



RESEARCH TO DESIGN AND TEST CARD FOR CONTROLLING AUXILIARY GENERATOR ON D19E LOCOMOTIVE

Nguyen Van Nghia*, Do Viet Dung

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 20/2/2020

Revised: 16/4/2020

Accepted: 17/4/2020

Published online: 24/4/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.71.3.13>

* *Corresponding author*

Email: nguyennghia.ktd@utc.edu.vn

Abstract: The paper presents the results of research and experiment in designing a control card for an auxiliary generator. Designing the card is based on the digital signal processing technology instead of the outdated analog one. The card has been manufactured, tested under long-term practical conditions and accepted to use for Vietnam Railway Industry. In addition, this study also plays an important role in the research direction of designing a control computer for the locomotive while performance of the locomotive depends entirely on this computer. The research results not only has implications in step by step of designing, localizing the locomotive's computer, but also determining methods for designing, testing microcontrollers and power electronics in the control system of locomotives.

Keyword: Control, Generator, Locomotive, Digital control center

© 2020 University of Transport and Communications



NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO, THỬ NGHIỆM CARD ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT ĐIỆN PHỤ TRỢ CHO ĐẦU MÁY D19E

Nguyễn Văn Nghĩa*, Đỗ Việt Dũng

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 20/2/2020

Ngày nhận bài sửa: 16/4/2020

Ngày chấp nhận đăng: 17/4/2020

Ngày xuất bản Online: 24/4/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.71.3.12>

* Tác giả liên hệ

Email: nguyennghia.ktd@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu và thực nghiệm về chế tạo card điều khiển máy phát điện phụ trợ. Card được thiết kế dựa trên công nghệ xử lý số tín hiệu thay thế cho công nghệ analog lạc hậu. Card đã được chế tạo, thử nghiệm, chạy thử dài hạn trong điều kiện thực tế và được Ngành đường sắt Việt nam chấp nhận và đồng ý đưa vào sử dụng. Nghiên cứu này là một phần trong hướng nghiên cứu xây dựng máy tính điều khiển của đầu máy. Máy tính đầu máy là thiết bị đặc thù trong ngành đường sắt. Khả năng làm việc của đầu máy phụ thuộc hoàn toàn vào thiết bị này. Nghiên cứu có ý nghĩa trong việc từng bước thiết kế, nội địa hóa máy tính đầu máy. Nghiên cứu có vai trò xác định phương pháp thiết kế, thử nghiệm vi điều khiển và điện tử công suất trong hệ thống điều khiển trên đầu máy.

Từ khóa: Điều khiển, Máy phát điện, đầu máy, trung tâm điều khiển kỹ thuật số

© 2020 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong ngành Đường sắt Việt nam (ĐSVN) hiện sử dụng đa số các đầu máy diesel truyền động điện. Trong đó, đầu máy D19E, có sử dụng bộ trung tâm điều khiển kỹ thuật số [1], là loại đầu máy chủ lực, được sử dụng rộng rãi tại tất cả các xí nghiệp đầu máy do có các tính năng kỹ thuật phù hợp. Hiện nay, đầu máy D19E đã được đóng mới bởi Công ty cổ phần xe lửa Gia Lâm theo thiết kế công nghệ được Trung Quốc chuyển giao, tương tự như các lô đầu

máy đang sử dụng. Tuy nhiên, hầu hết các thiết bị trọng yếu vẫn phải nhập khẩu tổng thành với chi phí rất cao, trong đó có máy tính trung tâm của đầu máy. Nội địa hóa thiết bị, đặc biệt cho đầu máy D19E là vấn đề rất cấp thiết đối với phát triển và vận hành cho ngành đường sắt. Không những giúp giảm thiểu chi phí nhập khẩu việc chế tạo nội địa còn giúp chủ động công nghệ, đánh giá và khắc phục các nhược điểm của hệ thống cũ tồn tại.

Nhóm nghiên cứu đang tiến hành thiết kế từng phần trung tâm điều khiển kỹ thuật số của đầu máy (Còn gọi là máy tính đầu máy – MTĐM). Trong đó thiết bị điều chỉnh điện áp máy phát điện phụ là 1 trong những thành phần quan trọng, không thể thiếu đối với MTĐM.

Trên đầu máy diesel, luôn có một hệ thống điện có điện áp thấp được tạo ra từ máy phát điện phụ trợ (MFDF). Hệ thống này nhằm cấp nguồn cho các thiết bị điều khiển, điều chỉnh tự động, để nạp cho ác quy đầu máy, cung cấp dòng điện kích từ ngoài cho máy phát kích từ, cung cấp điện cho các mạch điện chiếu sáng, bảo vệ, nghi khí, sưởi ấm v. v.... Chất lượng của điện áp nguồn này ảnh hưởng rất lớn đến khả năng làm việc và độ tin cậy của đầu máy [2, 3]. MFDF được điều khiển bởi bộ điều chỉnh (điều tiết) điện áp tự động (DKMF). Trên đầu máy D19E, bộ DKMF này là một thành phần (card) của bộ điều khiển trung tâm của đầu máy [6].

Trên cơ sở thông số làm việc của thiết bị đã có và các nghiên cứu về cấu trúc MTĐM, nhóm tiến hành nghiên cứu và chế tạo card DKMF với mục tiêu tương thích với hệ thống sẵn có, đảm bảo thông số làm việc và ứng dụng được các công nghệ mới. Card được thiết kế với mã hiệu D19101.

Thiết bị thiết kế có chức năng tương tự các bộ điều khiển kích từ cho máy phát điện dân dụng hoặc máy phát điện trên ô tô. Tuy nhiên, có các đặc điểm khác biệt sau:

- Điều kiện làm việc: Vòng quay thay đổi trong dải rộng, khác hoàn toàn với bộ kích từ máy phát điện dân dụng ổn định ở vòng quay cố định, ứng với tần số điện áp ra cố định

- Công suất máy phát lớn hơn nhiều so với máy phát điện cung cấp nguồn điều khiển trên phương tiện giao thông khác.

- Tải thay đổi nhanh và trong dải rộng có thể từ 0 đến 100% công suất tải khi khởi động động cơ một chiều (máy nén khí).

- Xung nhiễu lớn do điện áp làm việc cao kết hợp với đóng cắt các tải điện cảm một chiều công suất lớn.

- Thiết bị là một phần của máy tính đầu máy, do vậy phải tương thích hoàn toàn về kích thước, vị trí lắp đặt, đặc tính làm việc.

- Chất lượng điện áp phải đảm bảo để cung cấp nguồn cho các thiết bị điều khiển trên đầu máy.

- Thiết bị lắp trên đầu máy cần đáp ứng được các yêu cầu về thiết kế, thử nghiệm.

Nội dung nghiên cứu tập trung giải quyết các vấn đề sau:

Khảo sát và xây dựng phương án thiết kế đáp ứng các tiêu chuẩn hệ thống điện đầu máy, phù hợp với hệ thống đã có.

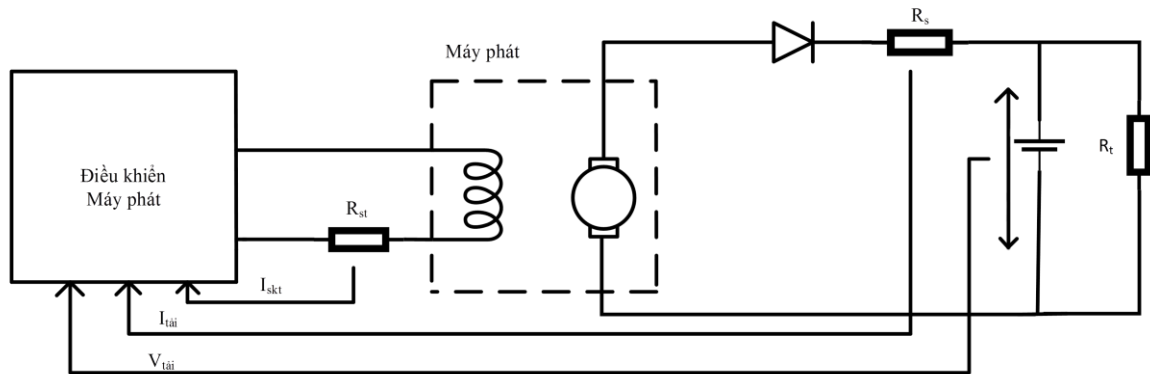
Ứng dụng các công nghệ mới trong lĩnh vực điện đầu máy: Việc nghiên cứu chế tạo mới thiết bị cho hệ thống điều khiển trung tâm của đầu máy và ứng dụng kỹ thuật mới trong lĩnh vực vi điều khiển và điều khiển số hiện tại còn ít được nghiên cứu ở Việt nam. Do vậy, thiết kế cần đảm bảo khả năng làm việc được môi trường làm việc đặc thù trên đầu máy.

Thử nghiệm: Đối với thiết bị ứng dụng trong giao thông vận tải, đặc biệt với đầu máy D19E công suất lớn, thử nghiệm là vấn đề có ý nghĩa rất quan trọng để đảm bảo chất lượng làm việc và độ bền. Việc thử nghiệm cần thực hiện đầy đủ và thận trọng. Thiết kế thử nghiệm tham khảo TCVN 11854:2017 về thử nghiệm thiết bị trên đường sắt [8].

Các vấn đề về xây dựng luật điều khiển cho thiết bị sẽ tiếp tục được trình bày trong các nội dung sau.

2. ĐỀ XUẤT THÔNG SỐ THIẾT KẾ VÀ CẤU TRÚC CARD DKMF CHO ĐẦU MÁY D19E

2.1. Nghiên cứu, đề xuất thông số thiết kế của card DKMF



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc card DKMF và ghép nối với MFDF.

Sơ đồ ghép nối với MFDF trên đầu máy như hình 1 [4, 5]. Thông số của MFDF liệt kê trong bảng 1. Máy phát đồng thời là máy khởi động cho động cơ diesel. Theo thiết kế của đầu máy, máy phát sẽ làm việc ở dòng điện giới hạn thấp hơn so với công suất định mức để đảm bảo công suất đầu máy và duy trì chế độ nạp cho ắc quy. MFDF ghép nối với tải & bộ ắc quy đầu máy (110V/200A) thông qua diode chống dòng ngược. Dòng tải của MFDF được đo thông qua điện trở R_s . Ở chế độ máy phát, MFDF được kích từ bằng cuộn kích từ độc lập. Thiết bị DKMF cần thu nhận được tín hiệu dòng điện và điện áp đầu ra của MFDF, tính toán và cung cấp dòng điều khiển phù hợp cho cuộn kích từ. Dòng kích từ được đo thông qua điện trở R_{st} để bảo vệ quá tải đầu ra thiết bị DKMF.

Bảng 1. Thông số MFDF.

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Dòng điện tối đa ở chế độ động cơ khởi động (ngắn hạn - kích từ nối tiếp)	A	1200
Dòng điện tối đa ở chế độ máy phát (dài hạn - kích từ độc lập)	A	400
Điện áp định mức	V	110
Dòng điện hạn chế	A	30
Điện áp kích từ tối đa	V	110
Điện trở cuộn dây kích từ	Ôm	3,5

Với mục tiêu làm việc được trong điều kiện của đầu máy và tương thích với các thiết bị đã có, trên cơ sở nghiên cứu về cấu trúc hệ thống điều khiển của đầu máy và MTĐM [2, 4, 5], card D19101 phải đáp ứng được các điều kiện làm việc và có tính năng sau:

1. Tốc độ vòng quay MFDF thay đổi trong dải rộng từ 550 đến 2000 vòng phút
2. Công suất tải của MFDF: thay đổi trong dải rộng từ 0 cho đến 100% công suất máy

phát

3. Khả năng đáp ứng nhanh và chính xác: Độ ổn định điện áp yêu cầu $\pm 1V$ trong điều kiện tải định mức

4. Có khả năng hạn chế dòng nạp ắc quy - bảo vệ quá dòng máy phát. Cần nhấn mạnh bảo vệ quá áp và quá dòng rất quan trọng trong việc đảm bảo an toàn nhằm chống quá tải máy phát và tránh gây cháy các thiết bị điều khiển

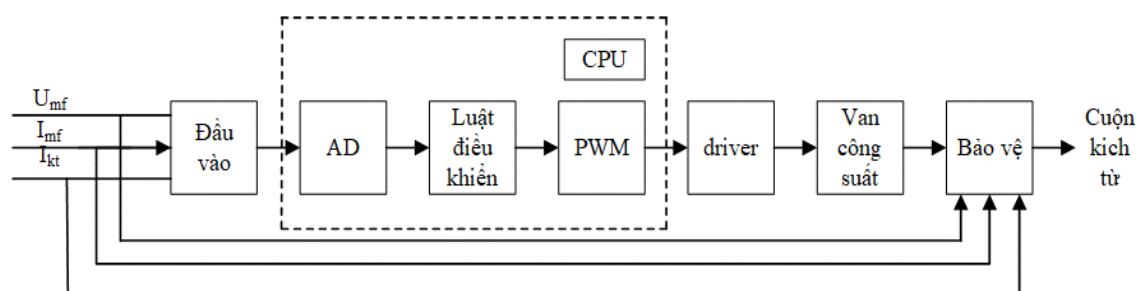
5. Tương thích với cấu trúc của MTĐM đã có

6. Thiết kế và thử nghiệm đáp ứng các tiêu chuẩn về thiết bị điện tử trên đầu máy (TCVN 12089:2017 [7] và EN 50155:2007 [304])

7. Làm việc được trong môi trường đầu máy: Nhiễu điện từ trường từ các máy điện công suất lớn, rung lắc, nhiệt độ cao.

2.2. Phương án thiết kế

Trên các đầu máy thế hệ cũ thường sử dụng các bộ DKMF kiểu tương tự. Trong đó sử dụng các linh kiện rời hoặc các IC chức năng dạng tương tự [2, 3]. Để nâng cao chất lượng điều khiển, mở rộng tính năng của thiết bị, đơn giản hóa cấu trúc, tăng độ bền và ứng dụng công nghệ tiên tiến, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn phương án thiết kế trên cơ sở hệ thống xử lý số tín hiệu với cấu trúc thể hiện trong hình 2. Trong đó, tín hiệu tương tự sẽ được số hóa và các luật điều khiển được thực hiện hoàn toàn thông qua các phép xử lý số.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc card D19101.

Trên đầu máy, điện áp MFDF thay đổi theo tốc độ quay, tải và điện áp kích từ. Để ổn định điện áp MFDF, sử dụng vòng phản hồi kín: Điện áp MFDF được đo và so sánh với điện áp chuẩn. Trên cơ sở đó, dòng kích từ được điều chỉnh phù hợp nhằm đảm bảo điện áp ra theo mong muốn.

Điện áp và dòng điện của MFDF được thu thập và số hóa thông qua các bộ ghép nối đầu vào và biến đổi thành tín hiệu số thông qua các bộ biến đổi Tương tự - Số (ADC). Các số liệu này được đưa tới các bộ vi xử lý để tính toán giá trị điều chỉnh cần thiết thông qua các luật điều chỉnh. Số liệu đầu ra được đưa đến bộ điều chỉnh độ rộng xung (PWM), khâu cách ly, van đóng cắt MOSFET và cuộn kích từ của MFDF. Bộ điều chỉnh được thiết kế để thay đổi giá trị PWM sao cho điện áp ra của MFDF được giữ ổn định; Đồng thời thực hiện các chức năng điều khiển đã nêu.

3. THIẾT KẾ CARD DKMF

Trên cơ sở thông số thiết kế và phương án đề xuất, tiến hành thiết kế các mạch chức năng và bộ điều chỉnh của card DKMF. Tính toán chi tiết các khối quan trọng được trình bày ở các mục tiếp theo.

3.1. Mạch thu thập tín hiệu đầu vào

Bao gồm thu thập tín hiệu điện áp phản hồi máy phát, mạch thu thập tín hiệu dòng điện kích từ, mạch thu thập tín hiệu dòng điện nạp acquy, mạch lọc.

Mạch đầu vào điện áp: Mạch có tác dụng tương thích giữa tín hiệu điện áp (85-150 V) cho phù hợp với mạch tiếp theo (bộ ADC của CPU: 1,024 V). Điện áp ra đưa tới CPU trực tiếp hoặc gián tiếp qua IC cách ly. Chọn hệ số chia của mạch chia áp đầu vào sao cho không bị tín hiệu không bị biến đổi sai do mạch bảo vệ quá áp đầu vào, đồng thời không quá nhỏ dẫn đến giảm độ chính xác của mạch đo. Do tần số cắt mạch lọc là khá cao và môi trường làm việc có nhiều nhiễu nên các xung nhiễu đầu vào có thể khá lớn, qua thử nghiệm trên thiết bị, lấy độ dư trữ dải tín hiệu vào $k_{dt}=130\%$, từ đó chọn hệ số chia áp $K_u = 200 \geq U_{vao}/U_{ra} * k_{dt}$.

Mạch lọc có tác dụng lọc bỏ các tín hiệu tần số cao và xung nhiễu để không ảnh hưởng tới các khâu xử lý số. Để đảm bảo tốc độ điều chỉnh, chọn thời gian phản ứng của khâu điều chỉnh $T = 100$ msec. Tính được tần số điều chỉnh và tín hiệu vào $f_{th} = 1/T = 10$ Hz.

Để đảm bảo mạch lọc không ảnh hưởng tới tín hiệu và thuận tiện cho thiết kế mạch lọc, tần số cắt của mạch lọc (f_c) cần lớn hơn nhiều lần tần số tín hiệu cần xử lý: $f_c \gg f_{th}$. Chọn $f_c = 1000$ Hz. Do tần số cắt tương đối thấp nên sử dụng mạch lọc RC dạng Γ .

Mạch đầu vào dòng điện: Trên đầu máy hiện đang sử dụng điện trở shunt nối tiếp với cực dương của máy phát có $R_s = 1,25$ m Ω , cung cấp tín hiệu cho mạch DKMF và đồng hồ đo trong dải từ 75 mV-125 mV ứng với dòng điện máy phát từ 60-100 A.

Bố trí mạch khuếch đại bằng IC khuếch đại dòng chuyên dụng LMP860x và ghép nối với vi xử lý thông qua mạch cách ly.

3.2. Bộ xử lý trung tâm (CPU)

Bộ xử lý là khâu tính toán giá trị điều khiển. Bộ xử lý cần có tốc độ đủ cao để kịp thời tính toán giá trị điều khiển theo giá trị vào. Để giảm bớt các IC phụ trợ bên ngoài, bộ xử lý nên chọn có tích hợp các chức năng như ADC PWM. Bộ xử lý cũng phải có khả năng hoạt động được trong môi trường trên đầu máy (nhiệt độ cao, nhiễu từ thiết bị động lực, chất lượng nguồn không tốt).

Căn cứ các tiêu chí trên, chọn loại Vi điều khiển họ PsoC 4 dòng CY8C4245AXI với các thông số chính như bảng 2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật dòng vi xử lý CY8C4245 AXI.

Chức năng	Thông số kỹ thuật
CPU	32-bit MCU Sub-system, 48-MHz, 32kB flash, 4 kB SRAM
Programmable Analog	8 x 12-bit ADC, 8x 10 bit DAC
Programmable Digital	4 khối logic (UDBs) x 8 Macrocells. Điện áp hoạt động trong khoảng từ 1,71 đến 5,5V
Timer	Timer/counter có thể tùy chỉnh độ rộng xung

3.3. Mạch công suất chính

Theo tài liệu kỹ thuật đầu máy D19E [6] và các kết quả nghiên cứu về điều khiển kích từ MFDF [2, 3], xác định được điều kiện làm việc của mạch công suất như sau: dòng điện kích từ $I_{kt} \leq 10A$, $U_{kt} \leq 110V$ [6]; xung điện áp và dòng điện lớn, tính chất tải kích từ là điện cảm và dải điều chỉnh rộng từ 0 đến I_{kmax} .

Bảng 3. Thông số cơ bản van 60N60.

Thông số	Ký hiệu	Giá trị
Điện áp chịu đựng	V_{dsmax}	600V
Dòng làm việc	I_{dmax}	60A
Dòng đỉnh	I_{dpk}	120A
Điện trở lúc dẫn	R_{ds}	38 m Ω

Do vậy, cần thiết phải chọn hệ số dự trữ dòng điện và điện áp lớn. Mặt khác, nên chọn các van công suất có điện trở dẫn R_{ds} nhỏ để giảm tiêu hao năng lượng trên van và thuận lợi cho tản nhiệt. Từ các nhận xét trên, chọn van MOSFET loại 60N60 với các thông số cơ bản như bảng 2.

Lựa chọn sơ đồ mạch kích có cách ly nhằm đảm bảo an toàn cho mạch điều khiển và tạo ra tín hiệu kích không nhiễu - là điều kiện cơ bản để van làm việc tin cậy. Sử dụng IC driver kiểu opto, dòng điện 2A làm IC điều khiển cho MOSFET.

Bố trí các mạch snubber để dập xung nhiễu và bảo vệ MOSFET.

3.4. Mạch bảo vệ

Trong tình huống mạch điều khiển chính có sự cố, điện áp hoặc dòng điện có thể tăng lên vượt quá mức ngưỡng, mạch bảo vệ sẽ cắt rơ le đầu ra kích từ để cắt hoàn toàn điện áp kích từ. Mạch bảo vệ hoạt động độc lập với mạch điều khiển và không tự phục hồi. Để khôi phục cần tắt nguồn điều khiển và máy phát.

3.5. Nguồn cấp

Thiết bị phải làm việc được với điện áp đầu vào biến thiên trong dải rộng và chịu được xung nhiễu rất lớn từ mạch động lực của hệ thống truyền động điện. Vì vậy, lựa chọn mạch nguồn kiểu xung với IC chuyên dụng cho mạch nguồn điện áp cao TOP 256 có $U_{max}=700V$, $I_{max}=4A$.

3.6. Luật điều khiển

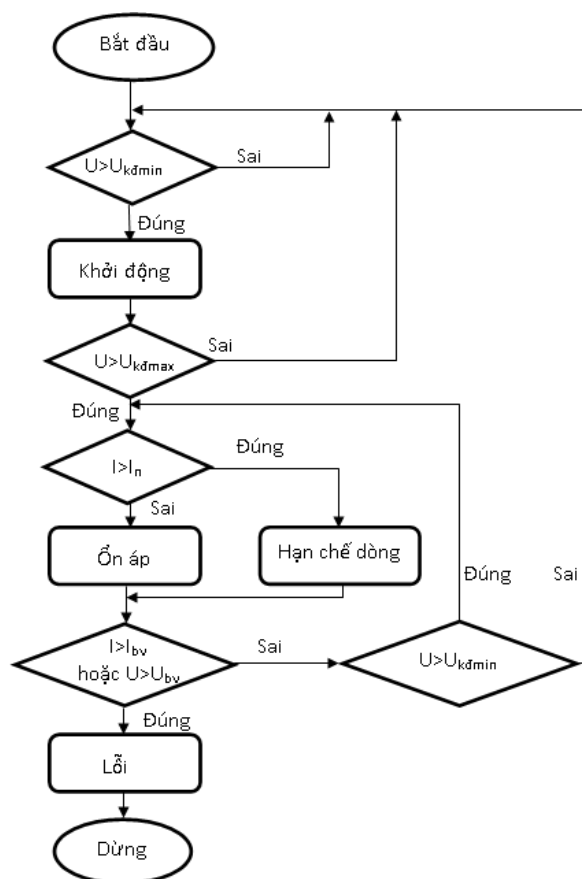
Luật điều khiển được xây dựng theo sơ đồ thuật toán trong hình 3.

Card luôn được cấp nguồn từ ác quy và ở chế độ chờ. Khi điện áp máy phát đạt trên giá trị ngưỡng, card chuyển sang chế độ khởi động với điện áp kích từ được đặt cố định.

Điện áp máy phát sẽ tăng theo tốc độ quay và điện áp kích từ. Khi điện áp máy phát đạt xấp xỉ giá trị ổn định (95V) thì quá trình khởi động kết thúc. Mạch chuyển sang chế độ ổn định.

Ở chế độ ổn định áp: Điện áp đầu vào được so sánh với điện áp đặt và điều chỉnh thông qua bộ điều khiển số với luật điều khiển tích phân (PI).

Chế độ hạn chế dòng (ổn định dòng): Khi dòng điện đạt đến giá trị ngưỡng, bộ điều chỉnh chuyển sang chế



Hình 3. Lưu đồ thuật toán điều khiển.

U, I : Điện áp, dòng điện MFDF

U_{kdmin}, U_{kdmax} : Điện áp bắt đầu, kết thúc khởi động

I_n : Dòng điện chuyển chế độ dòng điện $I_n = 90\% I_{dm}$

I_{dm} : Dòng điện định mức của MFDF

U_{bv}, I_{bv} : Điện áp, dòng điện ngưỡng bảo vệ MFDF

độ hạn chế dòng: Dòng điện được duy trì không vượt quá dòng định mức.

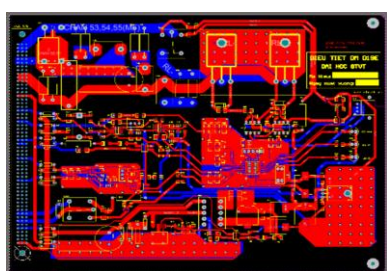
Kết hợp giữa hai chế độ làm việc tạo ra đặc tính máy phát có dạng hình chữ nhật [304].

4. CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM

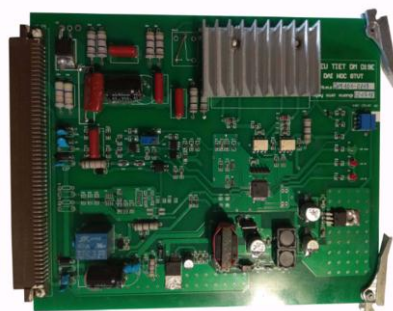
4.1. Chế thử

Mạch nguyên lý và mạch in được thiết kế trên môi trường thiết kế mạch điện tử Altium 2000 (hình 4).

Thiết kế sử dụng linh kiện dán để tăng độ tin cậy và thuận lợi cho gia công hàng loạt trên máy. Sử dụng linh kiện có độ chính xác cao (0.1 đến 1% tùy theo vị trí sử dụng). Mạch in 2 mặt được chế tạo trên máy. Mẫu thử được hoàn thiện theo thiết kế (hình 5).



Hình 4. Thiết kế Mạch in.



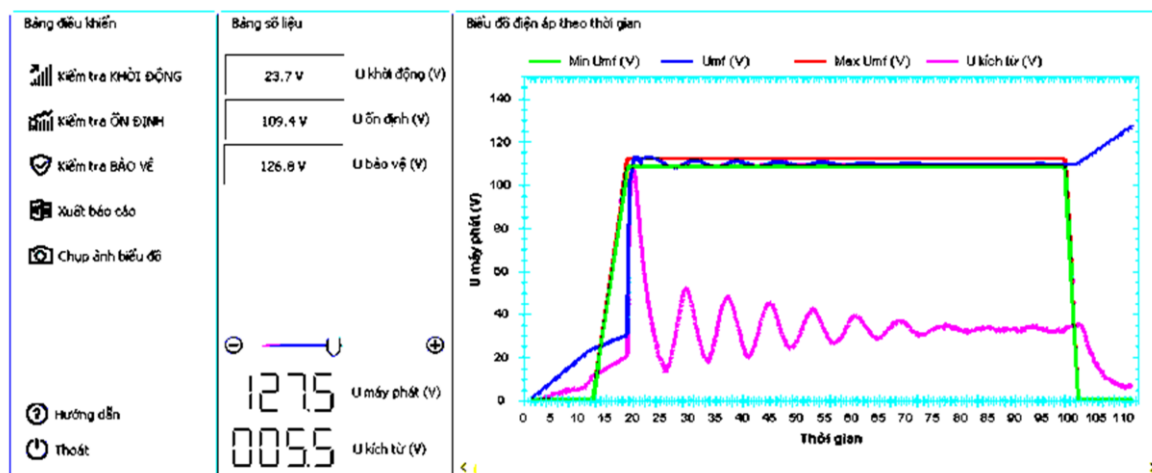
Hình 5. Card D19101.

4.2. Hiệu chỉnh tại phòng thí nghiệm

Thiết bị được thử nghiệm tại phòng thí nghiệm, kiểm tra tính năng và điều chỉnh điểm làm việc, giá trị ổn định điện áp, giới hạn dòng điện, ngưỡng bảo vệ dòng điện, bảo vệ điện áp đúng với thông số thiết kế.

4.3. Thử nghiệm trên bàn thử MTĐM

ZY200205 Điều tiết



Hình 6. Điều chỉnh card điều khiển kích từ MFDF trên bàn thử MTĐM.

Bàn thử MTĐM là thiết bị kiểm tra chất lượng làm việc của từng card và toàn bộ MTĐM [4, 6] mô phỏng điều kiện làm việc thực tế. Card D19101 được đưa lên thử nghiệm trên bàn thử cho kết quả kiểm tra trong bảng 4 và đồ thị đáp ứng điều chỉnh hình 6. Kết quả cho thấy card đã làm việc đúng với tính năng thiết kế và đạt thông số yêu cầu.

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm trên bàn thử.

Thông số	Ký hiệu	Thông số thiết kế	Giá trị đạt được*
Điện áp ổn định (V)	U_{dm}	110	109.6
Sai lệch điện áp (V)**	ΔU	+/-1	+/-0.5
Dòng điện định mức (A)	I_{dm}	30	30
Dòng điện bảo vệ (A)	I_{bv}	100	100
Điện áp bảo vệ (V)	U_{bv}	125	126.8
Điện áp khởi động (V)	U_{kd}	<25	23.7

* Điều kiện thử nghiệm tương đương điều kiện làm việc thực tế tại $n=1000\text{vòng/ph}$, $U_{ikt}=37.5\text{V}$, $I_{kt}=10.7\text{A}$, $I_{MDF}=20\text{A}$.

** Thử nghiệm trong dải $n=550-2000\text{vòng/ph}$, $I_{MDF}=0-30\text{A}$.

4.4. Thử nghiệm hiện trường và thử nghiệm dài hạn



Hình 7. Lắp đặt trên đầu máy và thử nghiệm trên bệ thử công suất tại XN đầu máy Hà Nội.

Tiến hành lắp đặt card D19101 trên đầu máy và thử nghiệm trong xưởng với bệ thử công suất đầu máy D19E (thử nghiệm tĩnh) tại Xí nghiệp Đầu máy Hà nội (hình 7). Bệ thử công suất là thiết bị gia tải, cho phép mô phỏng các trạng thái làm việc của đầu máy [6]. Cán bộ kỹ thuật của Xí nghiệp đã kiểm tra và xác nhận các tính năng phù hợp, thông số đạt yêu cầu làm việc.

Bảng 5. Điều kiện thử nghiệm card D19101 trên đầu máy.

Thông số	Ký hiệu	Giá trị min	Giá trị max
Tốc độ vòng quay (vòng/ph)	n	570	1800
Dòng điện tải (A)	I_{MDF}	0	30
Điện áp ắc quy (V)	U_{aq}	95	110

Card được thử nghiệm tĩnh và chạy thử trên đường với sự giám sát của cán bộ kỹ thuật trong dải thông số làm việc của card được liệt kê trong bảng 5. Cán bộ kỹ thuật xác nhận các thông số đạt yêu cầu. Card được phép lắp và thử nghiệm dài hạn trên đầu máy D19E 950 từ ngày 20 tháng 11 năm 2018 đến ngày 26 tháng 3 năm 2019 và tiếp tục sử dụng. Kết quả: Card

hoạt động tốt, đầu máy đã vận hành được trên 100.000km không có sự cố. Vì vậy, hiện nay, các đơn vị sử dụng đầu máy D19E (các Xí nghiệp Đầu máy Hà Nội, Đầu máy Sài Gòn, Đầu máy Đà Nẵng...) đã chấp nhận đưa vào vận hành và cho phép thay thế cho các card tương ứng của các MTĐM bị hư hỏng trong quá trình khai thác.

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các nghiên cứu về cấu trúc và điều kiện làm việc của MTĐM, nhóm nghiên cứu đã thiết kế, chế thử card DKMF cho MFDF đầu máy D19E. Thiết kế có tham chiếu tới TCVN 12089:2017 và EN 50155:2007

Thiết bị đã được thử nghiệm qua các bước: Hiệu chỉnh trong phòng thí nghiệm, thử nghiệm trên bàn thử, thử nghiệm tĩnh với bộ thử công suất, chạy thử ngắn hạn và dài hạn. Các phép kiểm tra đều có kết quả đạt yêu cầu.

Card hoạt động ổn định và được đơn vị sử dụng chấp nhận thay thế khi card hiện có trên đầu máy bị hư hỏng.

Nghiên cứu có ý nghĩa trong việc từng bước thiết kế, nội địa hóa MTĐM.

Việc ứng dụng vi điều khiển và điện tử công suất cho phép mở rộng cho thiết kế các thiết bị tự động hóa khác trên đầu máy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Văn Nghĩa, Đỗ Việt Dũng, Nghiên cứu thiết kế chế tạo card điều khiển động cơ diesel đầu máy D19E, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 11 (2018) 187-196. <http://repository.utc.edu.vn/handle/19999/8042?locale=vi>
- [2]. Đỗ Việt Dũng, Nguyễn Văn Nghĩa, Nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ điều chỉnh điện áp tự động cho đầu máy D10H, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 31 (2010) 119-128. <http://repository.utc.edu.vn/handle/19999/6185>
- [3]. Đỗ Việt Dũng, Lại Ngọc Đường, Trương Duy Phúc, Truyền động và điều khiển đầu máy diesel, NXB Giao thông Vận tải, 1996
- [4]. Nguyễn Văn Nghĩa, Đỗ Việt Dũng, Hoàng Quang Vinh, Study on design and manufacture of tester equipment for D19E locomotive, in Conference Vietnam railway development and experiences of China, Ha noi, ISBN: 978-604-76-1572-8. p. 52-62, 2018.
- [5]. Hoàng Quang Vinh và nhóm nghiên cứu, Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bàn thử nghiệm để phát hiện sự cố, sửa chữa máy tính ZY 8000-1 trên đầu máy D19E, Đề tài cấp tổng Công ty Đường sắt Việt Nam, TP. Hồ Chí Minh, Tháng 12 (2017).
- [6]. Tổng công ty Đường sắt Việt Nam, Tài liệu kỹ thuật đầu máy D19E, 1990.
- [7]. TCVN 12089:2017, Ứng dụng Đường sắt – Thiết bị điện tử sử dụng trên phương tiện giao thông đường sắt, Bộ Khoa học & Công nghệ, 2017. <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Giao-thong/TCVN-12089-2017-EN-50155-2007-Ung-dung-duong-sat-Thiet-bi-dien-tu-917161.aspx>
- [8]. TCVN 11854:2017, Ứng dụng Đường sắt – Phương tiện giao thông đường sắt – Thử nghiệm phương tiện giao thông đường sắt có kết cấu hoàn chỉnh và trước khi đưa vào sử dụng, Bộ Khoa học & Công nghệ, 2017. <https://thuvienphapluat.vn/tcvn/giao-thong/TCVN-11854-2017-IEC-61133-2016-Ung-dung-duong-sat-Thu-nghiem-phuong-tien-917119.aspx>
- [9]. EN 50155:2007, Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock, European Committee for Electrotechnical Standardization, 2007. https://www.assured-systems.com/uploads/media/news/bs_en_50155-2007.pdf
- [10]. Bùi Đức Hùng, Triệu Việt Linh “Máy điện” NXB Giáo dục, 2008