

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 HOÁ

ĐỀ TÀI:
THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT NGUỒN DỰ PHÒNG ATS
CHO CÁC TRẠM BTS

Giảng viên hướng dẫn : **TS. Nguyễn Hoàng Mai**

Sinh viên thực hiện :

1. Đỗ Viết Huy-MSSV: 105200334-LỚP:20TDH2

2. Phan Ngọc Thịnh-MSSV:105200345-LỚP:20TDH2

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Thiết bị đóng cắt nguồn dự phòng ATS cho các trạm BTS

Sinh viên thực hiện: Đỗ Viết Huy

Số thẻ SV: 105200334 Lớp: 20TDH2

Sinh viên thực hiện: Phan Ngọc Thịnh

Số thẻ SV: 105200345 Lớp: 20TDH2

Trong hệ thống thông tin di động, các trạm BTS (Base Transceiver Station) đóng vai trò then chốt trong việc truyền nhận tín hiệu. Để đảm bảo tính liên tục và ổn định trong hoạt động, các trạm BTS cần được cung cấp điện năng liên tục, ngay cả khi nguồn điện lưới gặp sự cố. Do đó, việc thiết kế và triển khai hệ thống chuyển nguồn tự động ATS (Automatic Transfer Switch) là cần thiết nhằm tự động chuyển đổi giữa nguồn điện lưới và nguồn dự phòng (máy phát điện).

Đồ án này tập trung nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thiết bị ATS có khả năng:

Tự động giám sát tình trạng điện áp nguồn lưới.

Khi mất điện, tự động khởi động máy phát và chuyển mạch sang nguồn dự phòng.

Khi điện lưới trở lại ổn định, tự động chuyển lại và tắt máy phát sau thời gian trễ an toàn.

Có tính năng điều khiển bằng tay trong trường hợp cần thiết.

Hệ thống sử dụng PLC Siemens LOGO!, kết hợp với các cảm biến điện áp, rơ le, contactor, và các mạch bảo vệ để đảm bảo hoạt động an toàn và chính xác. Đồng thời, giao diện giám sát và điều khiển có thể hiển thị trạng thái nguồn, cảnh báo lỗi và ghi nhận lịch sử chuyển mạch.

Thiết bị ATS được thiết kế phù hợp với điều kiện môi trường của các trạm BTS, hoạt động ổn định, dễ bảo trì, giúp nâng cao độ tin cậy trong việc cung cấp điện và giảm thiểu thời gian gián đoạn dịch vụ viễn thông.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Đỗ Viết Huy	105200334	20TDH2	Kỹ thuật điều khiển và tự động hoá
2	Phan Ngọc Thịnh	105200345	20TDH2	Kỹ thuật điều khiển và tự động hoá

1. Tên đề tài đồ án:

Thiết bị đóng cắt nguồn dự phòng ATS cho các trạm BTS

2. Đề tài thuộc diện: ☐ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

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

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Đỗ Viết Huy	Làm phần cơ khí của dự án, nối dây các thiết bị, viết báo cáo
2	Phan Ngọc Thịnh	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Đỗ Viết Huy	Viết code cho vi điều khiển, phần đo lường hệ thống
2	Phan Ngọc Thịnh	Viết code cho PLC, tính toán chọn các thiết bị

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

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Đỗ Viết Huy	Các bản vẽ về sơ đồ nguyên lý của hệ thống
2	Phan Ngọc Thịnh	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Đỗ Viết Huy	Bản vẽ sơ đồ khối, sơ đồ chi tiết của hệ thống, giản đồ thời gian
2	Phan Ngọc Thịnh	Bản vẽ cho phần tính chọn ắc quy, thiết kế mạch sạc ắc quy

<i>6. Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phần/ Nội dung:</i>
TS. Nguyễn Hoàng Mai	Hướng dẫn cho việc thiết kế mô hình và giao diện của hệ thống

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 6/3/2023

8. Ngày hoàn thành đồ án: 26/6/2023

Đà Nẵng, ngày tháng 6 năm 2025

Trưởng Bộ môn Tự động hóa

Người hướng dẫn

TS. Giáp Quang Huy

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên: Đỗ Viết Huy

Số thẻ SV : 105200334

Họ tên sinh viên: Phan Ngọc Thịnh

Số thẻ SV : 105200345

Tên đề tài ĐATN:

Thiết bị đóng cắt nguồn dự phòng ATS cho các trạm BTS

Họ tên người HD: _____ Đơn vị:

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		đã thực hiện (%)	tiếp tục thực hiện (%)	
1				
2				
3				
4		Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
5				
6				
7				
8		Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
9				
10				
11				
12		Duyệt lần 3: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Trong thời gian làm đồ án vừa qua, với sự cố gắng nỗ lực của bản thân cùng với sự giúp đỡ và chỉ bảo tận tình của thầy giáo TS. Nguyễn Hoàng Mai trong đồ án tốt nghiệp, nhóm em đã hoàn thành xong đồ án của mình. Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng đã cung cấp cho em những kiến thức quý báu làm nền tảng cho những nghiên cứu của em trong đồ án này.

Và sau cùng, xin cảm ơn tất cả bạn bè, đồng nghiệp đã luôn có những hỗ trợ, động viên, giúp đỡ trong những ngày hoàn thành đề tài. Trong quá trình hoàn thành báo cáo đồ án, với kiến thức còn hạn chế nên khó có thể tránh khỏi các khiếm khuyết. Em mong nhận được sự nhận xét, góp ý của các thầy cô giáo để bản thiết kế của em được hoàn chỉnh hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Tôi xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung của **Thiết bị đóng cắt nguồn dự phòng ATS cho các trạm BTS** là kết quả của quá trình học tập, nghiên cứu và làm việc trung thực của cá nhân tôi.

Tôi không sao chép nội dung của bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào khác mà không trích dẫn rõ ràng nguồn gốc. Mọi tài liệu, số liệu, hình ảnh, bảng biểu, trích dẫn... được sử dụng trong bài đều đã được tham khảo và ghi rõ nguồn theo đúng quy định về đạo đức học thuật.

Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính trung thực và liêm chính trong toàn bộ nội dung của bài làm này. Nếu phát hiện có sự gian lận, sao chép hay vi phạm đạo đức học thuật, tôi xin hoàn toàn chịu mọi hình thức xử lý theo quy định của nhà trường.

Sinh viên thực hiện

MỤC LỤC

TÓM TẮT	1
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	2
PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	4
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN	5
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT	6
MỤC LỤC	7
DANH SÁCH HÌNH ẢNH	10
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT	12
MỞ ĐẦU	0
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ BỘ ATS TRONG TRẠM BTS	1
1.1 Tổng quan về BTS	1
1.1.1 Trạm BTS - Base Transceiver Station	1
1.1.2 Các thành phần chính của BTS:	2
1.1.3 Phân loại BTS	2
1.2 Tổng quan về Bộ ATS	3
1.2.1 ATS là gì	3
1.2.2 Chức năng chính của ATS	3
1.2.3 Các thành phần cơ bản của ATS	3
1.2.4 Vai trò của ATS	4
1.2.5 Phân loại	4
(a) Nguồn cấp điện không gián đoạn U.P.S(Uninterruptible Power Supply)	4
(b) ATS lưới lưới	5
(c) ATS cho 2 nguồn: Một nguồn lưới chính- một nguồn máy phát dự phòng	6
1.3 Tính cần thiết	7
1.4 Thực tế hiện trạng	8
1.5 Giải pháp	9
1.6 Dự kiến kết quả đạt được	10
1.7 Kết luận	10
CHƯƠNG 2. BỘ ATS TRONG TRẠM BTS	11
2.1 Cấu trúc	11
2.1.1 Sơ đồ khối hệ thống	11
2.1.2 Sơ đồ chi tiết hệ thống	12

2.2 Nguyên lý hoạt động	13
2.3 Tính toán chọn thiết bị cho bộ ATS	14
2.3.1 Tính công suất tải (P)	14
2.3.2 Tính chọn Ấc quy đề máy phát	16
2.3.3 Thiết kế bộ sạc cho Ấc quy	17
(a) Tính cần thiết	17
(b) Thiết kế bộ sạc	18
2.3.4 Tính tiết diện dây dẫn (tiết diện cáp)	20
2.3.3 Chọn MCCB/CB đầu vào	21
2.3.4 Các yêu cầu đối với bộ ATS	21
2.4 Đo lường hệ thống	21
2.4.1 Đo dung lượng ắc quy	21
(a) Tính cần thiết	21
(b) Tiến hành	22
2.4.2 Đo các thông số máy phát	23
(a) Đo lượng dầu Diesel	23
(b) Đo thông số của nguồn điện máy phát	24
2.4.3 Đo điện áp hệ thống	25
2.5 Đề xuất cho hệ thống	26
2.5.1 Phần cứng của hệ thống	26
2.5.2 Phần mềm của hệ thống	27
CHƯƠNG 3 : THIẾT KẾ XÂY DỰNG CHO BỘ ATS	28
3.1 Tính chọn thiết bị cho hệ thống	28
3.1.1 Máy phát điện	28
3.1.2 Bộ điều khiển trung tâm PLC logo Siemens	30
3.1.3 MCB (Miniature Circuit Breake)	30
3.1.4 Contactor	31
3.1.5 Relay trung gian	31
3.1.6 Ấc quy	32
3.1.7 Arduino	32
3.1.8 LCD	32
3.1.9 Cắm biến điện áp	33
3.1.10 Module relay	33
3.1.11 Đèn báo	33
3.1.12 Quạt làm mát	34

3.1.13 Nguồn tổ ong	34
3.1.14 Vỏ tủ điện	34
3.2 Thiết kế hệ thống	36
3.2.1 Bản vẽ hệ thống	36
3.2.2 Lưu đồ thuật toán của hệ thống.....	36
3.2.3 Lập trình với phần mềm Logo soft comfort 8.3.....	38
(a) Giới thiệu về phần mềm	38
(b) Các bước tạo dự án.....	38
(c) Tiến hành lập trình dự án.....	40
3.2.4 Giao diện giám sát hệ thống.....	45
(a) Lợi ích	45
(b) Thực hiện	46
CHƯƠNG 4 MÔ PHỎNG THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ	52
4.1 Mô phỏng hệ thống.....	52
4.1.1 Mô hình mô phỏng	52
4.1.2 Tiến hành mô phỏng.....	52
4.1.3 Phân tích kết quả	54
4.2 Mô hình thực nghiệm	55
4.2.1 Sơ đồ thiết bị chi tiết	55
4.2.2 Quá trình thiết kế.....	55
4.2.3 Kết quả thực nghiệm	56
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	0
PHỤ LỤC 1	0

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. 1 Sơ đồ của trạm BTS trong thực tế	1
Hình 1. 2 Cấu trúc của hệ thống ATS	3
Hình 1. 3 Sơ đồ nguyên lý của nguồn cấp điện gián đoạn UPS	4
Hình 1. 4 Sơ đồ nguyên lý của ATS lưới lưới	6
Hình 2. 1 Sơ đồ khối của bộ ATS trong trạm BTS	11
Hình 2. 2 Sơ đồ chi tiết của bộ ATS	12
Hình 2. 3 Giảm đồ thời gian của bộ ATS	14
Hình 2. 4 Giảm đồ thời gian của việc khởi động đề máy phát	14
Hình 2. 5 Các phương pháp đấu nối đối vớiẮc quy	16
Hình 2. 6 Sơ đồ kết nối giữaẮc quy đề với máy phát	17
Hình 2. 7 Sơ đồ thiết kế mạch sạc cho ắc quy 24V	20
Hình 2. 8 Biểu đồ quan hệ của tín hiệu Analog và giá trị điện áp	26
Hình 3. 1 Cấu tạo của máy phát điện	28
Hình 3. 2 Bản vẽ phác thảo của tủ điện ATS 63A	36
Hình 3. 3 Lưu đồ thuật toán của hệ thống	37
Hình 3. 4 Giao diện làm việc của LOGO Soft comfort	39
Hình 3. 5 Màn hình mô phỏng của phần mềm	39
Hình 3. 6 Màn hình thiết lập kết nối với PLC	40
Hình 3. 7 Danh sách các biến đầu vào và đầu ra cho dự án	41
Hình 3. 8 Khối Analog Comparator để so sánh giá trị điện áp	42
Hình 3. 9 Mô phỏng tín hiệu điện áp lưới với 2 đầu vào	43
Hình 3. 10 Mô phỏng tín hiệu điện áp dự phòng với 2 tín hiệu đầu vào	43
Hình 3. 11 Mô phỏng tín hiệu đề máy phát	43
Hình 3. 12 Khối phát xung	44
Hình 3. 13 Khối đếm xung lên xuống	45
Hình 3. 14 Code PLC cho dự án	45
Hình 3. 15 Các bước tiến hành cấu hình Kep Ware (Bước 1)	47
Hình 3. 16 Các bước tiến hành cấu hình Kep Ware (Bước 2)	47
Hình 3. 17 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 1)	48
Hình 3. 18 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 2)	49
Hình 3. 19 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 3)	49
Hình 3. 20 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 4)	50
Hình 3. 21 Giao diện giám sát hệ thống trên Website	51
Hình 4. 1 Mô hình mô phỏng toàn dự án	52
Hình 4. 2 Mô phỏng tín hiệu điện áp lưới có tín hiệu	52
Hình 4. 3 Mô phỏng tín hiệu điện áp dự phòng có tín hiệu	53
Hình 4. 4 Mô phỏng tín hiệu đề máy phát khi tín hiệu điện dự phòng không ổn định	53
Hình 4. 5 Mô phỏng tín hiệu cấm đề máy phát khi khởi động máy phát không thành công ...	54
Hình 4. 6 Khi tín hiệu điện áp lưới trở lại thì chuyển tải sang lại nguồn điện lưới	54
Hình 4. 7 Sơ đồ kết nối giữa các thiết bị trong dự án	55

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2. 1 Bảng tính toán công suất tiêu thụ của một trạm BTS tiêu chuẩn.....	15
Bảng 2. 2 Bảng các tiêu chí để chọn máy phát điện.....	15
Bảng 2. 3 Các tiêu chí để tính chọn Ấc quy đề máy phát.....	16
Bảng 2. 4 Bảng các giá trị điện áp tham chiếu với trạng thái bình ắc quy	22
Bảng 2. 5 Bảng các giá trị điện áp tham chiếu với trạng thái của 2 bình ắc quy nối tiếp	22
Bảng 2. 6 Bảng các thành phần cơ bản của phép đo	23
Bảng 2. 7 Các mức xuất tín hiệu của cảm biến điện dung	24
Bảng 2. 8 Các giá trị đầu ra của mức dầu dựa theo điện áp đo được	24
Bảng 3. 1 Thông số kỹ thuật của máy phát điện Cummins Diesel 10kw 12kVA.....	30
Bảng 3. 2 Bảng thông số kỹ thuật của PLC LOGO.....	30
Bảng 3. 3 Bảng thông số kỹ thuật của MCB	31
Bảng 3. 4 Bảng thông số kỹ thuật của khởi động từ.....	31
Bảng 3. 5 Bảng thông số kỹ thuật của relay trung gian LY2N 24V 10A 220VAC 8 Chân	31
Bảng 3. 6 Bảng thông số kỹ thuật của Ấc quy N150 MF (12V - 150Ah).....	32
Bảng 3. 7 Bảng thông số kỹ thuật của Arduino Uno R3	32
Bảng 3. 8 Bảng thông số kỹ thuật của cảm biến điện áp.....	33
Bảng 3. 9 Bảng thông số kỹ thuật của module relay	33
Bảng 3. 10 Bảng thông số kỹ thuật của quạt làm mát	34
Bảng 3. 11 Bảng thông số kỹ thuật của bộ nguồn tổ ong 5V	34
Bảng 3. 12 Bảng thống kê các thiết bị sử dụng	34
Bảng 3. 13 Các tính năng của phần mềm Logo soft comfort 8.3	38
Bảng 4. 1 Các công việc trong quá trình thiết kế dự án	55
Bảng 4. 2 Bảng đối chiếu quá trình thực nghiệm	58

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

KÝ HIỆU:

CHỮ VIẾT TẮT:

BTS: Base Transceiver Station

ATS: Automatic Transfer Switch

PLC: Programmable Logic Controller

U.P.S: Uninterruptible Power Supply

LCD: Liquid Crystal Display

MỞ ĐẦU

1. Mục đích thực hiện đề tài

-Mục đích của đề tài là thiết kế và xây dựng một hệ thống ATS (Automatic Transfer Switch) để tự động chuyển đổi nguồn điện lưới và máy phát dự phòng cho các trạm BTS (Base Transceiver Station) nhằm đảm bảo nguồn điện ổn định, liên tục, tránh tình trạng gián đoạn dịch vụ viễn thông khi xảy ra sự cố mất điện. Việc triển khai ATS giúp tăng tính tự động hóa, giảm thiểu sự can thiệp thủ công và nâng cao hiệu quả vận hành của trạm BTS.

2. Mục tiêu đề tài

-Thiết kế mạch điều khiển bộ ATS sử dụng PLC hoặc vi điều khiển để giám sát và điều khiển chuyển đổi nguồn.

-Thiết kế giao diện giám sát hoạt động ATS và hiển thị trạng thái nguồn điện, chế độ vận hành.

-Tích hợp các cảm biến điện áp, thiết bị đóng cắt, bộ điều khiển và bảo vệ trong hệ thống ATS.

3. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

*Phạm vi nghiên cứu:

-Tập trung vào việc thiết kế, mô phỏng và lập trình điều khiển bộ ATS cho trạm BTS.

-Áp dụng cho trạm BTS có hai nguồn cấp: điện lưới và máy phát dự phòng

-Thiết kế có thể mô phỏng bằng phần mềm như TIA Portal, Proteus, hoặc PLC LOGO! Soft Comfort.

-Không bao gồm phần thiết kế chi tiết của máy phát hoặc hệ thống phân phối điện trung thế.

*Đối tượng nghiên cứu:

-Các thành phần trong hệ thống ATS: thiết bị đóng cắt, contactor, relay trung gian, cảm biến điện áp, bộ điều khiển (PLC/vi điều khiển).

-Cách thức hoạt động và yêu cầu của một trạm BTS trong lĩnh vực viễn thông.

-Các tình huống mất điện, chuyển nguồn và phục hồi nguồn.

4. Cấu trúc của đồ án tốt nghiệp

- Nội dung 1: Tổng quan về bộ ATS trong trạm BTS.

- Nội dung 2: Bộ ATS trong trạm BTS

- Nội dung 3: Thiết kế, xây dựng cho bộ ATS

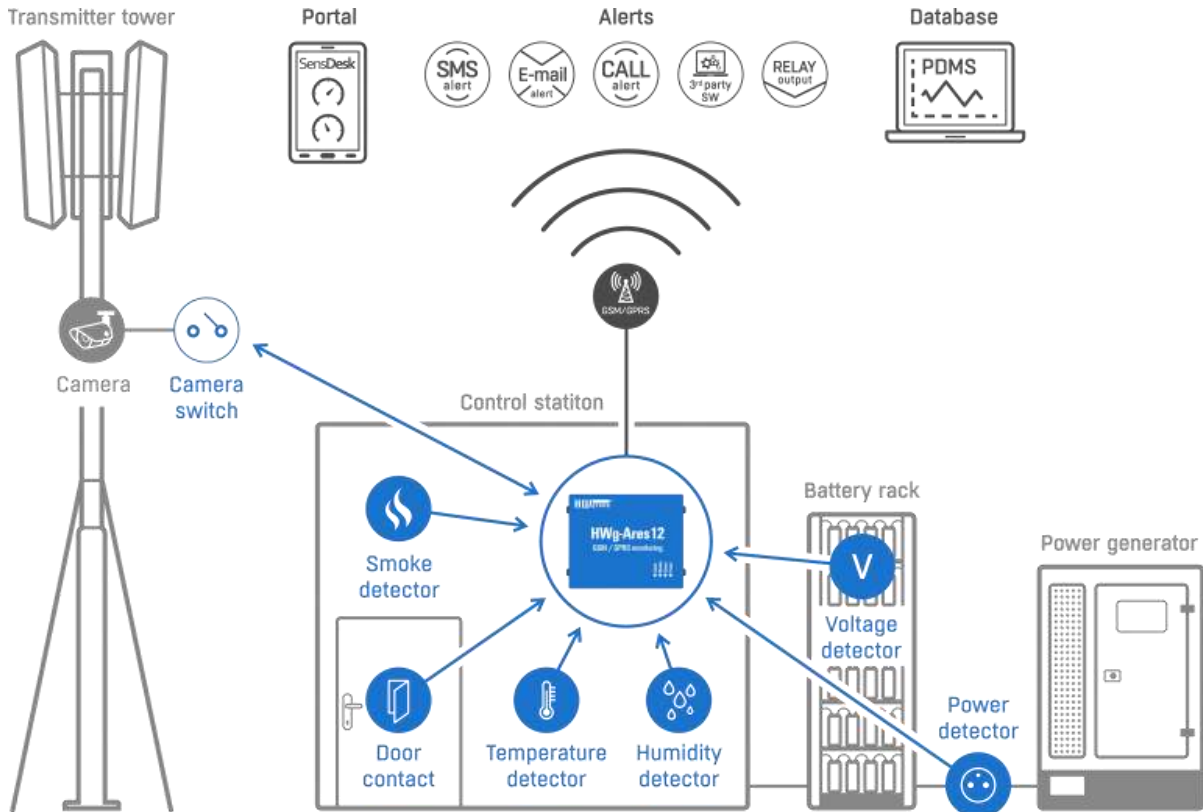
- Nội dung 4: Mô phỏng, thực nghiệm và đánh giá

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ BỘ ATS TRONG TRẠM BTS

1.1 Tổng quan về BTS

1.1.1 Trạm BTS - Base Transceiver Station

- BTS (Base Transceiver Station) hay còn gọi là trạm thu phát sóng là một phần quan trọng trong hệ thống mạng di động. Nó thực hiện nhiệm vụ giao tiếp vô tuyến giữa thiết bị đầu cuối (điện thoại di động, máy tính bảng, v.v.) và hệ thống mạng di động (như mạng GSM, UMTS, LTE).



Hình 1. 1 Sơ đồ của trạm BTS trong thực tế

- Chức năng chính của BTS:
 - Thu và phát tín hiệu vô tuyến: Truyền và nhận tín hiệu thoại, dữ liệu từ thiết bị di động.
 - Mã hóa và giải mã tín hiệu: Đảm bảo an toàn và chất lượng tín hiệu truyền qua mạng.
 - Quản lý tài nguyên vô tuyến: Phân bổ kênh tần số, điều chỉnh công suất phát theo nhu cầu thực tế.
 - Hỗ trợ handover: Giúp thiết bị di động chuyển vùng liên tục giữa các trạm BTS khác nhau mà không mất kết nối.

1.1.2 Các thành phần chính của BTS:

- Bộ thu phát (Transceiver - TRX): Phụ trách truyền và nhận tín hiệu trên một dải tần nhất định.
- Anten: Truyền tín hiệu vô tuyến tới thiết bị đầu cuối, đồng thời thu tín hiệu phản hồi.
- Bộ điều khiển BTS (BCU - Base Control Unit): Quản lý các hoạt động nội bộ của BTS và giao tiếp với thiết bị mạng cao hơn (như BSC - Base Station Controller).
- Bộ cấp nguồn: Cung cấp năng lượng cho toàn bộ trạm BTS.
- Thiết bị giám sát: Theo dõi tình trạng hoạt động và báo lỗi khi cần thiết.

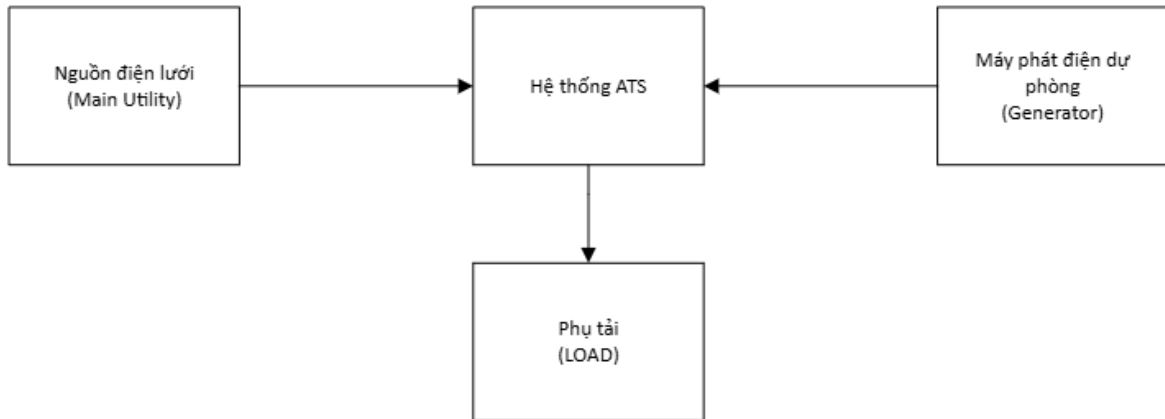
1.1.3 Phân loại BTS

- Macro BTS: Công suất lớn, phủ sóng khu vực rộng (thành phố, ngoại ô).
- Micro BTS: Công suất thấp hơn, dùng cho vùng đô thị đông đúc hoặc trong nhà.
- Pico BTS: Rất nhỏ, thường dùng trong tòa nhà văn phòng, trung tâm thương mại.
- Femto BTS: Kích thước siêu nhỏ, sử dụng cho hộ gia đình hoặc doanh nghiệp nhỏ.

1.2 Tổng quan về Bộ ATS

1.2.1 ATS là gì

- ATS(Automatic Tranfer Switch) là hệ thống điều khiển dùng chuyển đổi phụ tải đang được cung cấp từ lưới điện chính(Main Power) sang nguồn dự phòng khi mà lưới điện chính xảy ra các sự cố như: mất điện, tăng áp, quá áp,... Và khi lưới điện có thể hoạt động ổn định trở lại, hệ thống ATS sẽ chuyển đổi phụ tải vận hành với lưới điện chính.



Hình 1. 2 Cấu trúc của hệ thống ATS

1.2.2. Chức năng chính của ATS

- Giám sát điện lưới liên tục: Theo dõi điện áp, tần số, và tình trạng điện lưới.
- Chuyển đổi nguồn tự động: Khi điện lưới mất hoặc không ổn định, ATS tự động ra lệnh khởi động máy phát và chuyển tải sang máy phát điện.
- Chuyển lại điện lưới khi phục hồi: Khi điện lưới ổn định trở lại, ATS tự động chuyển tải trở về điện lưới và ngắt máy phát.
- Bảo vệ thiết bị: Đảm bảo hệ thống điện không bị mất điện đột ngột, tránh hư hỏng thiết bị nhạy cảm.

1.2.3 Các thành phần cơ bản của ATS

- Bộ điều khiển (Controller): Là bộ não của ATS, lập trình để giám sát điện áp và điều khiển việc chuyển đổi nguồn.
- Contactor hoặc Circuit Breaker: Các thiết bị đóng cắt giúp thực hiện việc chuyển đổi giữa các nguồn điện.
- Nguồn cấp điều khiển: Cung cấp điện cho các thiết bị điều khiển bên trong ATS.
- Cảm biến điện áp: Giúp bộ điều khiển xác định tình trạng điện lưới và nguồn dự phòng.

1.2.4 Vai trò của ATS

- Đảm bảo liên tục nguồn điện cho các hệ thống quan trọng như bệnh viện, trung tâm dữ liệu, tòa nhà văn phòng, nhà máy sản xuất.
- Tự động hóa hệ thống điện: Giảm sự can thiệp của con người, tăng độ an toàn và tính ổn định.
- Giảm thời gian mất điện: Giúp tải nhanh chóng được cấp lại điện mà không cần thao tác thủ công

1.2.5 Phân loại

Tùy thuộc vào nguồn cấp dự phòng người ta phân ATS ra làm 3 loại sau:

- ATS cho 2 nguồn: 1 nguồn lưới chính - 1 nguồn Acquy(nguyên lý bộ U.P.S).
- ATS cho 2 nguồn: 1 nguồn lưới chính - 1 nguồn lưới dự phòng.
- ATS cho 2 nguồn: 1 nguồn lưới chính - 1 nguồn là máy phát dự phòng.

(a) Nguồn cấp điện không gián đoạn U.P.S(Uninterruptible Power Supply)

Nguyên lý cơ bản của nguồn U.P.S là một thiết bị có nguồn đầu vào nối với lưới điện, đầu ra nối với các thiết bị, bên trong U.P.S có một bộẮc quy khô. Khi mất điện bất thường U.P.S lấy điện từ Ắc quy cung cấp cho thiết bị, đảm bảo cho thiết bị tiêu thụ điện được cung cấp một cách liên tục.

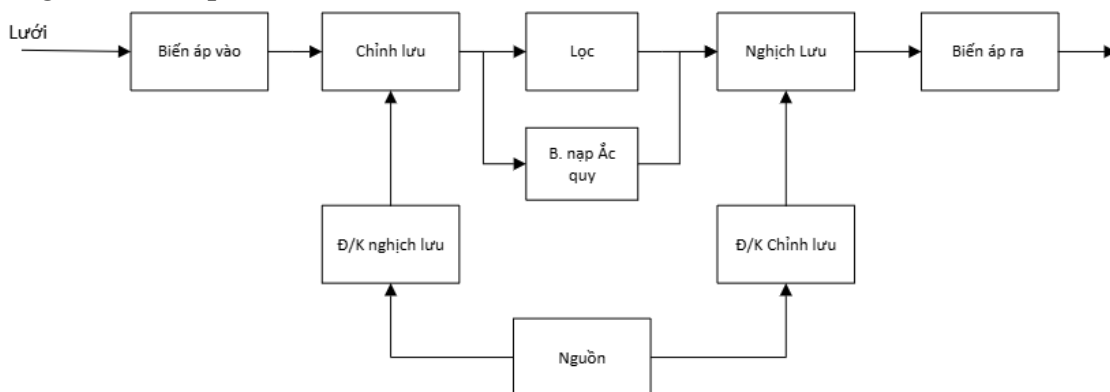
Về tính năng và công dụng, hiện nay các nhà kỹ thuật phân chia U.P.S thành hai loại:

+ *Standby U.P.S* + *Online U.P.S*

Standby U.P.S: là nguồn làm việc ở chế độ chờ, có nghĩa là: Khi có điện áp lưới cung cấp cho tải thì U.P.S làm nhiệm vụ tích trữ năng lượng. Khi mất điện lưới thì năng lượng tích lũy trước đó được thông qua mạch chuyển cung cấp cho tải.

Online U.P.S: là nguồn làm việc thường xuyên, nghĩa là điện áp của lưới được đưa qua một bộ xử lý trung gian rồi mới được đưa ra tải. Trong trường hợp này bước xử lý trung gian này luôn hoạt động để cung cấp năng lượng cho tải.

Đối với nguồn Online U.P.S thì tốc độ chuyển mạch nhanh, độ tin cậy cao, chất lượng điện áp ra ổn định. Đối với nguồn Standby U.P.S thì độ chuyển mạch chậm ảnh hưởng đến điện áp ra.

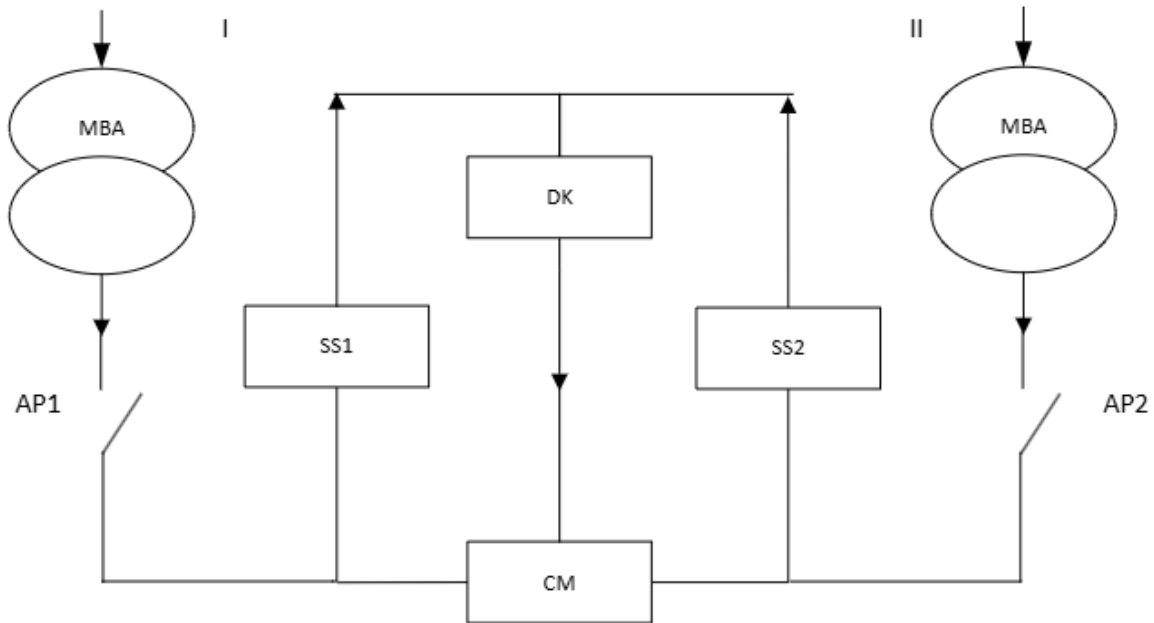


Hình 1. 3 Sơ đồ nguyên lý của nguồn cấp điện gián đoạn UPS

- Chức năng của các khối:

- Biến áp vào: Hạ áp từ điện áp lưới 220V xuống điện áp 24 – 48V dùng để nạp cho ắc quy. Cách ly giữa hệ thống lưới và chống ngắn mạch nguồn.
- Chỉnh lưu: Tạo điện áp một chiều dùng cho việc nạp ắc quy và đưa tới bộ nghịch lưu.
- Lọc chỉnh lưu: San phẳng điện áp ra từ bộ chỉnh lưu để đưa đến bộ nghịch lưu nhằm nâng cao chất lượng điện áp ra ở đầu ra nghịch lưu.
- Nghịch lưu: Biến áp điện áp một chiều lấy từ đầu ra của nghịch lưu thành điện áp xoay chiều tần số $f = 50\text{Hz}$ cấp cho tải.
- Biến áp ra: Tăng điện áp từ 24- 48V lên 220V phù hợp theo yêu cầu của tải.
- Mạch nạp ắc quy: Dùng để điều khiển việc nạp ắc quy. Khi có điện ắc quy là nơi tích trữ năng lượng. Khi đó dưới sự điều khiển của mạch điều khiển nạp thì ắc quy được nạp. Khi điện áp trên ắc quy tăng đến một mức nào đó thì mạch điều khiển sẽ cắt việc nạp ắc quy.
- Acquy: là nơi tích trữ năng lượng khi có điện áp nguồn 220V và là nơi cung cấp năng lượng cho các phụ tải khi lưới điện bị mất. Thời gian duy trì điện của U.P.S phụ thuộc rất nhiều vào dung lượng của ắc quy.
- Điều khiển chỉnh lưu: Điều khiển góc mở của các thyristor trong mạch chỉnh lưu sao cho điện áp ra sau chỉnh lưu ổn định theo yêu cầu.
- Điều khiển nghịch lưu: Điều khiển thời gian dẫn của các van hợp lý sao cho điện áp cung cấp cho tải là không đổi hoặc thay đổi rất nhỏ. Mạch điều khiển này đóng vai trò quan trọng như một bộ ổn áp hoạt động song song với bộ nghịch lưu.
- Nguồn: Dùng để cung cấp các mức điện áp khác nhau cho hai bộ điều khiển chỉnh lưu và nghịch lưu

(b) ATS lưới lưới



Hình 1. 4 Sơ đồ nguyên lý của ATS lưới lưới

Trong đó:

I, II : nguồn cung cấp

MBA- máy biến áp

AP1, AP2 Aptomat bảo vệ mạch động lực

SS1, SS2- khối so sánh

CM : bộ chuyển mạch

- Trong trường hợp phụ tải được cấp điện từ lưới và nguồn dự phòng cũng được lấy từ lưới qua 1 máy biến áp vận hành song song như hình số 1 thì nguyên lý làm việc của bộ tự động chuyển nguồn sẽ như sau:

- Hoạt động của ATS so với 2 nguồn cấp được duy trì ở 2 chế độ đó là nếu ATS đưa nguồn lưới chính vào làm việc thì nó sẽ cắt nguồn dự phòng ra và ngược lại, tức là nó làm việc theo nguyên tắc “cần bập bênh” không bao giờ có hiện tượng đóng cả 2 nguồn cấp tới tải cùng một lúc hoặc là cắt cả 2 nguồn cấp tới tải.

(c) ATS cho 2 nguồn: Một nguồn lưới chính- một nguồn máy phát dự phòng

- Một trong những nhược điểm lớn nhất của phương pháp tự động nguồn dự phòng theo sơ đồ đóng máy cắt phân đoạn là khi xảy ra sự cố của hệ thống như hỏng ở trạm máy biến áp không gian, hoặc mất điện áp nguồn thì đều dẫn đến làm cho bộ tiêu thụ bị mất điện; hay nói một cách khác thì tính chủ động trong việc cung cấp điện cho phụ tải của kiểu sơ đồ này là không cao. Để khắc phục nhược điểm này, các xí nghiệp thường trang bị thêm nguồn điện Diesel dự phòng.

1.3 Tính cần thiết

- Ngày nay, nền kinh tế nước ta đang phát triển mạnh mẽ, đời sống nhân dân được nâng cao nhanh chóng. Nhu cầu điện năng trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ và sinh hoạt tăng trưởng không ngừng.

- Cùng với thời đại công nghệ số phát triển mạnh mẽ như hiện nay, nhu cầu liên lạc, truy cập internet và trao đổi thông tin mọi lúc, mọi nơi trở nên thiết yếu đối với mọi người trong xã hội. Để đáp ứng yêu cầu đó, hạ tầng viễn thông không ngừng được hiện đại hóa, trong đó các trạm BTS (Base Transceiver Station – trạm thu phát sóng) đóng một vai trò then chốt. Với chức năng thu phát tín hiệu giữa thiết bị di động và mạng viễn thông, các trạm BTS chính là mắt xích không thể thiếu, bảo đảm cho mạng lưới thông tin hoạt động liên tục, ổn định và hiệu quả. Mặc dù vậy, các vấn đề về điện năng thực sự gây nhiều phiền toái. Nếu 1 tháng xảy ra mất điện 1- 2 ngày có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đối với việc đảm bảo kết nối dữ liệu. Chất lượng điện xấu (Chủ yếu là điện áp thấp) ảnh hưởng lớn đến chất lượng sản phẩm, gây thứ phẩm, phế phẩm, giảm hiệu suất lao động. Vì vậy việc đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện và nâng cao chất lượng điện năng cũng tự nhiên trở thành một mối quan tâm hàng đầu

- Tóm lại mức điện đảm bảo liên tục cấp điện tùy thuộc vào tính chất và yêu cầu của phụ tải. Đối với những công trình quan trọng cấp quốc gia như Hội trường Quốc hội, Nhà khách chính phủ, Ngân hàng Nhà nước, Đại sứ quán, khu quân sự, sân bay, hải cảng, khách sạn cao cấp... phải đảm bảo được cấp điện ở mức độ cao nhất, nghĩa là với bất kỳ tình huống nào cũng không được để mất điện. Những đối tượng kinh tế như nhà máy, xí nghiệp tổ hợp sản xuất tốt nhất là đặt thêm máy phát dự phòng, khi mất điện lưới sẽ dùng máy điện cấp điện cho những phụ tải

- Và để bảo đảm hoạt động liên tục 24/7 của các trạm BTS – đặc biệt tại những khu vực thường xuyên xảy ra mất điện, thì việc duy trì nguồn điện ổn định là yếu tố sống còn. Một trong các biện pháp để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện là đặt các phân tử dự trữ trong hệ thống điện. Chính vì vậy, bộ ATS (Automatic Transfer Switch – bộ chuyển nguồn tự động) trở thành một thiết bị không thể thiếu trong hệ thống cung cấp điện cho các trạm BTS. ATS giúp tự động chuyển đổi nguồn điện từ lưới sang máy phát dự phòng (hoặc ngược lại) một cách nhanh chóng, đảm bảo không xảy ra gián đoạn trong quá trình vận hành trạm. Việc tích hợp ATS vào hệ thống cung cấp điện không chỉ nâng cao độ tin cậy của trạm BTS mà còn góp phần duy trì chất lượng dịch vụ viễn thông ổn định, đặc biệt trong các tình huống khẩn cấp hoặc khi xảy ra sự cố về điện lưới. Tính cần thiết của bộ ATS trong trạm BTS :

+ Đảm bảo hoạt động liên tục của trạm BTS

Trạm BTS cần hoạt động 24/7 để duy trì sóng cho điện thoại, internet, truyền dữ liệu...

Nếu mất điện lưới mà không có ATS, trạm sẽ ngừng hoạt động cho đến khi có điện hoặc nhân viên đến chuyển nguồn thủ công.

ATS giúp tự động chuyển sang nguồn dự phòng (máy phát điện hoặc acquy) khi mất điện, tránh gián đoạn dịch vụ.

+ Chuyển đổi nguồn nhanh chóng, tự động:

ATS có khả năng chuyển mạch chỉ trong vài giây hoặc mili-giây, giúp giảm tối đa thời gian chết (downtime) và không cần nhân sự trực 24/7 tại trạm.

+ Tăng độ tin cậy và tuổi thọ hệ thống:

Giảm tình trạng sụt áp, khởi động lại thiết bị khi điện không ổn định.

Bảo vệ thiết bị viễn thông đắt tiền (router, thiết bị vô tuyến, switch...).

+ Giảm chi phí nhân công và bảo trì:

Không cần người đến trạm để bật máy phát mỗi khi mất điện.

Tự động vận hành giúp tiết kiệm nhân lực, đặc biệt với trạm BTS vùng sâu vùng xa.

+ Đáp ứng yêu cầu của nhà mạng:

Các nhà mạng như Viettel, MobiFone, Vinaphone... đều yêu cầu trạm BTS phải có nguồn dự phòng và ATS để đảm bảo độ ổn định mạng.

1.4 Thực tế hiện trạng

-Hiện trạng của các trạm BTS (Base Transceiver Station) tại Việt Nam phản ánh sự phát triển mạnh mẽ của hạ tầng viễn thông, đồng thời cũng cho thấy những thách thức cần được giải quyết để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của xã hội số.

-Mặc dù vậy, hiện nay, nhiều trạm BTS vẫn chưa được trang bị bộ chuyển nguồn tự động (ATS – Automatic Transfer Switch), dẫn đến một số vấn đề trong việc duy trì hoạt động liên tục và ổn định của hệ thống viễn thông.

- Thực trạng và hệ lụy khi thiếu ATS :

+ Gián đoạn dịch vụ khi mất điện: Trong các tình huống mất điện lưới, các trạm BTS không có ATS phải chuyển đổi nguồn điện dự phòng một cách thủ công. Điều này gây ra gián đoạn dịch vụ, ảnh hưởng đến chất lượng kết nối và trải nghiệm của người dùng.

+ Tăng nguy cơ mất liên lạc trong thiên tai: Trong các đợt thiên tai như bão lũ, nhiều trạm BTS bị mất điện và không thể chuyển đổi nhanh chóng sang nguồn dự phòng do thiếu ATS, dẫn đến mất liên lạc tại nhiều khu vực.

+ Khó khăn trong vận hành và bảo trì: Việc thiếu ATS khiến quá trình vận hành và bảo trì các trạm BTS trở nên phức tạp hơn, đòi hỏi sự can thiệp thủ công và tăng nguy cơ xảy ra lỗi.

1.5 Giải pháp

-Để giải quyết tình trạng trên, ta cần triển khai lắp đặt các hệ thống ATS cho các trạm BTS , nhằm đảm bảo hệ thống duy trì hoạt động liên tục, đảm bảo không mất điện. Chúng ta đưa ra những giải pháp cụ thể như sau:

+ Trang bị bộ ATS kèm máy phát điện dự phòng tại các trạm quan trọng

Giải pháp: Lắp đặt bộ ATS kết hợp với máy phát điện diesel tại những trạm BTS có mật độ thuê bao cao hoặc nằm ở những khu vực dễ mất điện.

Ưu điểm:

Tự động chuyển đổi sang nguồn dự phòng < 5s khi mất điện.

Duy trì hoạt động ổn định, không làm gián đoạn dịch vụ.

Thực tế: Viettel và VNPT đã áp dụng phương án này tại các trạm BTS ở vùng sâu, vùng xa hoặc nơi thường xuyên bị chia cắt khi có thiên tai.

+ Sử dụng hệ thống ATS mini cho các trạm BTS nhỏ hoặc chia sẻ hạ tầng

Giải pháp: Dùng ATS công suất nhỏ kết hợp UPS (bộ lưu điện) cho các trạm BTS dạng micro hoặc dùng chung hạ tầng.

Ưu điểm:

- Chi phí thấp hơn so với hệ ATS truyền thống.
- Đáp ứng tốt cho các trạm nhỏ (<5kW).

Ứng dụng: Trạm BTS đặt trong trường học, trạm y tế, hoặc khu vực dân cư thấp.

+ Giải pháp ATS điều khiển từ xa qua mạng (IoT-based ATS)

Giải pháp: Kết nối hệ thống ATS với hệ thống giám sát từ xa thông qua GPRS/4G, cho phép vận hành và giám sát tình trạng nguồn cấp một cách trực tuyến.

Lợi ích:

- Cảnh báo mất điện, chuyển nguồn, mức nhiên liệu, lỗi máy phát từ xa.
- Hạn chế tối đa việc phải cử người vận hành tại chỗ.

Phù hợp với: Các trạm BTS không người trực.

+ Tích hợp năng lượng tái tạo (Hybrid: Solar + ATS + Generator)

Giải pháp: Kết hợp tấm pin mặt trời với hệ thống ATS và máy phát điện để tối ưu nguồn điện.

Ưu điểm:

- Giảm chi phí nhiên liệu.
- Tăng tính ổn định và bền vững.

Ứng dụng hiệu quả: Ở vùng núi, hải đảo, nơi điện lưới không ổn định hoặc không có.

1.6 Dự kiến kết quả đạt được

- Hoàn thiện và hiểu rõ nguyên lý vận hành và cấu tạo của hệ thống ATS.
- Thiết kế thành công sơ đồ nguyên lý, sơ đồ đấu nối chi tiết mô hình bộ điều khiển ATS như yêu cầu của đề tài
- Đảm bảo hệ thống có khả năng tự động chuyển đổi nguồn lưới - máy phát khi có sự cố mất điện và tự động trở lại nguồn lưới khi điện lưới ổn định.
- Đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, độ tin cậy và an toàn cao
- Giao diện giám sát và điều khiển thuận tiện

1.7 Kết luận

- Trong đề tài "Thiết kế bộ điều khiển ATS cho trạm BTS", nhóm đã nghiên cứu và xây dựng thành công một hệ thống chuyển đổi nguồn tự động, đảm bảo cung cấp điện liên tục và ổn định cho các thiết bị viễn thông trong trạm BTS. Hệ thống ATS đã được thiết kế dựa trên các yêu cầu thực tế về tính an toàn, độ tin cậy cao, thời gian chuyển mạch nhanh và khả năng vận hành đơn giản.

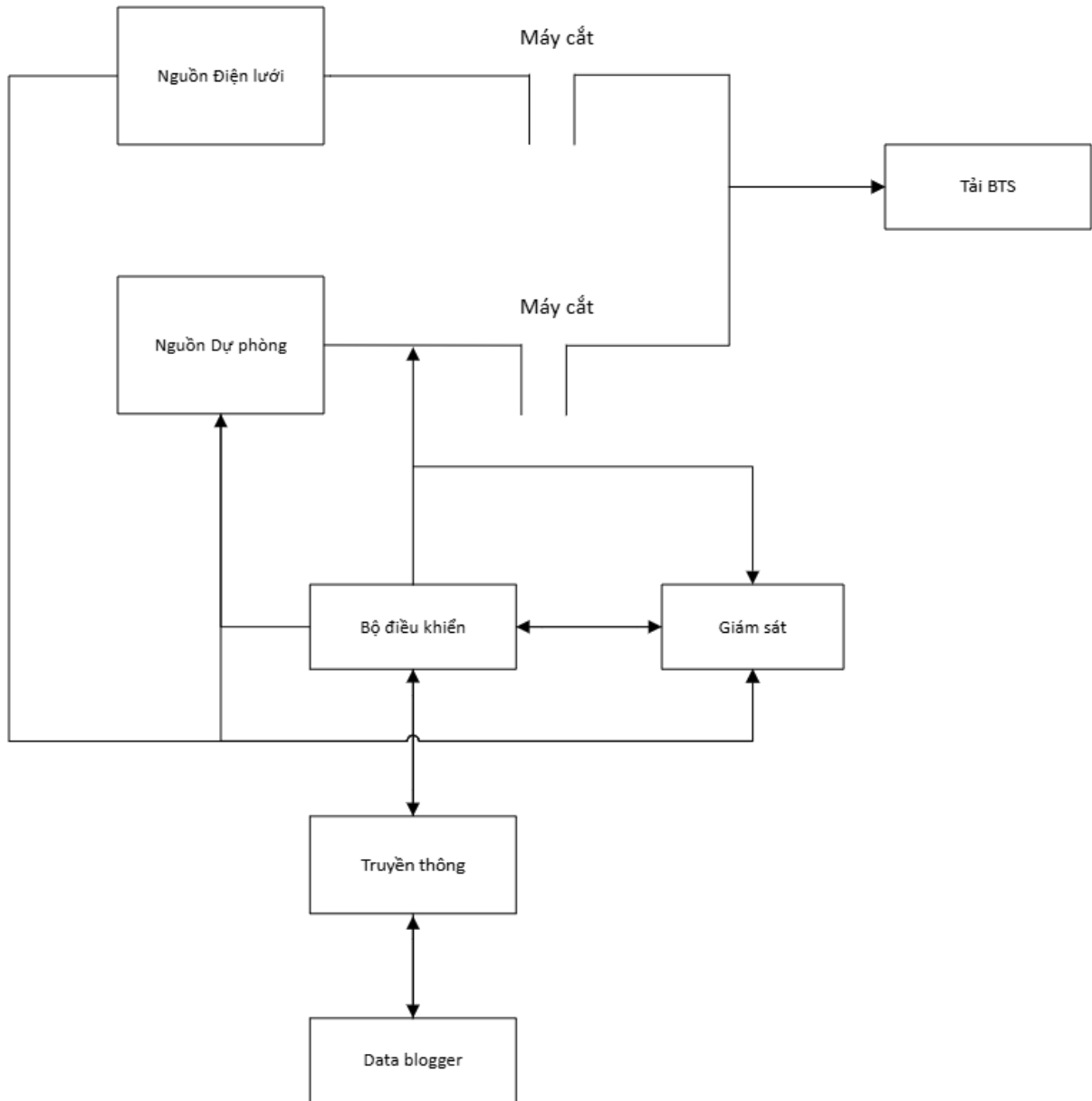
- Đề tài không chỉ góp phần nâng cao sự ổn định trong hoạt động của các trạm BTS mà còn giúp nhóm rèn luyện, củng cố kiến thức về hệ thống điện, tự động hóa và kỹ năng thiết kế thực tế.

- Tuy nhiên, do thời gian và nguồn lực có hạn, đề tài vẫn còn một số hạn chế nhất định, như chưa thử nghiệm trên mô hình công suất thực tế lớn, hoặc chưa tích hợp các chức năng giám sát từ xa. Đây sẽ là những hướng phát triển cần nghiên cứu thêm trong tương lai.

CHƯƠNG 2. BỘ ATS TRONG TRẠM BTS

2.1 Cấu trúc

2.1.1 Sơ đồ khối hệ thống



Hình 2. 1 Sơ đồ khối của bộ ATS trong trạm BTS

Giải thích:

+*Bộ điều khiển*: Thực hiện chức năng điều khiển hệ thống, thực hiện chuyển mạch tự động khi mất tín hiệu điện lưới, giám sát hoạt động của bộ ATS

+*Máy cắt*: Các thiết bị bảo vệ cho cả nguồn điện lưới và cả điện dự phòng khỏi các sự cố chập mạch, ngắn mạch

+*Giám sát*: Sử dụng các thiết bị vi mạch, Arduino kết hợp với bộ điều khiển thực hiện giám sát hoạt động (đo điện áp, dòng điện, các cảnh báo...) gửi lên màn hình

+*Truyền thông*: Sử dụng các giao thức truyền thông để giao tiếp và gửi dữ liệu hoạt động, lịch sử hoạt động của bộ ATS đến các thiết bị giám sát khác

+*Datalogger*: Ghi lại dữ liệu hoạt động

2.1.2 Sơ đồ chi tiết hệ thống



Hình 2. 2 Sơ đồ chi tiết của bộ ATS

-Nguồn Điện

+230VAC: Sử dụng nguồn điện lưới 230V AC được đưa vào mạch thông qua các cầu dao (Circuit Breaker).

+Nguồn điện dự phòng: Sử dụng máy phát điện để tạo ra điện và một bộ Ắc quy để khởi động

+5VDC : Cấp nguồn cho các thiết bị ngoại vi (Arduino,LCD...)

-Khởi điều khiển trung tâm:

+PLC : Bộ điều khiển đóng vai trò là bộ não chính của hệ thống. PLC nhận tín hiệu đầu vào từ các cảm biến hoặc thiết bị khác, xử lý logic theo chương trình đã được cài đặt, và đưa ra tín hiệu điều khiển đến các thiết bị chấp hành (ví dụ: rơ le).

+Arduino Uno: Một vi điều khiển phổ biến, trong sơ đồ này sử dụng để giao tiếp với màn hình LCD và có thể nhận tín hiệu từ một nút bấm. Arduino có thể được PLC sử dụng để hiển thị thông tin hoặc nhận lệnh từ người dùng.

-Thiết bị chấp hành:

+Relay trung gian: Hai Relay trung gian được điều khiển bởi PLC. Relay là các công tắc điện từ, được sử dụng để đóng ngắt mạch điện công suất lớn hơn bằng một dòng điện điều khiển nhỏ hơn từ PLC

+Module Relay (điều khiển bằng Arduino): Hai Module Relay được kết nối với Arduino và PLC để thực hiện các tác vụ điều khiển từ Arduino đến PLC

+Tải (LOAD): Thiết bị được cấp điện

-Giám sát hệ thống:

+Màn hình LCD: Được kết nối với Arduino, dùng để hiển thị thông tin trạng thái của hệ thống, các thông số đo lường, hoặc thông báo cho người dùng.

+Phím bấm điều khiển 5 hướng: Một bộ mã hóa xoay được kết nối với Arduino, được sử dụng làm đầu vào để người dùng điều chỉnh các thiết lập hoặc đưa ra lệnh cho hệ thống.

+ Giao diện giám sát hệ thống

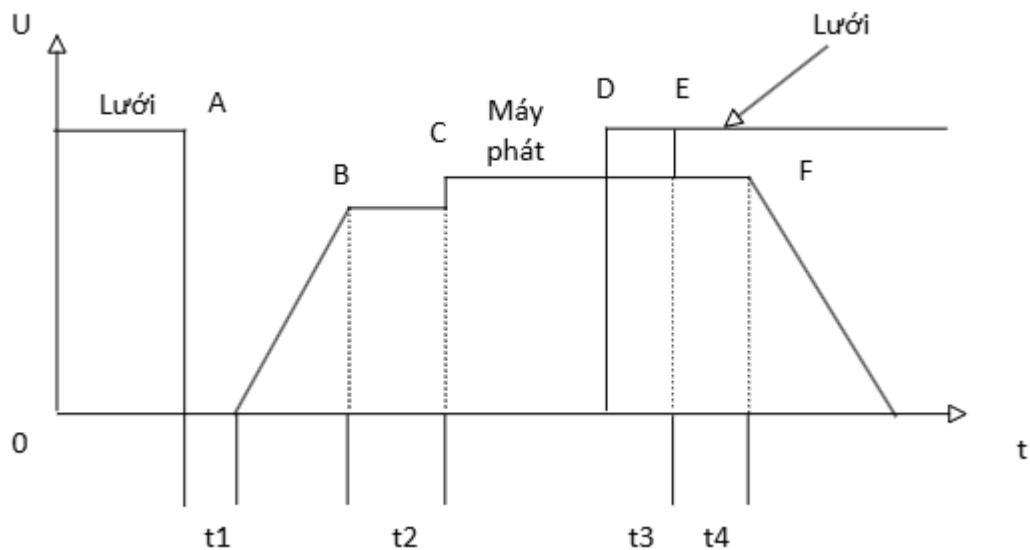
2.2 Nguyên lý hoạt động

- Nguyên lý hoạt động đối với hệ thống ATS dạng Lưới- Máy Phát có khá phức tạp. Khi nguồn chính gặp sự cố(quá áp, điện áp thấp, mất điện), hệ thống ATS phải phát tín hiệu khởi động máy phát Diesel sau 5s để tránh dao động lưới. Trong trường hợp này, lưới vẫn còn điện nhưng chất lượng điện không đạt yêu cầu gây ra một số ảnh hưởng nhất định. Khi quá áp sẽ gây hư hỏng các thiết bị dùng điện trọng mạng.

- Khối SS1 sẽ thu tín hiệu sự cố so sánh với ngưỡng và cấp tín hiệu cho khối K, bộ K sẽ tác động tới bộ khởi động máy Diesel. Khi khởi động máy Diesel thành công điện áp ra của máy phát được thành lập. Nếu chất lượng điện áp đảm bảo và đạt khoảng 80% U_{đm}, thời gian trong khối K sẽ tính thời gian khoảng 1- 25s, rồi cấp tín hiệu cho bộ chuyển mạch để chuyển tải cho nguồn dự phòng là máy phát.

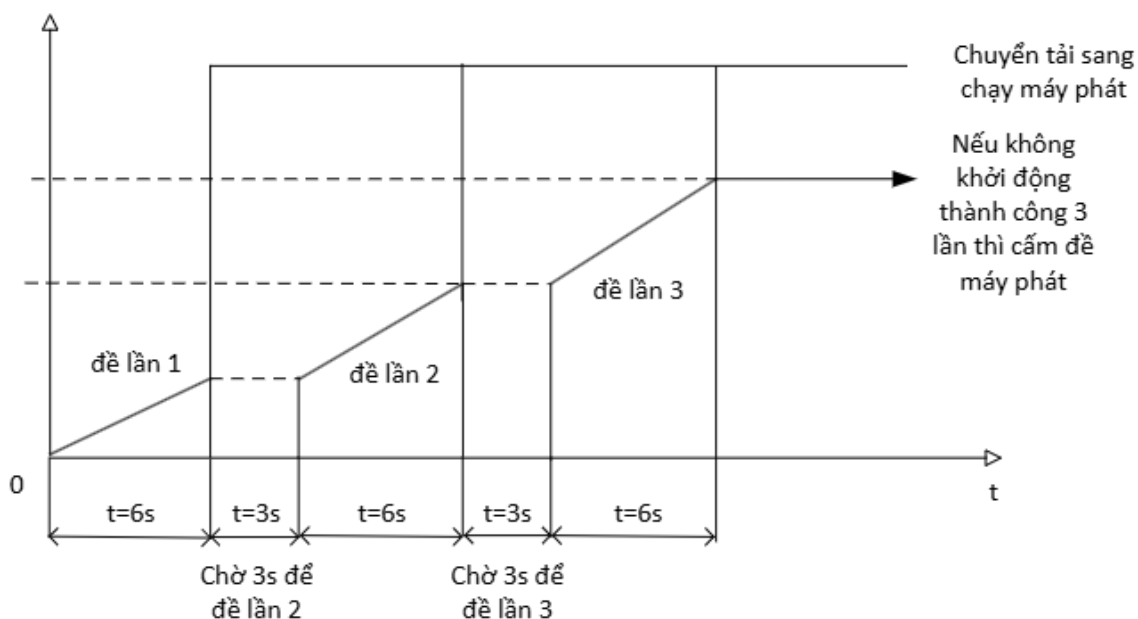
- Khi điện lưới có điện trở lại để đảm bảo chắc chắn rằng lưới đã phục hồi ổn định bộ thời gian trong SS1 sẽ tính thời gian khoảng 5- 30p. Sau đó, cấp tín hiệu cho khối K tác động chuyển tải trở lại lưới. n_{dm}

- Sau khi chuyển tải trở lại lưới, máy phát chạy không tải một khoảng thời gian làm mát tùy theo công suất, thời gian đã làm việc của máy phát mà khoảng thời gian này có thể dài hay ngắn, sau đó, nó mới tự động dừng lại.



Hình 2. 3 Giải đồ thời gian của bộ ATS

Nếu việc khởi động máy phát thất bại (Điện áp nguồn máy phát không ổn định hay mất áp) thì sẽ tiến hành đề lại máy phát. Nếu việc khởi động không thành công sau 3 lần, tiến hành cấm chạy máy phát để bảo trì



Hình 2. 4 Giải đồ thời gian của việc khởi động đề máy phát

2.3 Tính toán chọn thiết bị cho bộ ATS

2.3.1 Tính công suất tải (P)

Bảng 2. 1 Bảng tính toán công suất tiêu thụ của một trạm BTS tiêu chuẩn

STT	Thiết bị	Công suất (W)	Số lượng	Công suất thực
1	Bộ BTS (Baseband + RRU) 3 sector	2,400	1	2,400
2	Hệ thống điều hòa	3,600	1	3,600
3	Bộ nguồn (Rectifier / UPS / Inverter)	900	1	900
4	Hệ thống mạng, truyền dẫn (modem, router, switch)	450	1	450
5	Hệ thống chiếu sáng, camera, phụ kiện nhỏ	300	1	300
6	Dự phòng và dự phòng tải (quạt làm mát, thiết bị phụ trợ)	600	1	600
Tổng cộng		7,250 W		

Tổng công suất thực tế khoảng 7,250 W (7.25 kW), Từ công suất thực tế ta có được với công suất biểu kiến

$$S = \frac{P}{\cos(\varphi)} = \frac{7.250}{0.8} = 9.06kVA \quad (2.1)$$

Để đảm bảo máy phát không chạy 100% tải liên tục, ta nên cộng thêm từ 20%–30% dự phòng:

$$S_{mpd} = 9.06 * 1.25 = 11.325kVA \quad (2.2)$$

Dòng định mức của máy phát điện

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{U} = \frac{11.325}{230} = 50(A) \quad (2.3)$$

Bảng 2. 2 Bảng các tiêu chí để chọn máy phát điện

Tiêu chí	Giá trị phù hợp
Công suất thực (kW)	≥ 8.7 kW
Công suất biểu kiến (kVA)	$\geq 11-12$ kVA
Loại nhiên liệu	Diesel (ổn định, tiết kiệm)
Tần số	50 Hz
Điện áp	220V
Hệ số công suất	0.8

2.3.2 Tính chọn Ắc quy để máy phát

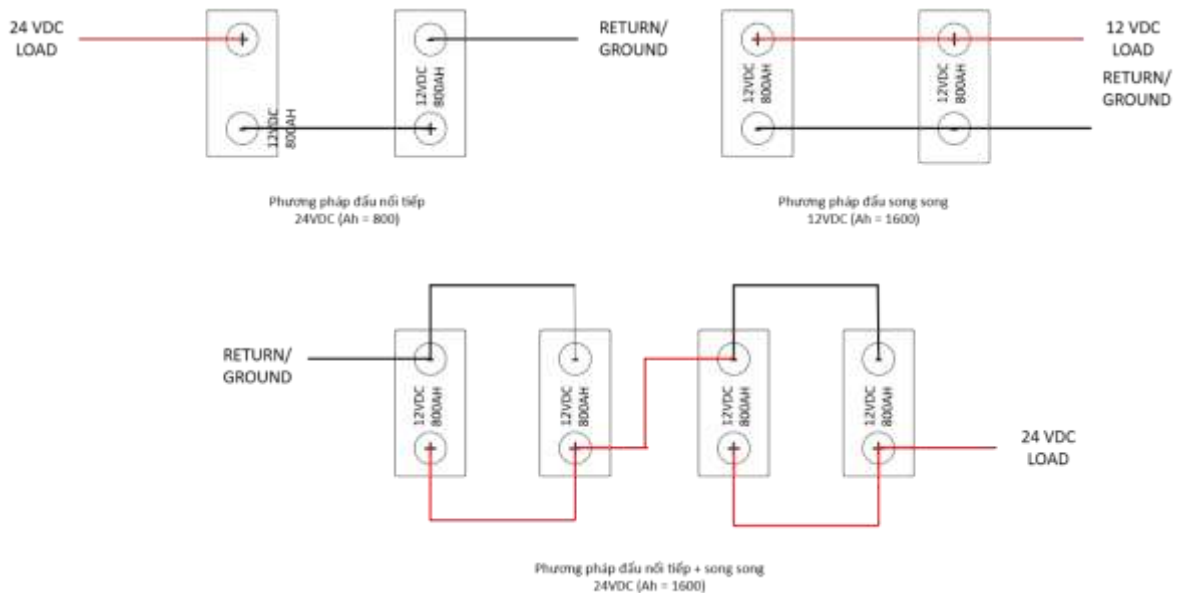
Vai trò chính của ắc quy là cung cấp năng lượng cho bộ khởi động động cơ máy phát điện khi cơ sở bị mất điện. Tùy thuộc vào cấu hình thiết lập của hệ thống mà ắc quy có thể cung cấp:

-Năng lượng cho hoạt động của Bảng điều khiển kỹ thuật số.

-Trong quá trình máy phát điện hoạt động, nguồn điện từ ắc quy có thể cung cấp năng lượng cho các ngăn phụ, động cơ nhỏ hoạt động trên dòng điện một chiều và bất kỳ thiết bị được cung cấp điện một chiều nào bên trong máy phát.

-Nếu bộ ắc quy thứ cấp hoặc ắc quy dự phòng nằm trong máy phát điện, nguồn ắc quy chính có thể cung cấp nguồn điện dự phòng cho bộ ắc quy thứ cấp hoặc bộ dự phòng.

Các phương pháp đấu nối ắc quy khi sử dụng cho máy phát điện



Hình 2. 5 Các phương pháp đấu nối đối với Ắc quy

Để tính chọn Ắc quy để máy phát thì ta phụ thuộc vào các thông số

Bảng 2. 3 Các tiêu chí để tính chọn Ắc quy để máy phát

Yếu tố	Ý nghĩa
Công suất máy phát (Prime)	Máy phát càng lớn → motor đề càng lớn → dòng khởi động càng cao
Điện áp hệ thống đề	12V hoặc 24V là phổ biến
Dòng khởi động (CCA)	Dòng tức thời ắc quy cấp ra để quay motor đề trong vài giây đầu tiên
Thời gian đề	Thường < 5 giây, không cần duy trì lâu

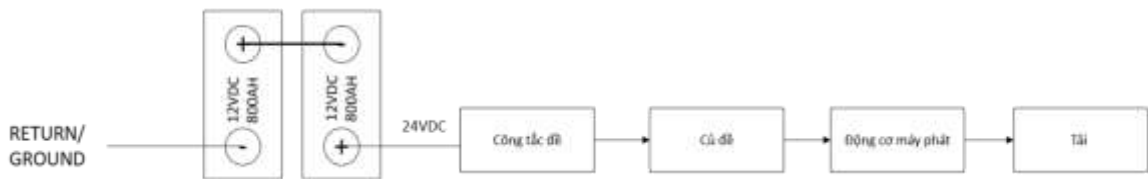
Với máy phát tầm 12–15 kVA dùng cho trạm BTS có công suất tải ~7.25kW thì dòng ác quy khởi động phù hợp nhất đối với máy phát là:

Điện áp: 12V hoặc 24V

Dung lượng: 100–150Ah

CCA: tối thiểu 600A

Loại khuyến nghị: Ác quy khởi động (ví dụ: GS, Panasonic, Varta, Rocket...)



Hình 2. 6 Sơ đồ kết nối giữa Ác quy và máy phát

2.3.3 Thiết kế bộ sạc cho Ác quy

(a) Tính cần thiết

Việc thiết kế bộ sạc cho ắc quy để máy phát điện là rất quan trọng vì ắc quy đóng vai trò khởi động (đề) máy phát. Một số lợi ích của việc thiết kế bộ sạc:

- Duy trì sẵn sàng khởi động máy phát

Ắc quy cung cấp dòng điện lớn (thường 12V hoặc 24V) để khởi động động cơ đề.

Nếu không được sạc đầy, máy phát không thể khởi động, đặc biệt khi mất điện lưới – lúc cần máy phát nhất.

- Bù lại dòng tiêu hao tự nhiên

Ắc quy sẽ tự xả điện theo thời gian kể cả khi không sử dụng (self-discharge).

Bộ sạc giúp giữ ắc quy luôn đầy đủ điện áp, đảm bảo máy phát luôn trong tình trạng sẵn sàng hoạt động.

- Tăng tuổi thọ ắc quy

Bộ sạc tốt duy trì điện áp ổn định và dòng giới hạn, giúp: Tránh sạc quá mức (overcharge), tránh cạn kiệt (deep discharge) điều này giúp kéo dài tuổi thọ ắc quy.

- Tự động hóa hệ thống ATS

Trong hệ thống chuyển nguồn tự động (ATS), khi mất điện, bộ ATS sẽ yêu cầu đề máy phát → nếu không có ắc quy khỏe thì hệ thống mất khả năng khởi động tự động.

- An toàn và ổn định

Sạc đúng kỹ thuật (dòng sạc phù hợp, giới hạn áp) giúp: Tránh cháy nổ ắc quy, tránh sụt áp trong lần khởi động máy phát

(b) *Thiết kế bộ sạc*

Đối với yêu cầu sạc điện cho Ắc quy sau mỗi lần khởi động đề máy phát, ta sẽ tính toán sao cho dòng điện sạc và thời gian sạc là tối ưu nhất

Ta có

$$T = \frac{C}{I} * \frac{1}{\eta} \quad (2.4)$$

Trong đó: T : Thời gian sạc (giờ)

C : Dung lượng ắc quy (Ah)

I : Dòng sạc (A)

η : Hiệu suất sạc (thường từ 0.7 đến 0.9, phổ biến là 0.8)

Vậy đối với thời gian sạc tiêu chuẩn khi sạc ắc quy (8-15h) ta sẽ chọn $T = 12.5h$

Từ đó ta có được

$$10 = \frac{150}{I} * \frac{1}{0.8} \quad (2.5)$$

$$\Rightarrow I = \frac{150}{0.8 * 12.5} = 15(A) \quad (2.6)$$

Với Dung lượng ắc quy là 150Ah - 2 bình nối tiếp

Hiệu suất sạc là 0.8 (tiêu chuẩn)

Đối với yêu cầu sạc 15A cho ắc quy 24V, ta sẽ chọn điện áp ở đầu ra $\sim 28V$

Ta điều chỉnh điện áp bằng IC LM338

LM338 là một IC ổn áp tuyến tính có khả năng điều chỉnh điện áp và chịu dòng lên tới 5A.

Trong mạch này, LM338 điều khiển điện áp ra mục tiêu là 28,8V, nhưng dòng cao được hỗ trợ thêm bởi hai transistor 2N3055 (Q2 và Q3) hoạt động song song để khuếch đại dòng lên tới 15A.

ta muốn dòng tối đa $I = 15A$, và điện áp rơi trên điện trở mẫu khoảng 0,75V (đây là mức điện áp đầu vào cơ bản cho một transistor kiểu NPN như 2N3055 hoạt động trong vùng dẫn).

Áp dụng định luật Ohm

$$R_{shunt} = \frac{V_{shunt}}{I} = \frac{0.75}{15} = 0.05(V) \quad (2.7)$$

Chọn $D2 = 0.05\Omega$ là hợp lý

LM338 có 3 chân: In, Out, và Adj.

Giá trị điện áp đầu ra được điều chỉnh qua mạch chia điện áp gồm điện trở R2 và điện trở R1

Dựa theo công thức của LM338 ta có công thức tính điện áp ra như sau

$$V_{out} = V_{ref} * \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \quad (2.8)$$

Với $V_{out} = 28.8V$

$R1 = 220\Omega$ (Ước tính)

$V_{ref} = 1.25V$

Ta có $R2 = 4848.8\Omega = 4k8k\Omega$

Ta sử dụng Khuếch đại dòng bằng Transistor 2N3055 để khuếch đại dòng

Q2 và Q3 là transistor công suất, đầu song song để cung cấp dòng sạc lớn cho ắc quy.

Khi dòng vượt quá khả năng của LM338, phần dòng còn lại được "chia tải" qua Q2 và Q3, nhờ điện áp kích base từ chân out của LM338. Nhờ đó, mạch vẫn đảm bảo được 28,8V và lên đến 15A

Cảm biến dòng bằng điện trở công suất D2, D2 tạo ra một điện áp nhỏ tỉ lệ với dòng sạc.

Nếu dòng quá cao, điện áp qua D2 sẽ tăng → tác động ngược đến LM338 → giảm dòng ra, tạo nên cơ chế bảo vệ dòng tự động.

Lọc nguồn bằng tụ điện:

Chọn tụ C1 = (15000μF) lọc điện áp DC sau chỉnh lưu, giúp điện áp ổn định hơn trước khi vào LM338.

Chọn tụ C2 = (10000μF/6V) có nhiệm vụ lọc nhiễu và ổn định tại ngõ ra của mạch.

Chỉnh lưu và lọc sau biến áp:

D1 là cầu diode chỉnh lưu (4 diode hoặc dạng cầu tích hợp) chuyển điện áp AC → DC (sau lọc).

C1 (15000μF) lọc nhiễu và làm phẳng điện áp DC sau chỉnh lưu.

Biến áp 230V → 35V AC

Biến áp T1 giảm điện áp 230V AC xuống 35V AC.

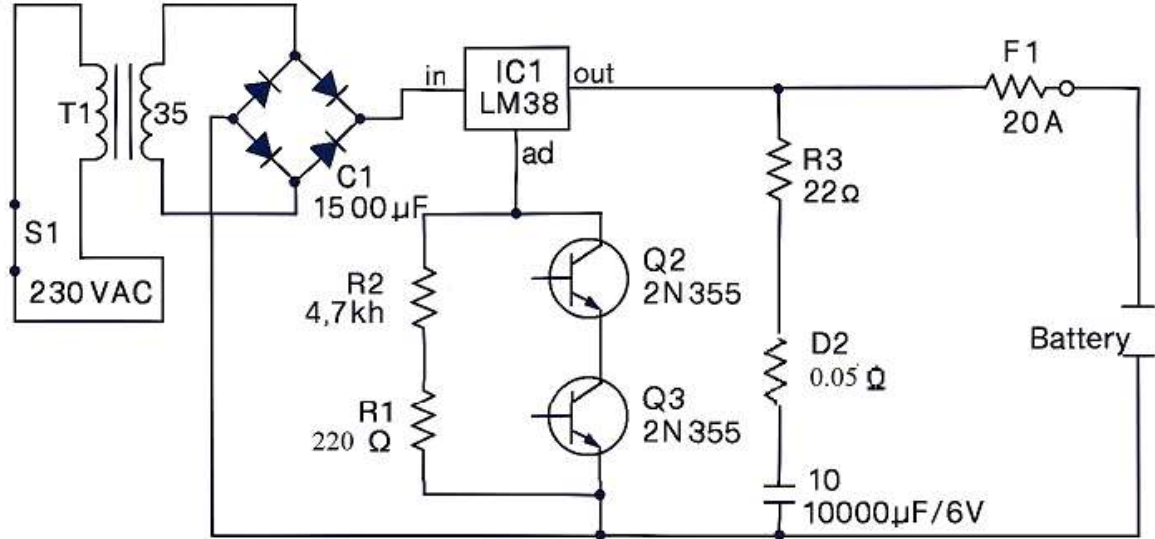
Sau chỉnh lưu, điện áp DC

$$U_{DC} = 35V * \sqrt{2} \approx 49.5V \quad (2.9)$$

(trừ sụt áp Diode còn khoảng 47V DC).

Điện áp này đủ lớn để LM338 ổn áp xuống 28,8V (cần chênh lệch ít nhất ~3V giữa in-out).

Ta có sơ đồ thiết kế hoàn chỉnh như sau:



Hình 2. 7 Sơ đồ thiết kế mạch sạc cho ắc quy 24V

Với sơ đồ thiết kế bộ sạc như trên, ta có thể cấp điện 15A -28.8V để sạc cho 2 bộ Ắc quy 150Ah

2.3.4 Tính tiết diện dây dẫn (tiết diện cáp)

Công thức đơn giản theo dòng điện:

$$S = \frac{I}{j} \quad (2.10)$$

Trong đó S là tiết diện dây dẫn (mm²)

I dòng điện (A)

J là mật độ dòng cho phép (A/mm²) thường lấy:

Dây đồng: $J \approx 6-8A/mm^2$

Dây nhôm: $J \approx 3-5A/mm^2$

Đối với dòng định mức 63A ta có :

$$S = \frac{63}{6} \approx 10.5mm^2 \quad (2.11)$$

Dùng cáp 10mm² hoặc 15mm²

2.3.3 Chọn MCCB/CB đầu vào

Nên chọn CB ≥ 1.1 đến 1.25 lần dòng tải

Đối với dòng điện định mức 50 A ta nên chọn các loại MCCB/CB có dòng điện định mức là 63A

2.3.4 Các yêu cầu đối với bộ ATS

-Một số yêu cầu khi thiết kế bộ ATS

- Dải nhiệt độ hoạt động: 0oC÷55oC hoặc rộng hơn.
- Độ ẩm từ 5-95% hoặc rộng hơn
- Điện áp/tần số làm việc định mức 230VAC/50Hz
- Số chu kỳ hoạt động khi mang điện ≥ 120 chu kỳ hoạt động/giờ
- Số lần đóng cắt khi mang điện trong toàn bộ vòng đời ≥ 10.000 lần
- Điện áp chịu xung danh định $\geq 6kV$
- Màn hình hiển thị các thông số của bộ ATS(điện áp, các cảnh báo..)
- Các chế độ bảo vệ điện áp thấp và quá áp
- Thời gian chuyển mạch (delay) khi mất điện 5-10s và khi điện lưới phục hồi.10-30s

2.4 Đo lường hệ thống

2.4.1 Đo dung lượng ắc quy

(a) *Tính cần thiết*

Việc đo dung lượng ắc quy là cực kỳ quan trọng, đặc biệt trong các hệ thống như đề máy phát điện, UPS, xe điện, hay hệ thống năng lượng mặt trời. Dưới đây là các lý do vì sao ta cần phải đo lường dung lượng pin hay ắc quy:

-Đảm bảo hệ thống đề máy phát luôn sẵn sàng khởi động

Nếu dung lượng ắc quy yếu (cạn, chai, không đủ dòng khởi động), máy phát sẽ không thể đề, gây mất điện nghiêm trọng cho hệ thống.

Máy phát điện không thể tự khởi động nếu ắc quy không đủ sức.

Trong hệ ATS (Automatic Transfer System), ắc quy yếu dẫn đến hệ thống chuyển nguồn bị thất bại.

- Phát hiện sớm tình trạng suy giảm ắc quy (chai, lão hóa)

Ắc quy theo thời gian sẽ bị giảm dung lượng (chai) dù không sử dụng nhiều.

Nếu không đo dung lượng định kỳ, bạn khó phát hiện bình yếu trước khi nó chết hẳn.

- Xác định thời điểm cần thay thế ắc quy

Thay bình quá sớm → lãng phí chi phí.

Thay bình quá muộn → rủi ro mất điện, cháy thiết bị, sự cố hệ thống.

Đo dung lượng cho biết chính xác bình còn bao nhiêu % công suất thiết kế (VD: 100Ah còn 70Ah = chai 30%).

- Giám sát sức khỏe ắc quy theo thời gian

Nhất là trong các hệ thống tự động, cần theo dõi dung lượng còn lại để cảnh báo, lên lịch bảo trì.

Hệ thống có thể tự: Gửi cảnh báo khi dung lượng < 40%, ngắt tải để bảo vệ ắc quy, kích hoạt máy phát sớm nếu ắc quy yếu

- Đảm bảo an toàn và tránh hỏng hóc thiết bị

Ắc quy yếu có thể dẫn đến: Đèn máy không được → chết tải, xả quá sâu → hỏng bình, nạp quá mức → nổ, nóng, rò rỉ acid

Đo dung lượng giúp tránh các sự cố nguy hiểm này.

- Tối ưu hóa thiết kế hệ thống

(b) Tiến hành

*Đo từng bình riêng lẻ

Đặt đầu đo của đồng hồ vạn năng vào cực dương và âm của từng bình.

Giá trị OCV từng bình cho biết trạng thái sạc (SoC) của từng bình riêng biệt.

Đây là cách chính xác nhất để biết bình nào yếu nếu có sự lệch áp.

Bảng 2. 4 Bảng các giá trị điện áp tham chiếu với trạng thái bình ắc quy

Trạng thái bình (SoC)	Điện áp OCV (mỗi bình 12V)
100% đầy	12.6V – 12.8V
75%	~12.4V
50%	~12.2V
25%	~12.0V
Gần cạn	< 11.8V

*Đo tổng điện áp toàn bộ hệ 24V

Đặt đầu đo vào cực dương của bình đầu tiên và cực âm của bình thứ hai.

Tổng OCV sẽ khoảng gấp đôi bình 12V nếu cả 2 bình đều khỏe.

Bảng 2. 5 Bảng các giá trị điện áp tham chiếu với trạng thái của 2 bình ắc quy nối tiếp

Tổng trạng thái	Tổng điện áp OCV (2 bình 12V nối tiếp)
100% đầy	25.2V – 25.6V
75%	~24.8V
50%	~24.4V
25%	~24.0V
Gần cạn	< 23.6V

*Giám sát dung lượng bằng Coulomb Counter (Ah Counting)

Phương pháp Coulomb Counter là cách tính toán dung lượng ắc quy còn lại (hoặc đã sử dụng) bằng cách tích phân dòng điện theo thời gian. Đây là phương pháp điện tử chính xác, được dùng phổ biến trong các hệ thống quản lý pin (BMS), UPS, hoặc giám sát ắc quy trong thực tế.

Dung lượng ắc quy (Ah) là tích của dòng điện (A) với thời gian (h):

$$Q(t) = \int I(t)dt \quad (2.12)$$

Bảng 2. 6 Bảng các thành phần cơ bản của phép đo

Thành phần	Ý nghĩa thực tế
$I(t)$	Dòng điện đo được tại thời điểm t
Δt	Khoảng thời gian giữa 2 lần đo
$\sum I(t) \times \Delta t$	Tích lũy dòng điện theo thời gian $\rightarrow$ tính ra Ah

Do hệ thống nhúng không tích phân liên tục được nên ta dùng tổng rời rạc:

$$Q_{total} = \sum_{k=1}^N I_k * \Delta t_k \quad (2.13)$$

Trong đó I_k : Dòng điện đo tại thời điểm k

Δt_k Khoảng thời gian từ lần đo trước đến lần đo hiện tại (đơn vị: giờ)

Q_{total} Tổng dung lượng Ah đã xả hoặc nạp

Giả sử t đọc dòng 1 lần mỗi 1 giây:

Ví dụ $I = 4800 = 4.8 \text{ A}$

Ta có:

$$\Delta t = 1s = \frac{1}{3600} = 0.0002777(h) \quad (2.14)$$

Dung lượng tích lũy mỗi giây :

$$Q_s = I * \Delta t = 4.8 * 0.0002777 = 0.00133Ah \quad (2.15)$$

Sau 1000 giây (khoảng 16 phút 40 giây), Dung lượng tổng cộng là:

$$Q = Q_s * 1000 = 0.00133 * 1000 = 1.33Ah \quad (2.16)$$

Như vậy cứ mỗi 1000s thì ắc quy sẽ tổn hao 1.33Ah

2.4.2 Đo các thông số máy phát

(a) Đo lượng dầu Diesel

Ta sử dụng cảm biến điện dung (capacitive level sensor) để gửi tín hiệu về Arduino là giải pháp chính xác, bền và không tiếp xúc trực tiếp với nhiên liệu

Nguyên lý cảm biến điện dung đo mức dầu Diesel

Cảm biến điện dung hoạt động như sau

Bên trong cảm biến có hai điện cực → tạo thành một tụ điện.

Khi mức dầu thay đổi → hằng số điện môi thay đổi → làm thay đổi điện dung.

Mạch xử lý trong cảm biến chuyển sự thay đổi này thành tín hiệu analog (0–5V hoặc 4–20mA).

Bảng 2. 7 Các mức xuất tín hiệu của cảm biến điện dung

Loại tín hiệu	Mức ra	Phù hợp
0–5V hoặc 0–10V	Điện áp	Arduino
4–20mA	Dòng analog	PLC, mạch chuyển đổi
RS485	Modbus RTU	Hệ thống công nghiệp, IoT gateway

Với Arduino, nên chọn loại tín hiệu 0–5V để dễ dàng đọc bằng analogRead()

Bảng giá trị tương ứng khi sử dụng cảm biến điện dung loại 0-5V

Bảng 2. 8 Các giá trị đầu ra của mức dầu dựa theo điện áp đo được

Mức dầu (cm)	Tín hiệu (V)	Phần trăm
0 cm	0.5 V	0%
6 cm	1.5 V	25%
12 cm	2.5 V	50%
18 cm	3.5 V	75%
24 cm	4.5 V	100%

Dựa theo giá trị điện áp gửi về Arduino ta có thể xác định được mức dầu Diesel còn lại trong máy phát là bao nhiêu, đồng thời có thể giám sát và gửi dữ liệu lên web

(b) Đo thông số của nguồn điện máy phát

*Tần số

Tần số f (Hz) của máy phát điện được xác định theo công thức:

$$f = \frac{P * n}{120} \quad (2.17)$$

Trong đó: f : Tần số (Hz) → ta cần 50Hz

P : Số cực từ của máy phát (thường là 2 hoặc 4)

n : Tốc độ quay của trục máy phát (RPM – vòng/phút)

Vậy với điều kiện để dòng điện tạo ra từ máy phát điện đạt 50Hz thì ta cần:

Máy phát chạy ở 1500 RPM (với 4 cực)

Hoặc máy phát chạy 3000 RPM (với 2 cực)

*Điện áp (220VAC)

Điện áp đầu ra phụ thuộc vào:

Tốc độ quay ổn định

Hệ thống điều chỉnh điện áp (AVR) – Automatic Voltage Regulator

→ AVR giữ điện áp ổn định ở 220V ngay cả khi tải thay đổi

Cấu hình cuộn dây stator

→ Được thiết kế sẵn để tạo ra 220V hoặc 380V tùy model

2.4.3 Đo điện áp hệ thống

Để đo điện áp xoay chiều cho cả nguồn điện lưới và nguồn dự phòng ta sử dụng cảm biến ZMP101B. Cảm biến ZMP101B (thường gọi sai là ZMPT101B) là một module cảm biến điện áp xoay chiều (AC), rất phổ biến khi đo điện áp lưới 220VAC bằng Arduino, ESP32 hoặc STM32.

Để tiến hành đo điện áp của hệ thống, ta đo giá trị đọc được của cảm biến ở 2 trường hợp :

Trường hợp 1: Khi cấp điện 220VAC cho hệ thống

Trường hợp 2 : Khi không cấp điện cho hệ thống

Code để đọc giá trị Analog của cảm biến

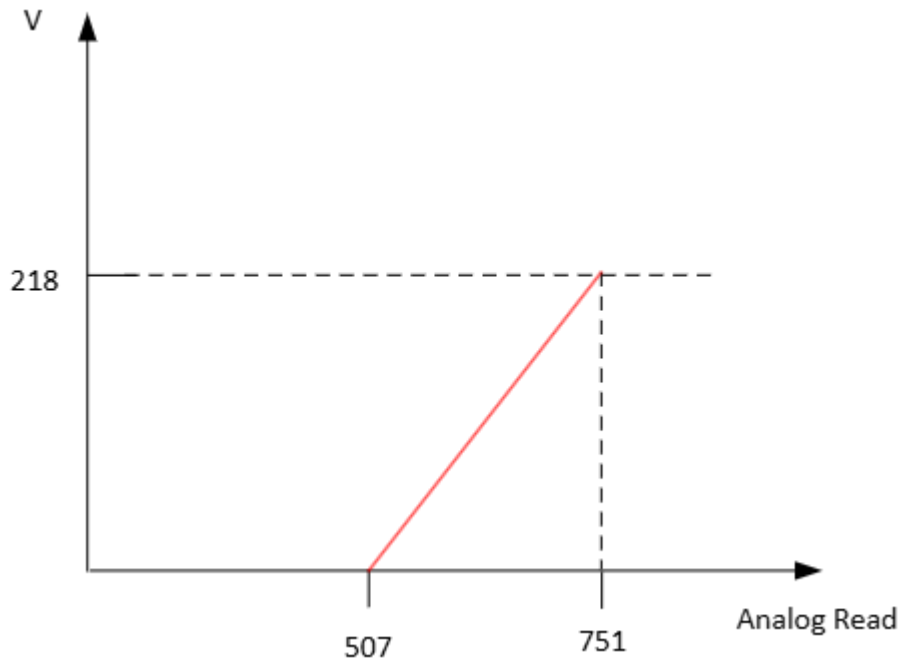
```
void setup() {  
    // put your setup code here, to run once:  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    // put your main code here, to run repeatedly:  
    Serial.println(analogRead(A0));  
    delay(100);  
}
```

Sau khi tiến hành đọc giá trị, ta có giá trị Analog đo được như sau:

$V_{rms} = 218V \Rightarrow$ Giá trị Analog đọc được : 751

$V_{rms} = 0V \Rightarrow$ Giá trị Analog đọc được : 507

Ta có quan hệ giữa các giá trị như sau



Hình 2. 8 Biểu đồ quan hệ của tín hiệu Analog và giá trị điện áp

Ta có công thức để xác định giá trị điện áp thực tế như sau:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \Rightarrow \frac{y - 0}{218 - 0} = \frac{x - 507}{751 - 507} \quad (2.18)$$

$$\Rightarrow y = 0.9x - 452.98 \quad (2.19)$$

Với x là giá trị Analog được tại điện áp y

2.5 Đề xuất cho hệ thống

2.5.1 Phần cứng của hệ thống

-Bộ điều khiển : chọn PLC logo Siemens

+ Có đủ đầu vào số và đầu ra relay để giám sát tín hiệu điện lưới, điều khiển contactor điện lưới và điện máy phát

+ Lập trình đơn giản, phù hợp cho điều khiển logic của bộ ATS.

-Contactor:

+ Contactor lưới (K1): Loại chịu được dòng tải phù hợp với công suất của trạm BTS 63A

+ Contactor máy phát (K2): Tương tự như K1

-Relay trung gian :

+Sử dụng để cách ly tín hiệu điều khiển từ PLC với tải công suất lớn (như coil contactor).

+ Giúp tăng tuổi thọ PLC.

- Sử dụng cảm biến điện áp hoặc relay giám sát điện áp để giám điện áp của cả điện áp lưới và điện máy phát
- Sử dụngẮc quy để tạo ra điện dự phòng
- Nguồn cấp cho hệ thống :
 - + Sử dụng nguồn 220VAC trực tiếp từ nguồn lưới để cấp cho PLC Siemens Logo, relay trung gian
 - + Sử dụng bộ nguồn tổ ong 5V để cấp nguồn cho thiết bị vi mạch (Arduino , LCD..)
- Thiết bị bảo vệ điện:
 - +Sử dụng CB (Circuit Breaker) để bảo vệ từng nhánh nguồn và bảo vệ cho PLC
 - +Bộ chống sét lan truyền cho nguồn lưới và máy phát.
- Chọn vỏ tủ điện lắp ráp chắc chắn, có quạt làm mát, bố trí hợp lý các thiết bị.
- Bố trí đi dây điện, terminal, và các phụ kiện đi kèm đảm bảo chuẩn công nghiệp.

2.5.2 Phần mềm của hệ thống

- Sử dụng phần mềm chính hãng tương thích với PLC đã chọn.
- Đối với Siemens LOGO! → dùng phần mềm LOGO! Soft Comfort.-;
- Phần mềm lập trình cho vi điều khiển arduino sử dụng trong hệ thống – Arduino IDE với nhiệm vụ lập trình giám sát cho hệ thống, điều khiển hoạt động từ xa và điều khiển hiển thị trên giao diện LCD

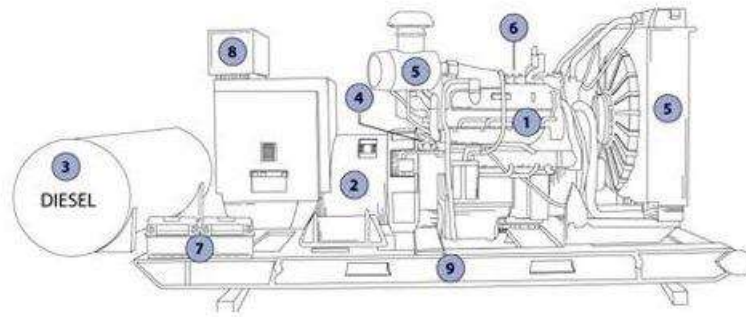
CHƯƠNG 3 : THIẾT KẾ XÂY DỰNG CHO BỘ ATS

3.1 Tính chọn thiết bị cho hệ thống

3.1.1 Máy phát điện

- Trong tất cả các nguồn dự phòng như UPS, máy phát điện, năng lượng sạch,... thì máy phát điện là nguồn dự phòng đáng tin cậy và phù hợp với trạm BTS. Vì nó có hệ thống cấp nhiên liệu liên tục, công suất khá lớn, độ tin cậy cao.

- Máy phát điện là thiết bị chuyển đổi cơ năng thành điện năng sử dụng nguyên lý cảm ứng điện từ. Nguồn cơ năng sơ cấp có thể là các động cơ tua bin hơi, gió, nước, động cơ đốt trong,... Nó có khả năng biến đổi thông số điện năng như điện áp tần số góc phi,...,



Hình 3. 1 Cấu tạo của máy phát điện

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Động cơ | 6. Hệ thống xả |
| 2. Đầu phát | 7. Bộ nạp ắc quy |
| 3. Hệ thống nhiên liệu | 8. Control Panel (Thiết bị điều khiển) |
| 4. Ổn áp | 9. Kết cấu khung chính. |
| 5. Hệ thống làm mát | |

- Động cơ: Là nguồn năng lượng cơ học đầu vào của máy phát điện. Nguồn nhiên liệu của máy phát điện thường là diesel, xăng, propan (ở dạng lỏng và dạng khí) hoặc là khí thiên nhiên. Đối với động cơ nhỏ thường hoạt động bằng xăng trong khi động cơ lớn hơn chạy bằng dầu diesel, propan lỏng hoặc khí tự nhiên. Ngoài ra thì có một số máy dùng nguồn nhiên liệu khác là nhiên liệu diesel và khí đốt.

- Đầu phát: Bao gồm một tập hợp các bộ phận tĩnh và các thành phần có thể di chuyển được, có chức năng sản xuất điện từ nhiên liệu cơ học được cung cấp. Các phần làm việc với nhau tạo ra chuyển động tương đối giữa từ và điện, do đó tạo ra điện.

- Stator/ phần cảm: Là thành phần không thể di chuyển, gồm một tập hợp các dây dẫn điện quấn lại thành dạng cuộn trên một lõi sắt.

- Rato/ phần ứng: là thành phần chuyển động tạo ra từ trường quay
 - Hệ thống nhiên liệu có những tính năng thông dụng dưới đây:
 - Ống nổi từ bồn chứa nhiên liệu đến động cơ: Dòng cung cấp hướng dẫn nhiên liệu và vào ra động cơ.
 - Ống thông gió bình nhiên liệu: Các bồn chứa nhiên liệu có một đường ống thông gió để ngăn chặn sự gia tăng áp lực hoặc chân không trong quá trình bơm và hệ thống thoát nước của bể chứa.
 - Bơm nhiên liệu: Nhiên liệu sẽ được chuyển từ bể chứa chính vào các bể chứa trong ngày.
 - Bình lọc nhiên liệu, tách nước và vật lạ trong nhiên liệu lỏng để bảo vệ các thành phần khác trong nguyên liệu tổng hợp.
 - Kim phun: Phun chất lỏng dưới dạng phun sương bằng đốt động cơ.
 - Ôn áp: Là bộ phận quy định điện áp đầu ra của máy phát điện.
 - Hệ thống làm mát: Liên tục sử dụng hệ thống làm lạnh có thể làm nóng các thành phần khác nhau của máy phát điện. Máy cần thiết có một hệ thống làm mát và thông gió thu hồi nhiệt sinh ra trong quá trình.
 - Hệ thống xả: Có tác dụng xử lý khí thải thoát ra từ máy phát điện. Ống xả thường được làm bằng gang, sắt rèn hoặc thép. Ống xả thường gắn liền với động cơ bằng cách sử dụng kết nối linh hoạt để giảm thiểu rung động và ngăn ngừa thiệt hại cho hệ thống ống xả của máy phát điện. Các ống xả thông ra ngoài trời và dẫn đi từ cửa ra vào, cửa sổ và những lối khác. Hệ thống ống xả của máy phát điện không kết nối với bất kỳ thiết bị khác
 - Hệ thống bôi trơn: Có tác dụng giúp động cơ hoạt động bền và êm suốt một thời gian dài. Động cơ của máy phát điện được bôi trơn bằng dầu được lưu trữ trong một máy bơm. Cần kiểm tra mức dầu bôi trơn sau khi máy hoạt động 8h, Kiểm tra ngăn ngừa rò rỉ chất bôi trơn và thay dầu sau 500 giờ máy phát điện hoạt động.
- Đối với dự án lần này ta sẽ chọn máy phát Cummins Diesel 10kw 12kVA

Bảng 3. 1 Thông số kỹ thuật của máy phát điện Cummins Diesel 10kw 12kVA

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Mô hình	KMS-10
Làm mát động cơ	Làm mát bằng gió
Công suất dự phòng (50Hz)	12kW / 15kVA
Công suất định mức (50Hz)	10kW / 12kVA
Tốc độ quay	1500 / 1800 vòng/phút
Phương pháp khởi động	Đề điện 24V DC
Model đầu phát	Tfw-10
Điện áp đầu ra	220V / 380V / 400V
Hệ số công suất	0.8
Số pha	3 pha
Loại chổi than	Không chổi than
Cấp cách điện	H
Cấp bảo vệ	IP23
Trọng lượng tổng / tịnh	500 kg
Kích thước tổng thể (DxRxC)	1500 × 1000 × 1400 mm

3.1.2 Bộ điều khiển trung tâm PLC logo Siemens

-Đây là một dòng PLC mini của Siemens, phù hợp cho các ứng dụng tự động hóa đơn giản như: Điều khiển chiếu sáng, bơm nước, hệ thống cửa tự động, điều khiển nhiệt độ, thời gian, hệ thống cảnh báo

-Với yêu cầu của bộ ATS không có quá nhiều đầu vào và đầu ra, ta sẽ chọn PLC logo Siemens 230RCE 6ED1052-1FB08-0BA1 để sử dụng cho bộ điều khiển trung tâm của bộ ATS

Bảng 3. 2 Bảng thông số kỹ thuật của PLC LOGO

Thông số	Mô tả
Dòng sản phẩm	<i>LOGO! 8.3</i>
Điện áp đầu vào	230VAC
Lập trình bằng	LOGO! Soft Comfort
Kết nối	Ethernet, WLAN (với module mở rộng)
Đầu vào	8 DI
Đầu ra	4 D0 (Relay)

3.1.3 MCB (Miniature Circuit Breake)

-Với nhiệm vụ đóng cắt , ngắt các thiết bị phía phụ tải bảo vệ khỏi ngắn mạch hay chập mạch

-Ta chọn MCB 1 pha có dòng định mức 63A MCB NXB-63 của CHINT

Bảng 3. 3 Bảng thông số kỹ thuật của MCB

Thông số	Mô tả
Dòng điện định mức	63A
Điện áp định mức	230/400VAC
Tần số	50/60Hz
Số cực	1P
Dòng cắt ngắn mạch định mức	6000A
Xung điện áp định mức	4 kV

3.1.4 Contactor

- Chọn theo dòng tải: Dòng làm việc phải $\geq 63A$
- Chọn Khởi động từ 1 Pha Chint NCH8-63/20 63A 2NO 2P

Bảng 3. 4 Bảng thông số kỹ thuật của khởi động từ

Thông số	Mô tả
Công suất chịu tải	63A
Điện áp làm việc của cuộn hút	220V/50Hz
Tiếp điểm	2 cặp NO
Số cực	2P

3.1.5 Relay trung gian

- Relay trung gian là một thiết bị relay điện từ với kích thước nhỏ, là một kiểu nam châm điện có tích hợp thêm hệ thống tiếp điểm như một công tắc hoạt động bằng điện đổi trạng thái on or off khi có dòng điện đi qua

- Với nhiệm vụ để tách ly tín hiệu điều khiển và công suất, đồng thời trung gian trong việc điều khiển giữa PLC và contactor

- Ta chọn Chọn relay có điện áp cuộn hút phù hợp (VD: 24VDC hoặc 220VAC- Relay Trung Gian LY2N 24V 10A 220VAC 8 Chân

Bảng 3. 5 Bảng thông số kỹ thuật của relay trung gian LY2N 24V 10A 220VAC 8 Chân

Thông số	Mô tả
Dòng max	10A
Điện áp chân kích	24VDC

Điều khiển nguồn	220VAC
Số chân	8 chân

3.1.6 Ắc quy

- Dùng để đề máy phát
- Ta chọn Ắc quy N150 MF (12V - 150Ah)

Bảng 3. 6 Bảng thông số kỹ thuật của Ắc quy N150 MF (12V - 150Ah)

Thông số	Mô tả
Điện áp	12V
Dung lượng	150Ah
Kích thước	505 x 220x 209 (mm)
Trọng lượng	2.4kg
Nạp điện	Điện áp nạp cho bình 13.5 - 14.2VDC, 10-15Ah

3.1.7 Arduino

- Đối với các yêu cầu về giám sát và điều khiển cho hệ thống, ta chọn vi điều khiển arduino Uno R3 với nhiều tính năng vượt trội, dễ điều khiển, nhỏ gọn và phù hợp với yêu cầu của đề tài

Bảng 3. 7 Bảng thông số kỹ thuật của Arduino Uno R3

Thông số	Mô tả
Vi điều khiển (MCU)	ATmega328P
Điện áp hoạt động	5V
Nguồn vào (khuyến dùng)	7-12V
Số chân digital I/O	14 chân (trong đó 6 chân hỗ trợ PWM)
Số chân analog input	6 chân (A0 đến A5)
Tốc độ xung nhịp	16 MHz
Bộ nhớ Flash	32 KB (trong đó 0.5 KB dùng cho bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Giao tiếp	UART, I2C, SPI
Cổng lập trình	Cổng USB loại B

3.1.8 LCD

- Với yêu cầu giám sát và hiển thị của đề tài, ta chọn LCD 4 row có tích hợp i2c 20x4

3.1.9 Cảm biến điện áp

- Ta sử dụng cảm biến điện áp ZMP101B để đo giá trị điện áp của cả điện áp lưới và điện dự phòng, từ đó Arduino Uno đọc giá trị, so sánh và gửi lệnh để điều khiển PLC

Bảng 3. 8 Bảng thông số kỹ thuật của cảm biến điện áp

Thông số	Mô tả
Điện áp cảm biến tối đa	250 VAC
Điện áp hoạt động	5V
Nguồn vào (khuyến dùng)	5-30VDC
Tín hiệu đầu ra	0-5V Analog
Kích thước:	49,5 x 19,4 (mm)
Nhiệt độ hoạt động	40°C ~ + 70°C

3.1.10 Module relay

- Module relay là một mô-đun điện tử dùng để điều khiển thiết bị điện công suất lớn (AC hoặc DC) bằng một vi điều khiển như Arduino, STM32, hoặc PLC. Relay hoạt động như một công tắc điện tử — khi được điều khiển, nó đóng hoặc ngắt mạch điện của thiết bị tải (ví dụ: đèn, quạt, bơm...).

- Module relay nhận tín hiệu từ Arduino và gửi dữ liệu điều khiển đến PLC để thực hiện các chức năng điều khiển

Bảng 3. 9 Bảng thông số kỹ thuật của module relay

Thông số	Mô tả
Tên sản phẩm	Bo mạch relay 2 kênh 24V 10A – mã B5H12
Số kênh	2 kênh relay cơ
Điện áp hoạt động	24VDC
Dòng tiêu thụ	Khoảng 60 – 80 mA / relay
Dòng chịu tải tối đa	10A tại 250VAC hoặc 30VDC
Loại kích hoạt	Chọn được mức kích hoạt: HIGH hoặc LOW (jumper set)
Loại relay	Relay cơ 5 chân (COM, NO, NC)
Tín hiệu điều khiển	Tương thích mức TTL 3.3V – 5V (với transistor khuếch đại)
Cách ly opto	Có opto-isolator cách ly giữa mạch điều khiển và mạch tải
Kích thước	50x 40 x 18 (mm)

3.1.11 Đèn báo

- Đèn báo 24V, 220V 22mm AD16-22DS (đỏ, xanh, vàng)

3.1.12 Quạt làm mát

- Đối với yêu cầu hoạt động ở dải nhiệt độ tương đối lớn từ 0°C ÷ 55°C nên gần như ta phải có quạt làm mát để đảm bảo tủ điện hoạt động bình thường, giúp hạn chế tình trạng quá nhiệt hay chập cháy xảy ra

- Ta chọn Quạt hút 230VAC 92x92x25

Bảng 3. 10 Bảng thông số kỹ thuật của quạt làm mát

Thông số	Mô tả
Chất liệu	ABS, Steel
Kích thước (WxHxD)	92x92x25 mm
Vòng bi	Sleeve
Kiểu lắp đặt	Thẳng đứng
Dòng định mức	0.07A 230VAC 50/60Hz
Công suất	13W
Lưu lượng gió	39~48 m ³ /h
Độ ồn	37 dB
Nhiệt độ hoạt động	-40 ^o C đến +65 ^o C
Cấp bảo vệ	IP34

3.1.13 Nguồn tổ ong

- Để cấp điện cho các thiết bị vi mạch có trong hệ thống (Arduino, LCD) ta cấp điện 5VDC cho các thiết bị trên. Sử dụng bộ nguồn tổ ong 5V 10A để cấp điện

Bảng 3. 11 Bảng thông số kỹ thuật của bộ nguồn tổ ong 5V

Thông số	Mô tả
Điện áp đầu vào	180VAC-240VAC chỉnh bằng công tắc gạt
Công suất	50W
Dòng đầu ra tối đa	10A
Nhiệt độ làm việc	-10 ~ 60 độ C
Kích thước	160 x 48 x 42mm

3.1.14 Vỏ tủ điện

- Việc chọn vỏ tủ điện là bước quan trọng trong thiết kế hệ thống điều khiển và phân phối điện. Một vỏ tủ điện phù hợp giúp bảo vệ thiết bị, đảm bảo an toàn, và tối ưu hóa không gian.

- Dựa vào số lượng thiết bị lắp bên trong như: MCB, contactor, relay, PLC... ta chọn vỏ tủ điện 400x300x150 để đảm bảo việc nối dây và các thiết bị thuận tiện hơn

Bảng 3. 12 Bảng thống kê các thiết bị sử dụng

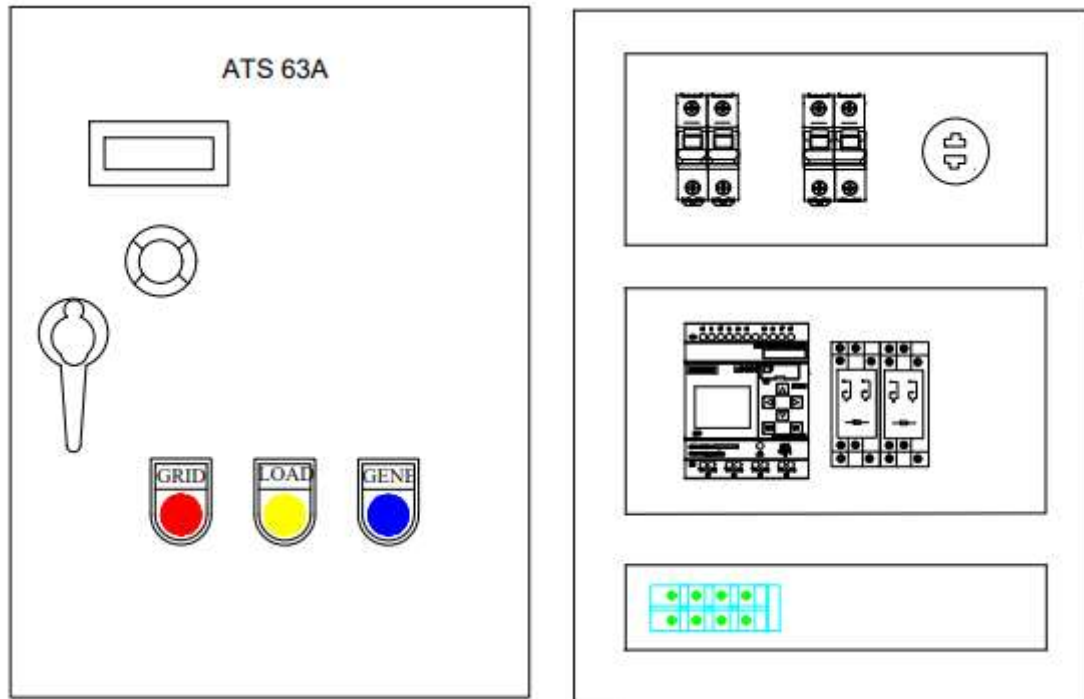
Thiết bị đóng cắt nguồn dự phòng ATS cho các trạm BTS

STT	Tên thiết bị	Mã thiết bị	SL	Đơn giá
1	Máy phát điện	Cummins Diesel 10kw 12kVA	1	40.480.000 VND
2	PLC LOGO Siemens	6ED1052-1FB08- 0BA1	1	2.200.000 VND
3	MCB	MCB NXB-63 CHINT	2	65.000 VND
4	Contactơ	Chint NCH8-63/20 63A 2NO 2P	2	632.000 VND
5	Relay trung gian	LY2N 24V 10A 220VAC 8 Chân	2	50.000 VND
6	Ắc quy	N150 MF	2	6.300.000 VND
7	Các thiết bị VDK	Arduino, LCD, ZMP101B, Module relay		500.000 VND
8	Đèn báo tử điện			100.000 VND
9	Quạt làm mát	230VAC 92x92x25		200.000 VND
10	Vỏ tủ điện	400x300x150 mm		400.000 VND
11	Bộ nguồn tổ ong	5V 10A		100.000 VND
12	Các loại dây cáp, đầu cos, thanh đồng...			1.000.000 VND
Tổng cộng				52.027.000 VND

3.2 Thiết kế hệ thống

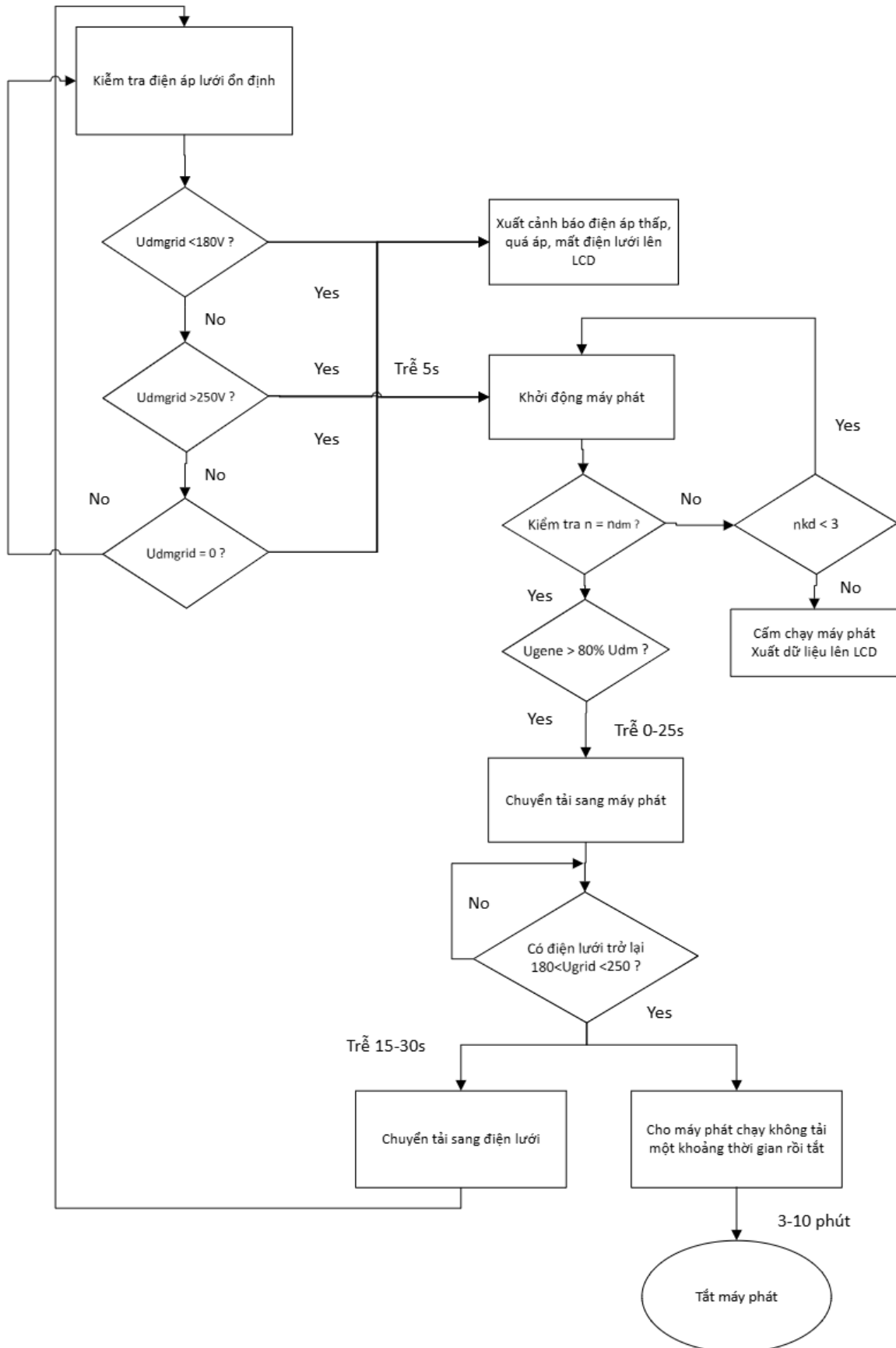
3.2.1 Bản vẽ hệ thống

Ta có bản vẽ phác thảo mặt ngoài và sơ đồ bố trí thiết bị như sau



Hình 3. 2 Bản vẽ phác thảo của tủ điện ATS 63A

3.2.2 Lưu đồ thuật toán của hệ thống



Hình 3. 3 Lưu đồ thuật toán của hệ thống

3.2.3 Lập trình với phần mềm Logo soft comfort 8.3

(a) Giới thiệu về phần mềm

- LOGO! Soft Comfort là phần mềm lập trình cho dòng PLC Siemens LOGO!, được thiết kế thân thiện, dễ sử dụng, đặc biệt phù hợp cho người mới bắt đầu tiếp cận với PLC hoặc các ứng dụng điều khiển tự động đơn giản

- Phần mềm với nhiều tính năng, có thể hỗ trợ để thực hiện các dự án với quy mô vừa và nhỏ

Bảng 3. 13 Các tính năng của phần mềm Logo soft comfort 8.3

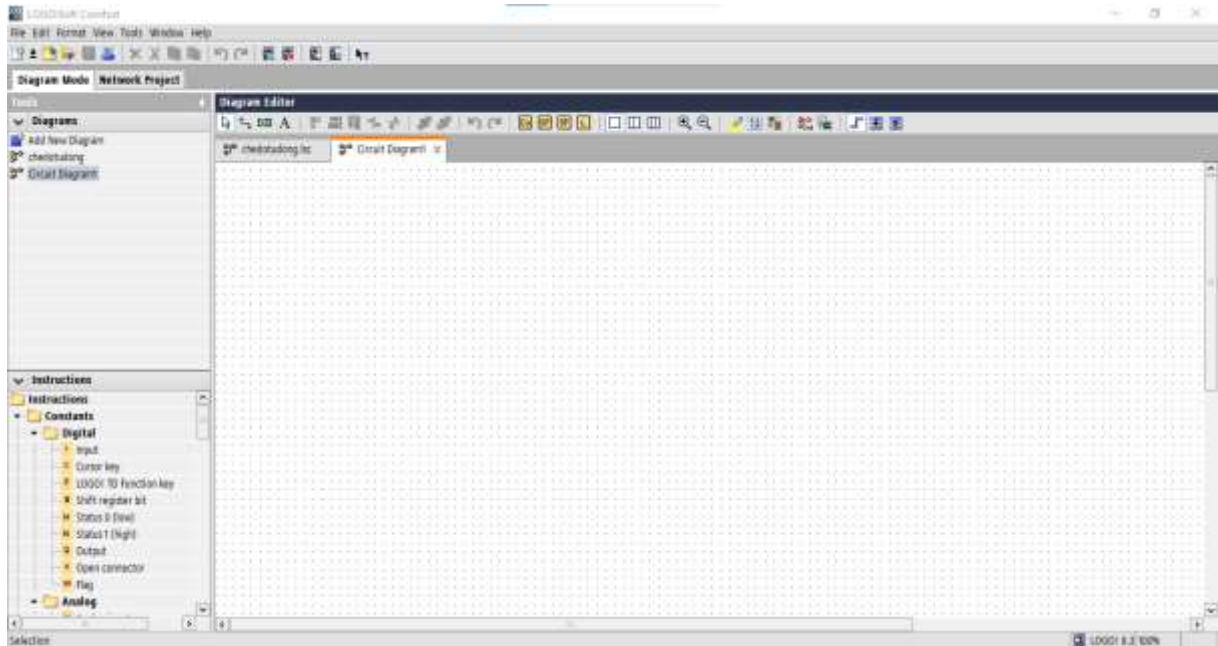
Tính năng	Mô tả
Giao diện kéo-thả (Drag-and-drop)	Dễ dàng lập trình bằng cách kéo và kết nối các khối logic
Mô phỏng offline	Cho phép chạy thử chương trình trên máy tính mà không cần PLC thật
Chế độ lập trình song song	Có thể lập trình bằng cả biểu đồ khối logic (Function Block Diagram - FBD) và dạng dòng lệnh (Ladder - LAD)
Tải chương trình vào PLC	Kết nối qua cáp USB hoặc mạng LAN để nạp chương trình
Giám sát và điều khiển online	Theo dõi trạng thái các khối logic khi PLC đang chạy thực tế

- Về ứng dụng, LOGO! Soft Comfort thường được dùng trong các ứng dụng nhỏ và vừa như:

- Điều khiển bơm nước, chiếu sáng tự động
- Điều khiển cửa, băng tải nhỏ
- Điều khiển máy móc đơn giản trong dân dụng hoặc công nghiệp
- Hệ thống điều khiển tưới cây tự động, hệ thống nhà thông minh

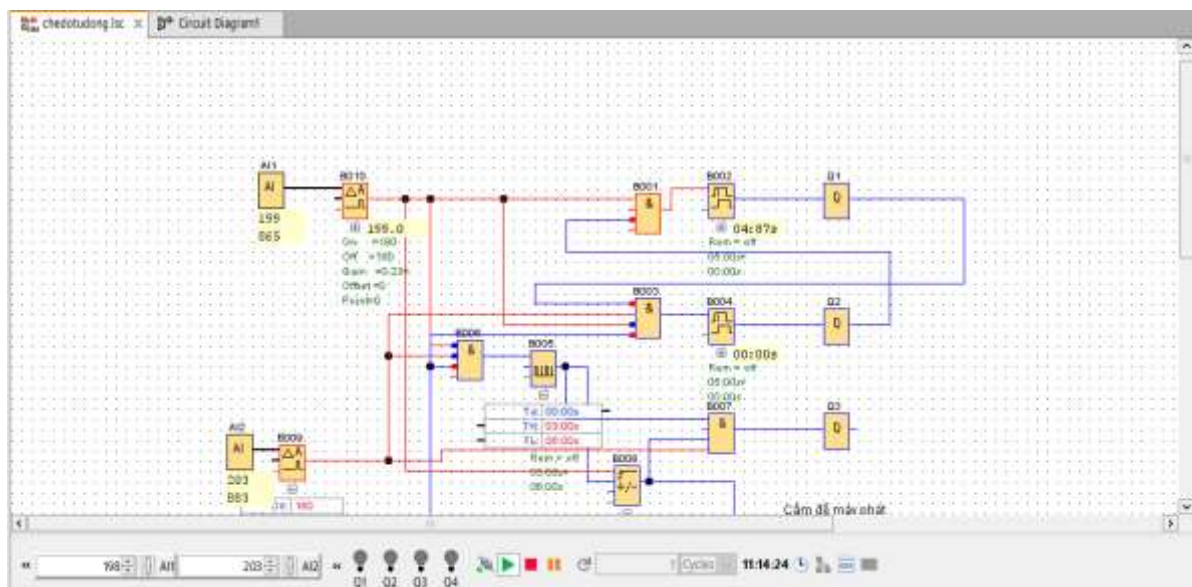
(b) Các bước tạo dự án

- Để bắt đầu lập trình với dự án, ta chọn File-New để tạo một dự án mới



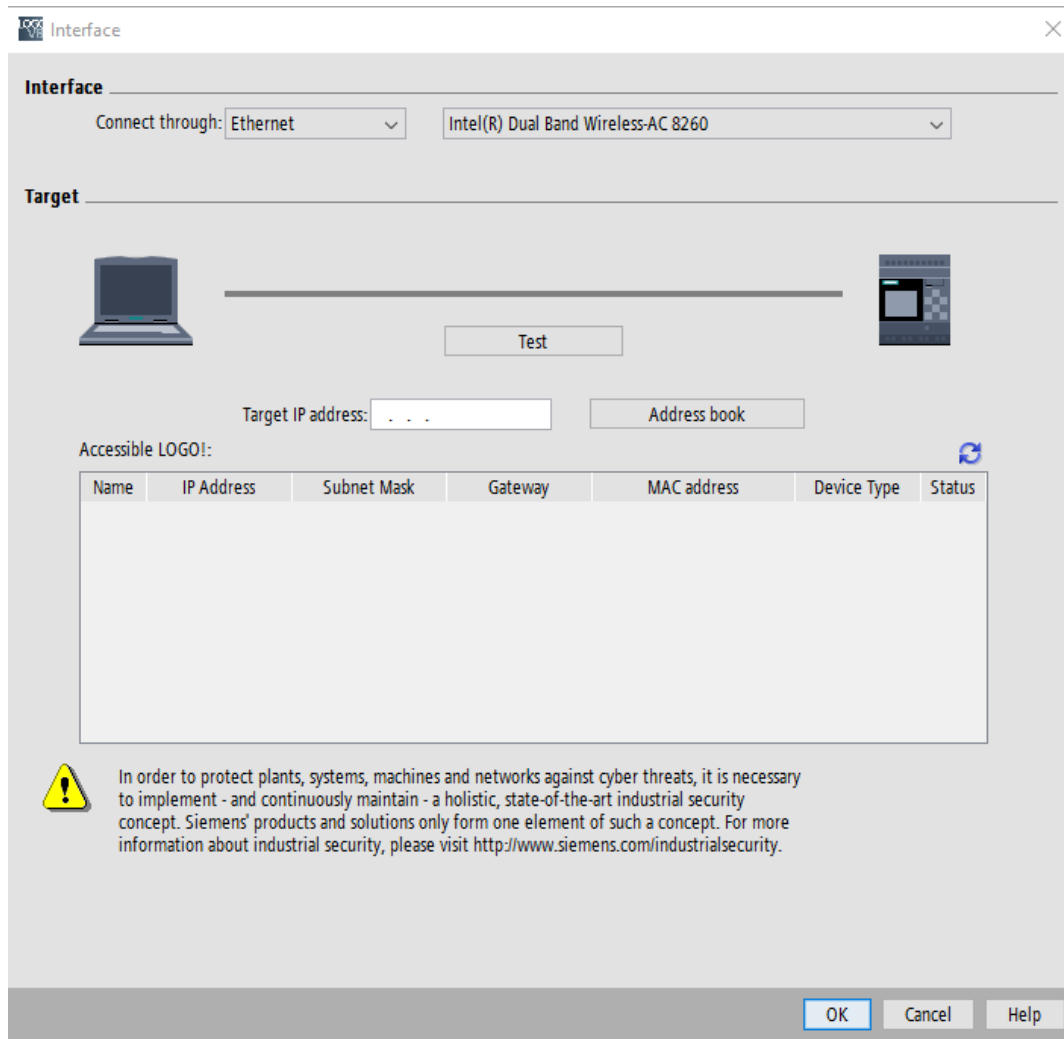
Hình 3. 4 Giao diện làm việc của LOGO Soft comfort

- Sau khi đã lập trình xong, ta tiến hành lưu và tiến hành mô phỏng trực tiếp trên phần mềm



Hình 3. 5 Màn hình mô phỏng của phần mềm

- Nếu như việc mô phỏng diễn ra suôn sẻ , ta có thể kết nối với PLC để nạp code

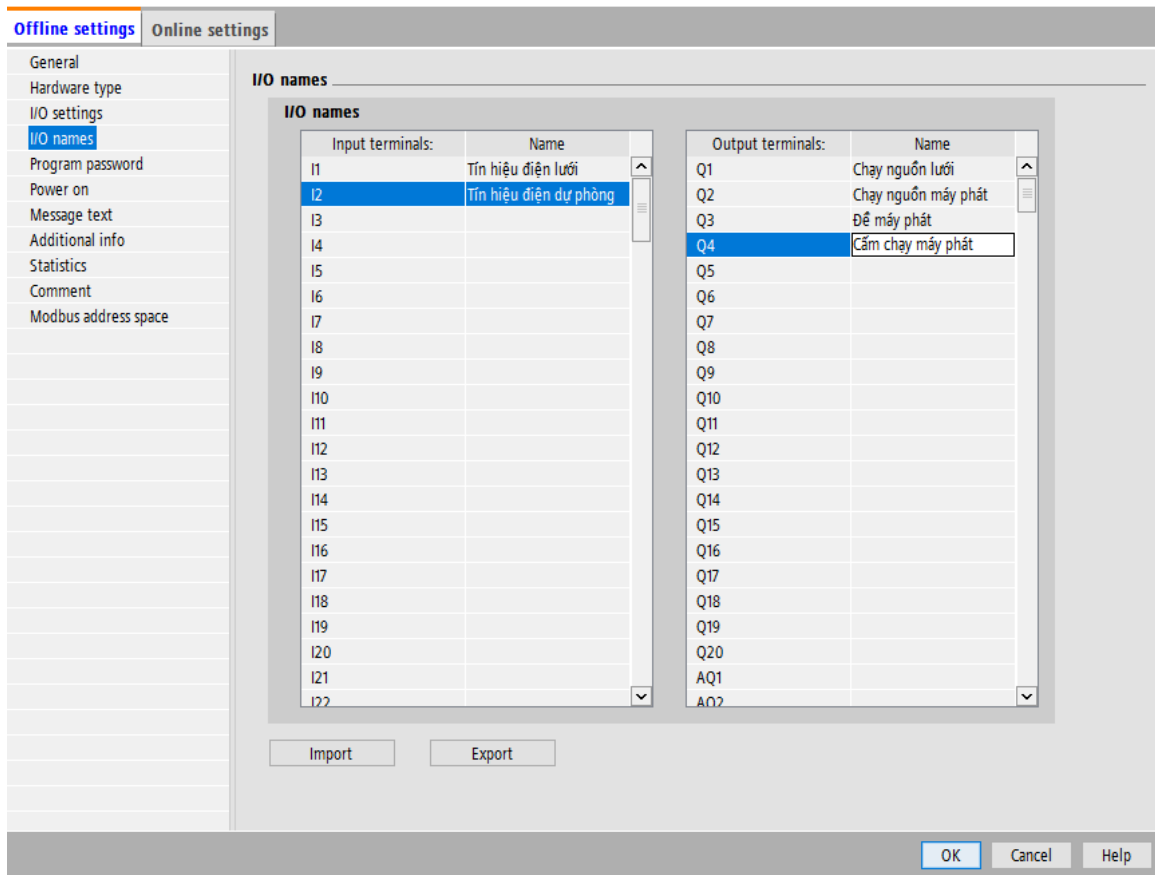


Hình 3. 6 Màn hình thiết lập kết nối với PLC

- Yêu cầu phải có cáp Ethernet để truyền dữ liệu

(c) Tiến hành lập trình dự án

Với các biến đầu vào và đầu ra của dự án như sau



Hình 3. 7 Danh sách các biến đầu vào và đầu ra cho dự án

Với các giá trị đầu vào I1 : Tín hiệu điện lưới

I2 Tín hiệu điện dự phòng

I3 Giá trị Analog điện lưới

I4 Giá trị Analog điện áp dự phòng

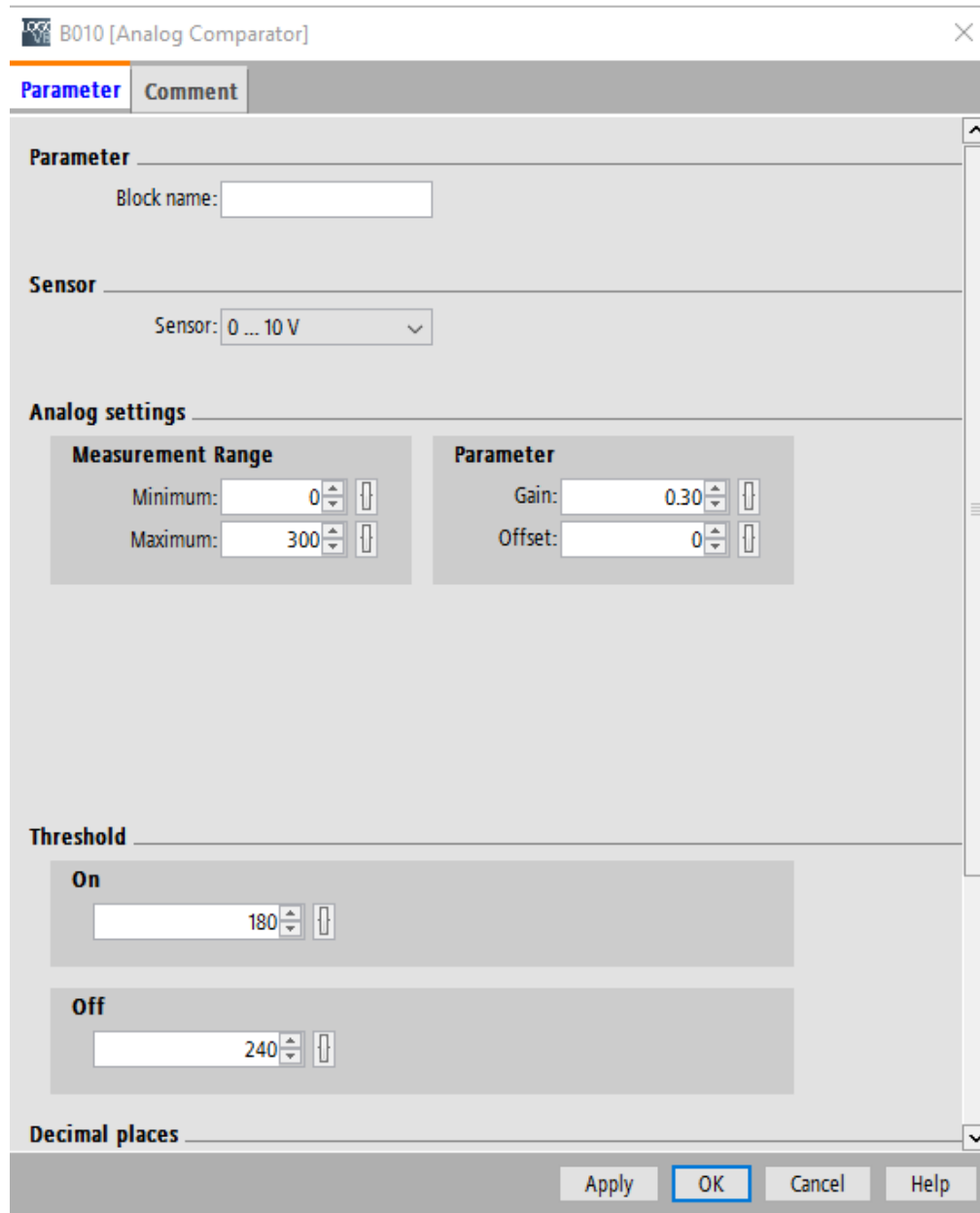
Và các giá trị đầu ra Q1: Tín hiệu khởi động relay trung gian điện áp lưới

Q2: Tín hiệu khởi động relay trung gian điện áp dự phòng

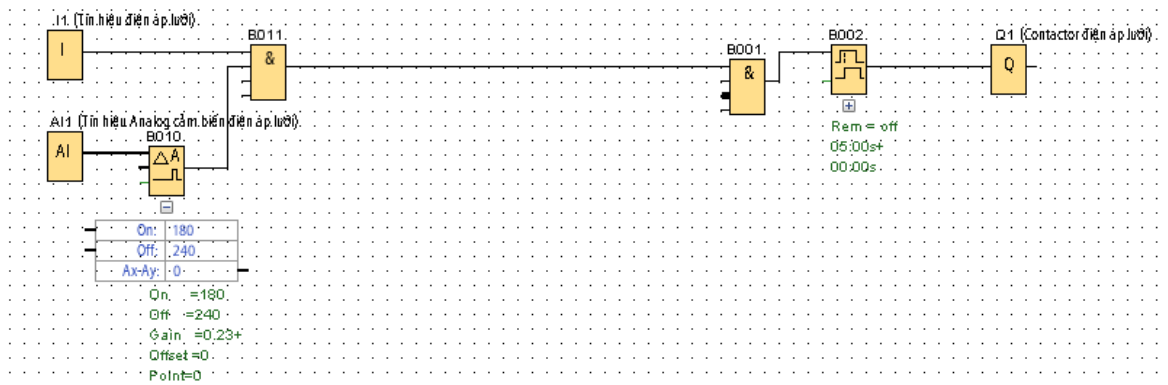
Q3: Tín hiệu khởi động máy phát

Q4 : Tín hiệu cấm chạy máy phát(sau 3 lần khởi động không thành công)

Nếu tín hiệu I1 có điện- Điện áp lưới có điện và cảm biến điện áp đọc được giá trị điện áp nằm trong khoảng từ 180VAC (điện áp thấp) đến 240 VAC (quá áp) thì sẽ xuất tín hiệu để đến timer để đếm, nếu đủ 5s sau khi đếm thì PLC sẽ gửi tín hiệu để khởi động relay trung gian của điện áp lưới cấp điện cho tải



Hình 3. 8 Khối Analog Comparator để so sánh giá trị điện áp

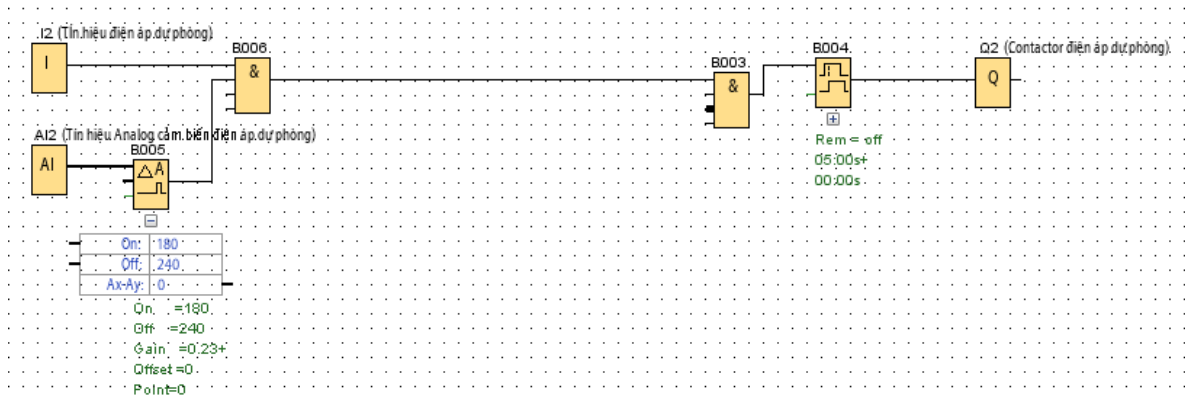


Hình 3. 9 Mô phỏng tín hiệu điện áp lưới với 2 đầu vào

Đối với PLC LOGO Siemen 230RCE thì không thể đọc giá trị trực tiếp từ tín hiệu Analog mà phải cần có thêm module Analog. Do đó ta sẽ sử dụng Arduino Uno để đọc giá trị điện áp rồi sau đó gửi tín hiệu điều khiển lên PLC thông qua một module relay

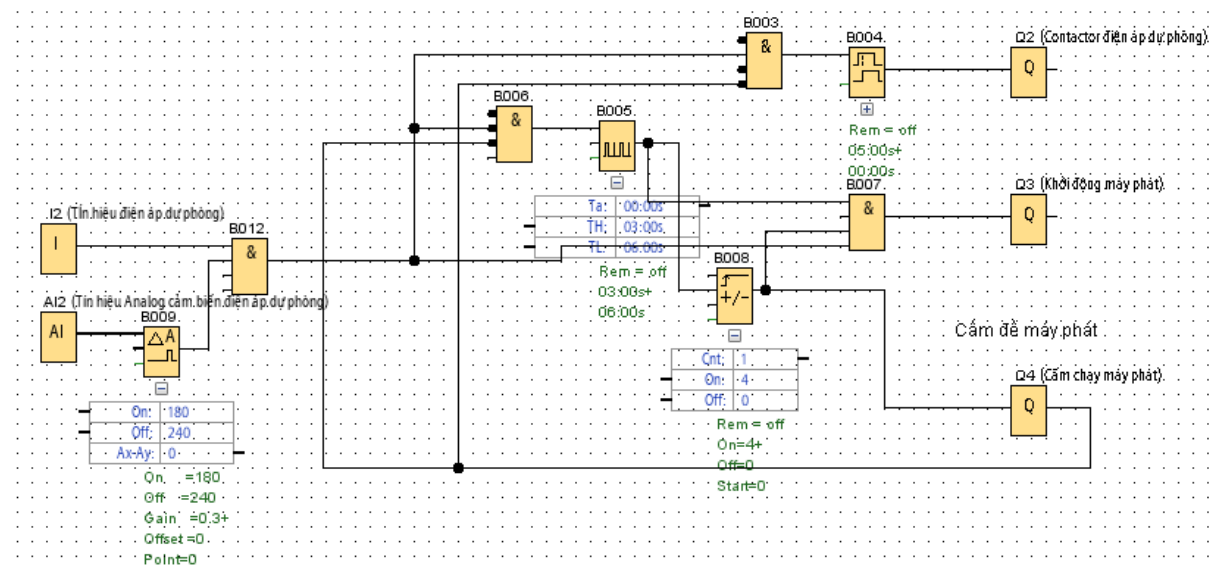
Tiếp tục thực hiện tương tự đối với điện dự phòng

Khi một trong hai điều kiện để khởi động contactor điện áp lưới là tín hiệu điện áp lưới và tín hiệu từ cảm biến điện áp không đạt, ta sẽ chuyển sang điện áp dự phòng, khi đó nếu tín hiệu từ điện áp dự phòng có điện và tín hiệu từ cảm biến của điện dự phòng đạt, hệ thống sẽ chuyển sang khởi động contactor điện dự phòng để tiếp tục nuôi tải



Hình 3. 10 Mô phỏng tín hiệu điện áp dự phòng với 2 tín hiệu đầu vào

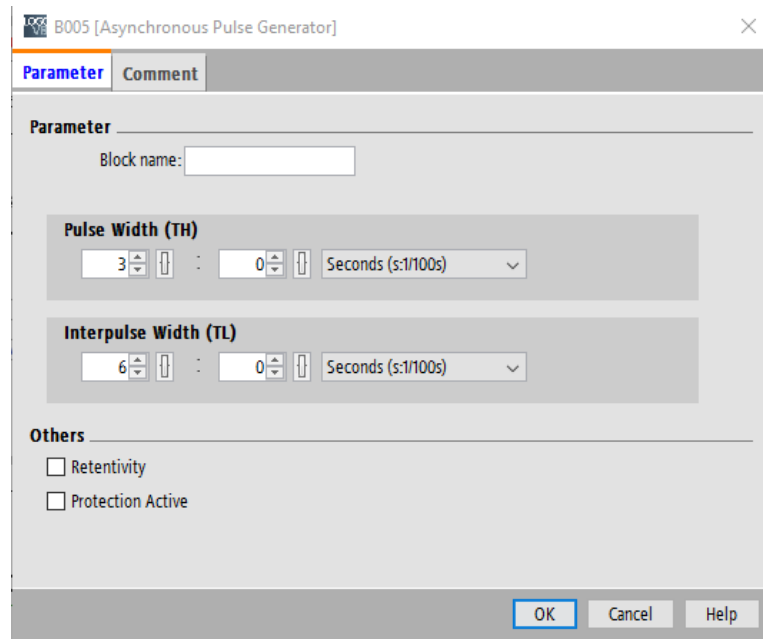
Nếu một trong hai điều kiện để khởi động contactor điện dự phòng không đạt, ta sẽ tiến hành khởi động relay đề máy phát.



Hình 3. 11 Mô phỏng tín hiệu đề máy phát

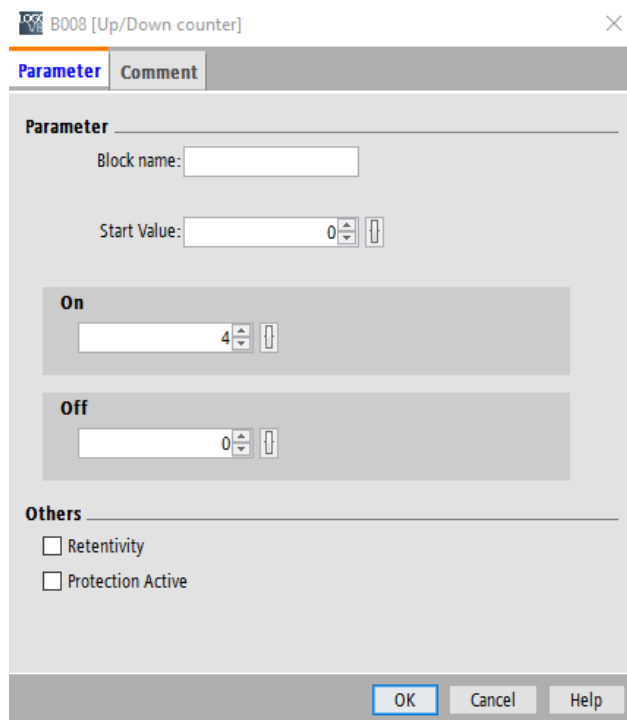
Khởi động máy phát sẽ hoạt động mỗi lần 6s, sau mỗi lần đề không thành công sẽ chờ sau 3s để tiếp tục đề, số lần đề tối đa là 3 lần. Nếu sau 3 lần đề máy phát vẫn không kích được điện thì sẽ PLC sẽ phát tín hiệu để cấm đề máy phát để cho quá trình bảo hành và sửa chữa

Khởi phát xung đồng bộ, thiết lập 6s mỗi lần đề và 3s cho thời gian nghỉ mỗi lần đề



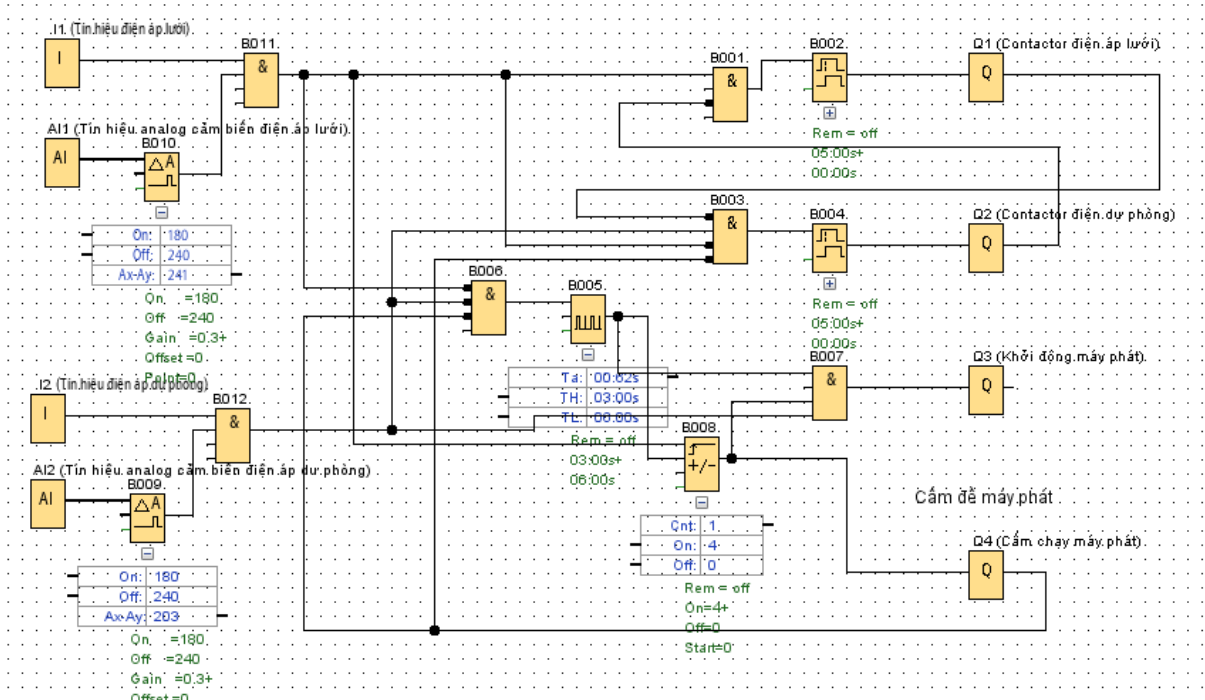
Hình 3. 12 Khởi phát xung

Bộ đếm lên xuống



Hình 3. 13 Khối đếm xung lên xuống

Phần code mô phỏng cho toàn bộ dự án như sau



Hình 3. 14 Code PLC cho dự án

3.2.4 Giao diện giám sát hệ thống

(a) Lợi ích

Việc xây dựng giao diện giám sát cho hệ thống ATS (Automatic Transfer Switch) mang lại nhiều ý nghĩa quan trọng, đặc biệt trong các hệ thống cung cấp điện tự động như trạm BTS, nhà máy, trung tâm dữ liệu, v.v. Cụ thể:

1. Tăng cường khả năng quan sát và quản lý hệ thống

Cho phép người vận hành giám sát thời gian thực các thông số như:

Điện áp lưới, Điện áp máy phát, trạng thái chuyển đổi ATS (ON/OFF), tình trạng hoạt động (mất điện, chuyển nguồn, máy phát khởi động...)

2. Cảnh báo sớm và phòng ngừa sự cố

Giao diện có thể tích hợp cảnh báo khi: Điện áp dưới ngưỡng cho phép, thời gian chuyển mạch bất thường, máy phát không khởi động đúng cách

Điều này giúp kỹ thuật viên can thiệp sớm, giảm thời gian gián đoạn hệ thống.

3. Hỗ trợ vận hành và bảo trì

Theo dõi nhật ký hoạt động, lịch sử sự kiện giúp: Phân tích nguyên nhân sự cố, lên kế hoạch bảo trì định kỳ, đánh giá độ tin cậy của hệ thống

4. Cải thiện hiệu quả và độ tin cậy của hệ thống điện

Giao diện giám sát giúp tối ưu hóa quá trình chuyển đổi giữa điện lưới và máy phát.

Giảm rủi ro mất điện không mong muốn, đặc biệt trong các hệ thống quan trọng

5. Tạo thuận lợi cho người dùng và quản trị viên

Người không chuyên về kỹ thuật cũng có thể theo dõi trạng thái hệ thống một cách dễ hiểu qua giao diện đồ họa.

Hỗ trợ truy cập từ xa (nếu tích hợp với web server), thuận tiện cho việc quản lý từ xa.

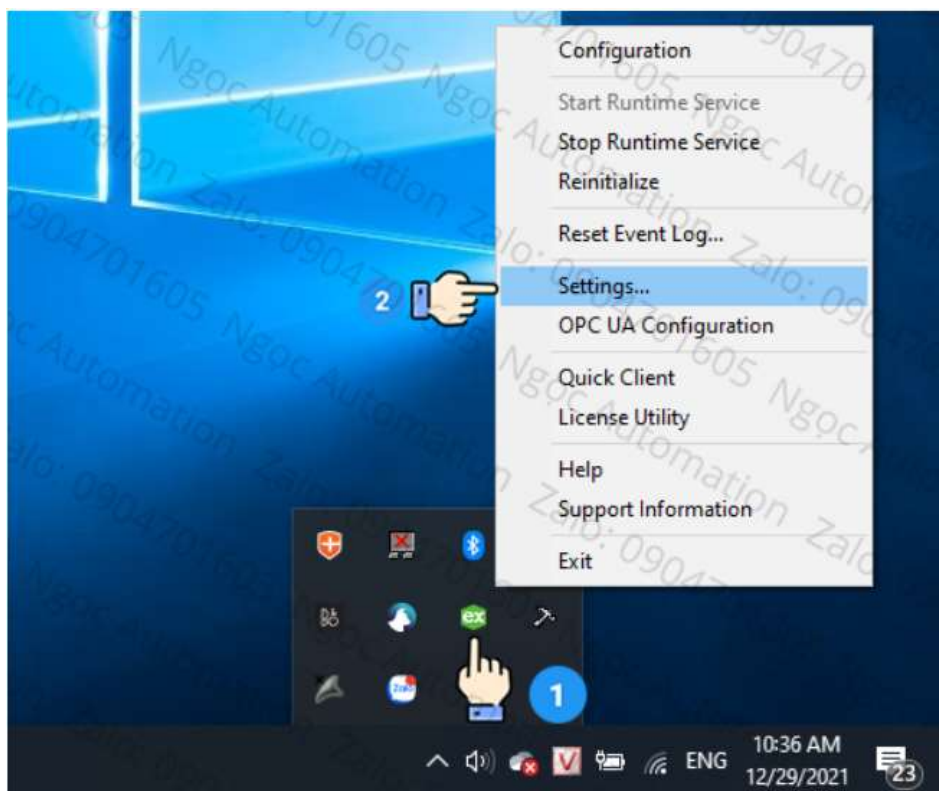
(b) Thực hiện

Đối với việc hệ thống sử dụng PLC LOGO Siemens 230RCE ta sẽ sử dụng các phần mềm như Visual Studio Code, Kepware và Node Js để lập trình đọc các tín hiệu trực tiếp từ PLC sau đó gửi lên giao diện web server đã tích hợp để có thể dễ giám sát và theo dõi

Ta tiến hành tải các ứng dụng cần thiết và tiến hành thực hiện

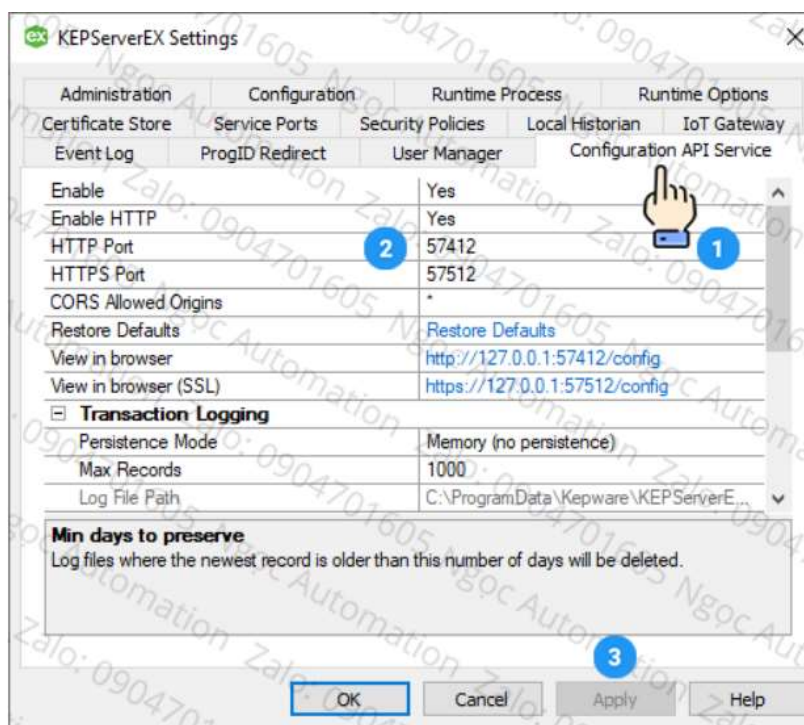
Đầu tiên ta tiến hành cấu hình cho Kepware

Bước 1: Click chuột phải vào biểu tượng kepware ở thanh taskbar và chọn setting



Hình 3. 15 Các bước tiến hành cấu hình Kep Ware (Bước 1)

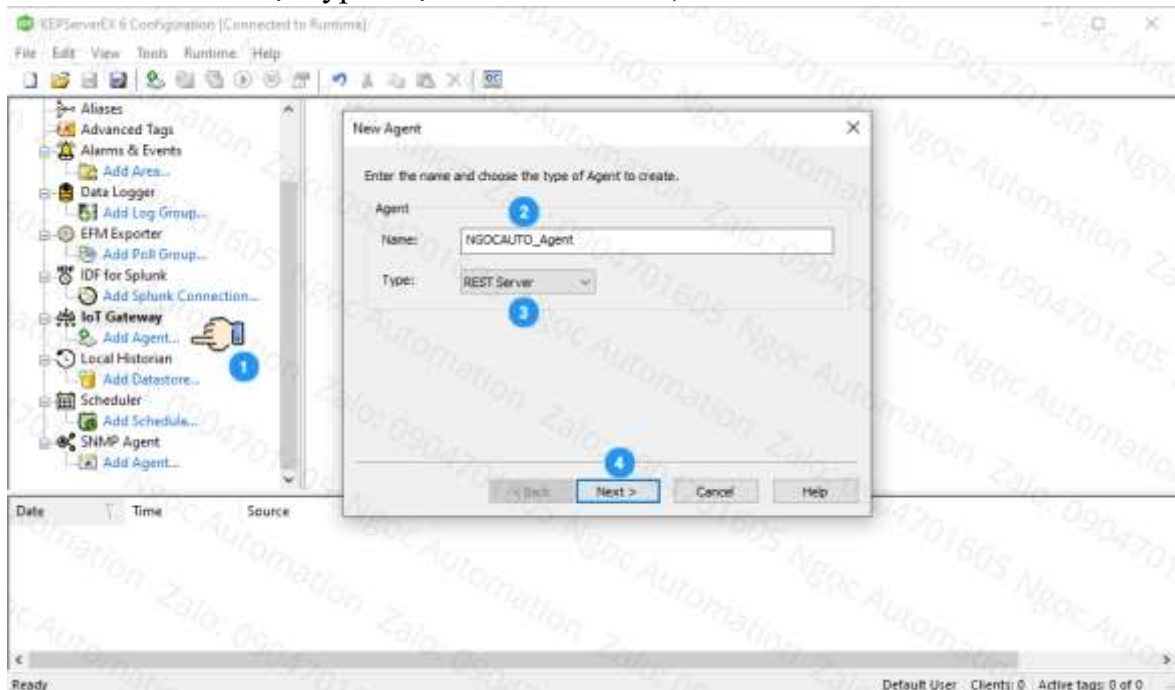
Bước 2: Tại tab “Configuration API Service” mục Enable và Enable HTTP chọn Yes, Mục CORS nhập dấu *, sau đó nhấn Apply.



Hình 3. 16 Các bước tiến hành cấu hình Kep Ware (Bước 2)

Tiếp theo, ta tiến hành kết nối giữa PLC LOGO với web server

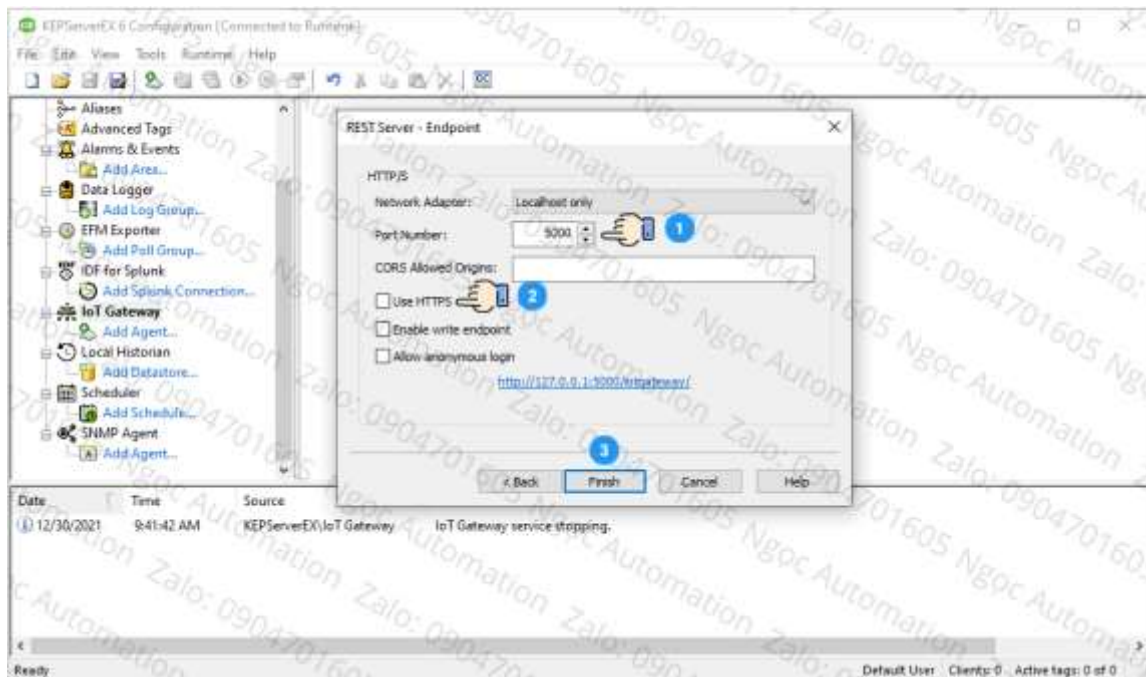
Bước 1: Tại IoT gateway chọn Add Agent, mục name đặt tên cho project (tùy chọn), mục type chọn “REST Server”, sau đó nhấn Next.



Hình 3. 17 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 1)

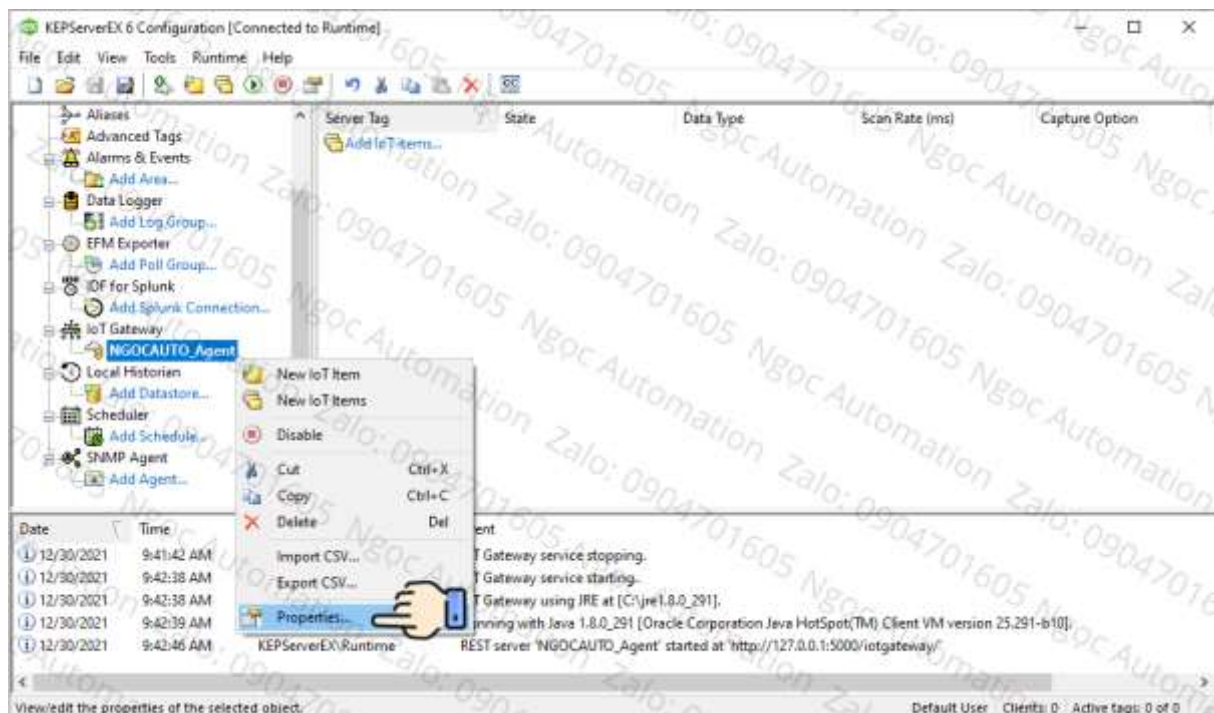
Bước 2: Đặt tên port number cho project (tùy chọn), ở đây đặt 5000, bỏ tick mục Use HTTPS, sau đó nhấn Finish

Lưu ý: Cổng Port Number sau này sẽ dùng để cấu hình ở phần lập trình Webserver (Visual studio code) ở file index.js



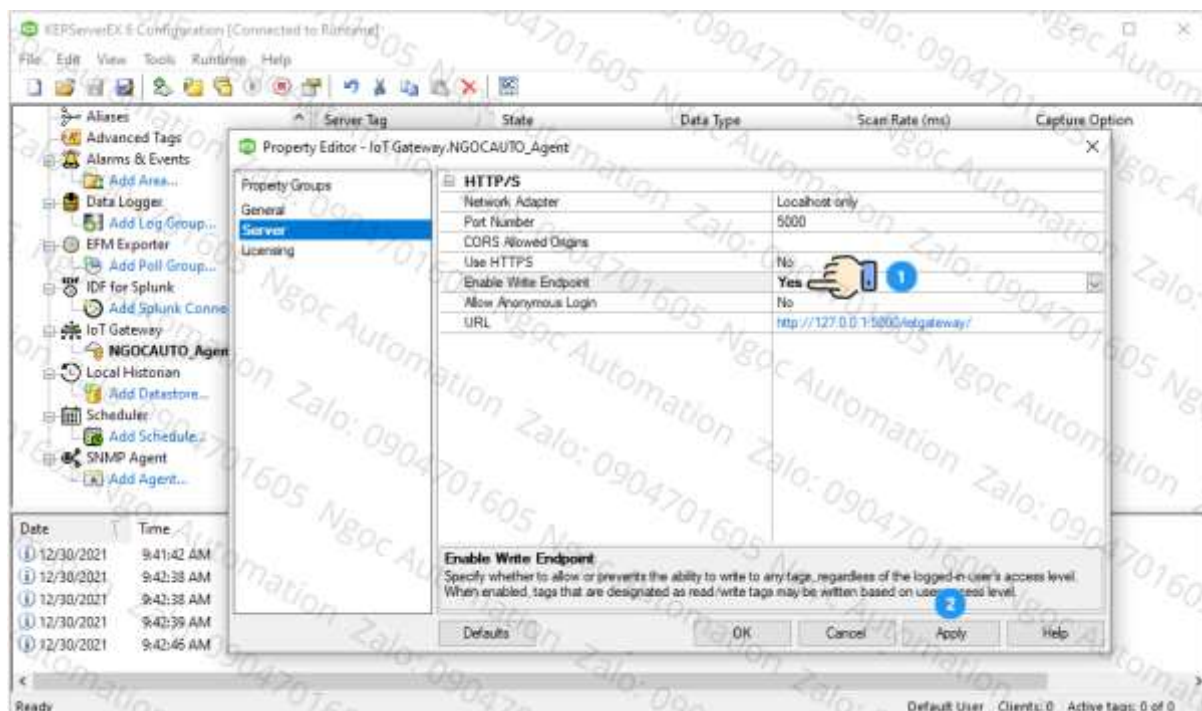
Hình 3. 18 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 2)

Bước 3: Click chuột phải vào IOT gate way vừa tạo, chọn Properties.



Hình 3. 19 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 3)

Bước 4: Tại mục Server phần Enable Write Endpoint chọn Yes để trình duyệt có thể ghi dữ liệu vào PLC



Hình 3. 20 Các bước cấu hình kết nối với PLC (Bước 4)

Bước 5: sau khi đã tiến hành thiết lập thành công, ta tiếp tục code trên phần mềm Visual Studio Code để có thể đọc giá trị từ PLC lên web server

Sau khi đã thiết lập kết nối thành công, ta tiếp tục thiết kế giao diện giám sát cho hệ thống

Đối với hệ thống ATS cho trạm BTS ta sẽ thiết kế một giao diện với 3 chức năng : Giám sát, lịch sử hoạt động và các cảnh báo

Giao diện hệ thống được thiết kế như sau:



Hình 3. 21 Giao diện giám sát hệ thống trên Website

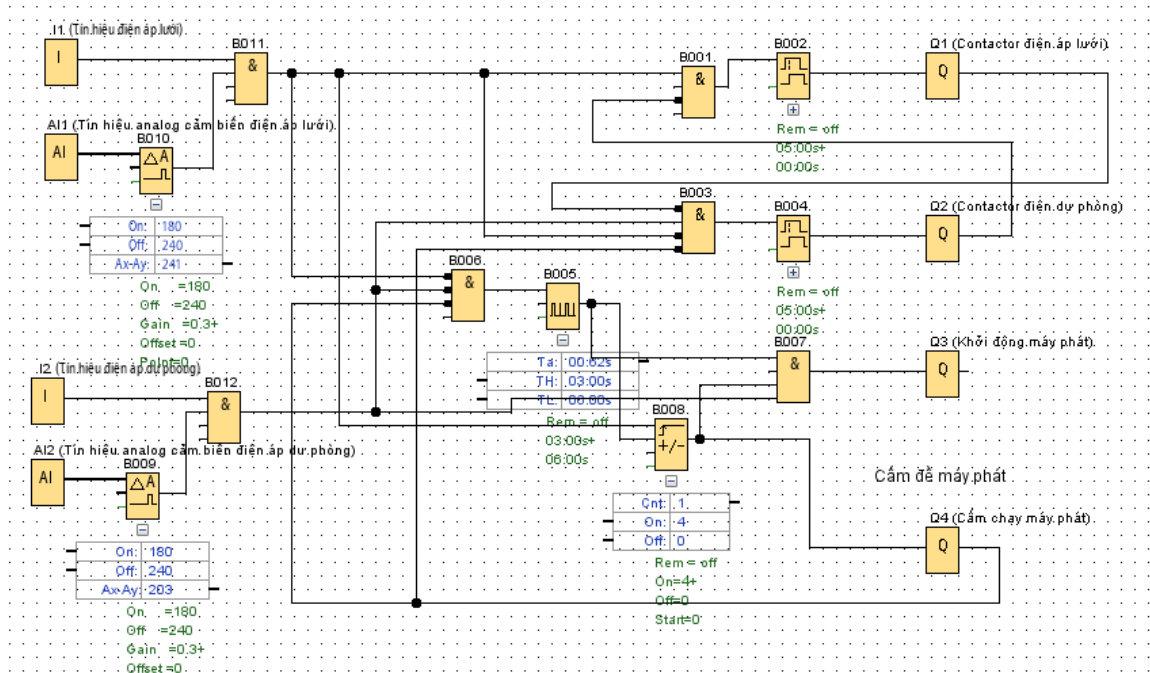
Đối với chức năng giám sát hệ thống, ta sẽ hiển thị các giá trị như điện áp của điện lưới , điện dự phòng, các giá trị nhiệt độ, độ ẩm biểu đồ thể hiện giá trị điện áp

CHƯƠNG 4 MÔ PHỎNG THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1 Mô phỏng hệ thống

4.1.1 Mô hình mô phỏng

Sau khi tiến hành thiết kế, ta có thể đưa ra mô hình mô phỏng cho toàn bộ dự án như sau

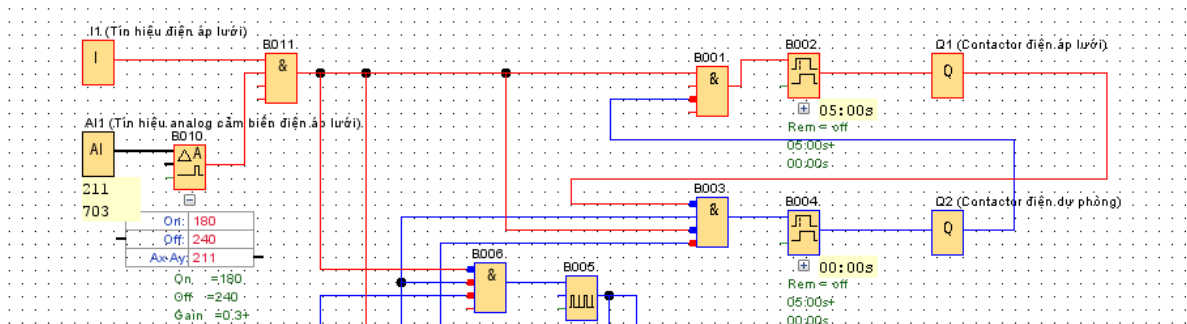


Hình 4. 1 Mô hình mô phỏng toàn dự án

4.1.2 Tiến hành mô phỏng

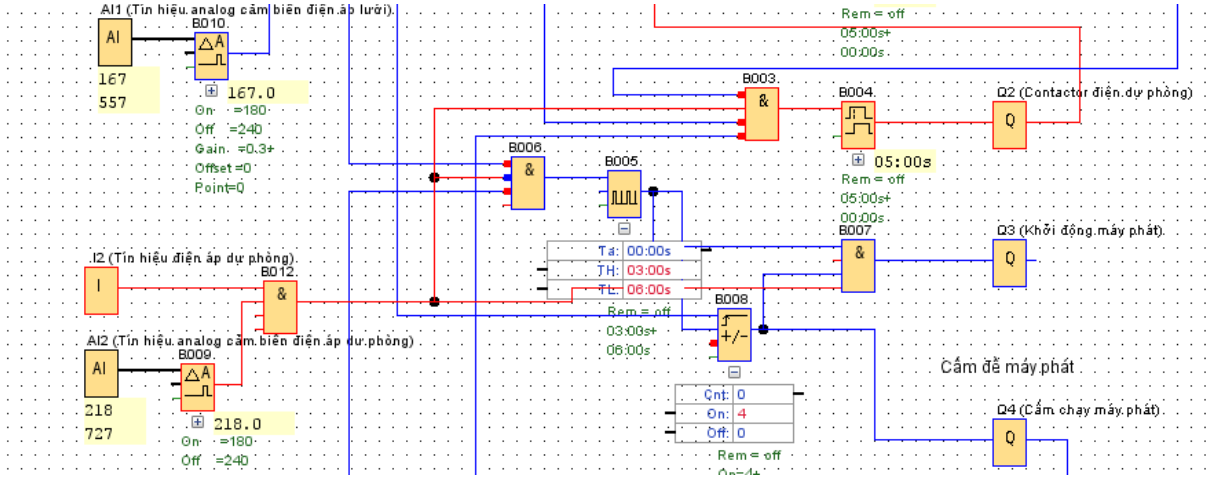
Sau khi đã thiết kế xong mô hình mô phỏng cho dự án, ta tiến hành mô phỏng

Đầu tiên, khi tín hiệu của điện áp lưới sẵn sàng và giá trị của cảm biến điện áp đọc được nằm trong khoảng từ 180 đến 240VAC (hiện tại là 211) thì PLC sẽ gửi tín hiệu để timer đếm, sau khi đếm đủ 5s thì PLC sẽ cấp tín hiệu cho đầu ra là Q1 – Contactor của điện lưới, Q1 sẽ được cấp điện và nạp cho tải



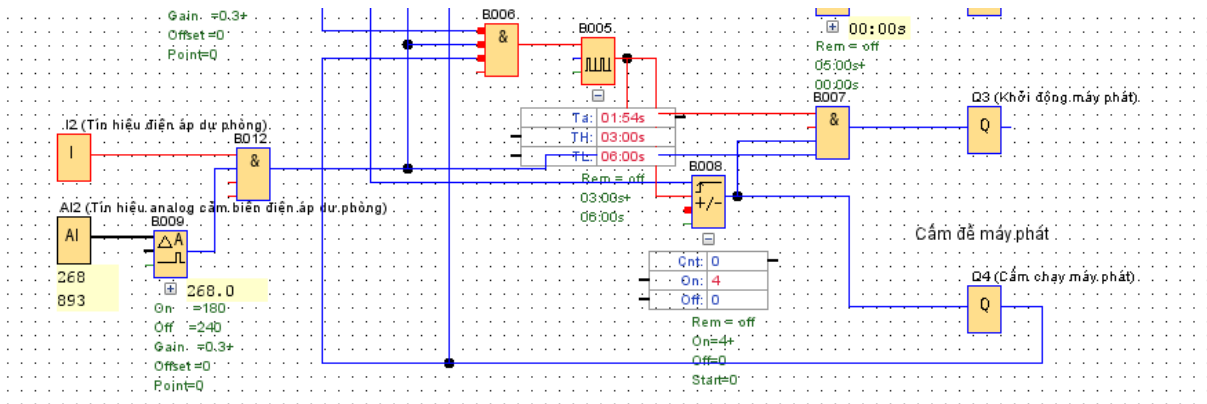
Hình 4. 2 Mô phỏng tín hiệu điện áp lưới có tín hiệu

Nếu một trong hai điều kiện không thỏa mãn, PLC sẽ gửi tín hiệu để chuyển sang điện dự phòng. Nếu tín hiệu từ điện áp dự phòng sẵn sàng và giá trị của cảm biến điện áp đọc được nằm trong khoảng đã quy định hệ thống sẽ tự động chuyển sang khởi động Contactor của điện dự phòng sau khi timer đếm xong 5s



Hình 4. 3 Mô phỏng tín hiệu điện áp dự phòng có tín hiệu

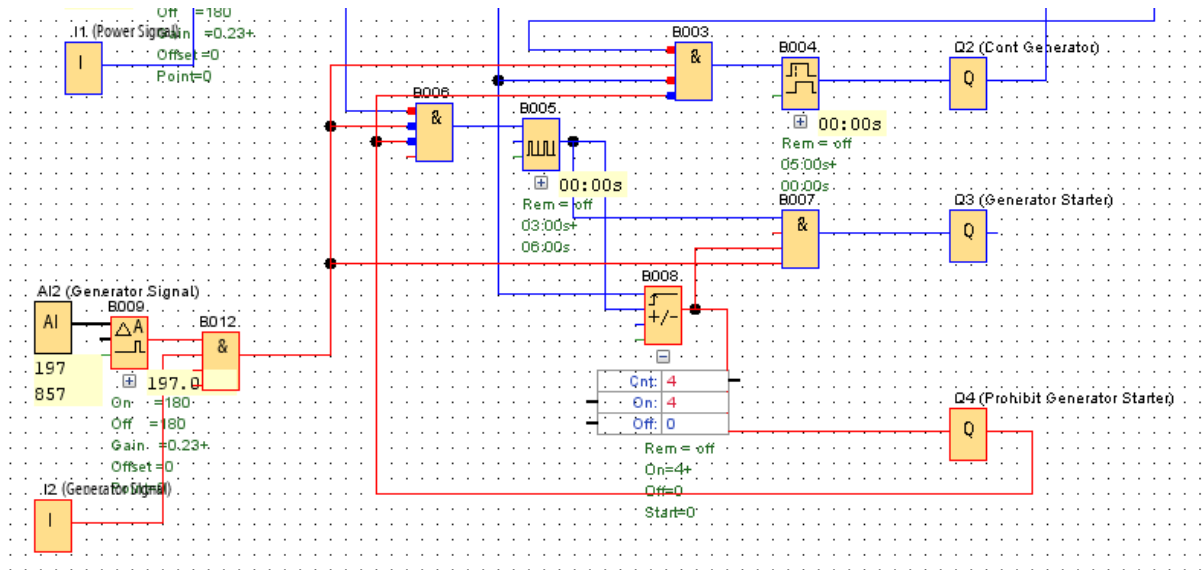
Nếu tín hiệu điện áp dự phòng không ổn định hoặc cảm biến đọc giá trị nằm ngoài khoảng yêu cầu (điện áp thấp hoặc quá áp) PLC sẽ gửi tín hiệu để khởi động máy phát lại



Hình 4. 4 Mô phỏng tín hiệu đề máy phát khi tín hiệu điện dự phòng không ổn định

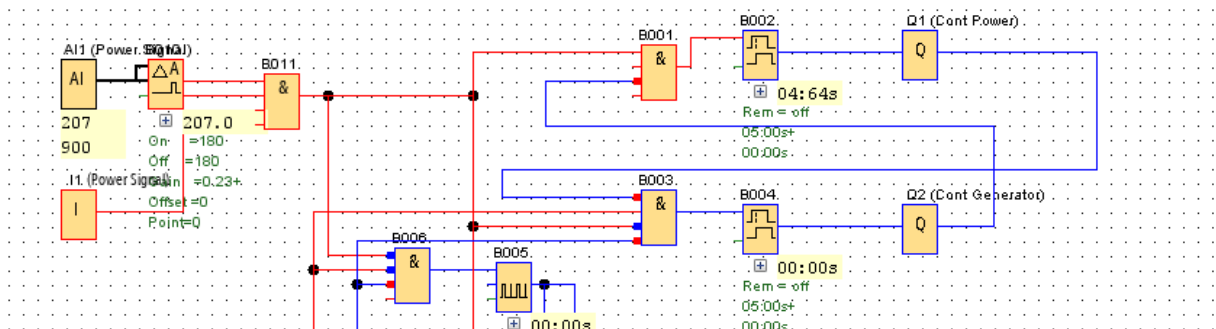
Nếu sau khi khởi động lại, tín hiệu của điện dự phòng ổn định hoặc giá trị của cảm biến đọc nằm trong giá trị yêu cầu thì dừng việc khởi động máy phát

Nếu việc khởi động vẫn không thành công, sẽ tiếp tục khởi động lại . Giới hạn của số lần khởi động là 3 lần. Nếu sau 3 lần vẫn không khởi động thành công thì sẽ chuyển sang chế độ cấm chạy máy phát. Hệ thống sẽ được dùng để cho quá trình bảo trì diễn ra



Hình 4. 5 Mô phỏng tín hiệu cấm đề máy phát khi khởi động máy phát không thành công

Nếu như trong trường hợp hệ thống đang chạy bằng máy phát, điện áp lưới sẵn sàng trở lại thì sẽ tự động chuyển sang điện lưới sau 5s, điện máy phát sẽ chạy không tải một thời gian trước khi tắt hẳn



Hình 4. 6 Khi tín hiệu điện áp lưới trở lại thì chuyển tải sang lại nguồn điện lưới

4.1.3 Phân tích kết quả

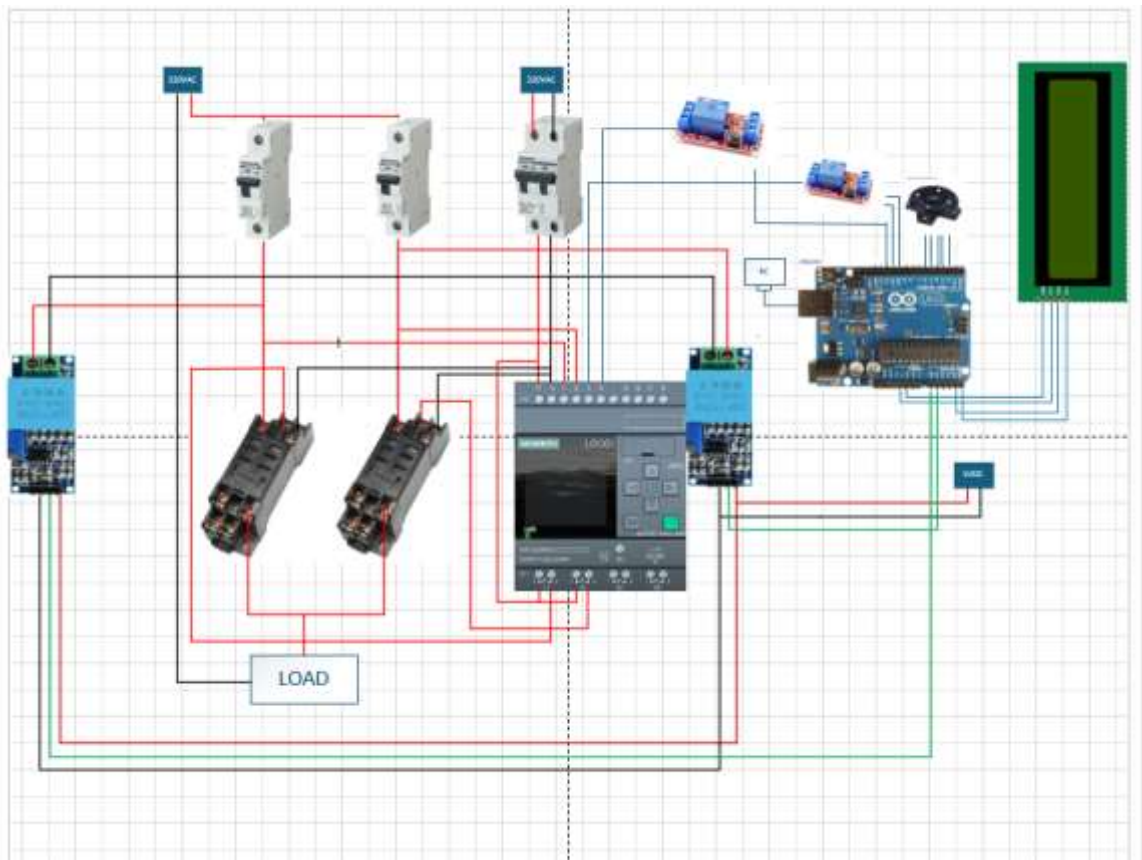
-Đối với việc thiết kế hệ thống chuyển mạch tự động sử dụng PLC LOGO Siemens 230Rce thì hệ thống hoạt động tốt thông qua việc mô phỏng, đáp ứng được yêu cầu đề ra là sẽ tự động chuyển mạch khi điện lưới gặp vấn đề

-Khi chuyển qua điện áp dự phòng, hệ thống sẽ có một khoảng thời gian chờ để kiểm tra điện áp dự phòng có đảm bảo chất lượng hay không. Nếu đảm bảo hệ thống sẽ chuyển sang chạy nguồn điện dự phòng đã có sẵn. Nếu như nguồn điện dự phòng không đảm bảo được chất lượng (điện áp thấp, quá áp, điện áp không ổn định, tần số không đạt...) thì sẽ tiến hành khởi động lại máy phát điện.

-Việc mô phỏng diễn ra thuận lợi-> ta có thể tiến hành thiết kế mô hình vật lý để kiểm nghiệm, so sánh đối với kết quả mô phỏng

4.2 Mô hình thực nghiệm

4.2.1 Sơ đồ thiết bị chi tiết



Hình 4. 7 Sơ đồ kết nối giữa các thiết bị trong dự án

-Bao gồm PLC Logo thực hiện các chức năng điều khiển và ra lệnh cho các relay trung gian

-Các cảm biến điện áp, cảm biến dòng thực hiện chức năng đo lường hệ thống

-Arduino thực hiện chức năng giao tiếp với các thiết bị LCD, cảm biến để thực hiện chức năng giám sát

-Tất cả được thiết kế và đi dây cẩn thận, được bỏ trong một tủ điện, bên ngoài là giao diện LCD và các nút nhấn điều hướng phục vụ cho quá trình giám sát và điều khiển

4.2.2 Quá trình thiết kế

Bảng 4. 1 Các công việc trong quá trình thiết kế dự án

STT	Công việc tiến hành	Thời gian	Khó khăn, sự cố trong quá trình thiết kế
1	Lên kế hoạch, tính toán cho các thiết bị sẽ sử dụng	1-2 tuần	

2	Mua các thiết bị lắp ráp phần cơ khí(tủ điện, dây cáp, Contactor, Rơ le trung gian...)	1 tuần	
3	Tiến hành vẽ bản phác thảo các thiết bị cho hệ thống(Sơ đồ bố trí, sơ đồ nối dây...)	1 tuần	
4	Tiến hành lắp ráp, nối dây cho các thiết bị vào trong tủ	1-2 tuần	
5	Tính toán chọn bộ điều khiển của hệ thống	1 tuần	
6	Viết code cho phần lập trình hệ thống sau khi đã chọn xong PLC	1 tuần	
7	Nối dây, kết nối và chạy thử cho phần code của bộ điều khiển. Hoàn thành phần nối dây cho phần cơ của dự án	2 tuần	
8	Tính chọn các thiết bị vi điều khiển sử dụng cho dự án	1 tuần	
9	Viết code lập trình cho phần giám sát và điều khiển trên LCD của dự án, hiển thị các giá trị của bộ ATS	2 tuần	
10	Hoàn thành phần nối dây cho vi điều khiển và các thiết bị vi mạch, gắn vào trong tủ điện	2 tuần	
11	Hoàn thành các phần còn lại theo yêu cầu của dự án(gắn đầu cos...)	1 tuần	
12	Thiết kế giao diện giám sát cho hệ thống trên web server	1 tuần	
13	Hoàn thành dự án, tiến hành chạy thử và kiểm nghiệm thực tế, nếu có sai sót tiếp tục chỉnh sửa và thực nghiệm tiếp tục	2 tuần	
14	Viết báo cáo word, nhật ký cho dự án	Toàn bộ thời gian	

4.2.3 Kết quả thực nghiệm

*TH1: Điện áp lưới ổn định

-Khi tín hiệu điện áp lưới ổn định, ta thấy PLC sẽ gửi tín hiệu để khởi động rơ le trung gian điện lưới và cấp điện đến với tải. Đèn báo điện áp lưới và đèn báo tải hoạt động sẽ sáng lên

*TH2: Khi điện áp lưới không ổn định

-Khi tín hiệu điện áp lưới không ổn định (dao động nhiều, điện áp thấp, quá áp, mất điện áp lưới...), ta thấy sẽ tự động ngắt điện đến tải, đèn báo tín hiệu điện áp lưới và đèn báo tải sẽ tắt

*TH3: Khi điện áp lưới không ổn định và điện áp máy phát ổn định

-Lúc này, ta thấy PLC sẽ gửi tín hiệu để khởi động rơ le trung gian điện dự phòng, sau đó cấp điện đến tải sau khi đếm đủ thời gian. Lúc này đèn báo điện áp dự phòng và đèn báo tải sẽ sáng lên

*TH4: Khi điện áp lưới không ổn định và điện dự phòng không ổn định

-Nếu cả 2 tín hiệu điện áp đều không ổn định, PLC sẽ ra lệnh để máy phát lại, khoảng thời gian đề là 6s, nếu trong khoảng thời gian này tín hiệu điện máy phát ổn định trở lại thì sẽ tiến hành đếm thời gian, đủ 5s sẽ chuyển sang cấp điện cho tải, đèn báo tín hiệu điện dự phòng và tải sẽ sáng

*TH5: Sau khi đề lần 1 không thành công

-Sau khi tiến hành đề máy phát, nếu sau 6s vẫn không khởi động máy phát thành công, PLC sẽ chờ trong 3s để tiến hành đề lại, nếu như trong thời gian 6s đề, máy phát hoạt động và cấp điện sẽ tiến hành đếm thời gian, sau khi đủ 5s sẽ cấp điện cho rơ le điện dự phòng và cấp điện cho tải. Lúc này đèn điện áp máy phát và tải sẽ sáng

*TH6: Sau khi đề lần 2 không thành công

-Sau khi tiến hành đề máy phát, nếu sau 6s vẫn không khởi động máy phát thành công, PLC sẽ tiếp tục chờ trong 3s để tiến hành đề lại lần thứ 3, nếu như trong thời gian 6s đề, máy phát hoạt động và cấp điện sẽ tiến hành đếm thời gian, sau khi đủ 5s sẽ cấp điện cho rơ le điện dự phòng và cấp điện cho tải. Lúc này đèn điện áp máy phát và tải sẽ sáng

*TH7: Sau khi đề lần 3 không thành công

-Sau khi đã tiến hành đề 3 lần không thành công, PLC sẽ gửi tín hiệu để cấm đề máy phát. Lúc này, nếu như có điện áp từ máy phát thì hệ thống sẽ không hoạt động

-Tín hiệu đèn báo cấm hoạt động máy phát sẽ sáng và hiển thị cảnh báo lên LCD

*TH8: Tín hiệu điện áp lưới ổn định trở lại

-Khi tín hiệu điện áp lưới ổn định trở lại, nếu điện áp máy phát đang cấp điện cho tải, thì sau một khoảng thời gian, sẽ chuyển sang điện áp lưới cấp điện cho tải. Lúc này điện dự phòng sẽ tiếp tục hoạt động không tải một khoảng thời gian rồi tắt

-Đèn báo điện áp lưới sáng trở lại, đèn báo điện áp điện dự phòng tắt

Bảng 4. 2 Bảng đối chiếu quá trình thực nghiệm

STT	Các trường hợp	Mô hình thực tế	Mô phỏng
1	Khi điện áp lưới ổn định	Gửi tín hiệu khởi động rơ le trung gian, đèn báo điện lưới và tải sáng	Tín hiệu Q1 sáng
2	Khi điện áp lưới không ổn định	Mất tín hiệu khởi động rơ le, đèn báo điện áp lưới và tải tắt	Tín hiệu Q1 mất, chuyển sang khởi động máy phát
3	Khi điện áp lưới không ổn định và điện áp máy phát ổn định	Chuyển tải sang khởi động bằng máy phát, đèn máy phát và tải sáng lên	Tín hiệu Q2 sáng
4	Khi tín hiệu điện áp máy phát không ổn định	Đèn báo máy phát tắt, tiến hành khởi động lại máy phát	Q1 tắt, Q2 tắt, khởi động bộ đếm thời gian
5	Sau khi đề máy phát thành công và khởi động được máy phát	Chuyển tải sang khởi động bằng máy phát, đèn máy phát và tải sáng lên	Q2 sáng, reset bộ đếm thời gian
6	Sau khi đề không thành công và máy phát không khởi động được	Hệ thống chuyển sang chế độ cấm chạy máy phát cho đến khi điện áp lưới ổn định trở lại Đèn báo cấm chạy máy phát sáng lên	Q4 sáng lên
7	Sau khi tín hiệu điện áp lưới trở lại	Gửi tín hiệu khởi động rơ le trung gian trở lại, đèn báo điện lưới và tải sáng Nếu tải đang hoạt động bằng điện máy phát, chuyển tải sang điện áp lưới	Q1 sáng lại Nếu Q2 đang hoạt động thì tắt

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. Kết luận

- Đối với mô hình thực nghiệm đã thiết kế, thông qua quá trình kiểm nghiệm thực tế ta thấy mô hình đảm bảo được yêu cầu của dự án khi có thể tự chuyển nguồn khi nguồn điện lưới gặp sự cố, khởi động đề máy phát và cấm chạy máy phát khi tín hiệu điện từ máy phát không ổn định

- Mô hình được xây dựng đã tinh chỉnh để phù hợp với giá thành. Mặc dù vậy các thiết kế và tính chọn của dự án vẫn được đảm bảo là đúng với thực tế và có thể sử dụng để làm tài liệu trong tương lai

- Trong quá trình làm, nhóm cũng mắc nhiều sai sót do trình độ hạn chế.

2. Hướng phát triển

- Đồ án đã một phần giải quyết được các vấn đề đối với điện lưới, mặc dù vậy vẫn còn nhiều dở dang và thách thức

- Trong tương lai có thể phát triển thêm dự án với việc tích hợp hệ thống lưu trữ năng lượng (ắc quy, năng lượng tái tạo). Chuyển đổi giữa lưới – máy phát – pin dự phòng – năng lượng mặt trời

- Ta có thể giảm thời gian chuyển đổi, giúp tăng tuổi thọ máy phát và thiết bị viễn thông. Đồng thời phân tích lịch sử chuyển nguồn để dự báo sự cố hoặc bảo trì máy phát định kỳ.

- Cùng với đó, ta có thể áp dụng machine learning để tối ưu thời điểm bật máy phát theo lịch sử mất điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lê Thanh Tốt, “Thiết Kế Và Chế Tạo Bộ Chuyển Nguồn Tự Động, 2014”

[2] Nguyễn Hữu Châu, Bùi Văn Huy, “Nghiên cứu thiết kế và thi công tủ ATS dùng logo siemens, 2019”

PHỤ LỤC 1

STT			
1	Máy phát điện	Cummins Diesel Generator 10kw 12kVA	
2	PLC Logo	Logo Siemens 230RCE	
3	MCB	MCB NXB-63 CHINT	
4	Contactơ	Chint NCH8-63/20 63A 2NO 2P	

5	Relay trung gian	LY2N 24V 10A 220VAC 8 Chân	
6	Ắc quy	N150 MF	
7	Các thiết bị VDK	Arduino, LCD, ZMP101B, Module relay	
8	Đèn báo tử điện		

9	Quạt làm mát	230VAC 92x92x25	
10	Vỏ tủ điện	400x300x150 mm	
11	Bộ nguồn tổ ong	5V 10A	