng AJAX và JSON trong ASP CORE	Có thể gửi yêu cầu từ client đến server, nhận dữ liệu một cách nhanh chóng và hiệu quả trên thời gian thực rất quan trọng trong thiết kế giao diện SCADA.

- **MySQL Workbench:** Truy cập và thiết kế cơ sở dữ liệu cho hệ thống. Lưu trữ dữ liệu từ PLC.
- **Symbol Factory:** Cung cấp hình ảnh bơm, đèn, ... để hiển thị lên giao diện web.

Các bước thiết kế, việc lập trình Webservice bao gồm các công việc:

- Dùng ASP CORE để xây dựng các trang giao diện vận hành SCADA trên nền tảng Website
- Đọc/Ghi dữ liệu thực tế từ các PLC lên WEBSITE thông qua giao thức TCP/IP.
- Ghi dữ liệu định kỳ lưu trữ ở SQL Server
- Truy vấn dữ liệu quá khứ từ SQL lên WEB site
- Xuất báo cáo dữ liệu vận hành theo định kỳ ngày, tháng, năm ra các loại file Excel.
- Kết nối mạng local: Những thiết bị thông minh như máy tính, điện thoại... cùng sử dụng chung 1 mạng LAN với máy chủ có thể kết nối với web SCADA.

3.4.2 Kết nối truyền thông giữa PLC và WEB bằng giao thức Modbus

Sử dụng thư viện Modbus sau đó nhập địa chỉ IP của PLC truyền thông qua Port 502 cổng mặc định cho Modbus TCP của máy tính. Ở đây nhóm chúng em để địa chỉ IP có dạng 192.168.220.80.

```
1 reference
public ModbusService(string ip, int port = 502)
{
    this.ip = ip;
    this.port = port;
}

// Hàm kiểm tra kết nối Modbus
1 reference
public bool TestConnection()
{
    try
    {
        // Đóng kết nối cũ nếu tồn tại
        tcpClient?.Close();
        tcpClient?.Dispose();
        modbusMaster = null;

        tcpClient = new TcpClient(ip, port);
        var factory = new ModbusFactory();
        modbusMaster = factory.CreateMaster(tcpClient);

        // Đọc thử một thanh ghi để kiểm tra kết nối
        modbusMaster.ReadHoldingRegisters(1, 0, 1);

        Console.WriteLine("Success");
        return true;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine($"Lỗi kết nối Modbus: {ex.Message}");
        return false;
    }
    finally
    {
        tcpClient?.Close();
    }
    // Đọc giá trị bất kỳ
}
```

```
builder.Services.AddSingleton<ModbusService>(sp => new ModbusService("192.168.220.80", 502));
```

Hình 3-30: Chương trình code kết nối Modbus TCP/IP

3.4.3 Đọc dữ liệu các thanh ghi Modbus trong PLC

Các dữ liệu đã được code ở thanh ghi Modbus PLC chúng ta chỉ cần đọc thanh ghi Modbus từ PLC để hiển thị các số liệu lên WEB.

Sử dụng các lệnh đọc thanh ghi từ thư viện NModbus là ReadHoldingRegister. Để đọc các địa chỉ của thanh ghi lấy từ PLC vì dữ liệu PLC lưu ở 2 thanh ghi nên đọc 2 thanh ghi liên tiếp để mô phỏng số thực float.

```
34 references
public float? ReadHoldingRegisterFloat(ushort address, bool swapWords = true, bool swapBytes = false)
{
    try
    {
        using (TcpClient tcpClient = new TcpClient(ip, port))
        {
            var factory = new ModbusFactory();
            var modbusMaster = factory.CreateMaster(tcpClient);

            // Đọc 2 thanh ghi 16-bit liên tiếp (để tạo thành 1 giá trị float 32-bit)
            ushort[] registers = modbusMaster.ReadHoldingRegisters(1, address, 2);

            return ConvertToFloat(registers[0], registers[1], swapWords, swapBytes);
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine($"X Lỗi đọc Holding Register {address + 40001}: {ex.Message}");
        return null;
    }
}
```

Hình 3-31: Lệnh đọc thanh ghi float của PLC

Sau khi có lệnh đọc PLC chúng ta gán các thanh ghi đã đọc được vào tên mới để dễ code và tạo trực quan, dễ kiểm soát trong chương trình.

```
2 references
public Dictionary<string, object> GetData()
{
    var result = new Dictionary<string, object>();

    float? holdingValue1 = ReadHoldingRegisterFloat(0); //F1 Sv
    float? holdingValue2 = ReadHoldingRegisterFloat(2); //F1 Pv
    float? holdingValue3 = ReadHoldingRegisterFloat(4); // U
    float? holdingValue4 = ReadHoldingRegisterFloat(6); //I
    float? holdingValue5 = ReadHoldingRegisterFloat(8); //P1
    float? holdingValue6 = ReadHoldingRegisterFloat(10); // Nm
    float? holdingValue7 = ReadHoldingRegisterFloat(12); // RPM
    float? holdingValue8 = ReadHoldingRegisterFloat(14); // Độ rung
    float? holdingValue9 = ReadHoldingRegisterFloat(16); //Pa

    float? holdingValue10 = ReadHoldingRegisterFloat(18); // F2 Sv
    float? holdingValue11 = ReadHoldingRegisterFloat(20); // F2 Pv
    float? holdingValue12 = ReadHoldingRegisterFloat(22); // U
    float? holdingValue13 = ReadHoldingRegisterFloat(24); // I
    float? holdingValue14 = ReadHoldingRegisterFloat(26); // P2
    float? holdingValue15 = ReadHoldingRegisterFloat(28); // Nm
    float? holdingValue16 = ReadHoldingRegisterFloat(30); // RPM
    float? holdingValue17 = ReadHoldingRegisterFloat(32); // Độ rung
    float? holdingValue18 = ReadHoldingRegisterFloat(34); // Pa

    float? holdingValue19 = ReadHoldingRegisterFloat(36); // P1+P2 4037
    float? holdingValue20 = ReadHoldingRegisterFloat(38); // P tổng 4039

    float? holdingValue21 = ReadHoldingRegisterFloat(40); // A 4041
    float? holdingValue22 = ReadHoldingRegisterFloat(42); //
    float? holdingValue23 = ReadHoldingRegisterFloat(44); //
    float? holdingValue24 = ReadHoldingRegisterFloat(46); //

    float? holdingValue25 = ReadHoldingRegisterFloat(48); // B
    float? holdingValue26 = ReadHoldingRegisterFloat(50); //
    float? holdingValue27 = ReadHoldingRegisterFloat(52); //
    float? holdingValue28 = ReadHoldingRegisterFloat(54); //
}
```

Hình 3-32: Chương trình code lấy dữ liệu từ địa chỉ thanh ghi Modbus

3.4.4 Lưu dữ liệu đã đọc được xuống MySQL

Tạo kết nối giữa WEB và MySQL

```
3 references
public class DatabaseService
{
    private readonly string _connectionString;

    2 references
    public DatabaseService(IConfiguration configuration)
    {
        _connectionString = configuration.GetConnectionString("SCADA")
        ?? throw new ArgumentNullException(nameof(_connectionString), "Chuỗi kết nối không hợp lệ!");
    }

    4 references
    public string TestConnection()
    {
        try
        {
            using (MySqlConnection conn = new MySqlConnection(_connectionString))
            {
                conn.Open();
                return "Connection database successful!";
            }
        }
        catch (MySqlException ex)
        {
            return $"Connection failed: {ex.Message}";
        }
        catch (Exception ex)
        {
            return $"An error occurred: {ex.Message}";
        }
    }
}
```

Hình 3-33: Chương trình code tạo kết nối giữa Web và MySQL

Lưu các giá trị đọc được từ PLC xuống MySQL theo các bảng phân loại phù hợp để dễ kiểm soát và khai thác dữ liệu sử dụng sau này.

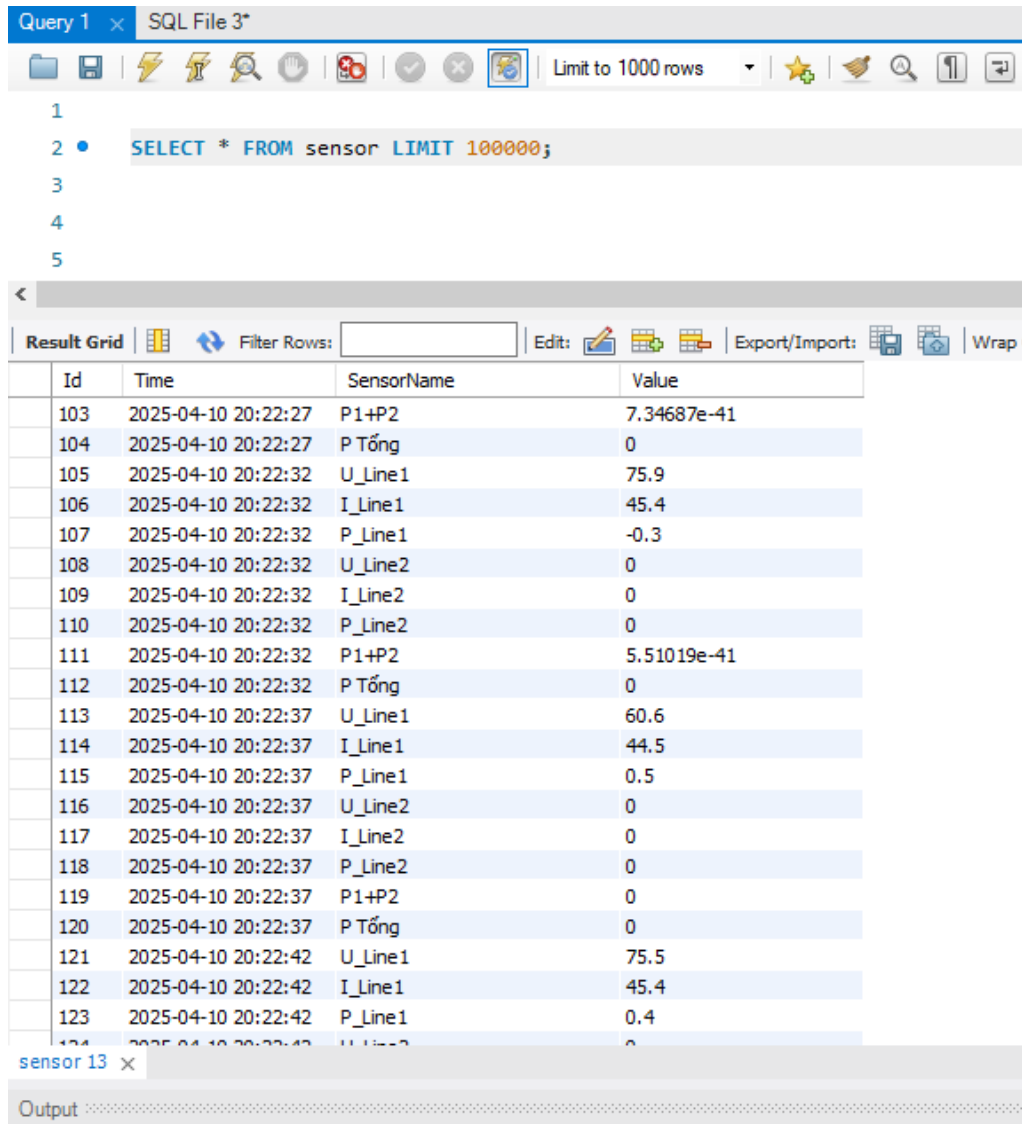
```
4 references
public void SaveData(string sensorName, float value)
{
    using (var connection = new MySqlConnection(_connectionString))
    {
        connection.Open();
        var command = new MySqlCommand("INSERT INTO sensor (Time, SensorName, Value) VALUES (CURRENT_TIMESTAMP, @SensorName, @Value)", connection);
        command.Parameters.AddWithValue("@SensorName", sensorName);
        command.Parameters.AddWithValue("@Value", value);
        command.ExecuteNonQuery();
    }
}

2 references
public void SaveAlarm(float pa, float rpm, float i)
{
    using (var connection = new MySqlConnection(_connectionString))
    {
        connection.Open();
        var command = new MySqlCommand("INSERT INTO al (Time, PA, RPM, I) VALUES (CURRENT_TIMESTAMP, @PA, @RPM, @I)", connection);

        command.Parameters.AddWithValue("@PA", (object)pa ?? DBNull.Value);
        command.Parameters.AddWithValue("@RPM", (object)rpm ?? DBNull.Value);
        command.Parameters.AddWithValue("@I", (object)i ?? DBNull.Value);
        command.ExecuteNonQuery();
    }
}
```

Hình 3-34: Chương trình code lưu dữ liệu xuống MySQL

Dữ liệu được lưu trữ ở MySQL được thể hiện như hình 3-35.



Hình 3-35: Dữ liệu được lưu trữ ở MySQL

3.4.5 Giao diện hệ thống giám sát

Giao diện điều khiển giám sát SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) là hệ thống dùng để giám sát và điều khiển các thiết bị và quy trình từ xa trong các nhà máy công nghiệp, hệ thống điện, hoặc hạ tầng cơ sở kỹ thuật lớn.

Giao diện SCADA giúp người vận hành có thể theo dõi thông tin về trạng thái hoạt động, điều khiển các thiết bị như bơm, van, động cơ, hoặc giám sát các thông số quan trọng như nhiệt độ, áp suất, và mức độ dòng chảy. Hệ thống SCADA bao gồm:

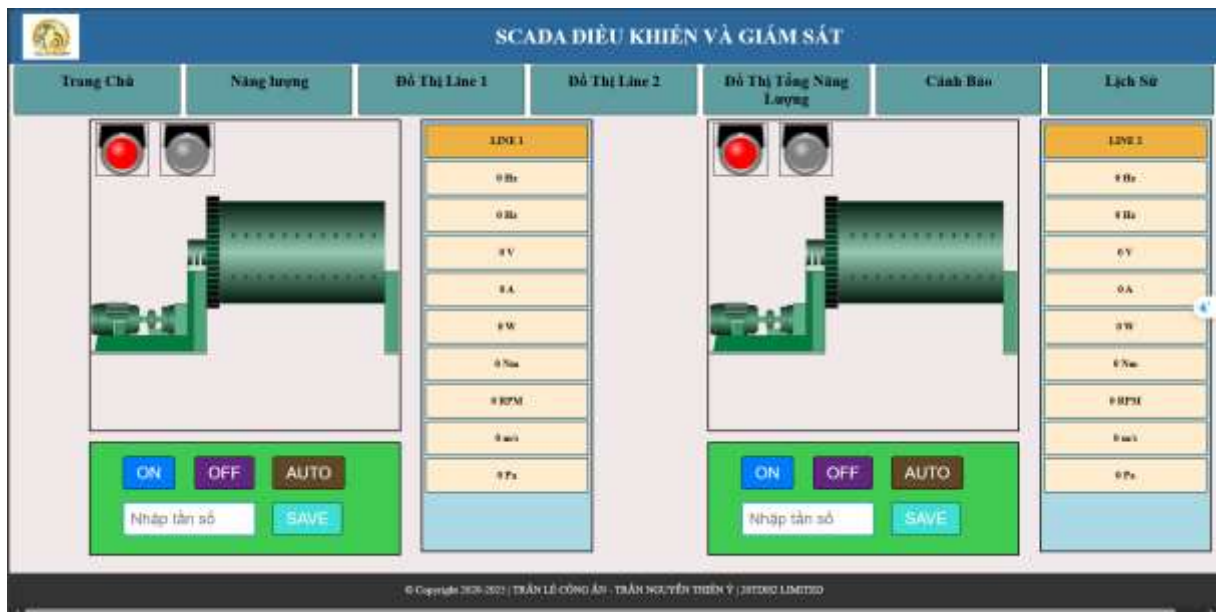
- Giao diện người dùng (HMI): Là màn hình mà người vận hành sử dụng để theo dõi và điều khiển các thiết bị.
- Cơ sở dữ liệu: Thu thập và lưu trữ dữ liệu từ các cảm biến và thiết bị điều khiển.

- Công cụ phân tích và báo cáo: Cung cấp các báo cáo, biểu đồ giúp phân tích hiệu suất và quản lý dữ liệu.
- Gửi cảnh báo khi có sự cố cho người vận hành

Giao diện giám sát của hệ thống SCADA thiết kế, phân chia theo chức năng của từng giao diện, bao gồm:

➤ **Giao diện giám sát ở trang chủ**

Ở giao diện trang chủ thể hiện các thông số giám sát của 2 Line máy như tần số, điện áp, dòng điện, công suất, ... Ngoài ra còn có thể điều khiển bật/tắt động cơ và điều chỉnh tốc độ thông qua điều chỉnh tần số biến tần.



Hình 3-36: Giao diện trang chủ Web Server

➤ **Giao diện giám sát Năng lượng**

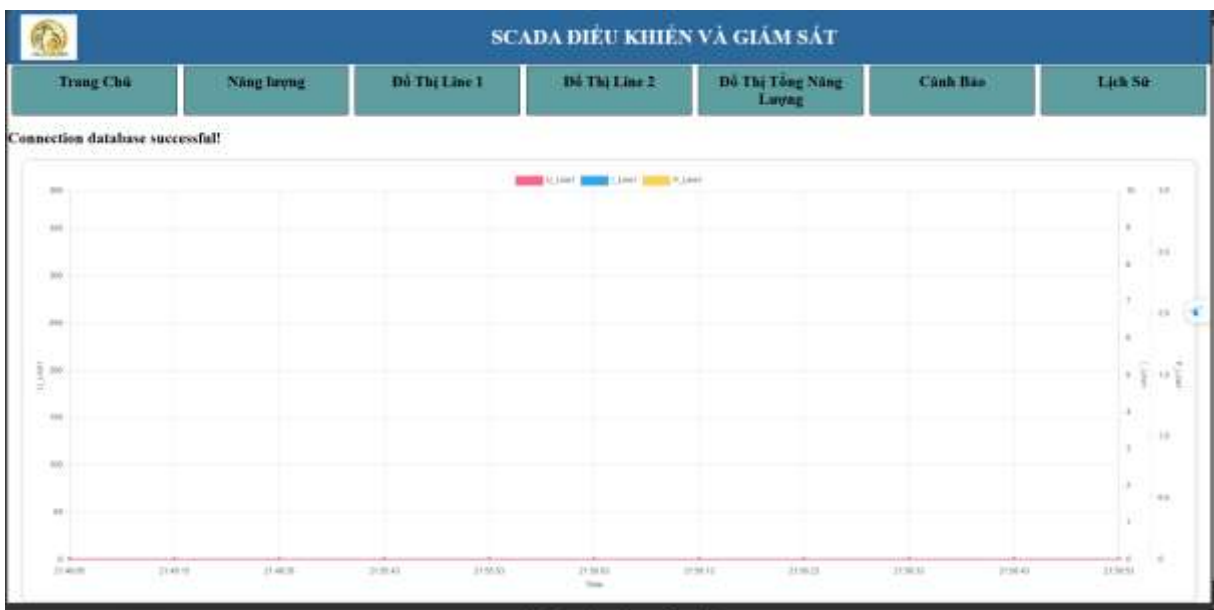
Ở giao diện Năng lượng thể hiện chi tiết điện áp, dòng điện, cos phi, công suất trên từng pha đầu vào cung cấp điện cho phân xưởng.



Hình 3-37: Giao diện Năng lượng

- Giao diện dữ liệu: ở giao diện này dữ liệu năng lượng được hiển thị dưới dạng đồ thị

Ở giao diện Đồ thị thể hiện đồ thị theo thời gian dòng điện, điện áp, công suất trong ngày của Line 1,2 để có thể giám sát đưa ra các giải pháp hay kế hoạch trong ngày.



Hình 3-38: Giao diện Đồ thị

- Giao diện Cảnh báo

Ở giao diện Cảnh báo thể hiện lịch sử và cảnh báo xác suất lỗi trong 1 khoảng thời gian nhất định tiếp theo. Sử dụng Machine Learning từ các dữ liệu đã có sau đó dự đoán từ các dữ liệu tức thời đưa ra cảnh báo cho khoảng thời gian tiếp theo.

ID	Thời gian	Thông điệp	Giá trị
1	22:47:00 22/3/2023	HE THỐNG BỆNH THƯỜNG. Xác suất lỗi thấp (1.89%)	1.90
6	22:48:11 22/3/2023	CẢNH BÁO. Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: 84.58%	84.58
7	22:43:59 22/3/2023	HE THỐNG BỆNH THƯỜNG. Xác suất lỗi thấp (1.89%)	1.90
4	22:37:47 22/3/2023	CẢNH BÁO. Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: 84.58%	84.58
3	21:58:31 22/3/2023	CẢNH BÁO. Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: 84.58%	84.58
2	21:58:28 22/3/2023	HE THỐNG BỆNH THƯỜNG. Xác suất lỗi thấp (1.89%)	1.90
1	21:51:59 22/3/2023	CẢNH BÁO. Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: 84.58%	84.58

Hình 3-39: Giao diện Cảnh Báo

➤ **Giao diện Lịch sử**

Ở giao diện Lịch sử lưu các giá trị lịch sử các ngày trước và hiển thị xuất Excel để báo cáo hoặc giám sát đưa ra các dự đoán hoặc biện pháp khắc phục.

Thời gian	Tên của báo	Giá trị
2023-03-22T22:26:59	U_Line1	NA
2023-03-22T22:26:59	U_Line2	NA
2023-03-22T22:26:59	P_Line1	NA
2023-03-22T22:26:59	U_Line1	NA
2023-03-22T22:26:59	U_Line2	NA
2023-03-22T22:26:59	P_Line1	NA
2023-03-22T22:26:59	U_Line1	NA
2023-03-22T22:26:59	U_Line2	NA
2023-03-22T22:26:59	P_Line1	NA
2023-03-22T22:27:00	U_Line1	NA
2023-03-22T22:27:00	U_Line2	NA
2023-03-22T22:27:00	P_Line1	NA
2023-03-22T22:27:19	U_Line1	NA
2023-03-22T22:27:19	U_Line2	NA
2023-03-22T22:27:19	P_Line1	NA
2023-03-22T22:27:19	U_Line1	NA
2023-03-22T22:27:28	U_Line2	NA
2023-03-22T22:27:28	P_Line1	NA
2023-03-22T22:27:38	U_Line1	NA
2023-03-22T22:27:38	U_Line2	NA

Hình 3-40: Giao diện Lịch Sử

3.5 Huấn luyện Machine Learning theo mô hình LSTM

3.5.1 Huấn luyện mô hình từ dữ liệu đầu vào

Ở đây nhóm chúng em sử dụng dữ liệu được lấy từ công ty. Trong đó dữ liệu đầu vào có tính chất chuỗi, tức là phụ thuộc vào thời gian hoặc thứ tự. Dữ liệu có số liệu từ

lúc vận hành bình thường đến lúc lỗi. Tại bảng dữ liệu đánh nhãn lable cho thời gian đang hoạt động bình thường là 1 và thời gian 5 phút trước lỗi đến khi lỗi là 0.

Nhóm em đã sử dụng mô hình mạng LSTM (Long Short-Term Memory). Mô hình này có khả năng ghi nhớ thông tin trong quá khứ, phù hợp để học các đặc trưng có tính phụ thuộc thời gian như dòng điện, áp suất, tốc độ động cơ...

Dữ liệu gồm các đặc trưng đầu vào như áp suất, tốc độ, dòng điện (pa, rpm, current) và được chuẩn hóa bằng Min – Max - Scaler. Mỗi mẫu dữ liệu được xây dựng dưới dạng chuỗi 10 bước thời gian, và mô hình dự đoán nhãn tại thời điểm kế tiếp.

```
# Cột đặc trưng và nhãn
feature_cols = ['pa', 'rpm', 'current']
label_col = 'label'

# Chuẩn hóa đặc trưng
scaler = MinMaxScaler()
scaled_features = scaler.fit_transform(df[feature_cols])

# Tạo DataFrame đã chuẩn hóa
scaled_df = pd.DataFrame(scaled_features, columns=feature_cols)
scaled_df['label'] = df[label_col].values
scaled_df['TIME'] = df['TIME'].values

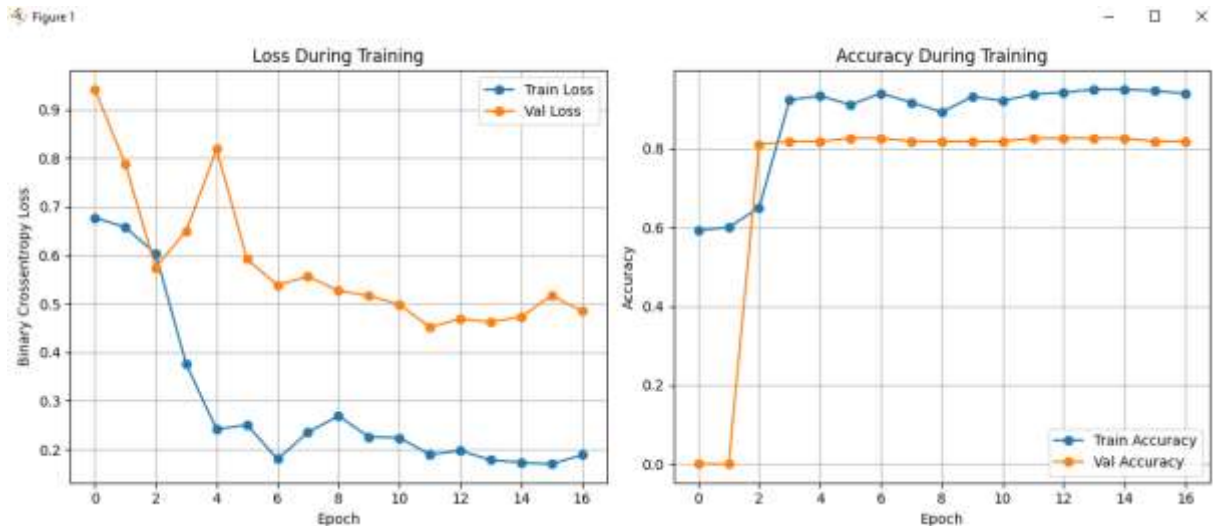
# Tạo dataset cho LSTM
def create_dataset_labeled(data, time_step=10):
    X, y = [], []
    for i in range(len(data) - time_step):
        X.append(data[feature_cols].iloc[i:i+time_step].values)
        y.append(data[label_col].iloc[i+time_step])
    return np.array(X), np.array(y)

time_step = 10
X, y = create_dataset_labeled(scaled_df, time_step)

# Xây mô hình LSTM
model = Sequential()
model.add(LSTM(64, input_shape=(X.shape[1], X.shape[2])))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

# Huấn luyện mô hình
early_stop = EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=5, restore_best_weights=True)
history = model.fit(
    X, y,
    epochs=30,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    callbacks=[early_stop]
)
```

Hình 3-41: Chương trình code Huấn luyện mô hình học máy từ dữ liệu đầu vào



Hình 3-42: Kết quả huấn luyện mô hình

Hàm mất mát (Loss During Training):

- Đường màu xanh (Train Loss): Đại diện cho mức độ sai lệch giữa đầu ra dự đoán và nhãn thật trên tập huấn luyện. Hàm mất mát trên tập huấn luyện giảm đều từ khoảng 0.6 xuống dưới 0.2, cho thấy mô hình học dần tốt hơn.
- Đường màu cam (Validation Loss): Sai số mô hình trên dữ liệu chưa từng thấy trước đó (tập kiểm tra – validation). Mặc dù lúc đầu dao động khá mạnh (epoch 0–5), nhưng sau đó dần ổn định và dao động quanh mức 0.45–0.55.

Độ chính xác (Accuracy During Training):

- Train Accuracy (màu xanh): Tỷ lệ dự đoán đúng trên dữ liệu huấn luyện. Tăng nhanh từ khoảng 60% lên tới ~90%, và giữ ổn định.
- Validation Accuracy (màu cam): Tỷ lệ dự đoán đúng trên tập kiểm tra (validation). Nhảy vọt từ ~0 lên ~81% ngay từ epoch 2 và duy trì ổn định sau đó.

Kết quả huấn luyện:

- Mô hình LSTM đã học tốt với độ chính xác ổn định cao (~90% train, ~81% validation).
- Có hiện tượng overfitting nhẹ (train loss tiếp tục giảm trong khi val loss ổn định) → nhưng chưa nghiêm trọng.
- Dữ liệu đã đủ tốt để mô hình phân loại cảnh báo vận hành với độ tin cậy tương đối cao.

3.5.2 Kiểm tra hoạt động của mô hình

Tại đây nhóm sử dụng tập dữ liệu lỗi và bình thường được lấy từ nhà máy để test với mô hình xem mô hình có thực sự hoạt động đúng không. Đoạn code chương trình dự đoán lỗi được thể hiện trên hình 3-44. Kết quả được thể hiện ở các hình 3-45 và hình 3-46.

```
# ===== 5. Hàm chính để dự đoán =====
def predict_from_test_file(test_file_path):
    try:
        # 5.1 Đọc dữ liệu
        df = pd.read_csv(test_file_path)
        if 'TIME' in df.columns:
            df['TIME'] = pd.to_datetime(df['TIME'], errors='coerce')
            df = df.dropna()

        # 5.2 Chuẩn hóa dữ liệu
        scaler = MinMaxScaler()
        scaled_data = scaler.fit_transform(df[feature_cols])

        # 5.3 Tạo chuỗi đầu vào
        X_test = create_input_sequences(scaled_data, time_step)

        # 5.4 Dự đoán
        predictions = model.predict(X_test)

        # 5.5 Xử lý kết quả
        last_5_min_probs = predictions[-5:] if len(predictions) >= 5 else predictions
        avg_prob = 1 - np.mean(last_5_min_probs)

        warning = avg_prob > threshold
        message = (
            f"⚠️ CẢNH BÁO: Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: {avg_prob * 100:.2f}%"
            if warning else
            f"✅ HỆ THỐNG BÌNH THƯỜNG: Xác suất lỗi thấp ({avg_prob * 100:.2f}%"
        )
        value_percent = float(round(avg_prob * 100, 2))
```

Hình 3-43: Chương trình code dự đoán lỗi từ Mô hình LSTM đã huấn luyện

Khi sử dụng dữ liệu 5 phút trước lỗi thì mô hình hoạt động chính xác và dự báo xác suất lỗi cao.

```
df['TIME'] = pd.to_datetime(df['TIME'], errors='coerce')
+ [1m10/10+ [0m + [32m -----> [0m+ [37m [0m + [1m0s+ [0m 17ms/step
Đã lưu vào bảng pd.
{"avg_prob": 87.26000213623047, "warning": true, "message": "⚠️ CẢNH BÁO: Xác suất xảy ra sự cố trong 5 phút tới: 87.26%",
"details": [{"minute": 1, "error_probability": 58.05}, {"minute": 2, "error_probability": 84.08}, {"minute": 3, "error_prob
ability": 95.4}, {"minute": 4, "error_probability": 99.23}, {"minute": 5, "error_probability": 99.52}]}
Press any key to continue . . .
```

Hình 3-44: Kết quả dự đoán từ mô hình huấn luyện

Khi sử dụng dữ liệu bình thường thì mô hình cũng hoạt động chính xác và dự báo xác suất lỗi thấp.

```
{"avg_prob": 3.059999942779541, "warning": false, "message": "✅ HỆ THỐNG BÌNH THƯỜNG: Xác suất lỗi thấp (3.06%)", "detail
s": [{"minute": 1, "error_probability": 3.07}, {"minute": 2, "error_probability": 2.87}, {"minute": 3, "error_probabi
lity": 3.04}, {"minute": 4, "error_probability": 3.27}, {"minute": 5, "error_probability": 3.04}]}
Press any key to continue . . .
```

Hình 3-45: Kết quả dự đoán từ mô hình huấn luyện

3.5.3 Áp dụng mô hình huấn luyện vào WebServer để dự đoán cảnh báo sự cố

Khi có được mô hình dự đoán Machine Learning chúng em sẽ tích hợp vào Webserver. Sau khi thu thập dữ liệu áp suất, tốc độ và dòng điện của động cơ, dữ liệu đó sẽ được lưu xuống MySQL và mô hình học máy sẽ lấy đó làm dữ liệu để dự báo rồi đưa cảnh báo lên Webserver. Do mô hình chưa được hoàn thiện và số lần lấy mẫu hạn chế nên kết quả đề tài hiện tại chỉ có thể dự báo được 600 mẫu tương đương 10 phút. Với 5 phút bình thường và 5 phút trước lỗi. Vậy mô hình sẽ dự đoán tối đa 5 phút trước lỗi và có đủ thời gian để dừng máy hoặc nghĩ ra biện pháp khắc phục.

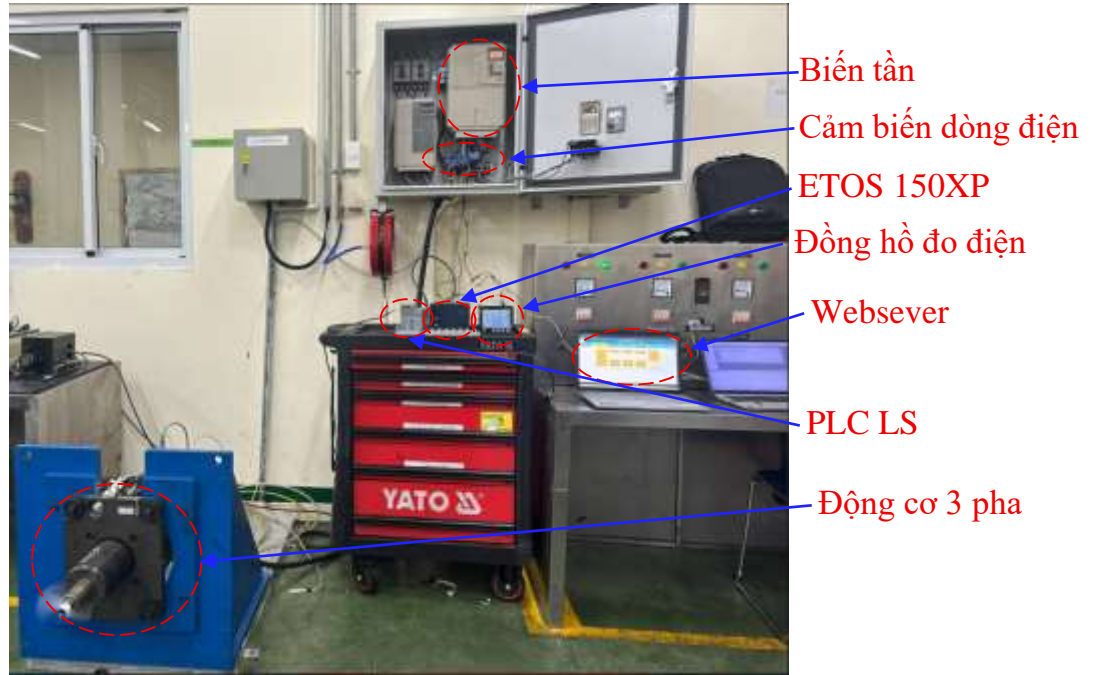
Kết luận chương 3.

Kết thúc chương 3 nói chi tiết về giải pháp tổng thể đã được đề xuất và triển khai nhằm thu thập, lưu trữ, giám sát và điều khiển dữ liệu từ các thiết bị hiện trường thông qua hệ thống WebServer. Giải pháp sử dụng PLC để thu thập và xử lý tín hiệu từ đồng hồ đo và cảm biến, sau đó lưu trữ vào cơ sở dữ liệu MySQL. Dữ liệu được đưa lên WebServer để hiển thị giao diện người dùng và truyền tín hiệu điều khiển ngược lại PLC. Đồng thời, dữ liệu thu thập cũng được đưa vào mô hình học máy để phân tích và cảnh báo bất thường. Hệ thống được thiết kế với sơ đồ thuật toán rõ ràng, cài đặt cấu hình thiết bị hợp lý và chương trình PLC tối ưu, thể hiện tính khả thi và hiệu quả trong giám sát, điều khiển và cảnh báo từ xa.

CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH

4.1 Báo cáo đánh giá kết quả và demo sản phẩm

Sau khi đấu nối các thiết bị dựa theo mô hình chính ta được mô hình demo có các chức năng và ứng dụng tương đương với phương án thiết kế đề xuất.



Hình 4-1: Mô phỏng mô hình từ các thiết bị

➤ Thu thập dữ liệu từ biến tần và điều khiển tốc độ động cơ từ WebServer



Hình 4-2: Hiển thị các giá trị của động cơ và điều chỉnh được tốc độ

➤ Thu thập dữ liệu từ đồng hồ

Thu thập các thông số như dòng điện, điện áp, cosphi, công suất...Việc thu thập dữ liệu năng lượng từ các thiết bị như biến tần và động hồ tự động lưu trữ và hiển thị.

Kết quả thu thập dữ liệu điện năng hiển thị trên màn hình LCD và trên Webserver như hình 4-3 và hình 4-4.



Hình 4-3: Dữ liệu từ đồng hồ được đưa về PLC thông qua Gateway



Hình 4-4: Hiển thị các thông số trên thời gian thực

➤ Cảnh báo các lỗi khi có sự cố

Các lỗi phổ biến như sụt áp, hệ số cosphi thấp... sẽ được thu thập từ các giá trị và so sánh với ngưỡng để xuất ra cảnh báo hiển thị trên Webserver như hình 4-5.



Hình 4-5: Cảnh báo sự cố

Ngoài ra còn có cảnh báo 5 phút 1 lần để dự báo sự cố quá dòng có thể xảy ra khi áp dụng học máy.



Hình 4-6: Cảnh báo dự đoán sự cố từ học máy

➤ **Hiện thị đồ thị trên thời gian thực**

Đồ thị được hiển thị từ dữ liệu thu thập được theo thời gian thực, đồ thị chỉ hiển thị các giá trị trong ngày và reset khi đến ngày mới. Muốn coi dữ liệu các ngày trước phải vào mục Lịch sử.

Như hiển thị trên hình 4-7 mô tả đường màu hồng là điện áp, đường màu xanh là dòng điện và đường màu vàng là công suất. Có thể nhấn vào từng đường để chỉ hiển thị 1 đường trên sơ đồ nhằm việc quan sát 1 cách chi tiết và cụ thể.



Hình 4-7: Đồ thị hiển thị thực tế

- Xuất dữ liệu điện năng tiêu thụ theo ngày tháng năm
Các dữ liệu thu thập được luôn lưu trữ xuống SQL và Web giúp truy vấn dữ liệu đó theo tên ngày tháng năm. Phục vụ cho báo cáo, xuất dữ liệu theo dõi ...

Dữ liệu điện năng bao gồm:

- Đồ thị Line 1
- Đồ thị năng lượng đầu vào
- Cảnh báo
- Công suất theo từng ngày tháng năm



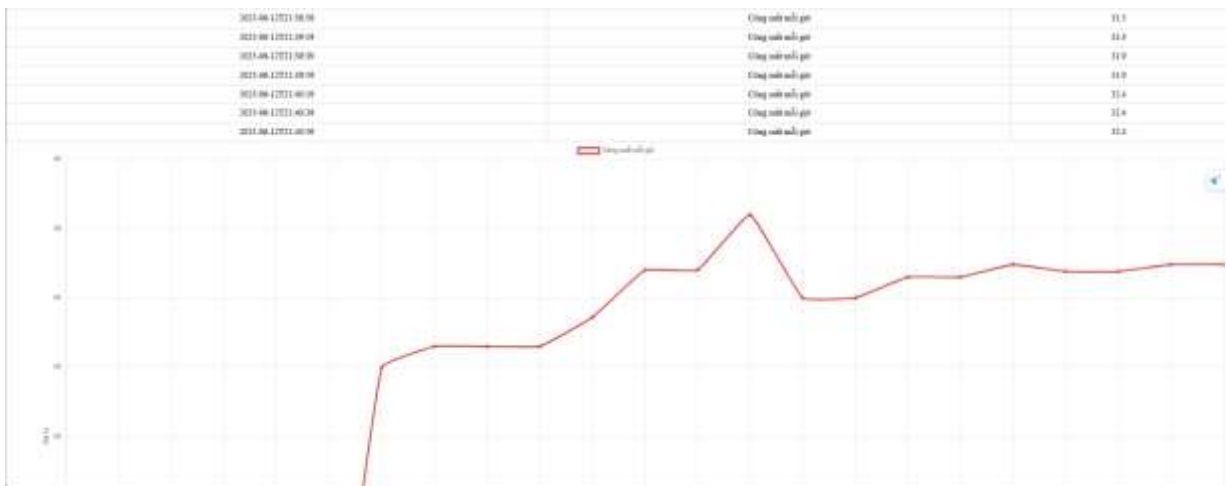
Hình 4-8: Lịch sử tra các dữ liệu

Cách thức truy vấn được thể hiện như hình 4-9 khi nhấn chọn ngày và tên đồ thị sẽ hiện ra dữ liệu và đồ thị từ MySQL.

Thời gian	Tên của báo	Giá trị
2023-06-12T09:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T09:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T09:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T09:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T10:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T10:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T10:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T10:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T11:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T11:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T11:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T11:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T12:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T12:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T12:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T12:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T13:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T13:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T13:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T13:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T14:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T14:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T14:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T14:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T15:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T15:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T15:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T15:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T16:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T16:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T16:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T16:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T17:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T17:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T17:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T17:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T18:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T18:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T18:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T18:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T19:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T19:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T19:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T19:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T20:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T20:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T20:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T20:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T21:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T21:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T21:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T21:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T22:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T22:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T22:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T22:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T23:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T23:15:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T23:30:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-12T23:45:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6
2023-06-13T00:00:00	Tổng suất tiêu giờ	10.6

Hình 4-9: Truy vấn chọn công suất trong ngày

Hình ảnh đồ thị lịch sử như hình 4-10 cũng được thể hiện trên Web cùng với các giá trị giúp quản lý và cung cấp hình ảnh trực quan cho người dùng.



Hình 4-10: Đồ thị công suất trong ngày

Ngoài ra còn có thể xuất ra Excel để lưu trữ và báo cáo xuống máy tính. Giúp quản lý dữ liệu tối ưu hơn.

	A	B	C
1	HS Hyosung		
2	Dữ liệu cảm biến		
3	Thời gian	Tên cảm biến	Giá trị
4	2025-06-12T20:48:18	Công suất mỗi giờ	N/A
5	2025-06-12T21:01:18	Công suất mỗi giờ	N/A
6	2025-06-12T21:11:48	Công suất mỗi giờ	N/A
7	2025-06-12T21:21:41	Công suất mỗi giờ	N/A
8	2025-06-12T21:34:58	Công suất mỗi giờ	N/A
9	2025-06-12T21:34:58	Công suất mỗi giờ	N/A
10	2025-06-12T21:35:18	Công suất mỗi giờ	25
11	2025-06-12T21:35:38	Công suất mỗi giờ	26.5
12	2025-06-12T21:35:58	Công suất mỗi giờ	26.5
13	2025-06-12T21:36:18	Công suất mỗi giờ	26.5
14	2025-06-12T21:36:38	Công suất mỗi giờ	28.6
15	2025-06-12T21:36:59	Công suất mỗi giờ	32
16	2025-06-12T21:37:19	Công suất mỗi giờ	32
17	2025-06-12T21:37:39	Công suất mỗi giờ	36
18	2025-06-12T21:37:59	Công suất mỗi giờ	30
19	2025-06-12T21:38:19	Công suất mỗi giờ	30
20	2025-06-12T21:38:39	Công suất mỗi giờ	31.5
21	2025-06-12T21:38:59	Công suất mỗi giờ	31.5
22	2025-06-12T21:39:19	Công suất mỗi giờ	32.4
23	2025-06-12T21:39:39	Công suất mỗi giờ	31.9
24	2025-06-12T21:39:59	Công suất mỗi giờ	31.9
25	2025-06-12T21:40:19	Công suất mỗi giờ	32.4
26	2025-06-12T21:40:39	Công suất mỗi giờ	32.4
27	2025-06-12T21:40:59	Công suất mỗi giờ	32.4
28	2025-06-12T21:41:20	Công suất mỗi giờ	32.4
29	2025-06-12T21:41:40	Công suất mỗi giờ	32.4
30	2025-06-12T21:42:00	Công suất mỗi giờ	32.4
31	2025-06-12T21:42:20	Công suất mỗi giờ	32.4
32	2025-06-12T21:42:40	Công suất mỗi giờ	32.4
33	2025-06-12T21:43:00	Công suất mỗi giờ	32.4
34	2025-06-12T21:43:20	Công suất mỗi giờ	32.4
35	2025-06-12T21:43:40	Công suất mỗi giờ	32.4
36	2025-06-12T21:44:00	Công suất mỗi giờ	32.4

Hình 4-11: Xuất dữ liệu Excel công suất trong ngày

4.2 Tính ứng dụng và phát triển của đề tài

Giải pháp hoàn toàn có thể ứng dụng vào giám sát năng lượng nhà máy với đầy đủ các chức năng trên, có thể quản lý được nhiều loại đối tượng như nhà máy sản xuất, trang trại chăn nuôi, các tòa nhà văn phòng hoặc các khu tương tự. Sản phẩm có thể tùy chỉnh công nghệ linh hoạt phù hợp với từng đối tượng khách hàng.

- Giải pháp giúp thu thập dữ liệu lưu trữ theo dõi hiển thị tất cả các dữ liệu liên quan đến năng lượng cập nhập nhanh chóng và kịp thời đáp ứng theo thời gian thực.
 - Làm cơ sở cho người vận hành có biện pháp tối ưu lại hệ thống điện trong nhà máy, cảnh báo những bất thường và đề xuất bảo trì dự đoán cho thiết bị
 - Giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí, thời gian tiến dần đến số hóa nhà máy.
-

KẾT LUẬN

Hệ thống giám sát năng lượng được xây dựng trong khuôn khổ đề án đã cho thấy hiệu quả bước đầu trong việc thu thập, hiển thị và phân tích dữ liệu tiêu thụ điện năng theo thời gian thực. Ưu điểm nổi bật là khả năng tích hợp học máy để phát hiện bất thường và dự đoán sự cố, giúp nâng cao độ tin cậy và tối ưu hóa vận hành thiết bị. Giao diện trực quan, khả năng mở rộng cao và chi phí đầu tư hợp lý cũng là những điểm mạnh đáng ghi nhận.

Tuy nhiên, đề án vẫn còn một số hạn chế như: phạm vi triển khai chỉ dừng ở mô hình thử nghiệm quy mô nhỏ, thuật toán học máy chưa được tối ưu hóa sâu cho từng loại thiết bị cụ thể, và thiếu tích hợp hệ thống điều khiển phản hồi (feedback control) để can thiệp trực tiếp khi phát hiện bất thường.

Trong tương lai, có thể mở rộng hệ thống theo hướng:

- Tích hợp thêm nhiều cảm biến giám sát các thông số môi trường như nhiệt độ, độ rung, áp suất...
- Phát triển dashboard web/mobile để giám sát từ xa qua cloud.
- Huấn luyện các mô hình học máy nâng cao hơn, chẩn đoán nhiều sự cố hơn.
- Kết nối hệ thống với phần mềm ERP (Enterprise Resource Planning) hoặc hệ thống quản lý sản xuất để tối ưu toàn diện.

Việc tiếp tục phát triển theo các hướng này sẽ giúp nâng tầm hệ thống từ giám sát đơn thuần lên mức quản lý năng lượng toàn diện, tiến gần hơn đến mô hình nhà máy thông minh (Smart Factory) trong kỷ nguyên công nghiệp 4.0.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Tiên Trung – Vũ Quang Hồi, “HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT VÀ THU THẬP DỮ LIỆU SCADA”
- [2] Lê Tiến Dũng, Slide “GIỚI THIỆU SCADA TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN”
- [3] Nguyễn Thị Kim Trúc, Slide “MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP & HỆ SCADA”
- [4] Joel Murach – Ray Harris. “LẬP TRÌNH CƠ BẢN PHP AND MYSQL”
- [5] [Giải thích chi tiết về mạng Long Short-Term Memory \(LSTM\) – The blog of Nguyen Truong Long](#)
- [6] [Học máy \(Machine learning\) là gì? Phân loại các thuật toán học máy – Data Science Basic](#)
- [7] Phạm Hữu Khang, “GIÁO TRÌNH LẬP TRÌNH WEB BẰNG ASP”

Ghi chú:

Sinh viên xem “Quy định về liên chính học thuật” ban hành kèm theo Quyết định số 29/QĐ-ĐHBK ngày 09/01/2017 và “Hướng dẫn trích dẫn và lập Danh mục tài liệu tham khảo” được ban hành theo văn bản số 30/HD-ĐHBK ngày 09/01/2017 để thực hiện trích dẫn và lập Danh mục tài liệu tham khảo.