

**TS. Lê Thị Thu Hà (Chủ biên)**  
**TS. Đặng Danh Hoàng, ThS. Nguyễn Văn Huỳnh**

**BÀI TẬP**  
**CƠ SỞ LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN**  
**TẬP 2**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**



# Lời nói đầu

---

**C**ơ sở Lý thuyết mạch điện là một môn học cơ bản trong chương trình đại học thuộc ngành Điện và Điện tử. Môn học Cơ sở Lý thuyết mạch điện cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản để hiểu rõ bản chất động học của các dòng điện, điện áp trong một mạch điện trên cơ sở những định luật cân bằng dòng điện điện áp đối với từng phần tử của mạch điện đó. Từ đây, môn học Cơ sở Lý thuyết mạch điện sẽ giúp cho người học có được kỹ năng phân tích và tổng hợp một mạch điện thực tế.

Do có vai trò là một môn học cơ sở của các ngành đào tạo trong các trường đại học kỹ thuật nên môn học Cơ sở Lý thuyết mạch điện cũng đã được nhiều các thầy cô giáo có kinh nghiệm giảng dạy lâu năm biên soạn thành nhiều giáo trình khác nhau phục vụ môn học. Nội dung và bố cục của các giáo trình này của các thầy cô giáo cũng rất phong phú, từ mạch tuyến tính đơn giản, tới phức tạp hơn là mạch phi tuyến, phân tích dao động trong mạch phi tuyến.... Các cuốn giáo trình này, với nội dung và bố cục khác nhau đó, cũng đã góp phần phục vụ tốt, hữu ích cho sinh viên theo từng đặc thù đào tạo của mỗi trường.

Cũng là những giảng viên đã nhiều năm đảm nhận giảng dạy môn học này của Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên, nhóm tác giả chúng tôi nhận thấy sẽ còn giúp được nhiều hơn nữa cho các em sinh viên, người học môn Cơ sở Lý thuyết mạch điện, hiểu rõ, hiểu kỹ và sâu nội dung môn học thông qua tự học, nếu như các em còn có được thêm được một cuốn sách về bài tập Cơ sở Lý thuyết mạch kèm các lời giải chi tiết. Chính từ nhận thức đó mà nhóm tác giả chúng tôi đã có động lực, thôi thúc cùng nhau biên soạn cuốn sách Bài tập Cơ sở Lý thuyết mạch điện - Tập 2 này.

Cuốn sách được bố cục thành bảy chương theo từng chủ đề riêng, từ đơn giản tới phức tạp. Để giúp các em sinh viên có thể thuận tiện hơn trong việc làm các bài tập của mỗi chương, phần đầu của từng chương là nội dung tóm tắt một cách cô đọng nhất những kiến thức lý thuyết liên quan. Sinh viên cần phải nắm vững để vận dụng phân tích các bài tập của chương. Sau phân tóm tắt lý thuyết là phân giới thiệu các bài tập mẫu. Tất cả các bài tập mẫu đều được phân tích một cách chi tiết. Cũng cần nhấn mạnh rằng, với bài tập phân tích hoặc tổng hợp mạch có thể có nhiều phương pháp giải khác nhau. Do đó điều cần thiết trước hết là phải biết chọn cho mình một phương pháp thích hợp đối với bài tập cụ thể, từ đó rút ra những kết luận bổ ích giúp hiểu và nắm vững nội dung của kiến thức của môn học cũng như vận dụng một cách sáng tạo việc học tập vào công tác thực tế sau này. Cụ thể nội dung của từng chương như sau:

Chương 1, 2: Giới thiệu mạch điện ba pha, các phương pháp phân tích mạch điện ba pha đối xứng, không đối xứng phụ tải tĩnh, phụ tải động; mạch điện ba pha đối xứng không sin và mạch điện ba pha bị sự cố; cách tính công suất trong mạch ba pha.

Chương 3: Giới thiệu quá trình quá độ trong mạch điện, bài toán chỉnh, bài toán không chỉnh và các định luật đóng mở. Cách xác định các điều kiện đầu của bài toán quá độ.

*Chương 4: Giới thiệu phương pháp tích phân kinh điển để phân tích quá trình quá độ trong mạch điện; cách lập phương trình đặc trưng và hình dáng của đáp ứng tự do; cách phân tích quá trình quá độ trong mạch điện RC, RL và RLC.*

*Chương 5: Giới thiệu về phép biến đổi Laplace; các tính chất của phép biến đổi; cách tìm điểm cực và điểm không; giá trị đầu và giá trị cuối; cách tìm hàm gốc, hàm ảnh và giải phương trình vi phân bằng máy tính.*

*Chương 6: Giới thiệu phương pháp toán tử Laplace để phân quá trình quá độ trong mạch điện và cách phân tích bài toán quá độ bằng máy tính.*

*Chương 7: Giới thiệu về mạch điện phi tuyến và các phương pháp phân tích mạch điện phi tuyến ở chế độ xác lập có dòng điện không đổi, dòng điện xoay chiều.*

*Cuốn sách **Bài tập Cơ sở Lý thuyết mạch điện** được hoàn thành với rất nhiều gửi gắm của nhóm tác giả chúng tôi tới các em sinh viên và luôn mong rằng cùng với cuốn sách này các em sẽ có thêm một tài liệu hỗ trợ việc tự học, để củng cố kiến thức lý thuyết, để hiểu rõ được hơn nữa nội dung môn học Cơ sở Lý thuyết mạch điện. Cuốn sách cũng được viết với sự cảm thông, sự giúp đỡ vô cùng to lớn của gia đình các tác giả. Không có họ, không có sự cổ vũ, khuyến khích của những người thân gia đình chắc chắn cuốn sách không thể hoàn thành được. Bởi vậy, lời cảm ơn đầu tiên của chúng tôi là gửi đến họ.*

*Tiếp theo chúng tôi muốn gửi lời cảm ơn đến Ban Giám hiệu Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Khoa Điện, Bộ môn Kỹ thuật điện và các bạn đồng nghiệp đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, động viên và đóng góp những ý kiến quý báu để chúng tôi hoàn thành cuốn sách. Trong quá trình biên soạn, tuy đã rất nỗ lực song không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đồng nghiệp và độc giả.*

*Mọi góp ý đóng góp xin gửi về địa chỉ:*

*E.mail: **hahien1977@gmail.com***

**Các tác giả**

# MỤC LỤC

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Lời nói đầu</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Chương 1: Mạch điện 3 pha ở chế độ xác lập điều hòa</b>                | <b>9</b>  |
| <b>1.1. Tóm tắt lý thuyết</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1.1. Định nghĩa mạch điện 3 pha   | 9         |
| 1.1.2. Mạch điện 3 pha đối xứng   | 9         |
| 1.1.3. Đặc điểm mạch điện 3 pha đối xứng nối sao-sao                      | 9         |
| 1.1.4. Đặc điểm mạch điện 3 pha đối xứng nối tam giác - tam giác          | 9         |
| 1.1.5. Phân tích mạch điện 3 pha đối xứng và không đối xứng phụ tải tĩnh  | 10        |
| 1.1.6. Công suất trong mạch điện 3 pha                                    | 10        |
| <b>1.2. Bài tập giải mẫu</b>  | <b>11</b> |
| <b>1.3. Bài tập vận dụng</b>  | <b>26</b> |
| <b>Chương 2: Phương pháp các thành phần đối xứng</b>                      | <b>41</b> |
| <b>2.1. Tóm tắt lý thuyết</b>   | <b>41</b> |
| 2.1.1. Khái niệm về các thành phần đối xứng                               | 41        |
| 2.1.2. Nội dung phương pháp thành phần đối xứng                           | 41        |
| 2.1.3. Công thức tổng hợp   | 41        |
| 2.1.4. Công thức phân tích  | 42        |
| 2.1.5. Tính chất của các thành phần đối xứng                              | 42        |
| 2.1.6. Các bước phân tích mạch điện 3 pha không đối xứng với phụ tải động | 42        |
| 2.1.7. Các bước phân tích mạch điện 3 pha bị sự cố                        | 42        |
| 2.1.8. Công suất mạch điện 3 pha theo các thành phần đối xứng             | 43        |
| 2.1.9. Sóng hài bậc cao trong mạch điện 3 pha                             | 43        |
| <b>2.2. Bài tập giải mẫu</b>  | <b>44</b> |
| <b>2.3. Bài tập vận dụng</b>  | <b>64</b> |
| <b>Chương 3: Khái niệm về quá trình quá độ trong mạch điện</b>            | <b>73</b> |
| <b>3.1. Tóm tắt lý thuyết</b>   | <b>73</b> |
| 3.1.1. Định nghĩa về quá trình quá độ                                     | 73        |
| 3.1.2. Nguyên nhân của quá trình quá độ                                   | 73        |
| 3.1.3. Ý nghĩa quá trình quá độ   | 73        |
| 3.1.4. Điều kiện đầu của bài toán quá độ                                  | 73        |
| 3.1.5. Bài toán chỉnh và bài toán không chỉnh                             | 74        |
| 3.1.6. Các luật đóng mở   | 74        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.1.7. Cách xác định các điều kiện đầu.....  | 75         |
| <b>3.2. Bài tập giải mẫu .....</b>   | <b>76</b>  |
| <b>3.3. Bài tập vận dụng .....</b>   | <b>85</b>  |
| <b>Chương 4: Phân tích quá trình quá độ bằng phương pháp tích phân kinh điển .....</b>                                 | <b>87</b>  |
| <b>4.1. Tóm tắt lý thuyết .....</b>  | <b>87</b>  |
| 4.1.1. Phân tích đáp ứng quá độ trong mạch điện tuyến tính thành đáp ứng tự do xếp chồng với đáp ứng xác lập mới ..... | 87         |
| 4.1.2. Cách lập phương trình đặc trưng .....   | 87         |
| 4.1.3. Dạng của đáp ứng tự do .....  | 88         |
| 4.1.4. Các bước tính quá trình quá độ bằng phương pháp tích phân kinh điển.....  | 88         |
| 4.1.5. Quá trình quá độ trong mạch RC .....  | 89         |
| 4.1.6. Quá trình quá độ trong mạch RL .....  | 90         |
| 4.1.7. Quá trình quá độ trong mạch RLC .....   | 92         |
| <b>4.2. Bài tập giải mẫu .....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>4.3. Bài tập vận dụng .....</b>   | <b>146</b> |
| <b>Chương 5: Toán tử Laplace .....</b>   | <b>173</b> |
| <b>5.1. Tóm tắt lý thuyết .....</b>  | <b>173</b> |
| 5.1.1. Phép biến đổi Laplace .....   | 173        |
| 5.1.2. Tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace.....   | 173        |
| 5.1.3. Bảng rút gọn các phép biến đổi Laplace.....   | 175        |
| 5.1.4. Bảng ảnh gốc của một số hàm cơ bản.....   | 176        |
| 5.1.5. Tín hiệu đặc biệt .....   | 176        |
| 5.1.6. Phép biến đổi Laplace ngược .....   | 177        |
| 5.1.7. Điểm cực và điểm không của hàm $F(s)$ .....   | 178        |
| 5.1.8. Định lý giá trị đầu - giá trị cuối .....  | 179        |
| 5.1.9. Một ứng dụng của phép biến đổi Laplace: Giải phương trình vi phân.....  | 179        |
| 5.1.10. Cách tìm hàm gốc, hàm ảnh và giải phương trình vi phân bằng máy tính .....                                     | 180        |
| <b>5.2. Bài tập mẫu và lời giải .....</b>  | <b>183</b> |
| <b>5.3. Bài tập vận dụng .....</b>   | <b>197</b> |
| <b>Chương 6: Phương pháp toán tử Laplace để phân tích bài toán quá độ .....</b>  | <b>205</b> |
| <b>6.1. Tóm tắt lý thuyết .....</b>  | <b>205</b> |
| 6.1.1. Khái niệm về phương pháp toán tử .....  | 205        |
| 6.1.2. Sơ đồ toán tử Laplace .....   | 206        |
| 6.1.3. Các bước thành lập sơ đồ toán tử.....   | 207        |
| 6.1.4. Hai luật Kirchhoff dạng toán tử.....  | 207        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.1.5. Các bước tính quá trình quá độ dưới dạng toán tử Laplace.....                  | 207        |
| 6.1.6. Giải bài toán quá trình quá độ bằng máy tính .....                             | 208        |
| <b>6.2. Bài tập giải mẫu .....</b>  | <b>209</b> |
| <b>6.3. Bài tập vận dụng .....</b>  | <b>250</b> |
| <b>Chương 7: Mạch phi tuyến ở chế độ xác lập .....</b>                                | <b>267</b> |
| <b>7.1. Tóm tắt lý thuyết .....</b>   | <b>267</b> |
| 7.1.1. Khái niệm về phần tử và mạch điện phi tuyến .....                              | 267        |
| 7.1.2. Điện trở phi tuyến .....   | 267        |
| 7.1.3. Điện cảm phi tuyến.....  | 268        |
| 7.1.4. Điện dung phi tuyến .....  | 270        |
| 7.1.5. Tính chất mạch điện phi tuyến .....  | 270        |
| 7.1.6. Các phương pháp phân tích mạch điện phi tuyến một chiều ở chế độ xác lập ..... | 271        |
| 7.1.7. Các phương pháp phân tích mạch điện phi tuyến xoay chiều ở chế độ xác lập..... | 271        |
| <b>7.2. Bài tập giải mẫu .....</b>  | <b>273</b> |
| <b>7.3. Bài tập vận dụng .....</b>  | <b>285</b> |
| <b>Tài liệu tham khảo .....</b>   | <b>287</b> |