Báo cáo đồ án tốt nghiệp:

Slide 4:

* Lý do chọn đề tài:

Nhu cầu sử dụng Rơ-le bảo vệ trên các hệ thống điện hiện đại

Có thể nói rằng, thiết bị tự động được dùng phổ biến nhất để bảo vệ các hệ thống điện hiện đại là các hệ thống rơ-le bảo vệ.

Đã có rất nhiều dòng Rơ-le bảo vệ được phát triển từ Rơ-le cơ đến rơ-le tĩnh và bây giờ là rơ-le số. Rơ-le số có những ưu điểm hơn các dông rơ-le cơ và rơ-le tinh:

+ Tích hợp nhiều chức năng vào một bộ bảo vệ , nhờ đó kích thước của hệ thống bảo vệ và giá thành giảm đáng kể

+ Độ tin cậy và độ sẵn sàng cao do giảm được yêu cầu để bảo trì các chi tiết cơ khí và trạng thai của Rơ-le có thể được kiểm tra thường xuyên.

+ Độ chinh xác cao nhờ các bộ lọc số và các thuật toan đo lường tối ưu.

+ Công suất tiêu thụ bé khoảng: 0,1VA (Rơ-le tĩnh 1VA, Rơ-le cơ 10VA).

+ Ngoài chức năng bảo vệ còn có thể thực hiện nhiều chức năng đo lường và tự động như: hiển thị và ghi chép các thông số của hệ thống trong các chế độ tải khi hoạt động binh thường và tải khi gặp sự cố,lưu trữ các dữ liệu cần thiết cho việc phân tích sự cố, xác định điểm sự cố,…

+Có thể dễ dàng lấy ra được các thông tin thông qua cổng giao tiếp giữa Rơ-le với máy tính ví dụ cổng RS232…

+ Dễ dàng liên kết với các thiết bị bảo vệ khác và với mạng thông tin đo lường, điều khiển và bảo vệ của tòan hệ thống điện.

Mặt khác nước ta hiện nay đang phát triển bùng nổ theo xu hướng công nghiệp 4.0, có thể nói trong ngành Rơ-le đó là Tích hợp Rơ-le bảo vệ với công nghệ Internet vạn vật

Vì vậy, nhận thức được những vấn đề trên em đã quyết định thực hiện đề tài đồ án tốt nghiệp “Thiết kế Rơ-le số bảo vệ và điều khiển đóng cắt thông minh hệ thống điện tòa nhà trên nền tảng Internet vạn vật”.

* Mục tiêu của đề tài: Thiết kế mô hình rơ-le số có 2 chức năng chính:

-Bảo vệ sự cố quá dòng, ngắn mạch

-Điều khiển đóng cắt từ xa thông qua Wifi

* Nội dung nhiệm vụ của đề tài

-Tìm hiểu về lý thuyết Rơ-le số và đường đặc tính bảo vệ

-Thiết kế chế tạo Rơ-le số bảo vệ và điều khiển đóng cắt cho 5 kênh

-Chạy thử nghiệm, đánh giá hoạt động và tính hiệu quả của thiết bị

Slide 5:

* **Tìm hiểu về rơ-le số**
* Rơ-le số là thiết bị tự động hóa được dùng trong hệ thống điện với mục đích phòng ngừa, ngăn chặn các thiệt hại kinh tế khi xảy ra các sự cố về điện.

Những thiệt hại do sự cố điện xảy ra thường rất lớn, thậm chí nó còn vượt xa nhiều lần so với chi phí làm hệ thống bảo vệ rơ le. Chính vì thế mà rơ le đóng một vai trò rất quan trọng trong quá trình vận hành hệ thống điện.

* Rơ-le số làm việc dựa trên nguyên tắc đo lường số.

Các giá trị số của đại lượng dòng và áp nhận được từ phai thứ cấp của TU và TI là những tham số đầu vào của Rơ-le số. Sau khi đi qua các bộ lọc tương tự, bộ lấy mẫu các tín hiệu này sẽ chuyển thành tín hiệu số.

Nguyên lý làm việc của Rơ-le số dựa trên giải thuật tính tóan theo chu trình các đại lượng điện từ trị số của dòng điện và điện áp đã lấy mẫu. Các giá trị cài đặt được dùng làm giá trị tham chiếu, được nạp vào bộ nhớ EEPROM(bộ nhớ chỉ đọc và xóa bằng điện) của rơ-le, để phòng mất số liệu chỉnh định khi mất nguồn điện cấp cho Rơ-le.Trong quá trình tính toán liên tục này, kết hợp so sanh các kết quả tính tóan với các đại lượng cài đặt, sẽ phát hiện ra chế độ sự cố sau rất nhiều các phép tinh nối tiếp nhau. Khi đó bảo vệ sẽ tác động và bộ xử lý sẽ gửi tín hiệu đến các đầu ra của Rơ-le số để đi cắt máy cắt( có thể cắt trực tiếp hoặc thông qua rơ-le trung gian). Đầu ra của Rơ-le có các đèn led báo hiệu để cảnh báo người vận hành về tình trạng của Rơ-le.

Slide 6:

Bảo vệ quá dòng là loại bảo vệ tác động khi dòng điện đi qua phần tử được bảo vệ vượt quá giới hạn định trước. Thời gian kể từ khi xảy ra sự cố đến khi tiếp điểm của rơ-le thay đổi trạng thái được gọi là thời gian tác động của rơ-le. Đặc tinh thời gian tác động bảo vệ quá dòng được quy định cụ thể trong tiêu chuẩn IEEE C37.112-1996.

Đặc tính bảo vệ quá dòng của rơ-le gồm 2 vùng chính là : đặc tính vùng tác động (khi có sự cố) và đặc tính vùng nghỉ ( phục hồi).

* *Vùng tác động.*

Vùng tác động được hiểu là vùng hoạt động của rơ-le khi có dòng điện quá tải I lớn hơn dòng điện đặt trước Ip ( I/Ip>1). Đặc tính thời gian tác động theo độ lớn của dòng tải được xác định bởi công thức sau:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Trong đó :

* t(I) là thời gian kể từ khi xuất hiện dòng sự cố I đến khi rơ-le tác động chuyển trạng thái tiểp điểm.
* A, B ,P là các hệ số được chọn dựa trên các chế độ tác động nhanh hay chậm của rơ-le được quy định theo tiêu chuẩn IEEE trong Bảng 1.1

Khi giá trị dòng tải lớn hơn dòng đặt Ip, rơ-le sẽ bắt đầu hoạt động ở vùng tác động.Thời gian tác động ứng với một giá trị dòng sự cố xác định được tính theo phương trình 1, tỉ lệ I/Ip càng lớn thì thời gian cắt phải càng nhanh để bảo vệ các thiết bị kịp thời. Khoảng thời gian này cũng nhằm đảm bảo việc rơ-le có thể lọc được các sự cố thoáng qua trong thời gian rất ngắn, chưa ảnh hưởng đến các thiết bị, chưa cần phải cắt dòng điện [6].

* *Vùng nghỉ*

Vùng nghỉ được hiểu là dòng điện qua rơ-le nhỏ hơn dòng điện đặt Ip ( 0<I/Ip<1). Đặc tính thời gian phục hồi của rơ-le ở vùng này được xác định theo phương trình sau:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

Trong đó:

* t(I) là thời gian hồi phục về trạng thái ban đầu của rơ-le sau khi rơ-le tác động
* là 1 hệ số phụ thuộc vào đặc tính tác động và được nêu trong *Bảng 1*.

Trong vùng này, rơ-le không thực hiện chức năng cắt dòng, mà hoạt động ở trạng thái hồi phục bộ phận cơ cấu chấp hành trở về trạng thái ban đầu khi không có dòng sự cố đi qua. Dòng điện tải càng nhỏ thì thời gian hồi phục của rơ-le càng nhanh, và được thể hiện theo đồ thị *Phương trình (2).*

Bảng 1.1 Các hằng số của đặc tính tiêu chuẩn theo IEEE

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Đặc tính** | **A** | **B** | **p** |  |
| Tác động chậm | 0.0515 | 0.1140 | 0.0200 | 4.85 |
| Tácđộng nhanh | 19.61 | 0.4910 | 2.0000 | 21.6 |
| Tác động cực nhanh | 28.2 | 0.1217 | 2.0000 | 29.1 |

Khi dòng điện qua rơ-le thay đổi, để xác định được thời điểm rơ-le tác động tiếp điểm, ta sử dụng phương trình điều kiện sau:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1 | (3) |

Trong đó:

- là thời điểm rơ-le tác động.

- được tính theo phương trình 1 nếu I>Ip hoặc theo phương trình (2) nếu I<Ip.

Từ phương trình trên ta chuyển sang dạng rời rạc để tính giá trị tích phân của phương trinh 3 như sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

Trong đó là hàm cộng dồn các giá trị của để xác định tích phân của phương trinh trên.

* k là chỉ số lần lặp của chương trình
* là khoảng thời gian giữa 2 lần lặp liên tiếp của chương trình. Được gọi là chu kỳ lấy mẫu của thiết bị xác định bằng 1 hằng số dựa vào tốc độ lấy mẫu cũng như tốc độ tính toán của từng loại vi điều khiển. Ở trong đồ án này giá trị Tc được vi điều khiển tinh toán xấp xỉ 40ms tương đương 2 chu kỳ dòng điện.
* được tính theo 2 công thức sau và các hằng số được cho trong bảng 1:

Slide 7:

Dòng điện từ cuộn thứ cấp của CT sẽ qua 1 điện trở Burden có giá trị điện trở được tính toán trước.Giá trị của điện trở Burden được chọn để cung cấp một điện áp tỷ lệ với dòng điện thứ cấp.Giá trị điện trở Burden cần phải đủ thấp để ngăn chặn sự bão hòa từ lõi của CT. Tuy nhiên điệp áp rơi trên điện trở Burden lúc này dao động quanh điểm 0 với chu kỳ có cả điện áp âm và dương, trong khi đó ADC của vi xử lý chỉ đọc được các giá trị điện áp dương. Vì thế cần nâng giá trị điện áp này dao động quanh giá trị 1.5V. Ta sẽ sử dụng 1 mạch OFFSET để nâng giá trị điện áp rơi trên điện trở burden lên thêm 1,5V bằng cách đưa một điện áp =1.5V vào mạch. Khi đó điện áp đưa vào vi điều khiển (sẽ được giới hạn trong khoảng(0V-3V) mà ADC của vi điều khiển có thể đọc được. Có một opamp đệm ở trong mạch nguyên lý như hình 2.4 nằm ở giữa khối điện áp Vf=1,5V đầu vào và khối mạch đo sẽ làm giảm đáng kể trở kháng của nguồn điện áp dẫn đến hiệu suất được tăng cao. Điều này sẽ giúp cách ly mạch đo với khối nguồn điện áp, tránh được sự ảnh hưởng của nguồn điện áp đầu vào đến mạch đo có thể gây rắc rối trong một số trường hợp

Slide 8:

Điện trở shunt được mắc sau tải với mục đích duy nhất là có thể khuếch đại tín hiệu qua shunt thuận tiện hơn. Dòng điện sau khi đi qua tải, sẽ đi qua 1 điện trở shunt về trung tính, khi có dòng điện chạy qua thì trên điện trở shunt sẽ sinh ra mức điện áp tương ứng với dòng điện đó. Điện áp được lấy từ điện trở shunt sẽ đi qua opamp khuếch đại (khuếch đại 10 lần), điện áp này sẽ được tiếp tục đi tới opamp so sánh. Opamp so sánh có nhiệm vụ so sánh điện áp đã khuếch đại nếu lớn hơn mức điện áp so sánh đặt sẵn trong Opamp so sánh thì Opamp so sánh sẽ xuất mức tín hiệu cao về chân ngắt của vi xử lý và ra lệch ngắt nguồn điện vào của contactor nhánh đang có sự cố ngắn mạch.

Vấn đề lớn nhất với việc sử dụng điện trở shunt để đo ngắn mạch đó chính là việc cách ly giữa mạch điện AC và mạch nguyên lý. Để khắc phục được tình trạng trên em đã sử dụng 1 opamp cách ly như trên hình 2.6. Opamp này có nhiệm vụ cách ly nguồn điện AC với khối mạch đo tránh được sự ảnh hưởng của nguồn điện áp AC đầu vào đến mạch đo có thể gây rắc rối trong một số trường hợp.

Để có thể chọn dòng điện định mức cho bảo vệ ngắn mạch trên từng kênh của Rơ-le số cho phù hợp với loại tải thiết bị được sử dụng như đề tài hướng tới thì trên mạch PCB em thiết kế thêm 4 công tắc bit tương ứng với 4 dòng điện định mức: 16A-20A-25A-32A. Mỗi một mức chọn công tắc bit sẽ tương ứng với 1 giá trị điện áp đầu ra bằng cách phân áp điện áp nguồn 3v3 sử dụng điện trở. Giá trị điện áp đầu ra này sẽ được tính toán thiết kế tương ứng với giá trị dòng điện ngắn mạch đi qua điện trở shunt ở dòng định mức tương ứng, ví dụ với 4 dòng điện ngắn mạch đi qua điện trở shunt ở dòng định mức: 16A-20A25A-32A thì điện áp đầu ra này sẽ tương ứng là: 50mV-75mV-100mV-125mV. Sau đó đưa điện áp này vào đầu vào không đảo trên opamp so sánh trên mạch nguyên lý đo ngắn mạch hình 2.6 làm ngưỡng để phát hiện sự cố ngắn mạch cho mỗi kênh tương ứng của Rơ-le số.

Slide 9:

Rơ-le số được điều khiển bới hai vi xử lý là Arduino Due và MCU ESP32.

- Arduino Due: đo phát hiện sự cố quá dông và gửi dữ liệu sang ESP32

- ESP32: đóng cắt tải thiết bị khi nhận được tín hiệu sự cố, đo và bảo vệ quá nhiệt, bảo vệ và cảnh báo cháy, truyền thông không dây để điều khiển thiết bị thông minh qua Internet, cập nhật dữ liệu lên màn hình led TFT

Slide 10:

Để xây dựng giao diện theo dõi hiện trạng, điều khiển đóng/cắt các kênh online và cảnh báo sự cố trên web, em đã sử dụng kết hợp:HTML, CSS, JavaScript (mqtt websocket, angularjs) là ba ngôn ngữ chính trong lập trình web, giao diện và có mối liên hệ lẫn nhau để xây dựng một giao diện sống động, chuyên nghiệp.

- HTML: Hỗ trợ trong việc xây dựng layout, thêm nội dung dễ dàng trên giao diện.

- CSS: Hỗ trợ việc định dạng thiết kế, bố cục, style, màu sắc,…

- JavaScript: Tạo nên những nội dung “động

Bố cục hiển thị và chức năng từng phần trên giao diện: - Điều khiển rơ le: giúp điều khiển đóng mở rơ-le thông qua giao diện một cách nhanh chóng, tiện lợi ở bất cứ đâu khi thiết bị thông minh đã được cài đặt giao diện và có kết nối internet. - Hình ảnh mô phỏng: là hình ảnh tủ điện - Nut reset: giúp reset thiết bị. - Đồ thị: Theo dõi nhiệt độ tại nơi lắp đặt thiết bị. - Cảnh báo quá nhiệt: khi nhiệt độ lớn hơn 60oC sẽ có tín hiệu cảnh báo. - Cảnh báo cháy: khi có sự cố cháy sảy ra ngay lập tức có tín hiệu báo cháy. - Bảng theo dõia; trạng thái on off của ro-le, dòng định mức cài đặt cho thiết bị re-le số, hiện tượng quá dòng, ngắn mạch. - Đồ thị nhiệt độ.

Slide 11:

Ban đầu em thiết kế đóng cắt contactor thông qua hệ thống transistor rơ-le tiếp điểm để điều khiển tín hiệu đóng cắt từ ESP32. Tuy nhiên trong quá trình thử nghiệm nhận thấy việc đóng cắt qua congtactor gây ra nhiễu lan truyền trên đường dây gây ra các hiện tượng nhiễu tín hiệu làm cho việc đóng cắt các kênh bị sai nhiễu, màn hình led TFT bị nhiễu và có thể làm treo thiết bị Rơ-le số, đồng thời em cũng nhận thấy việc đóng cắt congtactor cũng gây ra hiện tượng nhiễu từ trường lan truyền trong không khí làm nhiễu màn hình led TFT hiển thị trên thiết bị Rơ-le số thông qua việc thử nghiệm đóng cắt congtactor đặt cạnh thiết bị Rơ-le số mà không có bất cứ kết nối nào giữa hai bên

Nguyên nhân được cho là khi congtactor bị ngắt điện, cuộn hút trong congtactor là một cuộn cảm khi bị mất điện đột ngột thì sẽ tạo ra một điện áp phóng ngược. Điều này có nghĩa là sẽ có một điện áp tăng đột ngột tại đầu cuối của cuộn dây được điều khiển bởi thiết bị điện tử. Điện áp phóng ngược này có thể lan truyền trên đường dây gây nên các hiện tượng nhiễu thiết bị như hoạt động đóng cắt sai, màn hình nhiễu, làm treo thiết bị bị treo và nếu điện áp phóng ngược đủ cao sẽ làm hỏng thiết bị điện tử. Ngoài ra xung đột có thể tạo ra các bức xạ gây nên nhiễu từ trường lan truyền trong không khí làm đảo lộn hoạt động của các thiết bị điện tử khác chạy trong vùng lân cận như lỗi đóng cắt và màn hình bị treo. Từ đó em đề xuất sử dụng PLC để thực hiện việc đóng cắt ra congtactor vì PLC là thiết bị chuyên dụng được sử dụng trong môi trường công nghiệp đã được cách ly hoàn toàn giữa khối đầu vào và đầu ra có thể chống nhiễu rất tốt. Việc sử dụng PLC sẽ cách ly được hòan toàn giữa khối mạch điều khiển (Rơ-le số) và khối đóng cắt congtactor điều đó sẽ tránh được nhiễu lan truyền trên đường dây gây nên các hiện tượng nhiễu cho thiết bị Rơ-le số. Ngoài ra để hạn chế điện áp ngược đột biến khi congtactor chuyển mạch gây nên các hiện tượng nhiễu lan truyền và nhiễu từ trường lan truyền trong không khí em còn sử dụng mạch lọc nhiễu RC snubber được nối song song với hai đầu cuộn hút của congtactor. Mạch RC snubber thực tế được thiết kế gồm một điện trở được mắc nối tiếp với một tụ điện. Điện trở ở đây được chọn là 100ohm/1W, tụ điện 0,01uF/630V.

Slide 12:

Điều khiển đóng cắt congtactor thông qua PLC sử dụng giao thức Modbus RS485.

Giao thức này dựa trên nguyên tắc Master – Slave, khi thiết bị Master gửi yêu cầu( Request) tới thiết bị Slave thì Slave phản hồi lại yêu cầu từ Master(Response). Tất cả các thiết bị sẽ được kết nối chung với nhau trên một đường truyền RS485.

Để điều điều khiển đóng cắt tải thiết bị thông qua PLC sử dụng giao thức Modbus RS485 thì PLC cần có cổng giao tiếp RS485. Ở đây qua quá trình tìm hiểu em thấy dòng PLC FX3U-14MT của hãng Mitsubishi là dòng PLC phù hợp với đề tài.

Ở đây em sẽ sử dụng ESP32 là vi xử lý chính của Rơ-le số đóng vai trò là Master, PLC FX3U-14MT sẽ đóng vai trò là Slave. ESP32 sẽ kết nối giao tiếp với PLC thông qua module chuyển đổi UART TTL-RS485.

Khi ESP32(Master) cần điều khiển đóng/cắt một kênh nào đó sẽ gửi bản tin đến PLC(Slave) yêu cầu PLC thực hiện lệnh đóng/cắt kênh có đầu ra theo ý muốn. Đầu ra của PLC sẽ được kết nối đến cuộn hút của rơ-le trung gian như hình trên, đầu ra tiếp điểm NO và COM cửa rơ-le trung gian sẽ được đưa vào đầu 39 vào cuộn hút của congtactor như hình trên. Khi tín hiệu đầu ra Y của PLC được on/off khi đó cuộn hút của rơ-le trung gian sẽ được hút/nhả đảo trạng thái cặp tiếp điểm NO,NC của rơ-le trung gian. Khi đó cuộn hút của congtactor sẽ được hút/nhả ra làm cặp tiếp điểm NO,NC của congtactor sẽ đảo lại trạng thái. Ta kết nối nguồn điện qua tải và nối tiếp với 2 chân của tiếp điểm NO/NC sẽ điều khiển đóng/cắt tải thiết bị thông qua tín hiệu điện từ Rơ-le số.

Slide 13:

Các thành phần trong tủ gồm có :module cảm biến báo cháy, module đo nhiệt đô DS18b20, 5 con điện trở shunt, thiết bị Rơ-le số, nguồn tổ ong 220V24VDC, PLC Mitsubishi FX3U-14MT, 5 biến dòng, 2 ổ điện cấp nguồn cho thiết bị ,5 con contactor, 5 rơ-le trung gian và được bố trí trên Hình 2.26.

Slide 14:

Ở đây em sử dụng tải là hệ thống bóng đèn sợi đốt trên phòng thí nghiệm khí cụ điện để thí nghiệm kiểm tra hoạt động đóng/cắt tải thiết bị qua giao diện của Rơ-le số. Tải bóng đèn sợi đốt sẽ được kết nối với congtactor tại kênh 1 của thiết bị Rơ-le số. Các kênh còn lại có thể thí nghiệm tương tự

Ở trạng thái bật tải đèn sáng, congtactor ở trạng thái đóng(trên giao diện và màn hình Rơ-le số: đóng màu xanh- mở màu cam). Ta có thể bật/tắt tải bóng đèn thông qua giao diện bằng cách click vào biểu tượng contactor mà ta muốn điều khiển.Trạng thái hoạt động của tải thiết bị được sử dụng cũng sẽ được hiển thị trên màn hình của Rơ-le số.

Slide 15:

Xác định hoạt động đo dòng điện của Rơ-le số

Sử dụng tải là hệ thống đèn sợi đốt trên phòng thí nghiệm khí cụ điện.

Thực hiện kết nối cấp nguồn cho tải bóng đèn và sử dụng biến dòng cài vào dây tải và đấu dây của biến dòng vào terminal đọc dòng điện trên Rơ-le số. Bật lần lượt tải bóng đèn sợi đốt và kiểm tra thông số đo được của Rơ-le số và của thiết bị đo chuyên dụng ampe kìm

Ta có thể thấy giá trị dòng điện đo được từ Rơ-le số có giá trị tương ứng với giá trị dòng điện đo được của Ampe kìm, có 1 chút sai số nhưng không đáng kể có thể chấp nhận được.

Slide 16:

Ngoài ra em còn thực hiện đo với tải là ấm điện siêu tốc được kết nối để đo trên kênh 1 của Rơ-le số.

Đọc kết quả hiển thị trên màn hình Serial như hình . Ta có thể thấy dòng điện Rơ-le số đo được là 6,48A và 4 kênh còn lại không được đo nên kết quả đo được là 0A.

Slide 17:

Do trên phòng thí nghiệm không có tải lớn nên em đã sử dụng luôn tải bóng đèn để làm thí nghiệm kiểm tra bảo vệ quá dòng của Rơ-le số. Kiểm tra thử nghiệm trên kênh 1 của Rơ-le số, sử dụng tải bóng đèn, cài đặt dòng điện Ip=1A cho Rơ-le số. Kết nối hệ thống bóng đèn vào kênh 1 của Rơ-le số. Sau đó cấp nguồn cho tải bóng đèn hoạt động, thay đổi tăng/giảm dòng điện bằng các công tắc để bật/tắt cho mỗi bóng đèn trên hệ thống tải bóng đèn. Kiểm tra hoạt động bảo vệ quá dòng của Rơ-le số và đo thời gian tác động của Rơ-le số.

*Thiết bị đo thời gian bảo vệ quá dòng của Rơ-le số* được xác định từ lúc phát hiện sự cố đến lúc cắt hoàn toàn congtactor bảo vệ tải thiết bị điện. Tín hiệu sự cố được lấy từ Rơ-le số khi phát hiện ra sự cố, tín hiệu đóng/ngắt congtactor được lấy từ tiếp điểm phụ trên congtactor. Thời gian tác động được đo từ khi Arduino đọc được tín hiệu sự cố từ Rơ-le số gửi đến đến lúc Arduino đọc được tín hiệu đóng đọc được từ tiếp điểm phụ của congtactor.

Slide 18:

Sau khi cấp nguồn cho tải bóng đèn hoạt động và điều khiển công tắc trên hệ thống bóng đèn để điều khiển số lượng đèn sáng. Khi điều khiển 5 đèn sáng giá trị dòng điện đo được từ Rơ-le số là 2,76A thì sau khoảng 4,768s Rơ-le số tác động nhả congtactor ngắt tải bóng đèn ra khỏi nguồn điện;trên giao diện và màn hình của Rơ-le số hiển thị cảnh báo sự cố quá dòng trên kênh 1 và kênh 1 đã được ngắt điện để bảo vệ tải thiết bị

Thời gian kiểm tra quá tải được tính theo đường đặc tính bảo vệ quá tải theo tiêu chuẩn IEEE, kiểm tra thời gian bảo vệ quá tải theo công thức ta có:

Như vậy ta có thể thấy thấy thời gian tác động theo lý thuyết và thời gian đo được từ thiết bị thực tế là xấp xỉ nhau có một chút sai số có thể là do sai số của thiết bị và độ trễ đóng cắt cơ khí của congtactor.

Slide 19:

Để kiểm tra thời gian đóng cắt của Rơ-le số có theo đúng đường đặc tính bảo vệ quá dòng hay không em thực hiện lại thí nghiệm bảo vệ quá dòng của Rơle số này với các thông số dòng điện quá dòng được thay đổi bằng cách tang hoặc giảm số lượng bóng đèn được sáng trong khi dòng điện định mức Ip đặt vào kênh một của Rơ-le số vẫn giữ nguyên là 1A. Kết quả thu thập được thống kê trong bảng sau.

Từ kết quả thu được từ hai bảng trên ta vẽ được đường đặc tính quá dòng của Rơ-le số như hình sau so sánh với đường đặc tính được tính toán theo lý thuyết ta thấy hai đường đặc tính này gần như sát nhau và có hình dáng giống với đường đặc tinh theo tiêu chuẩn IEEE, qua đó ta thấy Rơ-le số hoạt động bảo vệ quá dòng tương đối chính xác theo đường đặc tinh tiêu chuẩn IEEE.

Slide 20:

Ở thí nghiệm này em chọn dòng định mức cho 5 kênh là 20A và điều kiện để xảy ra ngắn mạch khi điện áp trên điện trở shunt cảm ứng đưa vào đầu vào Terminal ngắn mạch của Rơ-le số phải lớn hơn 75mV. Cài đặt dông định mức ngắn mạch cho từng kênh bằng công tắc bit trên thiết bị Rơ-le số.

Do trên phòng thí nghiệm không có tải đủ lớn để có thể thí nghiệm hoạt động bảo vệ sự cố ngắn mạch của Rơ-le số. Chính vì thế em sử dụng một tải giả được tạo ra để có thể thí nghiệm kiểm tra hoạt động bảo vệ sự cố ngắn mạch của Rơ-le số. Cụ thể đó là phân áp từ điện áp xoay chiều 220V xuống điện áp tương đương với dòng điện ngắn mạch khi đi qua điện trở Shunt đó là ngưỡng 50mV/75mV/100mV/125mV.

Ở đây em phân áp bằng cách cho điện áp 220V đi qua một điện trở 1M ohm sau đó đi qua một biến trở 1K ohm như hình trên. Nối hai đầu điện áp sau khi phân áp của module tải giả vào terminal ngắn mạch trên thiết bị. Điện áp đầu ra sẽ được điều khiển trong khoảng 5mV-200mV. Sau đó thử nghiệm dòng ngắn mạch bằng cách vặn biến trở trên module tải giả.

Khi vặn nút xoay biến trở thay đổi điện áp đầu ra trên tải giả tại kênh 1 và kênh 2 cho Ura>75mV thì contactor tương ứng ngay lập tức được ngắt nguồn điện bảo vệ thiết bị điện. Trên màn led của thiết bị hiển thị trạng thái ngắn mạch và trên giao diện có tín hiệu báo ngắn mạch.

Kết quả: Khi điện áp trên module tải giả tương đương với dòng ngắn mạch trên điện trở shunt thì contactor tương ứng ngay lập tức được ngắt điện nguồn. Thời gian tác động từ lúc phát hiện sự cố ngắn mạch đến lúc ngắt congtactor hoan toan đo được là 50ms. Điều này là vô cùng cần thiết vì sự cố ngắn mạch vô cùng nguy hiểm. Như vậy hoạt động bảo vệ sự cố ngắn mạch của Rơ-le số là tương đối chinh xác.

Slide 22:

Ngoài ra Rơ-le số còn tích hợp thêm chức năng đo nhiệt độ trong tủ và cảnh báo cháy.

Cảm biến nhiệt độ DS18b20 được sử dụng để đo nhiệt độ trong tủ điện.

Ta có thể thấy nhiệt độ được đo và hiển thị lên màn hình led của thiết bị và trên giao diện web.

Slide 23:

Sử dụng cảm biến phát hiện lửa để phát hiện bảo vệ và cảnh báo khi có sự cố cháy xảy ra trong tủ điện. thực hiện kiểm tra bằng cách hơ lửa lại gần cảm biến và xem kết

Kết quả: Sau khoảng 2 giây thì thiết bị ngắt hết nguồn điện của contactor. Trên giao diện có cảnh báo cháy và báo

Slide 24:

* Hoàn thành: Thiết bị đáp ứng được các mục tiêu ban đầu đề ra là đọc dòng điện, xử lý sự cố ngắn mạch, quá dòng, đo nhiệt độ và cắt toàn bộ contactor khi có sự cố cháy. Thiết kế giao diện và hiển thị được đầy đủ thông tin cần thiết từ đó giúp người sử dụng có thể giám sát được trạng thái hoạt động của hệ thống điện trong gia đình.
* Chưa hòan thành: Dòng điện đo được từ Rơ-le số vẫn có sai số, Giao diện người dùng chưa thân thiện mới chỉ trên nền tảng web chưa có tính năng trên điện thoại, vấn đề bảo mật cho thiết bị.
* Định hướng phát triển tương lai: Cần phải hiệu chỉnh lại thiết bị để đo được dông điện chinh xác hơn, phát triển giúp người sử dụng có thể giám sát thông qua giao diện trên điện thoại và thêm tính năng tin nhắn cảnh báo khi có sự cố sảy ra, tăng thêm tính năng như tăng số lượng kênh đo để đáp ứng việc đo nhiều lộ điện trong công trinh, xây dựng hệ sinh thái các thiết bị tương tác với nhau, cải thiện bảo mật cho hệ thống.