

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

BÁO CÁO TỔNG KẾT
CHƯƠNG TRÌNH KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
TRỌNG ĐIỂM CẤP QUỐC GIA

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ NĂNG LƯỢNG

Mã số KC.05/16-20

GIAI ĐOẠN 2016 – 2020



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

MỤC LỤC

- Báo cáo tổng kết chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia "nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng", mã số: kc.05/16-20 giai đoạn 2016-2020 5
- Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị chiếu xạ gamma dùng nguồn phóng xạ đã qua sử dụng 47
Nghiêm Xuân Khánh, Vũ Tiến Hà, Nguyễn Xuân Thao, Nguyễn Văn Mạnh
- Nghiên cứu thiết kế chế tạo động cơ điện tiết kiệm năng lượng sử dụng vật liệu có mật độ từ cảm cao 54
Bùi Minh Định, Đặng Quốc Vương, Nguyễn Huy Phương, Hoàng Sỹ Hồng, Nguyễn Thu Hương
- Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống khắc phục nhanh sự cố tăng/giảm điện áp ngắn hạn cho phụ tải 61
Trần Trọng Minh, Vũ Hoàng Phương, Nguyễn Quang Địch, Nguyễn Tiến Dũng, Đỗ Mạnh Cường, Nguyễn Danh Huy, Vũ Văn Vũng, Đỗ Trọng Hiếu, Trịnh Công Đồng, Võ Duy Thành, Võ Minh Chính, Nguyễn Khắc Hiếu, Nguyễn Kiên Cường, Đào Phương Nam, Nguyễn Tùng Lâm, Nguyễn Văn Tiệp, Nguyễn Thị Thúy Hồng, Phạm Việt Phương, Trần Duy Trinh, Hoàng Kim Nga, Vũ Thị Ngọc Vân
- Nghiên cứu, đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân cảng phòng thành và xương giang đến Việt Nam 72
Nguyễn Hào Quang, Hoàng Sỹ Thân, Phạm Kim Long, Vương Thu Bắc, Dương Đức Thắng, Nguyễn Văn Hiệp
- Nghiên cứu phát triển thiết bị và khai thác dòng nơtron nhiệt trên kênh ngang số 1 lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt 80
Phạm Ngọc Sơn, Nguyễn Văn Kiên, Nguyễn Xuân Hải, Trần Tuấn Anh, Nguyễn Ngọc Anh, Phan Bảo Quốc Hiếu
- Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo máy lọc dầu tua-bin máy phát và dầu máy biến áp, công suất 6000l/h 88
Đào Đức Thịnh, Nguyễn Hồng Lĩnh, Trần Anh Tùng
- Tính toán, thiết kế hệ thống lạnh sản xuất đá lỏng trên tàu cá để bảo quản cá ngừ đại dương 96
Lê Văn Luân, Phạm Duy Súly, Bùi Công Trường, Phạm Đức Hùng

- Nghiên cứu tổng hợp tự động dược chất phóng xạ ^{18}F -fluoromethylcholine108
*Vũ Thanh Quang, Hà Ngọc Khoán, Bùi Thanh Rin,
 Phạm Tuấn Linh, Nguyễn Trung Dũng*
- Nghiên cứu điều chế dược chất vi cầu phóng xạ (^{90}Y - microspheres) tại lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt nhằm ứng dụng điều trị ung thư gan nguyên phát123
*Th.S. Dương Văn Đông, TS. Phạm Thành Minh, CN. Bùi Văn Cường,
 CN. Mai Phước Thọ, ThS. Nguyễn Thanh Nhân, KS. Nguyễn Đình Lâm,
 ThS. Nguyễn Thị Khánh Giang, ThS. Nguyễn Thị Ngọc,
 Th.S. Nguyễn Thanh Bình, CN. Đặng Hồ Hồng Quang*
- Hệ phân tích khí và ứng dụng trợ giúp vận hành lò quay nung ủ clinker130
*Hồ Trường Giang, Phạm Quang Ngân, Giang Hồng Thái, Nguyễn Phúc Hải,
 Nguyễn Trọng Thành, Đỗ Thị Anh Thư, Lê Ngọc Thành Vinh,
 Nguyễn Ngọc Linh, Nguyễn Ngọc Xuân, Nguyễn Ngọc Hà*
- Hoàn thiện công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học đốt nồi hơi trên cơ sở triglycerit biến tính để pha trộn với nhiên liệu lỏng công nghiệp quy mô 100 tấn/năm144
Đỗ Mạnh Hùng, Vũ Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Phương Hòa, Phạm Thị Nam Bình, Phạm Minh Tứ, Cao Thị Thúy, Phạm Đỗ Thanh Thùy, Mai Ngọc Chúc, Lê Thiên Thạch, Phạm Anh Tài
- Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị làm sạch buồng đốt động cơ đốt trong ứng dụng công nghệ điện phân nước tạo khí HHO155
Bùi Đức Khuê, Ngô Văn Thanh, Nguyễn Trường Giang
- Đánh giá hiện trạng phóng xạ môi trường biển Việt Nam, nghiên cứu khả năng phát tán và ảnh hưởng phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân đang vận hành gần lãnh thổ Việt Nam (Mã số: KC.05.17/16-20)166
*N.T.Ngọc, V.D.Vĩnh, N.V.Phúc, L.N.Siêu, L.X.Thắng, B.T.DUY, D.V.Thắng, T.A.Tú,
 P.S.Hải, C.Đ.Vũ, T.Q.Thiện, N.M.Hải, N.V.Kiên, N.M.Đạo, V.T.T.Hằng, N.Đ.Tùng,
 N.V.Phú, T.Đ.Khoa, P.Q.Trung, V.T.M.Thắm, N.T.H.Lan, L.T.P.Vân, L.M.Tuấn,
 N.T.Dũng, N.T.Mùi*
- Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thiết bị chụp hình cắt lớp ct sử dụng chùm tia hình nón ứng dụng trong công nghiệp179
*Trần Kim Tuấn, Bùi Ngọc Hà, Trần Ngọc Toàn, Nguyễn Văn Thái,
 Nguyễn Tất Thắng, Nguyễn Đặng Bình Thành, Nguyễn Hữu Quang,
 Trần Thùy Dương, Mai Đình Thủy, Lương Hữu Phước*
- Nghiên cứu, thử nghiệm đốt than kèm chất phụ gia để tăng hiệu suất và giảm phát thải khí ô nhiễm cho nhà máy nhiệt điện đốt than191

*Đỗ Hữu Hào, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Thị Thu Huyền,
Đỗ Công Hải, Vũ Thị Thu Hà, Dương Sơn Bá, Trịnh Văn Yên,
Nguyễn Gia Đễ, Nguyễn Tuấn Anh*

- Ứng dụng công nghệ chiếu xạ để sản xuất maltodextrin kháng tiêu hóa từ tinh bột gạo dùng làm chất xơ thực phẩm201
*Nguyễn Duy Lâm, Lã Mạnh Tuấn, Phạm Cao Thăng, Bùi Kim Thúy, Nguyễn Tiến Khương,
Trần Hồng Thao, Trần Băng Diệp, Đỗ Trọng Hưng, Nguyễn Đức Minh*
- Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống giải nhiệt bằng địa nhiệt ứng dụng cho các trạm thu phát sóng di động (BTS)211
Phạm Gia Điềm, Lê Kiều Hiệp, Ngô Văn Hê, Ngô Văn Hiền
- Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bộ nghịch lưu đa mức (inverter) sử dụng trong hệ thống điện năng lượng mặt trời công suất đến 15kW223
Vũ Hoàng Phương
- Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị bảo vệ dòng điện rò cho các mạng điện mô hình lò điện áp 660V/1140V227
*Nguyễn Thạc Khánh, Kim Ngọc Linh, Nguyễn Trường Giang,
Nguyễn Tiến Sỹ, Đoàn Kim Bình*
- Nghiên cứu phát triển và ứng dụng phụ gia đa năng tiết kiệm năng lượng và giảm khí thải ô nhiễm cho các hoạt động giao thông, vận tải và công nghiệp245
Vũ Thị Thu Hà, Bùi Duy Hùng, Nguyễn Thị Phương Hòa, Nguyễn Thị Thu Trang, Đặng Thị Thúy Hạnh, Phạm Thị Nam Bình, Nguyễn Thị Hoài An, Phạm Hữu Tuyển, Nguyễn Hữu Dự, Lê Xuân Tuấn

BÁO CÁO TỔNG KẾT CHƯƠNG TRÌNH KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRỌNG ĐIỂM CẤP QUỐC GIA "NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ NĂNG LƯỢNG", MÃ SỐ: KC.05/16-20 GIAI ĐOẠN 2016-2020

A. THÔNG TIN CHUNG VỀ CHƯƠNG TRÌNH

1. Tên Chương trình: "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng"

Mã số: KC.05/16-20

2. Thời gian thực hiện: 2016 - 2020

3. Chủ nhiệm Chương trình: TS. Trần Chí Thành

4. Tổng số nhiệm vụ thuộc Chương trình : 23 nhiệm vụ, trong đó:

- Tổng số nhiệm vụ dừng thực hiện: 01 nhiệm vụ
- Tổng số nhiệm vụ thực hiện: 22 nhiệm vụ, trong đó:
 - + Đề tài: 19 nhiệm vụ;
 - + Dự án SXTN: 3 nhiệm vụ.

5. Kinh phí:

- Tổng kinh phí dự toán ngân sách nhà nước: 300.000 triệu đồng,
- Tổng kinh phí thực hiện: 454.226 triệu đồng, trong đó:
 - + Kinh phí từ ngân sách nhà nước: 148.484 triệu đồng;
 - + Kinh phí từ nguồn khác: 305.742 triệu đồng.

6. Mục tiêu, nội dung, sản phẩm chủ yếu và các chỉ tiêu đánh giá chương trình

Quyết định số 587/QĐ-BKHHCN ngày 25 tháng 3 năm 2016 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ phê duyệt mục tiêu, nội dung và dự kiến sản phẩm của Chương trình khoa học và công nghệ cấp quốc gia giai đoạn 2016-2020, “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng”, mã số: KC.05/16-20;

Quyết định số 790/QĐ-BKHHCN ngày 09 tháng 4 năm 2019 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ điều chỉnh một số mục tiêu, nội dung và dự kiến sản phẩm của Chương trình khoa học và công nghệ cấp quốc gia giai đoạn 2016-2020, “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng”, mã số: KC.05/16-20 tại Quyết định số 587/QĐ-BKHHCN ngày 25 tháng 3 năm 2016 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ.

6.1. Mục tiêu

1. Nâng cao năng lực khoa học và công nghệ hạt nhân quốc gia, tiếp cận các hướng nghiên cứu tiên tiến trên thế giới trong lĩnh vực ứng dụng năng lượng nguyên tử, hỗ trợ triển khai dự án Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân.

2. Thúc đẩy ứng dụng và phát triển công nghệ, kỹ thuật tiên tiến về bức xạ và đồng vị phóng xạ trong các ngành nông nghiệp, công nghiệp và môi trường.

3. Hỗ trợ xây dựng, hoàn thiện hệ thống pháp quy hạt nhân và nâng cao năng lực kỹ thuật về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân phục vụ triển khai lò phản ứng nghiên cứu và các ứng dụng công nghệ bức xạ.

4. Tiếp thu, làm chủ và ứng dụng công nghệ tiên tiến trong khai thác sản xuất và sử dụng các nguồn năng lượng mặt trời, gió, sinh khối, nhiên liệu sinh học và một số dạng năng lượng mới khác.

5. Ứng dụng và phát triển các công nghệ tiên tiến, nhằm nâng cao hiệu suất trong khai thác, sản xuất, lưu trữ và sử dụng năng lượng.

6.2. Nội dung

1. Nghiên cứu công nghệ lò phản ứng hạt nhân; công nghệ xây lắp, vận hành, khai thác và đảm bảo an toàn; nhiên liệu và vật liệu hạt nhân; công nghệ quản lý chất thải phóng xạ và nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng phục vụ triển khai dự án Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân.

2. Nghiên cứu cơ sở khoa học hỗ trợ xây dựng, hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn phục vụ quản lý an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân.

3. Nghiên cứu ứng dụng và phát triển các kỹ thuật, giải pháp phục vụ bảo đảm an toàn hạt nhân, an toàn bức xạ, an ninh và thanh sát hạt nhân, chuẩn đo lường bức xạ, quan trách phóng xạ môi trường, đánh giá tác động môi trường phóng xạ, xử lý các sự cố và tai nạn bức xạ, hạt nhân.

4. Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ bức xạ, đồng vị phóng xạ phục vụ các ngành nông nghiệp, công nghiệp và môi trường.

5. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ khai thác nguồn năng lượng mặt trời, gió, sinh khối, nhiên liệu sinh học và một số dạng năng lượng mới khác; xây dựng cơ sở dữ liệu các nguồn năng lượng mới và năng lượng tái tạo.

6. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến trong khai thác, sử dụng nguồn năng lượng sơ cấp; giải pháp đảm bảo an ninh, nâng cao độ tin cậy, hiệu quả hệ thống sản xuất, truyền tải và tiêu thụ điện năng.

7. Nghiên cứu thiết kế, chế tạo các thiết bị tiên tiến nhằm tiết kiệm và nâng cao hiệu quả trong các khâu khai thác, sản xuất, lưu trữ và sử dụng năng lượng.

6.3. Dự kiến các sản phẩm của chương trình

- Đội ngũ chuyên gia, cán bộ kỹ thuật có năng lực phục vụ thẩm định, đánh giá công nghệ, xây dựng, lắp đặt khai thác vận hành và các giải pháp bảo đảm an toàn của lò phản ứng hạt nhân hỗ trợ triển khai thực hiện dự án Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân.

- Tài liệu phục vụ xây dựng, hoàn thiện các văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân.

- Quy trình kỹ thuật, giải pháp phục vụ thẩm định an toàn, an ninh và đánh giá tác độ môi

trường phóng xạ của cơ sở hạt nhân; quy trình kỹ thuật đo liều bức xạ, chuẩn đo lường bức xạ, giám định hạt nhân, thanh sát hạt nhân, thanh tra an toàn; cơ sở dữ liệu phóng xạ môi trường; các kịch bản và giải pháp ứng phó sự cố nhà máy điện hạt nhân.

- Các quy trình công nghệ và thiết bị bức xạ, ghi đo bức xạ, chụp chiếu; quy trình công nghệ và sản phẩm đồng vị phóng xạ; quy trình công nghệ và các dòng đột biến, các giống cây trồng mới.

- Các quy trình công nghệ và thiết bị tiên tiến khai thác năng lượng mặt trời, sinh khối, nhiên liệu sinh học và một số dạng năng lượng mới khác; cơ sở dữ liệu các nguồn năng lượng mới và tái tạo.

- Các quy trình công nghệ và thiết bị tiên tiến trong khai thác, chế biến và sử dụng nguồn năng lượng sơ cấp; các giải pháp công nghệ nâng cao độ tin cậy và đảm bảo an ninh hệ thống điện.

- Các công nghệ, thiết bị tiết kiệm và sử dụng hiệu quả năng lượng như: Hệ thống điện thông minh, các loại máy biến áp, thiết bị bảo vệ, động cơ, thiết bị lưu điện và một số chủng loại thiết bị kỹ thuật điện khác.

6.4. Các chỉ tiêu đánh giá Chương trình

Chỉ tiêu về trình độ khoa học:

- 100% đề tài, dự án có kết quả được công bố trên các tạp chí khoa học và công nghệ có uy tín quốc gia;

- 30% đề tài có kết quả được công bố trên các tạp chí khoa học và công nghệ quốc tế có uy tín.

Chỉ tiêu về trình độ công nghệ:

- Các công nghệ và thiết bị tạo ra có tính năng kỹ thuật, chất lượng tương đương với sản phẩm tiên tiến cùng loại của các nước trong khu vực;

- 30% kết quả của đề tài, dự án là sản phẩm có khả năng thương mại hóa.

Chỉ tiêu về sở hữu trí tuệ:

Có 50% nhiệm vụ có các giải pháp đã được chấp nhận đơn theo yêu cầu bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ, trong đó có 20% nhiệm vụ có giải pháp được cấp bằng độc quyền sáng chế hoặc giải pháp hữu ích.

Chỉ tiêu về đào tạo:

80% đề tài, dự án tham gia đào tạo sau đại học, trong đó có 40% đề tài tham gia đào tạo tiến sỹ.

Chỉ tiêu về cơ cấu nhiệm vụ của Chương trình:

- Tối thiểu 30% đề tài, dự án thuộc Chương trình do các doanh nghiệp chủ trì thực hiện;

- Tối thiểu 03 doanh nghiệp KHCN được hình thành trên cơ sở kết quả, sản phẩm khoa học của các đề tài, dự án thuộc Chương trình.

B. TÌNH HÌNH VÀ KẾT QUẢ THỰC HIỆN CỦA CHƯƠNG TRÌNH

I- ĐÁNH GIÁ VIỆC THỰC HIỆN CHƯƠNG TRÌNH

1. Phân bổ nhiệm vụ

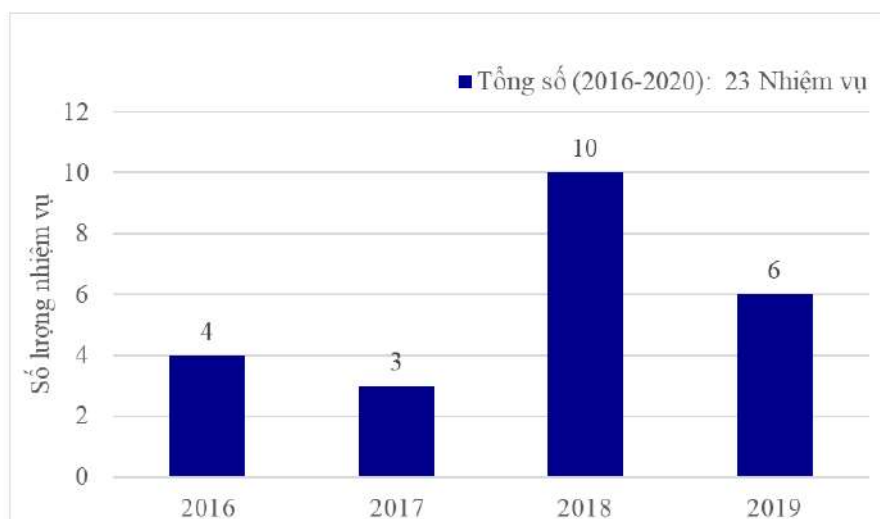
1.1. Phân bổ nhiệm vụ qua các năm

Thời gian thực hiện chương trình theo quyết định phê duyệt là 5 năm nhưng thực tế việc tổ chức tuyển chọn chỉ thực hiện trong 4 năm đầu, còn năm cuối của chương trình không tuyển chọn nhiệm vụ. Số nhiệm vụ của Chương trình đã triển khai thực hiện qua các năm cụ thể như sau:

- Năm 2016 thực hiện được 04 nhiệm vụ;
- Năm 2017 thực hiện 03 nhiệm vụ;
- Năm 2018 thực hiện 10 nhiệm vụ;
- Năm 2019 thực hiện 06 nhiệm vụ.

Năm 2020 không triển khai thực hiện thêm nhiệm vụ nào mà tập trung công tác đánh giá nghiệm thu.

(Số lượng nhiệm vụ thực hiện qua các năm xem hình 1)



Hình 1. Nhiệm vụ thực hiện qua các năm

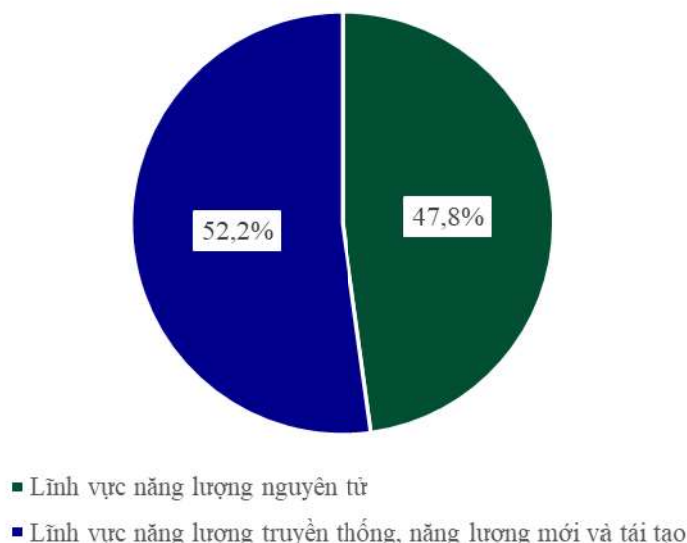
1.2. Phân bổ theo lĩnh vực của Chương trình

Chương trình KC.05/16-20 đã triển khai thực hiện 23 nhiệm vụ với mục tiêu chính là nâng cao năng lực khoa học và công nghệ hạt nhân quốc gia tiếp cận các hướng nghiên cứu tiên tiến trên thế giới trong lĩnh vực ứng dụng năng lượng nguyên tử; hỗ trợ triển khai dự án Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân, thúc đẩy ứng dụng công nghệ bức xạ và đồng vị phóng xạ trong các ngành nông nghiệp, công nghiệp, môi trường và y tế; làm chủ một số công nghệ tiên tiến trong khai thác, sản xuất và sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng.

Cụ thể:

- Lĩnh vực năng lượng nguyên tử bao trùm 3/7 nội dung nghiên cứu của Chương trình và có 11 đề tài, chiếm 47,8% tổng số nhiệm vụ của Chương trình;

- Lĩnh vực năng lượng truyền thống, năng lượng mới và tái tạo bao trùm 3/7 nội dung nghiên cứu của Chương trình và có 09 đề tài và 03 dự án SXTN, chiếm 52,2% tổng số nhiệm vụ của Chương trình. Xem hình 2



Hình 2. Tỷ trọng lĩnh vực nghiên cứu giai đoạn 2016-2020

Bảng 1

TT	Mã số	Tên nhiệm vụ
I	Lĩnh vực năng lượng nguyên tử	
1	KC.05.01/16-20	Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị chiếu xạ gamma dùng nguồn phóng xạ đã qua sử dụng.
2	KC.05.04/16-20	Nghiên cứu chế tạo liều kế cá nhân bằng vật liệu OSL để đo bức xạ photon và neutron.
3	KC.05.07/16-20	Nghiên cứu, đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang đến Việt Nam.
4	KC.05.08/16-20	Nghiên cứu phát triển thiết bị và khai thác dòng neutron nhiệt trên kênh ngang số 1 lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt.
5	KC.05.11/16-20	Nghiên cứu điều chế dược chất phóng xạ ¹⁸ F-Choline sử dụng trong chụp PET/CT chẩn đoán ung thư tuyến tiền liệt.
6	KC.05.12/16-20	Nghiên cứu điều chế dược chất vi cầu phóng xạ (Y-90 Microspheres) tại lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt nhằm ứng dụng điều trị ung thư gan nguyên phát và thứ phát.
7	KC.05.16/16-20	Nghiên cứu sản xuất chế phẩm oligo-β-glucan bằng công nghệ bức xạ phục vụ nuôi tôm sạch chất lượng cao.
8	KC.05.17/16-20	Đánh giá hiện trạng phòng phóng xạ môi trường biển Việt Nam, nghiên cứu khả năng phát tán và ảnh hưởng phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân đang vận hành gần lãnh thổ Việt Nam.

TT	Mã số	Tên nhiệm vụ
9	KC.05.18/16-20	Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thiết bị chụp ảnh cắt lớp CT sử dụng chùm tia hình nón ứng dụng trong công nghiệp.
10	KC.05.20/16-20	Ứng dụng công nghệ chiếu xạ để sản xuất maltodextrin kháng tiêu hóa từ tinh bột gạo dùng làm chất xơ thực phẩm.
11	KC.05.23/16-20	Nghiên cứu điều chế dược chất phóng xạ ¹⁸ F-fluorothymidine(¹⁸ F-FLT) phục vụ ghi hình PET/CT.
II	Lĩnh vực năng lượng truyền thống, năng lượng mới và tái tạo	
1	KC.05.02/16-20	Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo động cơ điện tiết kiệm năng lượng sử dụng vật liệu có mật độ từ cảm cao.
2	KC.05.03/16-20	Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống khắc phục nhanh sự cố tăng/giảm điện áp ngắn hạn cho phụ tải.
3	KC.05.09/16-20	. Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị lọc dầu tua-bin máy phát và dầu máy biến áp, công suất 6000lít/h.
4	KC.05.10/16-20	Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống lạnh sản xuất đá lỏng để bảo quản sơ bộ cá ngừ đại dương.
5	KC.05.13/16-20	Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo các cảm biến để xây dựng hệ thống thiết bị đo nồng độ khí thải và điều khiển quá trình đốt cháy nhiên liệu.
6	KC.05.14/16-20	Hoàn thiện công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học đốt nồi hơi trên cơ sở Triglixerit biến tính để pha trộn với nhiên liệu lỏng công nghiệp quy mô 100 tấn/năm.
7	KC.05.15/16-20	Hoàn thiện thiết kế, công nghệ chế tạo và sản xuất thử nghiệm hệ thống thiết bị điện phân nước tạo khí HHO sử dụng cho động cơ đốt trong.
8	KC.05.19/16-20	Nghiên cứu, thử nghiệm đốt than kèm chất phụ gia để tăng hiệu suất và giảm phát thải khí ô nhiễm cho nhà máy nhiệt điện đốt than.
9	KC.05.21/16-20	Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống giải nhiệt bằng địa nhiệt ứng dụng cho các trạm thu phát sóng di động (BTS).
10	KC.05.22/16-20	Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bộ nghịch lưu đa mức (Inverter) sử dụng trong hệ thống điện năng lượng mặt trời công suất đến 15 kW.
11	KC.05.24/16-20	Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị bảo vệ dòng điện rò trong các mạng điện mở hầm lò có cấp điện áp 660/1140 V.
12	KC.05.25/16-20	Hoàn thiện công nghệ sản xuất phụ gia đa năng nhằm tiết kiệm năng lượng trên cơ sở các hợp chất có chỉ số khúc xạ mol cao, quy mô 5.000 lít/năm.

1.3. Phân bổ các nhiệm vụ theo nội dung của Chương trình

Các nhiệm vụ triển khai thực hiện trong chương trình đã bao trùm 6/7 nội dung nghiên cứu chính. Nội dung 1, thực hiện 02 nhiệm vụ (chiếm 9%); nội dung 2 không có nhiệm vụ thực hiện (chiếm 0%); nội dung 3 triển khai thực hiện 03 nhiệm vụ (chiếm 13%); nội dung 4 triển khai thực hiện 06 nhiệm vụ (chiếm 26 %); nội dung 5 triển khai thực hiện 03 nhiệm vụ (chiếm 13%); nội dung 6 triển khai thực hiện 02 nhiệm vụ (chiếm 9%); nội dung 7 triển khai thực hiện 7 nhiệm vụ (chiếm 30%). Xem hình 3

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ BẢO VỆ DÒNG ĐIỆN RÒ CHO CÁC MẠNG ĐIỆN MỎ HẦM LÒ ĐIỆN ÁP 660V/1140V

NGUYỄN THẠCH KHÁNH, KIM NGỌC LINH, NGUYỄN TRƯỜNG GIANG,
NGUYỄN TIẾN SỸ, ĐOÀN KIM BÌNH

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội
E-mail: nguyenthackhanh@humg.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị bảo vệ dòng điện rò dùng cho các mạng điện xoay chiều ba pha trung tính cách ly trong các mỏ hầm lò có khí và bụi nổ điện áp 660V và 1140V.

Mục tiêu nghiên cứu là thiết kế, chế tạo được các mẫu thiết bị bảo vệ dòng điện rò cấp điện áp 660/1140V đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN7079, có khả năng tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò, đảm bảo bù thành phần dòng điện dung của dòng rò theo điện áp 660/1140V.

Để thực hiện được mục tiêu của đề tài, các phương pháp sau được sử dụng: Phương pháp khảo sát, phân tích, tổng hợp, và đánh giá thực trạng; phương pháp nghiên cứu lý thuyết; phương pháp mô phỏng bằng các phần mềm kỹ thuật và phương pháp thực nghiệm.

Kết quả chính đạt được:

- Thiết kế, chế tạo và lắp đặt một mô hình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò cấp điện áp 660V và 1140V. Mô hình này cho phép xác định được hầu hết các thông số đặc trưng của một thiết bị bảo vệ rò dùng trong mỏ hầm lò như điện trở cắt khi rò đối xứng và không đối xứng, dòng rò lâu dài, dòng rò khoảnh khắc, thời gian cắt.

- Thiết kế, chế tạo được mạch tự động kiểm tra điện trở cách điện và bảo vệ cắt dùng nguồn đo một chiều có độ nhạy và độ tin cậy cao, có khả năng tạo đặc tính biến dạng trong phạm vi rộng.

- Thiết kế, chế tạo được mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò có thể xác định chính xác pha rò khi điện trở rò đến 10 kΩ, tổng thời gian phát hiện và nối ngắn mạch pha rò không vượt quá 110ms.

- Thiết kế, chế tạo được mạch bù thành phần điện dung của dòng điện rò với phương pháp bù tĩnh ở 5 mức bù 0,25 μF; 0,33 μF; 0,5 μF; 0,75 μF và 1 μF cho cả hai cấp điện áp 660V và 1140V. Đặc biệt ở cấp điện áp 660V, đối với các mỏ hầm lò không có khí và bụi nổ, mạch bù có thể cho phép mạng vận hành ở mức điện trở cách điện thấp hơn điện trở cắt bằng phương pháp bù không đối xứng.

- Thiết kế, chế tạo được vỏ phòng nổ đáp ứng các yêu cầu của một thiết bị điện làm việc trong điều kiện các mỏ hầm lò có khí và bụi nổ.

- Thiết kế, chế tạo được 04 mẫu thiết bị bảo vệ dòng điện rò dùng cho các mạng điện xoay chiều ba pha trung tính cách ly trong mỏ hầm lò có khí và bụi nổ điện áp 660V và 1140V. Đặc điểm nổi bật của thiết bị là có khả năng tạo đặc tính biến dạng rộng và có mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò. Kết quả thử nghiệm thiết bị đối với mạng 660V, điện trở cắt khi

rò ba pha là không lớn hơn $30\text{ k}\Omega/\text{pha}$; đối với mạng 1140V , điện trở cắt khi rò ba pha là không lớn hơn $60\text{ k}\Omega/\text{pha}$. Tổng thời gian tác động của thiết bị khi rò một pha qua điện trở $1\text{ k}\Omega$ không vượt quá 70ms .

- Xây dựng được 01 bộ tài liệu thiết kế và công nghệ chế tạo thiết bị bảo vệ rò cấp điện áp $660/1140\text{V}$ và 01 bộ quy trình lắp đặt, vận hành, thử nghiệm, bảo dưỡng và hiệu chỉnh thiết bị. Trong đó, quy trình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò do nhóm tác giả biên soạn là tài liệu đầu tiên ở Việt Nam được xây dựng.

- Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể áp dụng trong thiết kế, chế tạo các thiết bị bảo vệ dòng điện rò có chất lượng và độ tin cậy cao dùng trong các mỏ hầm lò, thay thế các sản phẩm nhập ngoại.

Từ khóa: Dòng điện rò, mạng điện mỏ, bù điện dung, nối ngắn mạch pha.

1. MỞ ĐẦU

So với nhiều ngành công nghiệp khác, điều kiện đặc biệt của ngành khai thác than hầm lò làm nảy sinh nhiều yếu tố ảnh hưởng đến điều kiện an toàn nói chung và an toàn điện giật nói riêng. Mạng cung cấp điện khu vực trong các mỏ hầm lò gồm trạm biến áp khu vực, mạng cáp với chiều dài hàng nghìn mét, các aptomat và khởi động từ phòng nổ cùng hàng chục động cơ điện điều khiển các máy công tác. Do có những ưu điểm riêng mà mạng điện mỏ hầm lò thường là mạng ba pha trung tính cách ly. Đặc điểm của mạng điện ba pha trung tính cách ly là nếu một pha nào đó chạm đất hoặc điện trở cách điện của nó giảm xuống thì trước khi có một pha khác chạm đất vẫn không có dấu hiệu gì về những sự cố đó. Đặc điểm này làm cho nguy cơ điện giật tăng lên. Muốn đề phòng nguy cơ đó phải có biện pháp kiểm tra theo dõi liên tục tình trạng cách điện của mạng. Nhằm đảm bảo an toàn về phương diện điện giật, Tiêu chuẩn Kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò bắt buộc phải trang bị cho mạng điện hầm lò các thiết bị bảo vệ khỏi dòng điện rò (role bảo vệ rò) [1].

Trong các mạng điện mỏ hầm lò nước ta hiện nay, phần lớn các role bảo vệ rò đang sử dụng được nhập khẩu từ nước ngoài như Trung Quốc, Nga, Ba Lan, số ít còn lại được sản xuất trong nước. Nhược điểm chung của các loại role này là tuy có khả năng cắt mạng nhưng không thật an toàn, vì nhiều mạng điện mỏ hầm lò có điện trở cách điện thực tế thấp hơn điện trở cắt; mạch bù điện dung không hiệu quả; không có mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha khi có rò nên điện lượng qua người khi chạm vào một pha của mạng có thể lớn hơn điện lượng an toàn 50mAs [2].

Từ những phân tích nêu trên cho thấy rằng, việc tự nghiên cứu thiết kế, chế tạo trong nước thiết bị bảo vệ rò điện mới, khắc phục được các nhược điểm của các thiết bị bảo vệ rò hiện có, đảm bảo an toàn cho ngành khai thác than hầm lò, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia là một nhiệm vụ cấp thiết.

2. NỘI DUNG

2.1. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là các mạng điện mỏ hầm lò và thiết bị bảo vệ dòng điện rò điện áp đến 1140V .

Để triển khai thực hiện các nội dung của đề tài, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau: phương pháp khảo sát, phân tích, tổng hợp, và đánh giá thực trạng (khảo sát thực tế điều kiện vận hành các mạng điện mỏ hầm lò hiện tại, tìm hiểu các thiết bị bảo vệ dòng điện rò đang sử dụng, đánh giá, phân tích để làm rõ các ưu nhược điểm của các thiết bị này); phương pháp nghiên cứu lý thuyết (thu thập và nghiên cứu tài liệu đã được công bố về lĩnh vực bảo vệ dòng điện rò, các tiêu chuẩn Việt Nam về an toàn điện giật và cung cấp điện mỏ hầm lò, vận dụng các kiến thức mới về kỹ thuật điện, kỹ thuật điện tử, công nghệ thông tin để đề xuất giải pháp và thiết kế mạch); phương pháp mô phỏng bằng các phần mềm kỹ thuật (sử dụng các phần mềm mô phỏng hiện đại để thiết kế, hiệu chỉnh các thông số của thiết bị trước khi chế tạo); phương pháp nghiên cứu thực nghiệm (kết quả nghiên cứu trước hết sẽ được thực nghiệm với mô hình thử nghiệm trong phòng thí nghiệm của cơ quan chủ trì đề tài, sau đó được thử nghiệm tại Trung tâm An toàn Mỏ thuộc Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 1 - QUATEST1 và cuối cùng, được thử nghiệm trong thực tế sản xuất ở các công ty khai thác than hầm lò tại Quảng Ninh).

2.2. Kết quả

2.2.1. Thiết kế, chế tạo, lắp đặt mô hình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò

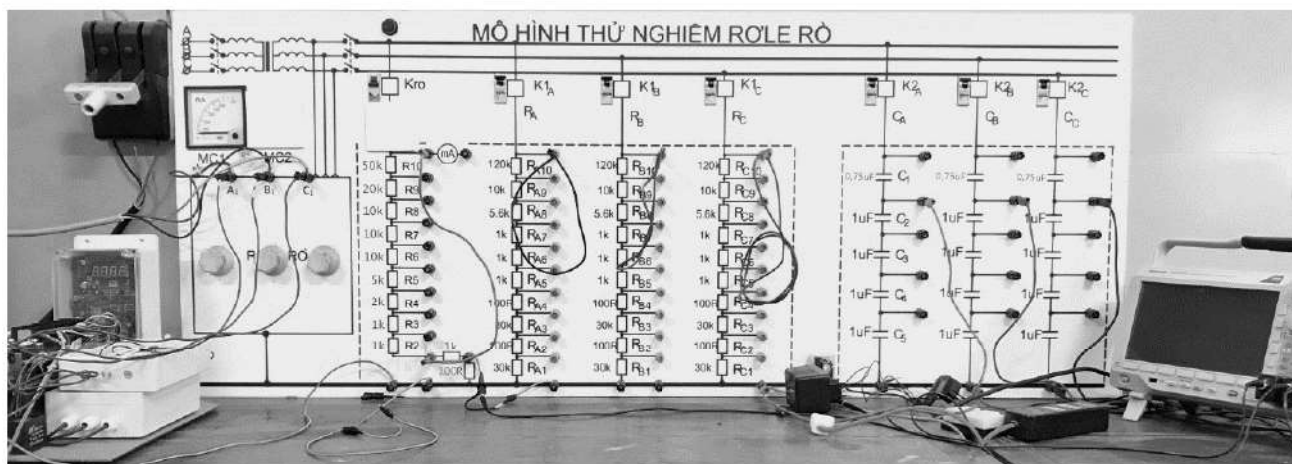
Thiết kế và chế tạo thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò có yêu cầu rất cao về quy trình thử nghiệm. Mục tiêu của đề tài KC.05.24/16-20 là thiết kế, chế tạo thiết bị bảo vệ dòng điện rò cấp điện áp 660/1140V đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN7079, có khả năng tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò, đảm bảo bù dòng điện dung theo điện áp 660/1140V. Để có thể hoàn thành mục tiêu của đề tài, một trong những nội dung đầu tiên nhóm nghiên cứu tính đến là phải xây dựng được một mô hình thử nghiệm. Trên cơ sở nghiên cứu các yêu cầu của việc thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò, đồng thời tham khảo tài liệu mô tả thiết bị thử nghiệm của nước ngoài [3], mục tiêu đặt ra cho mô hình thử nghiệm phải cho phép thực hiện được các dạng kiểm tra: trị số điện trở cắt khi rò một pha, điện trở cắt khi rò ba pha đối xứng, trị số dòng điện rò lâu dài, trị số dòng điện rò khoảnh khắc, thời gian tác động của thiết bị khi rò một pha qua điện trở $1\text{ k}\Omega$, ảnh hưởng do sức điện động ngược của động cơ khi cắt nguồn và xây dựng đặc tính của thiết bị bảo vệ rò.

Để mô hình có thể dùng chung cho thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò ở hai cấp điện áp là 660V và 1140V, điện trở thay thế cách điện được lựa chọn theo các tiêu chí: tổng điện trở cách điện mỗi pha so với đất khoảng $200\text{ k}\Omega$; hai cấp điện trở ứng với điện trở cắt khi rò ba pha đối xứng là $30\text{ k}\Omega$ (mạng 660V) và $60\text{ k}\Omega$ (mạng 1140V) phải là loại có cấp chính xác cao và có thể làm việc lâu dài trong điều kiện nặng nề nhất là khi có rò; cần có các điện trở trị số nhỏ, cấp chính xác cao, làm việc lâu dài trong điều kiện có rò để hiệu chỉnh hoặc lấy tín hiệu kiểm tra khi cần thiết; có thể dễ dàng thay đổi điện trở cách điện mỗi pha so với đất trong một dải hẹp hay rộng để xây dựng đặc tính của thiết bị bảo vệ rò. Điện dung mỗi pha so với đất được thay thế bằng 1 tụ điện $0,75\text{ }\mu\text{F}$ -1600V và 4 tụ điện $1\text{ }\mu\text{F}$ -1600V mắc nối tiếp. Có thể thay đổi điện dung tương đương mỗi pha so với đất bằng các dây cảm ở 5 mức là $0,25\text{ }\mu\text{F}$ (4 tụ mắc nối tiếp); $0,33\text{ }\mu\text{F}$ (3 tụ mắc nối tiếp); $0,5\text{ }\mu\text{F}$ (2 tụ mắc nối tiếp); $0,75\text{ }\mu\text{F}$ (dùng 01 tụ $0,75\text{ }\mu\text{F}$) và $1\text{ }\mu\text{F}$ (dùng 01 tụ $1\text{ }\mu\text{F}$).

Tương tự như các mô hình điện trở và điện dung cách điện, để mô hình có thể dùng chung

cho thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò ở hai cấp điện áp là 660V và 1140V, điện trở rò một pha được lựa chọn theo các tiêu chí: tổng điện trở rò một pha so với đất khoảng $100\text{ k}\Omega$; hai cấp điện trở ứng với điện trở cắt khi rò 1 pha có biến dạng là $20\text{ k}\Omega$ (mạng 660V) và $50\text{ k}\Omega$ (mạng 1140V) phải là loại có cấp chính xác cao và có thể làm việc lâu dài trong điều kiện nặng nề nhất là khi có rò; điện trở rò $1\text{ k}\Omega$ tương đương với điện trở người khi chạm vào một pha của mạng phải có công suất lớn, có khả năng làm việc lâu dài trong trường hợp rò nặng nề nhất (rò 1 pha qua điện trở $1\text{ k}\Omega$ khi mạng có điện trở cách điện gần điện trở cắt và điện dung của mạng bằng điện dung giới hạn là $1\text{ }\mu\text{F}$); cần có điện trở trị số nhỏ, cấp chính xác cao, làm việc lâu dài trong điều kiện có rò để hiệu chỉnh hoặc lấy tín hiệu kiểm tra khi cần thiết; có thể dễ dàng thay đổi điện trở rò một pha trong một dải rộng để xây dựng đặc tính của bảo vệ rò.

Từ các kết quả trên, mô hình mạch thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò mạng 660V/1140V trong phòng thí nghiệm được thiết kế, chế tạo và lắp đặt như hình 1. Bảng 1 là thông số kỹ thuật của mô hình thử nghiệm.



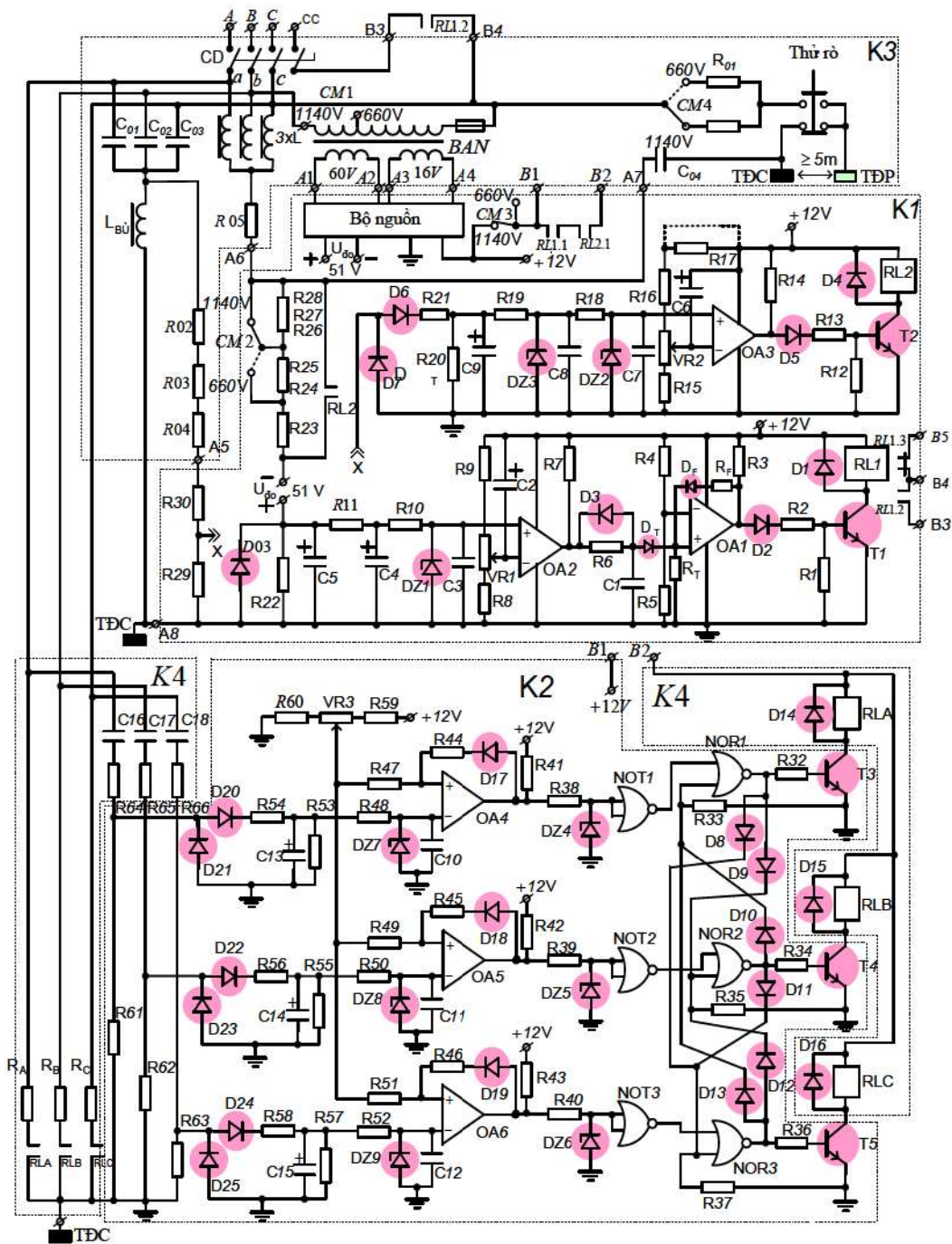
Hình 1. Mô hình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của mô hình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò

Điện áp nguồn cung cấp, V	380
Điện áp ra, V	660/1140
Công suất máy biến áp ba pha, kVA	10
Dải thay đổi điện dung của mạng, μF /pha	0-1
Dải thay đổi điện trở rò ba pha đối xứng, $\text{k}\Omega$	0-198
Dải thay đổi điện trở rò một pha, $\text{k}\Omega$	1-103

2.2.2. Thiết kế, chế tạo mạch của thiết bị bảo vệ dòng điện rò

Sơ đồ nguyên lý mạch của thiết bị bảo vệ dòng điện rò mạng 1140V/660V được thiết kế như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạch thiết bị bảo vệ dòng điện rò mạng 1140V/660V

Trong sơ đồ hình 2, bộ nguồn gồm biến áp nguồn, mạch chỉnh lưu và ổn áp để tạo ra hai nguồn một chiều độc lập 51V và 12V. Nguồn 51V dùng làm nguồn kiểm tra điện trở cách điện, còn nguồn 12V là nguồn nuôi cho phần mạch kiểm tra cách điện, mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò. Mạch bù thành phần điện dung của dòng điện rò gồm cuộn bù $L_{bù}$, bộ tụ điện C_{01} , C_{02} , C_{03} đấu sao để nối cuộn bù. Cuộn kháng $3XL$ để nối nguồn đo điện trở cách điện với mạng cần kiểm tra.

Mạch kiểm tra điện trở cách điện, tạo đặc tính biến dạng và bảo vệ cắt gồm khuếch đại thuật toán OA_1 , OA_2 , OA_3 , role điện từ RL_1 , RL_2 và các linh kiện liên quan (khởi K_1). Các chuyển mạch CM_1 , CM_2 , CM_3 và CM_4 để chọn các cấp điện áp 660V hay 1140V.

Mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò gồm các khuếch đại thuật toán OA4, OA5, OA6; rơle điện từ RLA, RLB, RLC; các phần tử logic NOR1, 2, 3, NOT1, 2, 3 và các linh kiện liên quan (khởi K2 và K4).

- **Nguyên lý làm việc của mạch kiểm tra điện trở cách điện và bảo vệ cắt**

Khi đóng cầu dao CD, bộ nguồn tạo ra nguồn đo điện trở cách điện 51V. Dòng kiểm tra cách điện đi theo đường: Cực +51V, điện trở R22, cực tiếp đất chính TĐC, đất, điện trở cách điện của mạng, mạng cáp, cuộn kháng 3XL, điện trở R05, điện trở R24, R25 (cấp điện áp 1140V) hoặc điện trở R26, R27, R28 (cấp điện áp 660V), điện trở R23, cực -51V. Dòng đo tạo ra trên điện trở R22 một điện áp tỷ lệ với điện trở cách điện của mạng. Điện áp này được so sánh với một điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp R8, R9 và chiết áp VR1. Khuếch đại thuật toán OA2 là loại đầu ra cực góp hồ mạch, làm nhiệm vụ so sánh hai điện áp này.

Trường hợp điện trở cách điện của mạng cao, dòng đo nhỏ nên điện áp trên R22 thấp hơn điện áp ngưỡng, khuếch đại thuật toán OA2 bão hòa âm làm điện áp trên tụ C1 ở mức thấp. Điện áp này đặt vào đầu không đảo của khuếch đại thuật toán OA1. Điện áp đặt vào đầu không đảo thấp hơn điện áp đặt vào đầu vào đảo tạo bởi phân áp R4, R5. Khuếch đại thuật toán OA1 bão hòa âm làm tranzito T1 khóa. Rơle điện từ RL1 không được cấp điện, tiếp điểm RL1 trong mạch cuộn cắt của máy cắt hở mạch. Mạng vận hành bình thường.

Trường hợp điện trở cách điện của mạng thấp hoặc có rò một pha, dòng đo lớn nên điện áp trên R22 cao hơn điện áp ngưỡng, khuếch đại thuật toán OA2 bão hòa dương. Tụ C1 được nạp điện qua điện trở R6 và R7. Điện áp trên tụ tăng dần theo quy luật hàm mũ. Sau thời gian trễ khoảng 60ms, điện áp trên tụ C1 bằng điện áp ngưỡng tạo bởi R4, R5 làm khuếch đại thuật toán OA1 chuyển bão hòa dương. Điện áp bão hòa dương của OA1 làm tranzito T1 dẫn bão hòa cấp điện cho rơle điện từ RL1; khi đó tiếp điểm thường đóng của RL1 trong mạch cuộn cắt máy cắt sẽ hở mạch làm cắt mạng khỏi nguồn cung cấp.

Các tụ điện C5, C4 và C3 lọc thành phần xoay chiều của dòng đo và đảm bảo bảo cho OA2 không bị chuyển trạng thái nhầm khi có các xung tần số cao. Điốt ổn áp Dz1 bảo vệ đầu vào của khuếch đại thuật toán không bị quá áp. Tụ điện C2 làm nhiệm vụ không cho mạch tác động nhầm khi đóng mạng vào nguồn hay khi đóng cắt động cơ điện.

- **Nguyên lý tạo đặc tính bảo vệ rò biến dạng**

Khi có rò đối xứng, điện áp thứ tự không bằng không. Trên điện trở R27 (điểm X so với đất) không có điện áp, khiến khuếch đại thuật toán OA3 bão hòa âm. Tranzito T2 ở trạng thái khóa nên rơle điện từ RL2 không được cấp điện. Tiếp điểm RL2 hở mạch, các điện trở R23 và R24 không bị nối tắt và tham gia vào mạch dòng đo điện trở cách điện.

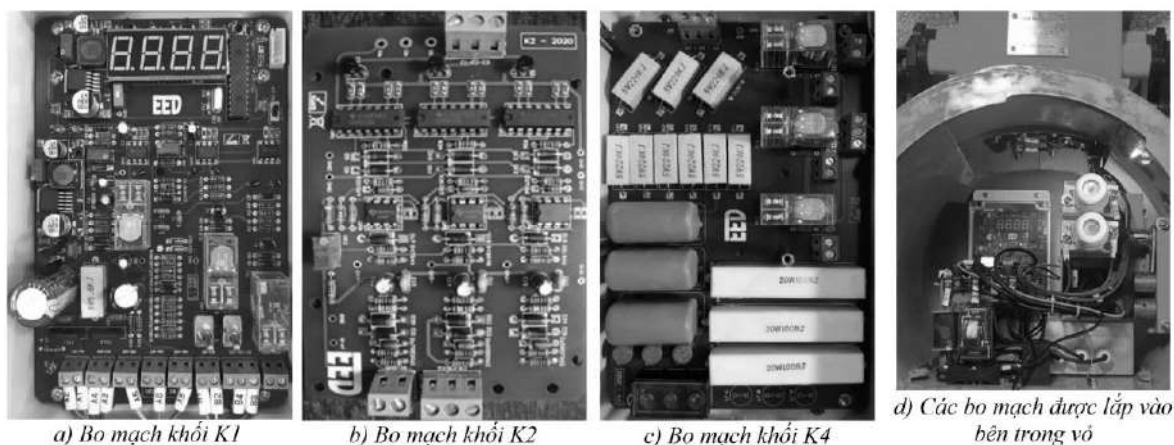
Khi có rò một pha hoặc khi người chạm phải một pha của mạng, điện áp thứ tự không khác không làm điện áp trên điện trở R29 lớn hơn điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp R15, R16 và chiết áp VR2. Khuếch đại thuật toán OA3 chuyển bão hòa dương làm tranzito T2 dẫn bão hòa cấp điện cho rơle RL2. Rơle này đóng tiếp điểm thường mở RL2 nối ngắn mạch điện trở R23, R24 và R25 (điện áp 1140V) hoặc điện trở R23 (cấp điện áp 660V). Tổng điện trở trong mạch dòng đo giảm làm trị số dòng đo tăng lên. Tức là nâng điện trở cắt khi rò một pha so với rò ba pha đối xứng.

- **Nguyên lý làm việc của mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha**

Khi không có rò một pha, điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp R59, R60 và chiết áp VR3 đặt vào đầu vào không đảo của các khuếch đại thuật toán OA3, OA4 và OA5 lớn hơn điện áp đặt vào đầu vào đảo. Cả ba khuếch đại thuật toán này đều bão hòa dương khiến đầu ra của các phần tử logic NOT1, NOT2 và NOT3 đều ở mức thấp (mức 0). Do các đầu vào đều ở mức thấp nên đầu ra của NOR1, NOR2 và NOR3 cũng ở mức thấp. Các tranzito T3, T4 và T5 ở trạng thái khóa và cả ba role nối ngắn mạch RLA, RLB và RLC không tác động.

Khi có rò một pha (hoặc người chạm phải một pha), ví dụ pha A, điện áp pha A so với đất giảm còn điện áp hai pha còn lại tăng. Khuếch đại thuật toán OA4 chuyển bão hòa âm trong khi OA5 và OA6 vẫn bão hòa dương. Đầu ra NOT1 ở mức cao làm NOR1 cũng chuyển mức cao. Điện áp mức cao đầu ra của NOR1 làm tranzito T3 dẫn bão hòa cấp điện cho role nối ngắn mạch pha A, RLA tác động nối điện trở R_A xuống đất. Đồng thời, điện áp này được đưa tới đầu vào của NOR2 và NOR3 giữ cho đầu ra của hai phần tử logic này luôn ở mức thấp. Vì vậy hai tranzito T4 và T5 luôn ở trạng thái khóa, không cho phép hai role nối ngắn mạch pha B và pha C tác động.

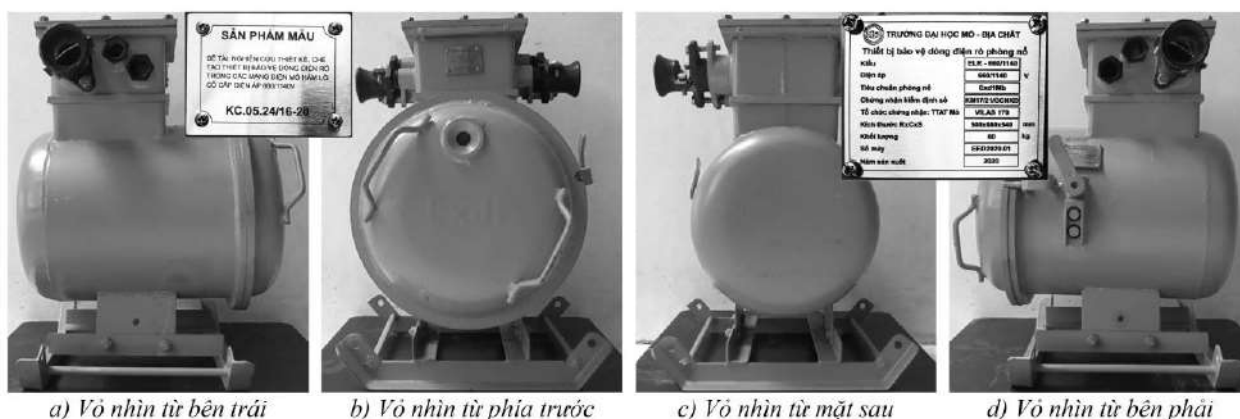
Hình 3 là các bo mạch tự động kiểm tra điện trở cách điện (khối K1), mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò (khối K2), mạch công suất đã chế tạo và lắp đặt vào bên trong vỏ của thiết bị.



Hình 3. Các bo mạch của thiết bị đã chế tạo và lắp đặt

2.2.3. Thiết kế, chế tạo vỏ phòng nổ thiết bị bảo vệ dòng điện rò

Với điều kiện làm việc khắc nghiệt trong hầm lò kết cấu của vỏ thiết bị phải đảm bảo độ cứng vững, chịu được cháy nổ, chịu được va đập mạnh và dễ dàng thao tác cho công nhân. Kết cấu của vỏ có thể chia thành hai dạng cơ bản dạng hình hộp và dạng hình trụ tròn xoay. Vỏ dạng hình hộp có ưu điểm là dễ chế tạo, dễ phân bố và sắp xếp các thiết bị điện và thao tác thuận tiện. Tuy nhiên, nhược điểm của dạng vỏ này là do có cạnh sắc tồn tại ứng suất nên khả năng chịu va đập kém dẫn đến mức độ an toàn không cao. Vỏ dạng trụ tròn xoay khó chế tạo hơn, khó phân bố các thiết bị hơn nhưng có ưu điểm là biên dạng tròn xoay ít có các vị trí tập trung ứng suất. Vì vậy, độ cứng vững và mức độ an toàn cao hơn vỏ dạng hộp khi làm việc trong môi trường khắc nghiệt như trong mỏ hầm lò. Qua phân tích cho thấy được tính ưu việt hơn của vỏ dạng trụ tròn xoay nên ưu tiên dạng này khi nghiên cứu và chế tạo. Hình 4 là cấu trúc của vỏ thiết bị sau khi chế tạo.



Hình 4. Cấu trúc của vỏ thiết bị sau khi chế tạo

2.2.4. Kết quả thử nghiệm

a) Thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò trong phòng thí nghiệm

Thiết bị chế tạo mẫu đã được thử nghiệm trên mô hình thử nghiệm rò hình 1.

Thử nghiệm đối với mạng 660V, điện trở cắt của thiết bị khi rò ba pha là không lớn hơn $30\text{ k}\Omega$ /pha, khi rò một pha điện trở cắt không nhỏ hơn $20\text{ k}\Omega$. Đối với mạng 1140V, điện trở cắt khi rò ba pha là không lớn hơn $60\text{ k}\Omega$ /pha, khi rò một pha điện trở cắt không nhỏ hơn $50\text{ k}\Omega$.

Tổng thời gian tác động của thiết bị khi rò một pha qua điện trở $1\text{ k}\Omega$ ở cấp điện áp 660V và 1140V đều không vượt quá 100ms. Kết quả này đáp ứng yêu cầu Quy chuẩn Quốc gia về an toàn trong khai thác quặng hầm lò là tổng thời gian cắt lưới điện bị hư hỏng cấp điện áp 660V là 0,2s; với cấp điện áp 1140V là 0,12s [1].

Ở mức điện áp 1140V, bù tính được hiệu chỉnh ở $C=0,5\text{ }\mu\text{F}$ /pha cho phép giảm dòng rò khoảng khắc khi có rò 1 pha qua điện trở $1\text{ k}\Omega$ từ 430mA (khi không bù) xuống 272mA.

Khi không có bù thành phần điện dung của dòng điện rò, mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò có thể xác định chính xác pha rò khi điện trở rò đến $2\text{ k}\Omega$ với dòng rò không vượt quá 310mA (trường hợp $C=C_{\max}=1\text{ }\mu\text{F}$ /pha).

Khi có bù $C=0,5\text{ }\mu\text{F}$ /pha, mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò có thể xác định chính xác pha rò khi điện trở rò đến $10\text{ k}\Omega$, với dòng rò khoảng khắc không vượt quá 30mA sau khi mắc sun. Tổng thời gian phát hiện và nối ngắn mạch pha rò không vượt quá 110ms.

b) Thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò tại Trung tâm An toàn Mô và Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 1 (QUATEST1)

Sau khi được thử nghiệm trong phòng thí nghiệm Điện - Điện tử, Trường Đại học Mô - Địa chất, thiết bị chế tạo mẫu được tiến hành kiểm định an toàn nổ tại Trung tâm An toàn Mô thuộc Viện Khoa học Công nghệ Mô - Vinacomin. Để thử khả năng chịu áp lực và thử không lan truyền nổ từ bên trong các thiết bị điện ở trong vỏ đã được rút hết ra ngoài. Vỏ được gia công hàn các đầu ren để cấp hỗn hợp khí nổ, bắt bugi mồi lửa và bắt cảm biến áp lực. Vỏ cũng được gia công hàn các đầu ren để cấp nước áp lực cao và ren nối ống thoát khí CH₄/H₂.

Thử nghiệm xác định điện trở cắt khi rò ba pha và rò một pha, đo dòng rò lâu dài và dòng rò khoảng khắc, xác định thời gian cắt và các thông số khác của thiết bị ở hai cấp điện áp 660V và 1140V được thực hiện tại Trung tâm An toàn Mô và Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường

Chất lượng 1 (QUATEST1). Bảng 2 là kết quả thử nghiệm tại Trung tâm An toàn mô [4] và bảng 3 là kết quả thử nghiệm của QUATEST1 [5].

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm của Trung tâm an toàn mô

Tên thiết bị	Thiết bị bảo vệ dòng điện rò phòng nổ
Kiểu, mã hiệu	ELR-660/1140
Dạng bảo vệ nổ	ExdIMb
Đặc tính kỹ thuật	U=660V/1140V, 3 pha, 50Hz U=660V; $R_{r\text{01pha}} \leq 12k\Omega + 20\%$; $I_{r\text{01pha}} \leq 25\text{mA}$; $R_{r\text{03pha}} \leq 30k\Omega$; thời gian tác động khi rò $1k\Omega$ $t \leq 70\text{ms}$. U=1140V; $R_{r\text{01pha}} \leq 20k\Omega + 20\%$; $I_{r\text{01pha}} \leq 25\text{mA}$; $R_{r\text{03pha}} \leq 60k\Omega$; thời gian tác động khi rò $1k\Omega$ $t \leq 70\text{ms}$.
Kết luận	Đạt tiêu chuẩn phòng nổ theo TCVN 10888-0: 2015; TCVN 10888-1: 2015; TCVN 7079-7: 2002; Được phép sử dụng trong mô hầm lò có khí và bụi nổ.

Bảng 3. Kết quả thử nghiệm của Quatest 1

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả				
1	Thử nghiệm ở cấp 1140V						
1.1	Dòng điện rò qua điện trở $1k\Omega$						
1.1.1	Trạng thái không bù	mA	148,7	190	265,5	351	416,6
1.1.2	Trạng thái có bù	mA	70,2	65,4	125,6	106,5	140
	Điện dung của tụ	μF	0,25	0,33	0,5	0,75	1,0
1.2	Dòng điện khi xuất hiện rò 1 pha						
1.2.1	Trường hợp điện trở pha rò ở mức $33k\Omega$		Tự động cắt nguồn cung cấp				
1.2.2	Trường hợp điện trở pha rò ở mức $34k\Omega$	mA	19,2				
1.3	Dòng điện pha khi xuất hiện rò đối xứng						
1.3.1	Trường hợp điện trở rò 3 pha ở mức $63k\Omega/\text{pha}$		Tự động cắt nguồn cung cấp				
1.3.2	Trường hợp điện trở rò 3 pha ở mức $66k\Omega/\text{pha}$	mA	10,5				
1.4	Khả năng phát hiện và nối đất pha rò						
1.4.1	Trường hợp xuất hiện rò ở pha A						
	Dòng điện rò qua điện trở $1k\Omega$	mA	56				
	Kiểm tra hoạt động của khối điện trở nối song song với điện trở rò		Pha A được nối đất qua điện trở R_A				
1.4.2	Trường hợp xuất hiện rò ở pha B						

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả				
	Dòng điện rò qua điện trở 1 kΩ	mA	58				
	Kiểm tra hoạt động của khối điện trở nối song song với điện trở rò		Pha A được nối đất qua điện trở R _B				
1.4.3	Trường hợp xuất hiện rò ở pha C						
	Dòng điện rò qua điện trở 1 kΩ	mA	56				
	Kiểm tra hoạt động của khối điện trở nối song song với điện trở rò		Pha C được nối đất qua điện trở R _C				
2	Thử nghiệm cáp 660V						
2.1	Dòng điện rò qua điện trở 1 kΩ						
2.1.1	Trạng thái không bù	mA	88,3	112,6	157,3	208,5	246,2
2.1.2	Trạng thái có bù	mA	42,1	41,4	77,5	63,4	93,9
	Điện dung của tụ	μF	0,25	0,33	0,5	0,75	1,0
2.2	Dòng điện khi xuất hiện rò 1 pha						
2.2.1	Trường hợp điện trở pha rò ở mức 24 kΩ		Tự động cắt nguồn cung cấp				
2.2.2	Trường hợp điện trở pha rò ở mức 25 kΩ	mA	15,1				
2.3	Dòng điện pha khi xuất hiện rò đối xứng						
2.3.1	Trường hợp điện trở rò 3 pha ở mức 30 kΩ/pha		Tự động cắt nguồn cung cấp				
2.3.2	Trường hợp điện trở rò 3 pha ở mức 32 kΩ/pha	mA	12,4				

c) Thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò ở Công ty than Mạo Khê – TKV

Là đơn vị phối hợp thực hiện đề tài, Công ty than Mạo Khê – TKV đã bố trí cán bộ chuyên trách cùng với nhóm nghiên cứu thực hiện việc lắp đặt thiết bị bảo vệ rò tại mặt bằng via 7TBIII mức +20 Phân xưởng Vận tải 2. Sau khi lắp đặt, đã kiểm tra và kẹp chỉ thiết bị theo đúng quy định. Cán bộ chuyên trách của Phân xưởng Vận tải 2 đã thường xuyên kiểm tra thiết bị bảo vệ rò sau khi lắp đặt, vận hành thiết bị theo đúng quy định của Công ty, hàng ca ghi chép cập nhật tình trạng hoạt động của thiết bị. Sau thời gian sử dụng ba tháng từ 02/4/2021 đến 01/7/2021 (thời điểm hiện tại, 20/8/2021, thiết bị vẫn đang hoạt động ổn định), Công ty than Mạo Khê – TKV đã có những nhận xét đánh giá tốt về chất lượng của thiết bị bảo vệ rò ELR-660/1140 như sau [6].

+ Role rò ELR-660/1140 đã được lắp đặt để bảo vệ cho mạng cung cấp điện của trạm biến áp KBSGZY-630/6kV-KK136 đúng theo yêu cầu kỹ thuật của Công ty.

+ Sau khi lắp đặt và đưa vào vận hành phục vụ sản xuất, role rò ELR-660/1140 đã làm việc ổn định và tin cậy. Hàng ngày, bắt đầu mỗi ca sản xuất, công nhân tiến hành thử rò nhân tạo để kiểm tra tình trạng sẵn sàng làm việc và độ tin cậy của thiết bị. Kết quả 100% số lần thử rò, role rò ELR-660/1140 đều tác động chắc chắn. Tình trạng thiết bị được theo dõi bằng sổ nhật ký.

+ Lúc 19h ngày 11/5/2021, trời mưa, giông sét làm hỏng biến áp tự ngẫu 660/220V cấp

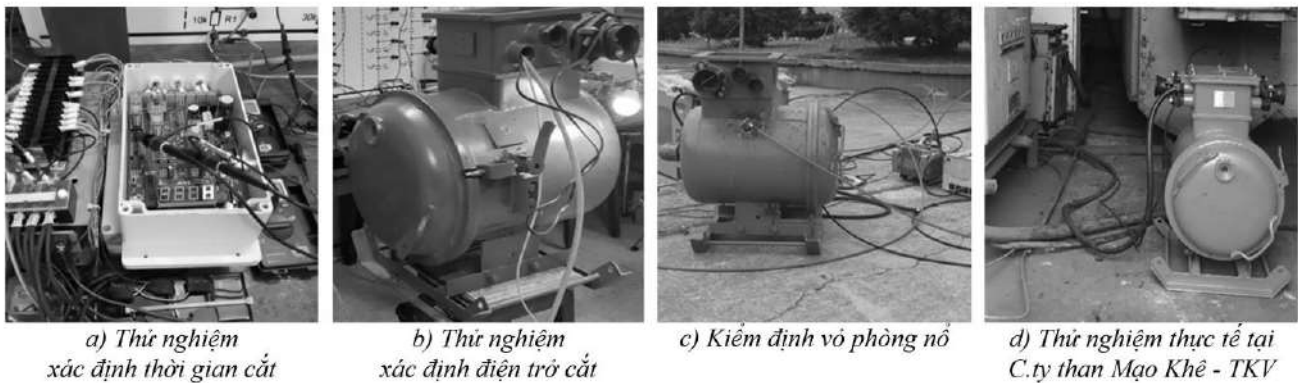
nguồn cho máy điều hòa, role rò ELR - 660/1140 đã tác động cắt nguồn khỏi mạng đảm bảo an toàn cho con người và thiết bị. Điều đó chứng tỏ role có độ nhạy và độ tin cậy cao, đáp ứng yêu cầu sản xuất.

+ Theo dõi quá trình hoạt động, Công ty than Mạo Khê-TKV nhận thấy, role rò ELR-660/1140 có thông số kỹ thuật phù hợp với thực tế sản xuất của Công ty.

+ Kết quả thử nghiệm role rò ELR-660/1140 cho thấy sản phẩm của đề tài hoàn toàn có thể thay thế các sản phẩm nhập khẩu mà Công ty than Mạo Khê-TKV đang sử dụng.

+ Công ty than Mạo Khê-TKV khuyến nghị Trường Đại học Mỏ - Địa chất tiếp tục chế tạo role rò ELR-660/1140 để thử nghiệm, quảng bá tại các đơn vị khác trong ngành than, tiến tới thương mại hoá sản phẩm.

Hình 5 là các hình ảnh về thử nghiệm thiết bị.



Hình 5. Thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò

2.3. Bàn luận

Thiết bị bảo vệ khỏi dòng điện rò ELR-660/1140 được thiết kế, chế tạo có khả năng tạo đặc tính biến dạng trong phạm vi rộng, có mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò làm việc tin cậy, thời gian tác động nhanh. Đây là một ưu điểm nổi bật mà tất cả các thiết bị bảo vệ dòng điện rò hiện đang sử dụng trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh không có được.

Các kết quả kiểm định đều cho thấy thiết bị ELR-660/1140 đạt được các yêu cầu đối với một thiết bị bảo vệ dùng trong mỏ hầm lò có khí và bụi nổ. Các thông số kỹ thuật như điện trở cắt, dòng rò lâu dài, dòng rò khoảnh khắc, thời gian tác động đều đạt yêu cầu như đã đăng ký trong thuyết minh được phê duyệt. Kết quả thử nghiệm thiết bị ELR-660/1140 cũng cho thấy sản phẩm của đề tài hoàn toàn có thể thay thế các sản phẩm nhập khẩu mà các mỏ than hầm lò ở Việt Nam đang sử dụng.

Với sơ đồ mạch được thiết kế và chế tạo, khi áp dụng cho các mỏ hầm lò không có khí và bụi nổ, ở cấp điện áp 660V, có thể cho phép mạng vận hành với điện trở cách điện thấp dưới mức điện trở cắt mà vẫn đảm bảo điều kiện an toàn điện giật nhờ áp dụng phương pháp bù điện dung không đối xứng.

Mô hình thử nghiệm thiết bị bảo vệ dòng điện rò cấp điện áp 660/1140V là mô hình đầu tiên ở Việt Nam có khả năng thử nghiệm để xác định hầu hết các thông số kỹ thuật của một thiết bị bảo vệ dòng điện rò dùng trong mỏ hầm lò như điện trở cắt khi rò đối xứng và không đối xứng, dòng rò lâu dài, dòng rò khoảnh khắc, thời gian cắt. Mô hình còn cho phép đánh giá được hiệu

quả của mạch bù thành phần điện dung của dòng điện rò, mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha rò và ảnh hưởng của sức điện động ngược động cơ công suất lớn đến dòng điện rò, thực hiện việc xây dựng đặc tính của thiết bị bảo vệ.

3. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu này có thể áp dụng trong thiết kế, chế tạo các thiết bị bảo vệ dòng điện rò có chất lượng và độ tin cậy cao dùng trong các mỏ hầm lò, thay thế các sản phẩm nhập ngoại. Kiến nghị Văn phòng các Chương trình trọng điểm cấp Nhà nước, Bộ Khoa học và Công nghệ tạo điều kiện thuận lợi để cơ quan chủ trì được ứng dụng kết quả nghiên cứu của đề tài, triển khai thực hiện “Dự án sản xuất thử nghiệm chế tạo thiết bị bảo vệ dòng điện rò trong các mạng điện mỏ hầm lò có cấp điện áp 660V/1140V”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Công thương (2017), Quy chuẩn Quốc gia về an toàn trong khai thác quặng hầm lò; chương V: Trang bị Kỹ thuật điện và Thông tin liên lạc; điều 81: Quy định chung, trang 66. QCVN 04: 2017/BCT.
- [2]. Kim Ngọc Linh (2006), Nghiên cứu hình thức bảo vệ rò điện phù hợp với mạng điện hạ áp mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, Luận án Tiến sĩ, Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.
- [3]. <http://ukrniive.com.ua/ru/research/lowvoltage/stand.htm>
Стенд для проверки и настройки аппаратов защиты типа АЗУР.
- [4]. Trung tâm An toàn mỏ, Viện khoa học công nghệ mỏ-VINACOMIN, Giấy chứng nhận kiểm định, số KM17/21/GCNKĐ, cấp ngày 04/5/2021.
- [5]. Trung tâm Kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 1 (Quatest 1), Kết quả thử nghiệm, số 21/2896/TN2, cấp ngày 12/7/2021.
- [6]. Công ty than Mạo Khê – TKV, Nhận xét đánh giá chất lượng thiết bị bảo vệ dòng điện rò phòng nổ điện áp 660/1140V (rơle rò ELR-660/1140), cấp ngày 01/7/2021.