

CẤU HÌNH VÀ THỬ NGHIỆM LIÊN ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG TIN NHẮN IEC61850 GOOSE CỦA ROLE BẢO VỆ HÃNG TOSHIBA VÀ SEL

CONFIGURATING AND TESTING INTERLOCKING CONTROLLERS USING IEC 61850 GOOSE MESSAGES FOR TOSHIBA AND SEL PROTECTION RELAYS

Lê Kim Hùng¹, Vũ Phan Huân²

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; lekimhung@dut.udn.vn

²Công ty TNHH MTV Thí nghiệm điện Miền Trung; vuphanhuan@gmail.com

Tóm tắt - Trong trạm biến áp, các thiết bị đóng cắt gồm có máy cắt, dao cách ly, và dao tiếp địa được thao tác đóng và cắt bởi nhân viên trong ca trực vận hành. Tất cả các thiết bị này được thiết kế làm việc với sơ đồ liên động nhằm đảm bảo cho nhân viên vận hành thực hiện điều khiển theo đúng qui trình, tránh các sai sót do con người gây ra và đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình làm việc. Phần đầu của bài báo trình bày các nhược điểm của thiết kế mạch liên động ở trạm biến áp (TBA) truyền thống, sử dụng số lượng lớn cáp nhĩ thứ, tiếp điểm phụ và role trung gian. Thứ hai là mô tả lợi ích của ứng dụng tin nhắn GOOSE trong TBA tự động hóa. Tiếp đến, chúng tôi thiết kế liên động mềm cho TBA 110kV Điện Bàn bằng phần mềm GR-TIEMS và acSELeator Architect SEL-5032. Phần cuối bài báo tập trung vào giải pháp để thử nghiệm cho role Toshiba GBU200 và SEL451 đang được lắp đặt ở ngăn lộ 171, 172, 131 và 112.

Từ khóa - Role bảo vệ; tin nhắn GOOSE; chuẩn truyền thông IEC61850; liên động điều khiển; khả năng tương thích.

1. Đặt vấn đề

Trước năm 2011; hầu hết các trạm biến áp (TBA) ở Miền Trung đều vận hành bằng khóa chuyển mạch; đèn chỉ thị trạng thái theo sơ đồ mimic trên tủ bảng truyền thống. Tất cả chúng đều có các nhược điểm sau:

- Role bảo vệ (RLBV) có cổng RS232; RS485 hoặc LPT của hãng Siemens; Micom; Sel; Ge; Schneider không thể giao tiếp với nhau do quan điểm thiết kế truyền thông riêng của từng nhà sản xuất.

- Hệ thống mạch điều khiển; bảo vệ sử dụng chủ yếu tín hiệu trạng thái tiếp điểm phụ của máy cắt (MC); dao cách ly (DCL); dao tiếp địa (DTĐ) thông qua dây cáp nhĩ thứ và role trung gian. Điều này đã làm tăng chi phí về số lượng cáp và đầu cáp đầu nối để liên kết các tủ bảng với nhau. Hơn nữa, để kiểm tra trạng thái thì nhân viên thí nghiệm phải đo tín hiệu trên mỗi sợi dây.

- Thời gian trễ của tín hiệu phụ thuộc vào 3 yếu tố [1]:
 - Role trung gian khoảng 8-10ms.
 - Đầu vào nhĩ phân của RLBV là 10 - 50ms để tránh trường hợp bị nhiễu.
 - Tiếp điểm role đầu ra của RLBV là 1 - 50ms.
- Phần mạch nhĩ thứ tại một số TBA đã bị cải tạo nhiều lần nên không còn chuẩn hóa như thiết kế ban đầu.
- Nguy cơ sự cố do chạm chập cáp điện gây ra khá lớn.
- Việc ghi chép, báo cáo, lưu trữ thực hiện thủ công.

Vì vậy, thực trạng mà nhân viên vận hành luôn gặp phải là khó khăn trong việc phân tích, truy tìm nguyên nhân và báo cáo sự cố, thậm chí có thể dẫn đến nguy cơ làm mất điện trên diện rộng khi thao tác nhầm.

Abstract - In a substation, switches include circuit breakers, disconnectors, and earthing switches that are closed and opened by authorized control operators. All of them are designed to be an interlocking scheme to ensure that operators control the equipment in the correct sequence, avoid human errors, and provide safety for personnel and equipment during operation. The paper first presents disadvantages of interlocking circuit design in a traditional substation which uses a significant number of secondary wires, auxiliary contacts and auxiliary relays. Secondly, we describe advantages of GOOSE message application in Automatic Substation Systems. Alternatively, we design an software interlocking method for Dien Ban 110kV substation with the GR-TIEMS and acSELeator Architect SEL-5032 Software. Finally, this paper concentrates on solutions related with an approach to test Toshiba GBU200 and SEL451 relays which are being applied to bay 171, 172, 131 and 112.

Key words - Protection Relay; GOOSE Messages; IEC61850 standard; interlocking controller; Interoperability.

Hiện nay, RLBV thế hệ mới phát triển dựa trên tiêu chuẩn IEC 61850, theo hướng thay thế thiết kế hệ thống điều khiển và bảo vệ sử dụng cáp nhĩ thứ đầu nối giữa các RLBV bằng tin nhắn truyền thông GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event). Việc áp dụng GOOSE tại các TBA tự động hóa ở Việt Nam sẽ mang lại những lợi ích sau [2]:

- Nâng cao khả năng tương tác giữa các RLBV từ nhiều nhà cung cấp khác nhau.
- Đơn giản hóa thiết kế hệ thống và vận hành dựa trên việc sử dụng công cụ cấu hình file cấu hình trạm (Substation Configuration Language – SCL).
- Giảm chi phí lắp đặt cáp nhĩ thứ khi trao đổi thông tin giữa các RLBV bằng GOOSE. Trong đó, lượng cáp điện dùng cho mục đích liên động điều khiển giảm đi khoảng 50-70% so với kiểu truyền thống.
- Đồng bộ thời gian (Network Time Protocol-NTP) thông qua cáp LAN.
- Dễ dàng mở rộng hệ thống trong tương lai.

Trong thực tế, các ứng dụng của biến GOOSE đã được triển khai gồm có [3]: Bảo vệ thanh cái dùng role quá dòng (liên động khóa ngược); Liên động điều khiển; Truyền cắt; Sa thải phụ tải và Lỗi máy cắt. Trong đó, việc kiểm tra tương thích giữa các RLBV dựa trên mô hình của hãng SIEMENS, SEL, AREVA, VAMP, GE and REG-DA đã được trình bày tóm tắt trong các tài liệu [4]; [5]; [6]. Tuy nhiên, khả năng tương thích đối với role hãng TOSHIBA thì chưa có tài liệu nào đề cập đến.

Bài báo trình bày cách thức cấu hình và thử nghiệm liên động điều khiển bằng tin nhắn GOOSE dựa trên phần mềm GR-TIEMS của RLBV Toshiba GBU200 và acSELeator

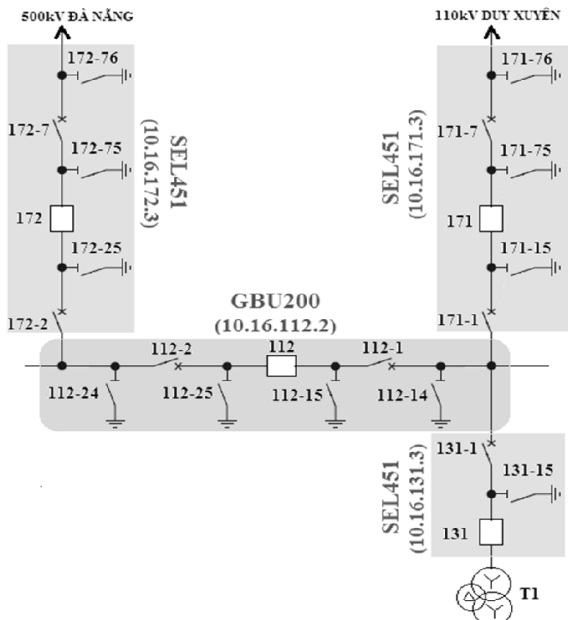
Architect SEL-5032 cho RLBV SEL451 tại TBA 110kV Điện Bàn.

2. Liên động điều khiển tại TBA 110kV Điện Bàn

Mục đích của liên động điều khiển trong TBA là đảm bảo cho nhân viên vận hành có thể thao tác thiết bị an toàn theo đúng qui trình và ngăn ngừa để không xảy ra trường hợp hư hỏng, cháy nổ và phóng điện cho thiết bị. Liên động điều khiển có thể chia làm 2 loại: liên động cơ và liên động điện.

Liên động cơ là các cơ cấu khóa hoặc truyền động cơ khí. Ví dụ, đối với 1 bộ gồm DCL 171-1 và DTĐ 171-15, nếu chưa cắt DCL thì không thể đóng/cắt DTĐ được và ngược lại.

Liên động điện là hệ thống mạch nhị thứ phối hợp tiếp điểm phụ của các thiết bị trong một hoặc nhiều ngăn lộ khác nhau để kiểm tra; cho phép điều khiển dựa trên các yêu cầu của qui trình thao tác lưới điện do Bộ Công thương ban hành cho từng đối tượng cụ thể.



Hình 1. Sơ đồ ngăn lộ 110kV tại TBA 110kV Điện Bàn

Với sơ đồ một sợi phần 110kV của TBA 110kV Điện Bàn như Hình 1 và chức năng làm việc của từng loại thiết bị đóng cắt, chúng tôi tiến hành thiết lập logic liên động điện trên RLBV SEL451 được sử dụng cho ngăn lộ 171, 172, 131 và RLBV Toshiba GBU200 sử dụng cho ngăn lộ 112 theo các yêu cầu sau:

- Chức năng làm việc của MC là cho phép đóng/cắt phụ tải và ngắt mạch trong phạm vi khả năng cho phép của MC. Cho nên việc đóng MC được thực hiện khi DCL hai phía của MC được cắt/đóng hoàn toàn [9]. Ví dụ, cả hai DC L171-1 và 171-7 đóng/cắt thì mới cho phép đóng MC 171; DCL131-1 cắt và MC431 ở vị trí Test thì cho phép đóng MC131.

- Chức năng làm việc của DCL là cho phép thao tác đóng/cắt không điện hoặc có điện khi dòng điện thao tác nhỏ hơn dòng điện cho phép. Do đó, việc đóng/cắt DCL của một phía MC được thực hiện nếu trạng thái MC và tất cả các DTĐ liên quan đến MC này đều cắt [9]. Ví dụ, điều kiện liên động để cho phép thao tác của các DCL:

- DCL 171-1 thỏa mãn yêu cầu; MC171 cắt; DTĐ171-15 cắt và DTĐ112-14 cắt.

- DCL 172-2 thỏa mãn yêu cầu; MC172 cắt; DTĐ172-25 cắt và DTĐ112-24 cắt.

- DCL 131-1 thỏa mãn yêu cầu MC 131 cắt; DTĐ 131-15 cắt và DTĐ 112-14 cắt.

- Chức năng làm việc của DTĐ là chỉ được phép thao tác đóng/cắt nếu đường dây hoặc thiết bị điện đã mất điện và trạng thái tại chỗ MC; DCL liên quan đã mở hoàn toàn [9]. Mục đích đóng DTĐ để thiết bị được nối đất hoàn toàn nhằm tránh sét hoặc bảo vệ người đang làm việc trên đường dây do thao tác đóng điện nhầm. Ví dụ, điều kiện liên động để cho phép thao tác của các DTĐ:

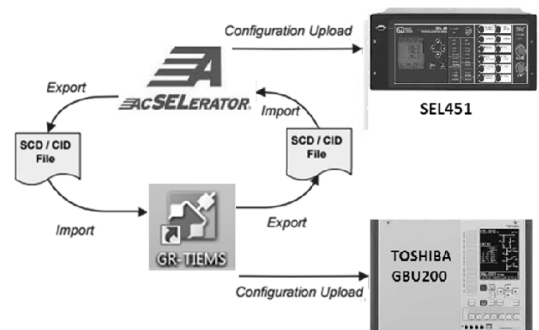
- DTĐ 112-14 thỏa mãn yêu cầu DCL 112-1 cắt; DCL 131-1 cắt và DCL171-1 cắt.

- DTĐ 112-24 thỏa mãn yêu cầu DCL 112-2 cắt và DCL 172-2 cắt.

- DTĐ 171-76 thỏa mãn yêu cầu DCL 171-7 cắt và không có điện áp trên đường dây.

3. Liên động sử dụng tín hiệu GOOSE

Chuẩn IEC61850 đem đến khả năng tương thích cho 2 hoặc nhiều RLBV của cùng hoặc khác hãng sản xuất có thể trao đổi thông tin với nhau bằng tín hiệu GOOSE và sử dụng các thông tin đó để thi hành chức năng liên động điều khiển. Do đó, tất cả các RLBV phải chứa một file ICD/CID để mô tả các khả năng làm việc nó và cho phép công cụ phần mềm của nhiều nhà sản xuất sử dụng, nhằm biên dịch và hiểu các thông tin chứa đựng trong RLBV đó. Hãng SEL sử dụng công cụ phần mềm acSElerator Architect SEL-5032; hãng Toshiba sử dụng GR-TIEMS. Hai công cụ này có khả năng cấu hình tín hiệu GOOSE gửi (publishers) và nhận (subscribers) trực quan, dễ sử dụng. Trong trường hợp cấu hình giao tiếp với RLBV của hãng sản xuất khác, chúng còn có tính năng nhập vào (import) và xuất ra (Export) file CID. Việc cấu hình RLBV thực hiện gửi/nhận 1 biến GOOSE thông qua mạng Ethernet theo sơ đồ ứng dụng trên Hình 2 sẽ được chia làm 2 phần:



Hình 2. Cấu hình biến GOOSE cho hai hãng sản xuất

- Phần đầu là cấu hình truyền biến trạng thái cắt DCL171-1; 172-2; 131-1 từ SEL451 bằng acSElerator Architect SEL-5032 sang Toshiba GBU200 bằng GR-TIEMS.

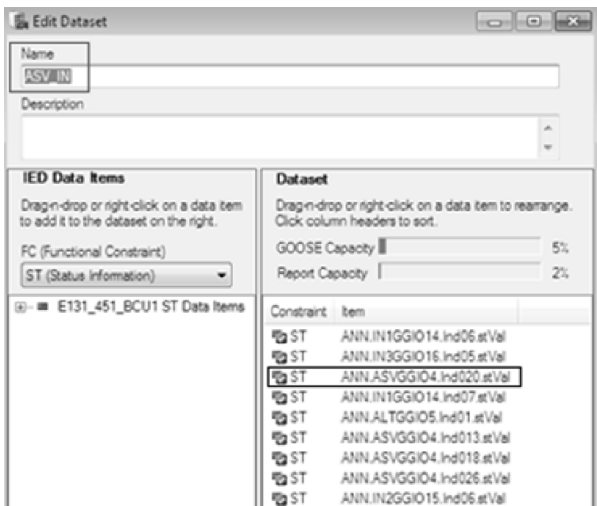
- Phần thứ hai là cấu hình truyền biến trạng thái cắt DTĐ 112-14; 112-24 từ Toshiba GBU200 bằng GR-TIEMS sang SEL451 bằng acSElerator Architect SEL-5032.

3.1. Cấu hình và thử nghiệm tín hiệu GOOSE truyền từ SEL451 đến TOSHIBA GBU200

Tín hiệu GOOSE truyền từ SEL451 đến GBU200 là

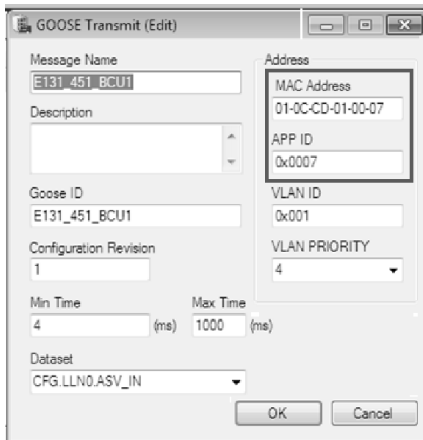
trạng thái cắt của DCL171-1; 172-2 và 131-1. Việc cấu hình và thử nghiệm được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Cấu hình GOOSE Transmit bằng công cụ acSElator Architect SEL-5032.



Hình 3. Cấu hình tín hiệu trong Data set

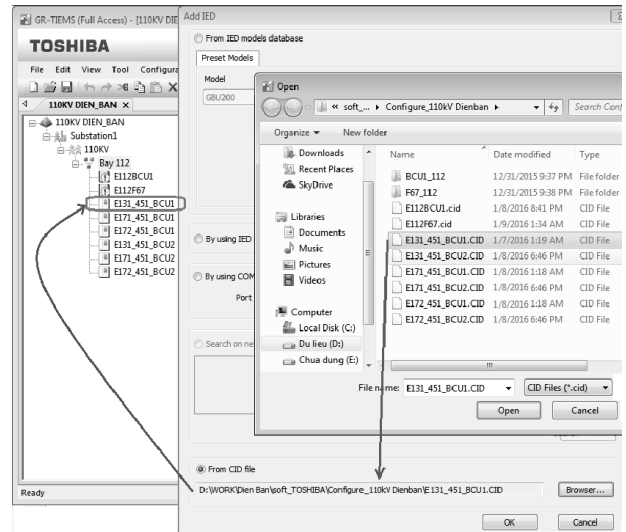
Đầu tiên, chúng tôi tạo tín hiệu GOOSE chứa một tập dữ liệu (Dataset) có tên là ASV_IN, bao gồm một hoặc nhiều tín hiệu nhị phân đầu vào hoặc lệnh cắt được định nghĩa trong IEC61850. Ví dụ, đối với RLBV SEL451 (10.16.131.3) dùng biến ANN.ASVGGIO4.Ind20.stVal để mô tả trạng thái DCL 131-1 cắt như Hình 3.



Hình 4. Cấu hình tín hiệu GOOSE Transmit

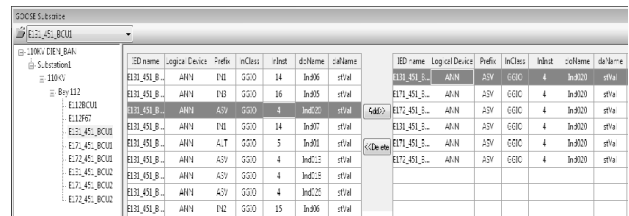
Để truyền tập dữ liệu này, ta kích chuột chọn tab ‘GOOSE Transmit’ và tạo một tín hiệu có GOOSE ID; Message Name là E131_451_BCU1 (xem Hình 4). Mỗi RLBV trong mạng Ethernet sẽ được gán tự động mã số (APP ID) và địa chỉ (MAC) riêng biệt nhằm phân biệt với thiết bị khác. Cho nên, ta chỉ cần nhập phần mô tả (Description) và chọn VLAN có giá trị 1 đến 7, trong đó 7 là ưu tiên cao nhất, phù hợp với tín hiệu điều khiển quan trọng [7]. Sau đó, đẩy file CID đã cấu hình (Configuration Upload) lên SEL451 và xuất (Export) chúng thành file E131_451_BCU1.CID để sử dụng cho bước 2.

Bước 2: Cấu hình GOOSE Subscribe bằng công cụ GR-TIEMS



Hình 5. Nhập file .CID trong GR-TIEMS

Khi SEL451 (10.16.131.3) xuất bản một biến GOOSE thì tất cả các RLBV trên mạng đều có thể nhận nó. Để RLBV Toshiba GBU200 có thể nhận được biến trạng thái DCL131-1, ta cần phải nhập (Import) file E131_451_BCU1.CID vào GR-TIEMS bằng thao tác click chuột phải vào Bay 112 và chọn Add IED như Hình 5. Tiếp đến bấm vào biểu tượng RLBV E112BCU1, chọn chức năng IEC61850/GOOSE Subscribe. Kích chuột vào E131_451_BCU1 và Add ASV020. Xem Hình 6.

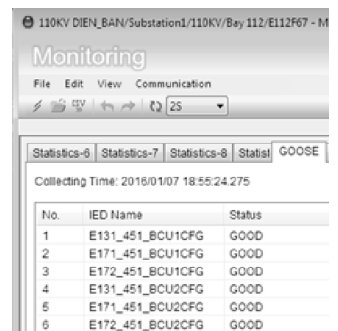


Hình 6. Cấu hình tín hiệu nhận GOOSE

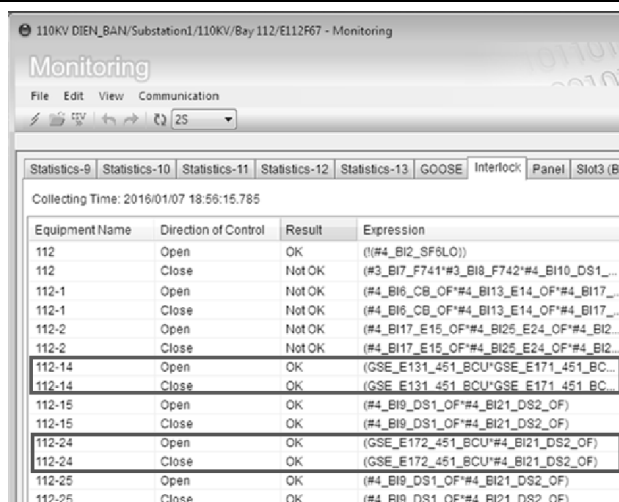
Lập lại thao tác thực hiện tương tự cho các RLBV khác để nhận biến trạng thái DCL 171-1, 172-2 của ngăn lộ 171 và 172. Sau đó, đẩy file CID đã cấu hình (bao gồm GOOSE Subscribe; IEC61850-CID File và IEC61850-Mapping Data) lên RLBVGBU200.

Bước 3: Thử nghiệm biến GOOSE

Để thử nghiệm biến GOOSE trên GBU200, ta cần sử dụng chức năng Monitoring trong công cụ GR-TIEMS nhằm giám sát chất lượng tín hiệu GOOSE nhận từ SEL451 của các ngăn lộ 171, 172 và 131. Nếu cột Status hiển thị GOOD là tín hiệu nhận tốt; NG là tín hiệu chưa nhận tốt (hình 7).



Hình 7. Giám sát tín hiệu GOOSE trên GBU200



Hình 8. Giám sát tín hiệu trạng thái liên động

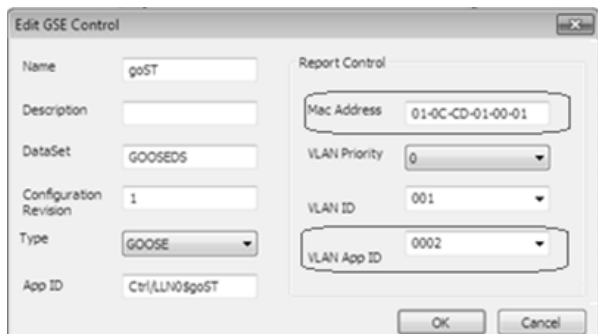
Sau đó, ta cấu hình liên động điều khiển cho DTĐ112-14 và 112-24 theo yêu cầu ở mục 2 và bản vẽ nhị thứ. Khi xảy ra bất kỳ sự chuyển đổi trạng thái đóng/cắt của các DCL171-1, 171-2 và 131-1, các RLBV SEL451 sẽ truyền tín hiệu đó lên mạng Ethernet. Tại Tab giám sát liên động (Interlocking), nếu trạng thái liên động đạt thì cột Result hiển thị OK. Ngược lại là Not OK. Xem Hình 8.

3.2. Cấu hình và thử nghiệm tín hiệu GOOSE truyền từ TOSHIBA GBU200 đến SEL451

Tín hiệu GOOSE truyền từ GBU200 đến SEL451 là trạng thái cắt của DTĐ112-14 và 112-24. Việc cấu hình và thử nghiệm được tiến hành theo các bước sau:

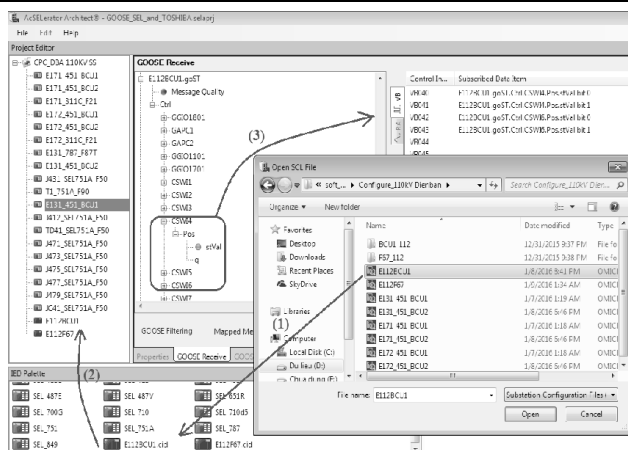
Bước 1: Cấu hình GOOSE Publish bằng công cụ GR_TIEMS

Các biến GOOSE gửi đi trong mục GOOSE Publish đã được nhà sản xuất cấu hình mặc định từ CSW11 đến CSW121 [8]. Do đó, chúng tôi chọn tín hiệu trạng thái tương ứng với DTĐ 112-14, 112-24 lần lượt là CSW16 và CSW18. Điểm lưu ý tại hộp thoại GSE Control cần quan tâm là các trường Name, Description, Dataset, địa chỉ Mac Address và VLAN App ID đều được nhà sản xuất đặt mặc định giống nhau cho tất cả các RLBV của hãng, nên khi dùng với RLBV hãng SEL thì sẽ xuất hiện báo lỗi trùng Mac Address và VLAN App ID. Vì vậy, ta cần phải kiểm tra và đặt lại các thông số này như Hình 9. Sau đó, đẩy file CID đã cấu hình (Configuration Upload) lên GBU200 và xuất (Export) chúng thành file E112BCU1.CID để sử dụng cho bước tiếp theo.



Hình 9. Cấu hình tín hiệu GOOSE Publish

Bước 2: Cấu hình GOOSE Receive bằng công cụ acSElerator Architect SEL-5032



Hình 10. Cấu hình tín hiệu nhận GOOSE

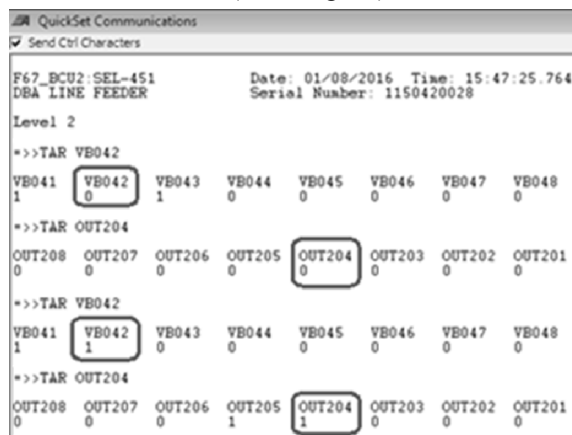
Trong cửa sổ IED Palette/Click chuột phải chọn Add IED có tên E112BCU1.CID. Tiếp đến, kéo biểu tượng này thả vào cửa sổ Project Editor để thêm thiết bị của hãng Toshiba vào. Cuối cùng là vào mục E131_451 BCU1/GOOSE Receive để chọn tín hiệu DTĐ 112-14 cần nhận và đặt vào biến VB042 như Hình 10.

Bước 3: Thử nghiệm biến GOOSE

Để kiểm tra tín hiệu GOOSE, chúng tôi đã kết hợp Automation Logic và các biến trong Role SEL451 bằng phần mềm acSElerator@ QuickSet; nhằm cấu hình đầu ra OUT204 dùng cho liên động điều khiển được thể hiện ở mục 2 và bản vẽ nhị thứ. Ví dụ DCL131-1 theo yêu cầu trong mục 2 như sau:

```
OUT204:= ASV018 AND VB042 AND ASV026 AND ASV028
# DS 131-1 INTERLOCK
ASV018:= IN208 AND NOT IN207 #CB 131 OPENED
ASV026:= IN221 AND NOT IN220 #ES 131-15 OPENED
ASV028:= VB002 AND NOT VB009 #ES 431-38 OPENED
```

Sau đó, sử dụng chức năng Terminal để kiểm tra role đầu ra OUT204. Khi cho DTĐ 112-14 đóng, biến VB042=0 và OUT204=0 (liên động không đạt). Khi 112-14 cắt VB042=1, OUT204=1 (liên động đạt). Xem Hình 11.



Hình 11. Kiểm tra liên động DCL131-1 bằng GOOSE

Thực hiện tương tự bước 2, 3 để kiểm điều kiện liên động cho DCL171-1 và 172-2.

3.3. Nhận xét

Liên động điều khiển thiết bị DCL, DTĐ tại ngăn lộ 171, 172, 131 và 112 sử dụng cơ chế xử lý thông tin dạng

GOOSE giữa các RLBV SEL451 và GBU200. Trạng thái đầu vào nhị thức thay đổi ON/OFF của RLBV này sẽ được truyền đến RLBV khác thông qua mạng Ethernet, đem lại một số ưu điểm sau:

- Việc sử dụng tín hiệu GOOSE thông qua mạng Ethernet có tốc độ 100Mbps thay vì tín hiệu nhị phân bằng cáp cứng đã làm tinh gọn số lượng cáp đầu nối. Điều đó cho phép các nhà cung cấp thiết bị đồng bộ chuẩn hóa việc thiết kế.

- Kiểm tra tín hiệu GOOSE được thực hiện bằng phần mềm GR-TIEMS, acSELeator@ QuickSet thay cho kiểm tra bằng tay từng đầu cáp như trước đây.

- Việc sử dụng cơ chế Multicast: 1RLBV được cấu hình biến GOOSE Publishes thì nhiều RLBV khác có thể nhận được biến đó thông qua GOOSE Subscriber.

- Thời gian trễ tín hiệu là 4ms.

- Cho phép khả năng tương thích của các nhà sản xuất khác nhau.

4. Kết luận

Hệ thống điện Việt Nam đang từng bước được hiện đại hóa từ trang thiết bị, công nghệ và quy trình vận hành để đáp ứng yêu cầu ngày càng cao về độ tin cậy, chất lượng điện năng, giảm tổn thất điện năng trong vận hành của lưới điện một cách thuận tiện và khoa học. Với kết quả kiểm tra tính tương thích của RLBV Toshiba GBU200 với SEL451 và chức năng liên động điều khiển sử dụng tín hiệu

GOOSE trong TBA 110kV Điện Bàn là một nhân tố quan trọng mang lại những lợi ích to lớn từ kinh tế đến các yêu cầu của EVN, cả qui trình, qui phạm cũng như thói quen trong công tác của nhân viên vận hành nhằm sẵn sàng cho những bước phát triển mới trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hakala-Ranta; Rintamäki; Starck; *Utilizing possibilities of IEC 61850 and GOOSE*; CIRED 2009; Paper 0741.
- [2] Klaus-Peter Brand; Petra Reinhardt; *Experience with IEC 61850 based Substation Automation Systems*; PRAXIS PROFILINE – IEC 61850 – August 2008.
- [3] Daqing Hou and Dave Dolezilek; *IEC 61850 – What It Can and Cannot Offer to Traditional Protection Schemes*; Schweitzer Engineering Laboratories; Inc; 2008.
- [4] Aki Suittio; *Testing IEC61850 in multi-vendor substation automation system*; Master's Thesis; March 2010.
- [5] Ming-Ta Yang; Jyh-Cherng Gu; Po-Chun Lin; Yen-Lin Huang; Chun-Wei Huang; and Jin-Lung Guan; *Interoperability and Performance Analysis of IEC61850 Based Substation Protection System*; World Academy of Science; Engineering and Technology; International Journal of Electrical; Computer; Energetic; Electronic and Communication Engineering Vol:7; No:8; 2013.
- [6] Tzu-Han Yeh; Shih-Che Hsu; Che-Kai Chung; Ming-Shan Lin; *Conformance Test for IEDs Based on IEC 61850 Communication Protocol*; Journal of Power and Energy Engineering; 2015; 3; 289-296.
- [7] Corneliu Turturica; Fahad Alhajeri; Garrett Stauffer; Jorge Rios; *AMPS Protection Manual*; MAY 9; 2014.
- [8] TOSHIBA; *GR-TIEMS Operation Manual*; 2013.
- [9] Bộ Công Thương, *Quy trình thao tác hệ thống điện quốc gia*, 2007.

(BBT nhận bài: 19/02/2016; phản biện xong: 03/03/2016)