



CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU ĐĂNG KÝ DỰ THI
HỘI THI SÁNG TẠO KỸ THUẬT TỈNH SƠN LA LẦN THỨ V NĂM 2016

Kính gửi: BAN TỔ CHỨC HỘI THI SÁNG TẠO KỸ THUẬT TỈNH

A. Tôi là: Vũ Văn Vương

Học hàm, học vị (nếu có): **Kỹ sư điện – Tự động hóa**

Trình độ văn hoá: **12/12**

Quốc tịch: **Việt Nam**

Giới tính: **Nam**

Ngày tháng năm sinh: Ngày 26 tháng 12 năm 1984

Dân tộc: **Kinh**

Đơn vị công tác (nếu có): **Phân xưởng Tự động - Công ty thủy điện Sơn La**

Địa chỉ nơi công tác/ Địa chỉ nhà riêng: Công ty thủy điện Sơn La, Số 56 Lò Văn Giá, tổ 3 Phường Chiềng Lè, Thành phố Sơn La, Tỉnh Sơn La.

Điện thoại liên hệ: **0982.361.612**

Là tác giả (hoặc đại diện cho các đồng tác giả của giải pháp dự thi (tên giải pháp):

Thiết kế chế tạo module VCD_SLHPC giám sát dòng điện thyristor trong hệ thống kích từ của máy phát điện

B. Hồ sơ gồm có (đánh dấu x vào mục có tài liệu):

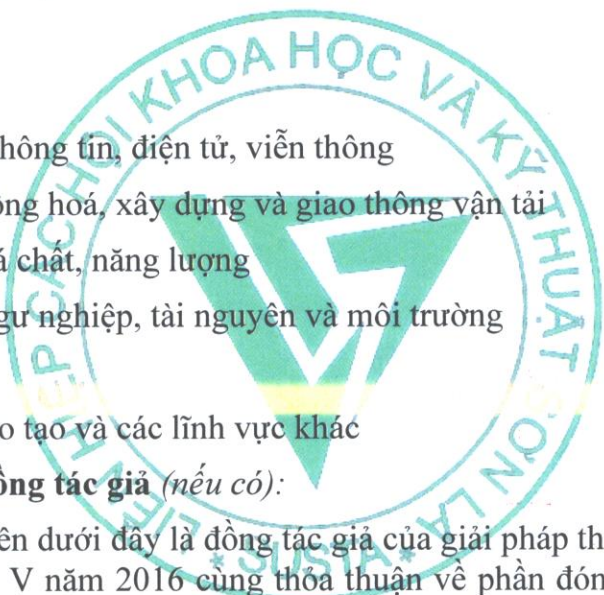
- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Phiếu đăng ký dự thi | <input checked="" type="checkbox"/> | 4. Mô hình, hiện vật, sản phẩm mẫu | <input type="checkbox"/> |
| 2. Bản mô tả giải pháp dự thi | <input checked="" type="checkbox"/> | 5. Các tài liệu tham khảo khác | <input type="checkbox"/> |
| 3. Toàn văn giải pháp dự thi | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

C. Lĩnh vực dự thi

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 Công nghệ thông tin, điện tử, viễn thông | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 Cơ khí tự động hoá, xây dựng và giao thông vận tải | <input type="checkbox"/> |
| 3 Vật liệu, hoá chất, năng lượng | <input type="checkbox"/> |
| 4 Nông lâm ngư nghiệp, tài nguyên và môi trường | <input type="checkbox"/> |
| 5 Y dược, | <input type="checkbox"/> |
| 6 Giáo dục đào tạo và các lĩnh vực khác | <input type="checkbox"/> |

D. Danh sách các đồng tác giả (nếu có):

Chúng tôi có tên dưới đây là đồng tác giả của giải pháp tham dự Hội thi sáng tạo kỹ thuật tỉnh lần thứ V năm 2016 cùng thỏa thuận về phần đóng góp của từng người,



ký tên cam kết mọi quyền lợi có liên quan được tính theo phần trăm đóng góp bao gồm:

| STT | Học hàm, học vị | Họ và tên | Năm sinh | Giới tính | Địa chỉ liên hệ | % đóng góp | Chức vụ (khi tham gia giải pháp) | Ký tên |
|-----|-----------------|-----------|----------|-----------|-----------------|------------|----------------------------------|--------|
| | | | | | | | | |

Tôi xin được tham dự Hội thi sáng tạo kỹ thuật tỉnh lần thứ V năm 2016. Tôi xin cam đoan giải pháp nói trên là do tôi nghiên cứu sáng tạo ra và các tài liệu gửi kèm là hoàn toàn phù hợp với bản gốc mà tôi đang giữ. Tôi cam kết không vi phạm các tiêu chuẩn môi trường và quyền sở hữu trí tuệ của bất cứ ai. Nếu sai tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm./.

Sơn La, ngày 20 tháng 10 năm 2016

**CHỨNG NHẬN VỀ NHÂN THÂN
CỦA CƠ QUAN TÁC GIẢ
(hoặc chính quyền địa phương)**



Hoàng Trọng Nam

**TÁC GIẢ
(hoặc đại diện tác giả)**

Vũ Văn Vương

BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP DỰ THI

1. Tên giải pháp: Thiết kế chế tạo module VCD_SLHPC giám sát dòng thyristor trong hệ thống kích từ của máy phát điện

2. Giải pháp kỹ thuật đã biết: (Nêu tình trạng trước ngày tạo giải pháp dự thi của lĩnh vực tương ứng và nhược điểm của tình trạng này. Nên giới thiệu một giải pháp tương tự gần nhất với giải pháp dự thi nếu có) :.....

- Thiết bị có tên là SUCO là một thiết bị độc quyền của hãng Alstom sử dụng trong hệ thống kích từ của máy phát, với nhiệm vụ giám sát phát hiện dòng điện chạy qua van bán điều khiển thyristor của hệ thống kích từ để đảm bảo hệ thống hoạt động an toàn, tin cậy và ổn định. Khi thiết bị này phát hiện trong quá trình hoạt động không có dòng điện tức là khi đó hệ thống kích từ đang có vấn đề nghiêm trọng trong hệ thống đo đó cần phải cô lập hệ thống để tìm nguyên nhân xử lý tránh sự cố lan truyền. Module SUCO như là một thiết bị bảo vệ của hệ thống kích từ của máy phát.

- Module SUCO giám sát dòng điện hệ thống kích từ đã bắt đầu đến thời điểm hư hỏng sau 2 năm hoạt động, mặt khác nguồn hàng SUCO trên thị trường khan hiếm và không sẵn có, phải phụ thuộc độc quyền vào nhà cung cấp Alstom.

- Khi yêu cầu mua module SUCO phải chờ một khoảng thời gian dài khoảng 6 tháng mới có hàng chuyên đến tới Công ty. Vì vậy để hệ thống hoạt động ổn định phải dự phòng một lượng thiết bị nhất định.

- Trong quá trình hoạt động của hệ thống kích từ, thanh cái dẫn dòng điện rất cao khoảng 2000A làm cho thanh dẫn nóng lên. Các module SUCO được gắn tiếp xúc với thanh dẫn, trong quá trình hoạt động bị ảnh hưởng của tác động nhiệt, do đó ảnh hưởng đến tuổi thọ và hoạt động ổn định của thiết bị.

- Module SUCO thu thập từ trường tán trong không khí, vì vậy độ tin cậy của module SUCO bị thay đổi do phụ thuộc rất nhiều vào vị trí đặt cảm biến và môi trường làm việc đồng thời chỉ thích ứng với những hệ thống kích từ công suất lớn.

3. Mục đích của giải pháp dự thi: (Nêu rõ mục đích khắc phục các nhược điểm của giải pháp đã biết, hoặc mục đích của giải pháp mới do mình tạo ra) :

- Thiết kế, chế tạo ra một module VCD_SLHPC (Valve Current Detector_Son La Hydropower Company) giám sát dòng điện qua thyristor đáp ứng đầy đủ tính năng như module SUCO.

- Module VCD_SLHPC sử dụng mạch từ để thu các từ trường xoáy trong không khí vào trong mạch từ, tạo nên một từ trường móc vòng mạnh hơn do đó khắc phục được các khuyết điểm của module SUCO, hoạt động với độ tin cậy cao hơn: không bị ảnh hưởng vào vị trí, môi trường lắp đặt thiết bị.

- Module VCD_SLHPC sử dụng các linh kiện điện tử của chính hãng mà vẫn sẵn có trong nước, do đó chủ động được thiết bị, không phụ thuộc tính độc quyền vào nhà sản xuất.

- Module VCD_SLHPC dùng từ trường móc vòng mạnh hơn từ trường tán trong không khí do đó giải pháp mới có thể áp dụng được cho cả những nhà máy thủy điện công suất nhỏ mà vẫn đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật đề ra.

4. Giới thiệu giải pháp dự thi:

a. Nguyên lý của giải pháp :.....

- Module VCD_SLHPC sử dụng nguyên lý “*hiệu ứng Hall*” để giám sát dòng điện của thyristor trong hệ thống kích từ.

- Module VCD_SLHPC sử dụng cảm biến Hall Sensor

b. Các nội dung công nghệ chủ yếu : (*Giới thiệu càng rõ càng tốt về mặt cơ cấu, quy trình công nghệ, phương pháp, thành phần vật liệu..., đặc biệt là các điểm mới của các vấn đề nêu trên*).

c. Kết quả của giải pháp : (*Thông số, chỉ tiêu, tính năng kỹ thuật đạt được*)

5. Đánh giá giải pháp:

a. **Tính mới và tính sáng tạo:** (*Giải pháp của mình phù hợp điểm nào thì ghi điểm đó*).

- + Lần đầu tiên thực hiện tại tỉnh Sơn La
- + Đang có tính mới với tỉnh Sơn La.
- + Đã được cấp Bằng độc quyền Sáng chế hoặc Giải pháp hữu ích.
- + Có tính sáng tạo về công nghệ.
- + Có tính sáng tạo trong kết cấu.
- + Mang tính kết hợp kỹ thuật của các ngành.

(*có thể lý giải thêm về các điểm đánh dấu trên đây hoặc điểm khác*).....

b. Khả năng áp dụng:

- + Triển khai được ngay với trình độ kỹ thuật và điều kiện hiện nay của Sơn La
- + Cần một số chủng loại vật tư nhập không thông dụng (*nêu thêm bên dưới*).
- + Cần có một số điều kiện kỹ thuật (*nêu thêm bên dưới*).
- + Có tính áp dụng đơn chiếc.
- + Có tính áp dụng trong sản xuất loại nhỏ hoặc thời vụ.
- + Có tính áp dụng quy mô công nghiệp. (*lý giải thêm*)

c. Hiệu quả:

1- **Kỹ thuật:** (*So sánh các chỉ tiêu, thông số, kết cấu, tính linh hoạt của công nghệ...so với các giải pháp cũ*).

+ Có được module giám sát dòng hệ thống kích từ đảm bảo yêu cầu đề ra, ít chịu ảnh hưởng của môi trường cũng như vị trí lắp đặt của thiết bị.

+ Hoạt động tin cậy và ổn định hơn so với phương pháp thu thập từ trường trong không khí.

+ Chủ động được thiết bị thay thế, không phụ thuộc vào tính độc quyền về thiết bị của hãng.

2- **Kinh tế:** (*Lợi nhuận đã, đang, sẽ hoặc có thể thu được*).

+ Mỗi một tổ máy, hệ thống kích từ sử dụng 12 module SUCO trong mạch. Toàn nhà máy có $12 \times 6 = 72$ module SUCO sử dụng giám sát dòng thyristor.

+ Tuổi thọ trung bình của thiết bị tính bình quân là 4 năm, như vậy hàng năm thay thế khoảng $72/4 = 18$ module SUCO.

+ Mỗi một module VCD_SLHPC giám sát dòng hệ thống kích từ có giá trị thấp hơn module SUCO là 100,000,000 VNĐ.

+ Hàng năm trung bình khi sử dụng module VCD_SLHPC sẽ làm lợi cho công ty là $100,000,000 \times 18 = 1,800,000,000$ VNĐ.

3- Xã hội: (Các tác động tích cực đến môi trường, điều kiện lao động, uy tín sản phẩm Việt Nam, mỹ quan công nghiệp, mỹ quan xã hội...).

d- Mức độ triển khai: (Ghi những điểm thích hợp với giải pháp của mình).

+ Đã thử nghiệm thành công (có phụ lục minh chứng ở phần sau) từ tháng 12/2014

+ Đã sản xuất cung cấp thiết bị cho công ty từ tháng 6/2015

+ Sẽ cung cấp cho các nhà máy thủy điện ở Việt Nam sử dụng cùng công nghệ: Như thủy điện Sê San, Thủy điện Lai Châu, Thủy điện Trị An...

6. Phụ lục minh họa: (Ghi những tài liệu sẽ đính kèm hồ sơ dự thi nếu có).

+ Bản độc quyền Sáng chế, Giải pháp hữu ích, Kiểu dáng công nghiệp.

+ Phiếu chứng nhận, kiểm nghiệm chất lượng hoặc độc tố.

+ Bản vẽ, sơ đồ.

+ Mô hình, vật mẫu.

+ Nhận xét của chuyên gia trong ngành.

+ Nhận xét của ngành chức năng liên quan.

+ Hợp đồng kinh tế đã ký kết.

+ Phiếu nhận xét của khách hàng.

7. Các thuyết minh và mô tả khác:.....

Ngày 20 tháng 10 năm 2016

TÁC GIẢ



Vũ Văn Vương

BẢNG MÔ TẢ GIẢI PHÁP DỰ THI

1. Hoàn cảnh ra đời

Nhà máy thủy điện Sơn La được vinh dự là Nhà máy lớn nhất Đông Nam Á với công nghệ của hãng Alstom – Pháp. Nhà máy thủy điện Sơn La đã đảm nhận sứ mệnh: Điều tiết nước cho vùng hạ du, cung cấp năng lượng phát triển kinh tế xã hội, góp phần phát triển vùng kinh tế các tỉnh Sơn La, Điện Biên, Lai Châu.

Nhà máy có 06 tổ máy, mỗi tổ máy có công suất 400MW. Hệ thống điều khiển, hệ thống kích từ, hệ thống điều tốc là các hệ thống chính, quan trọng đưa tổ máy phát công suất lên lưới điện quốc gia. Hệ thống điều khiển là trung tâm đầu não còn hệ thống điều tốc và hệ thống kích từ như là trái tim của máy phát. Hệ thống kích từ có nhiệm vụ cung cấp dòng điện cho rô to để tạo ra điện áp đầu ra của máy phát. Hệ thống quan trọng nhất của hệ thống kích từ là bộ chỉnh lưu dùng các van bán dẫn Thyristor công suất lớn. Hệ thống kích từ của Nhà máy thủy điện Sơn La có công suất cực lớn với dòng điện 2000A.

Chính sách của các công ty lớn đối với các sản phẩm của hãng là tạo ra được những mặt hàng độc quyền, ví dụ như khi mua xe ô tô của hãng Mercedes thì khi thay thế chỉ có thể mua phụ tùng của chính hãng Mercedes vì vậy mặc dù giá của phụ tùng hãng đưa lên rất cao và thường bán theo một cụm – block chi tiết nhưng người dùng vẫn phải mua. Hãng Alstom cũng có chính sách độc quyền như vậy. Trong các hệ thống điều khiển, điều tốc, kích từ họ cũng đặt vào những thiết bị độc quyền chỉ có thể mua của chính hãng mới có.

Một trong số những thiết bị độc quyền của hãng là module SUCO giám sát dòng điện của hệ thống kích từ. Thiết bị chỉ nhỏ bằng một bao diêm nhưng giá thành của nó bằng cả một chiếc ô tô, nhưng đâu phải là cứ có tiền là mua được. Phải đặt hàng của hãng sau đó 4 đến 6 tháng mới có hàng.

Đã đến thời điểm thiết bị này hỏng hóc nhiều trong khi đó Nhà máy phải bỏ ra chi phí hàng tỉ đồng để đặt hàng thiết bị đồng thời phải đôn đốc các nhà thầu cung cấp hàng sớm nhưng cũng chẳng nhanh được vì phải phụ thuộc hoàn toàn vào nhà sản xuất Alstom. Với những khó khăn và phụ thuộc hoàn toàn vào nhà sản xuất nước ngoài đã thôi thúc tôi nghiên cứu làm thế nào để có thể chế tạo ra một thiết bị tương đương để sử dụng đồng thời có thể cải thiện được tuổi thọ. Tôi đã thu thập những thiết bị hỏng về, mổ sẻ thiết bị ra nghiên cứu. Ban đầu tìm hiểu gặp rất nhiều khó khăn bởi vì các hãng lớn người ta cũng lường trước được việc có thể sẽ bị ăn cắp công nghệ do đó họ tìm mọi cách để giữ bí mật công nghệ, bí mật bản quyền. Thiết bị trên mạch điện thì các hãng thường xóa bỏ tên hoặc sử dụng những linh kiện của chính hãng khó tìm trên thị trường. Nhưng bằng những kiến thức đã tích lũy được trong quá trình học tập và nghiên cứu đồng thời với những kinh nghiệm làm việc với hệ thống thực tế và các tài liệu tìm kiếm trên mạng, tôi đã dần dần tìm ra được nguyên lý cơ

bản của thiết bị, rồi từ đó làm nền tảng để nghiên cứu chế tạo ra thiết bị không những thay thế được thiết bị độc quyền của hãng mà còn khắc phục được những nhược điểm của thiết bị cũ đồng thời giảm được giá thành thiết bị, với nguồn hàng sẵn có và dần dần tạo ra thương hiệu “made in thủy điện Sơn La”. Mặc dù đây mới chỉ là sáng kiến chế tạo ra một thiết bị trong hệ thống nhiều thiết bị độc quyền của hãng, nhưng làm tiền đề để thúc đẩy cán bộ công nhân viên trong Công ty tìm hiểu, tạo ra nhiều sáng kiến sau này để góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của đơn vị.

2. Hiện trạng thiết bị đang sử dụng

- Thiết bị có tên là SUCO là một thiết bị độc quyền của hãng Alstom sử dụng trong hệ thống kích từ của máy phát, với nhiệm vụ giám sát phát hiện dòng điện chạy qua van bán điều khiển thyristor của hệ thống kích từ để đảm bảo hệ thống hoạt động an toàn, tin cậy và ổn định. Khi thiết bị này phát hiện trong quá trình hoạt động không có dòng điện tức là khi đó hệ thống kích từ đang có vấn đề nghiêm trọng trong hệ thống do đó cần phải cô lập hệ thống để tìm nguyên nhân xử lý tránh sự cố lan truyền. Module SUCO như là một thiết bị bảo vệ của hệ thống kích từ của máy phát. Module này có kích thước bằng một bao diêm nhưng giá thành bằng cả một chiếc ô tô.

- Module SUCO giám sát dòng điện hệ thống kích từ đã bắt đầu đến thời điểm hư hỏng sau 2 năm hoạt động, mặt khác nguồn hàng SUCO trên thị trường khan hiếm và không sẵn có, phải phụ thuộc độc quyền vào nhà cung cấp Alstom.

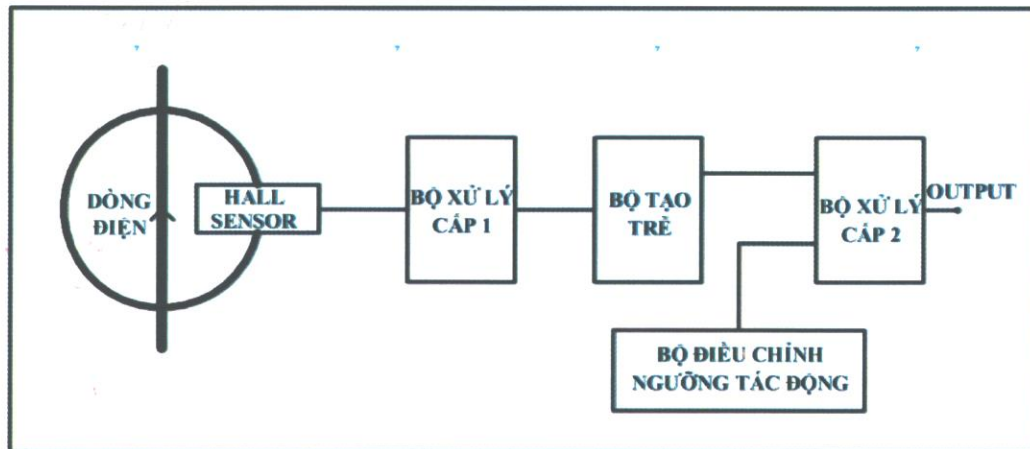
- Khi yêu cầu mua module SUCO phải chờ một khoảng thời gian dài khoảng 6 tháng mới có hàng chuyên đến tới Công ty. Vì vậy để hệ thống hoạt động ổn định phải dự phòng một lượng thiết bị nhất định.

- Trong quá trình hoạt động của hệ thống kích từ, thanh cái dẫn dòng điện rất cao khoảng 2000A làm cho thanh dẫn nóng lên. Các module SUCO được gắn tiếp xúc với thanh dẫn, trong quá trình hoạt động bị ảnh hưởng của tác động nhiệt, do đó ảnh hưởng đến tuổi thọ và hoạt động ổn định của thiết bị.

- Module SUCO thu thập từ trường tản trong không khí, vì vậy độ tin cậy của module SUCO bị thay đổi do phụ thuộc rất nhiều vào vị trí đặt cảm biến và môi trường làm việc đồng thời chỉ thích ứng với những hệ thống kích từ công suất lớn.

3. Giải pháp thiết kế chế tạo thiết bị mới

Sơ đồ nguyên lý của module VCD_SLHPC sử dụng cảm biến “*hall sensor*”:



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý module VCD_SLHPC

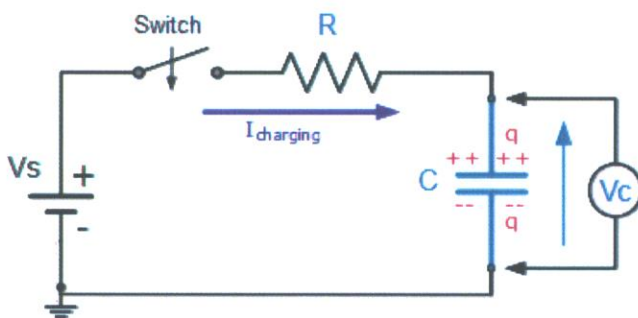
a. **Cảm biến hall sensor:** dùng để đo lường từ trường sinh ra bởi dòng điện chính cần đo lường, đưa ra tín hiệu điện áp tương ứng với từ trường đó.

b. **Bộ xử lý cấp 1:** Xử lý tín hiệu của cảm biến hall sensor để đưa ra được tín hiệu chuẩn tương ứng với dòng điện chính cần đo lường. Bộ xử lý cấp 1 có nhiệm vụ loại bỏ phần điện áp ban đầu “Quiescent Output Voltage” của cảm biến, đồng thời thực hiện tăng khuếch đại đầu tiên. Căn cứ theo nhiệm vụ đề ra, khảo sát trên thực tế lựa chọn được thiết bị cho bộ xử lý cấp 1 là Precision Operational Amplifier.

c. **Bộ tạo trễ**

Với nhiệm vụ bộ tạo trễ khi tín hiệu từ trạng thái cao xuống trạng thái thấp để tạo ra tín hiệu liên tục đầu ra, lựa chọn bộ tạo trễ dùng tụ điện kết hợp với điện trở.

Quá trình nạp cho tụ điện:



Sơ đồ quá trình nạp

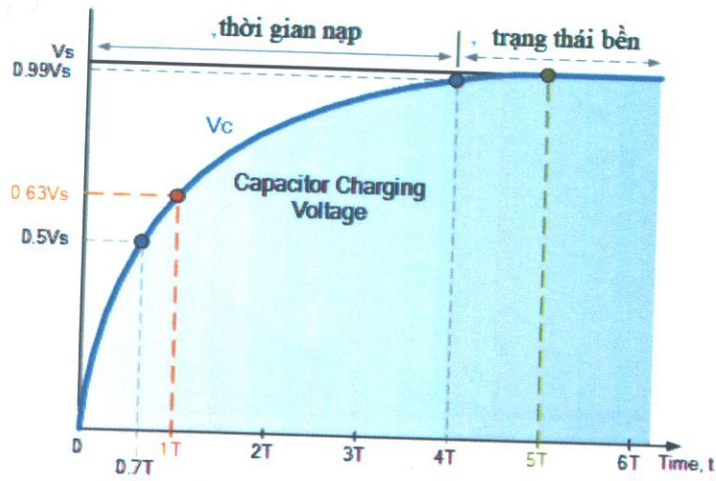
Công thức thu được từ định luật Kirchoff

$$V_c = V_s (1 - e^{-t/RC})$$

V_c là điện áp của tụ

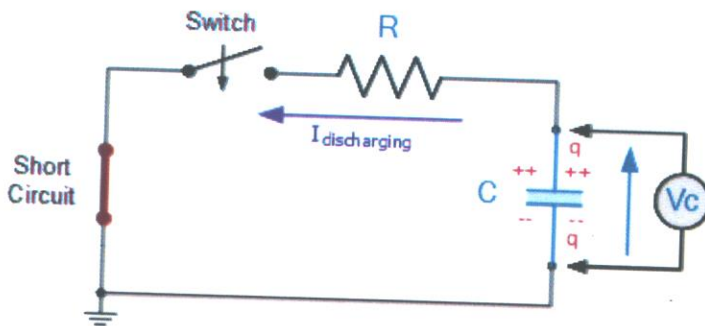
V_s là điện áp cung cấp

Với $T = RC$



Điện thế của tụ điện trong quá trình nạp

Quá trình xả của tụ điện:



Sơ đồ quá trình phóng

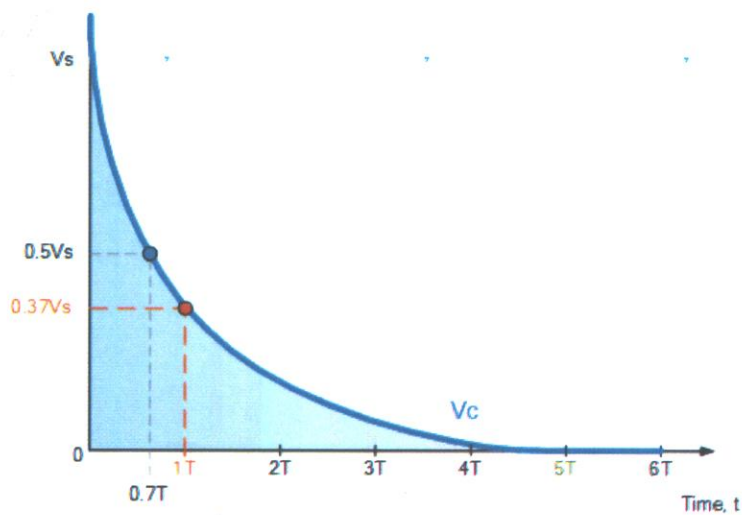
Công thức:

$$V_c = V_s e^{-t/RC}$$

V_c là điện thế của tụ

V_s là điện thế cung cấp

SO
G
C
N
UY
IT
NH
I
II
N
V
A
T



Điện thế của tụ điện trong quá trình phóng

Với quá trình nạp và phóng điện của tụ điện, tính chọn được điện trở và tụ điện hợp lý để đạt được độ trễ là 10ms như yêu cầu:

- + Chọn tụ điện: $C = 1\mu\text{F}$
- + Điện trở nạp: $R1 = 5.10^{-3}/(4.10^{-6}) = 1,25 \text{ (k}\Omega\text{)}$
- + Điện trở xả: $R2 = 0,1/(0,7.10^{-6}) = 143 \text{ (k}\Omega\text{)}$

d. Bộ điều chỉnh ngưỡng tác động

Để module VCD_SLHPC có được độ linh hoạt, thích ứng được với mức dòng do người sử dụng đưa ra, cần thêm bộ điều chỉnh ngưỡng tác động.

Tùy thuộc vào dòng cần tác động mà điều chỉnh ngưỡng cho phù hợp.

Bộ điều chỉnh ngưỡng tác động được thiết kế lựa chọn là một biến trở, có điện trở có thể điều chỉnh được, và được nối mới nguồn cố định. Mục đích là điều chỉnh điện áp đưa vào bộ xử lý cấp 2.

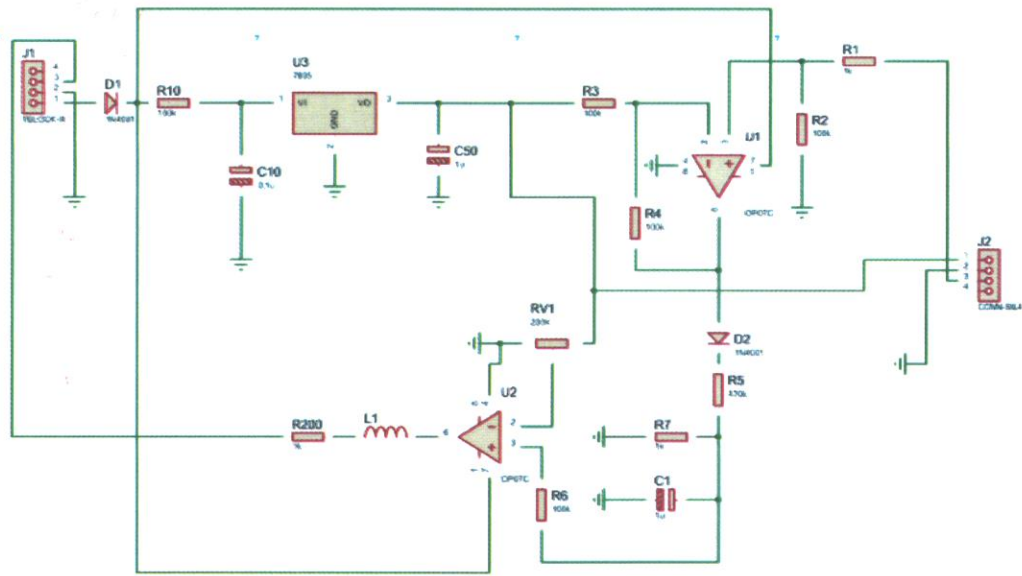
e. Bộ xử lý cấp 2

Bộ xử lý cấp hai có yêu cầu đưa ra tín hiệu đầu ra tương thích với hệ thống thu thập tín hiệu. Hệ thống cần đưa ra điện áp 24VDC tương ứng với mức cao.

Bộ xử lý cấp 2 cần đảm bảo kết hợp linh hoạt với bộ điều chỉnh ngưỡng tác động để đưa ra được tín hiệu đầu ra phù hợp.

Căn cứ vào yêu cầu, lựa chọn bộ xử lý cấp 2 là IC khuếch đại thuật toán OP07CP Precision Operational Amplifier.

f. Mạch điện nguyên lý module VCD_SLHPC:



Hình 2. Mạch nguyên lý

4. Những điểm khác biệt của giải pháp mới so với giải pháp đang được áp dụng

- Giải pháp mới sử dụng mạch từ để thu các từ trường xoáy trong không khí vào trong mạch từ, tạo nên một từ trường móc vòng mạnh hơn.
- Từ trường xoáy đi trong mạch từ nên không bị ảnh hưởng bởi vị trí lắp đặt trên thanh dẫn cũng như điều kiện môi trường khắc nghiệt.
- Từ trường móc vòng mạnh hơn từ trường tản trong không khí do đó giải pháp mới có thể giám sát được dải dòng nhỏ hơn với độ tin cậy cao hơn.
- Giải pháp có thể áp dụng được tất cả các nhà máy thủy điện. Thiết bị chế tạo không chuyên biệt cho một dự án do đó có thể áp dụng cho nhiều nhà máy mà có sử dụng thiết bị bảo vệ giám sát dòng kích từ.

5. Hiệu quả dự kiến có thể thu được khi áp dụng sáng kiến

a. Hiệu quả dự kiến

- + Có được module giám sát dòng hệ thống kích từ đảm bảo yêu cầu đề ra, ít chịu ảnh hưởng của môi trường cũng như vị trí lắp đặt của thiết bị.
- + Hoạt động tin cậy và ổn định hơn so với phương pháp thu thập từ trường trong không khí.
- + Chủ động được thiết bị thay thế, không phụ thuộc vào tính độc quyền về thiết bị của hãng.

b. Tính toán giá trị làm lợi

+ Mỗi một tổ máy, hệ thống kích từ sử dụng 12 module SUCO trong mạch. Toàn nhà máy có $12 \times 6 = 72$ module SUCO sử dụng giám sát dòng thyristor.

+ Tuổi thọ trung bình của thiết bị tính bình quân là 4 năm, như vậy hàng năm thay thế khoảng $72/4 = 18$ module SUCO.

+ Mỗi một module VCD_SLHPC giám sát dòng hệ thống kích từ có giá trị thấp hơn module SUCO là 100,000,000 vnd.

+ Hàng năm trung bình khi sử dụng module VCD_SLHPC sẽ làm lợi cho công ty là $100,000,000 \times 18 = 1,800,000,000$ vnd.

