

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ GIỚI



GIÁO TRÌNH
Mô đun: ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CĐCG ngày..... tháng
năm..... của Trường cao đẳng Cơ giới*

*Quảng Ngãi, Năm 20.....
(Lưu hành nội bộ)*

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp ở trình độ Trung Cấp Nghề, giáo trình Điện tử tương tự là một trong những giáo trình môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được được hiệu trưởng trường Cao Đẳng Cơ giới phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 60 giờ gồm có:

MĐ16-01: Mạch khuếch đại thuật toán

MĐ16-02: Ứng dụng của mạch khuếch đại thuật toán

MĐ16-03: Mạch dao động

MĐ16-04: Mạch nguồn

MĐ16-05: Các vi mạch tương tự thông dụng

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị, các trường có thể sử dụng cho phù hợp. Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về khoa Cơ điện Trường Cao Đẳng Cơ giới, Tư Nghĩa - Quảng Ngãi

Quảng Ngãi, ngày.....tháng.....năm 20....

Tham gia biên soạn

1. Nguyễn Minh Điệp Chủ biên

2.

3.

MỤC LỤC

<i>BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN.....</i>	<i>1</i>
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN.....	1
MỤC LỤC.....	3
MỞ ĐẦU.....	11
BÀI 1:	12
KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN.....	12
1. Khái niệm.....	13
2. Cấu trúc của họ IC khuếch đại thuật toán thông dụng.....	15
2.1 Giới thiệu	15
2.1 Cấu trúc mạch điện.....	16
2.2 Thông số và hình dạng vỏ bên ngoài của IC khuếch đại thuật toán	18
Câu hỏi thực hành:.....	19
Yêu cầu về đánh giá.....	19
BÀI 2.....	20
ỨNG DỤNG CỦA KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN.....	20
1 Mạch khuếch đại đảo	21
1.1 Nguyên lý hoạt động.....	21
1.2 Thực hành mạch khuếch đại đảo	23
2. Mạch khuếch đại không đảo	26
2.1 Nguyên lý hoạt động.....	26
.....	28
2.2 Thực hành lắp mạch khuếch đại không đảo	28
3. Mạch cộng.....	30
3.1 Nguyên lý hoạt động của mạch cộng.....	30
3.2 Thực hành mạch cộng.....	31
4. Mạch trừ.....	35
4.1 Nguyên lý hoạt động của mạch trừ.....	35
4.2 Thực hành mạch trừ.....	36
5. Mạch nhân.....	40
6. Mạch chia.....	40
7. Mạch khuếch đại vi sai.....	40
7.1 Giới thiệu.....	40
7.2 Chế độ vi sai.....	41
7.3 Chế độ đồng pha.....	42
7.4 Thực hành mạch khuếch đại vi sai.....	43
8. Mạch tích phân.....	46
8.1 Nguyên lý hoạt động.....	46

8.2 Ứng dụng mạch tích phân.....	48
9 . Mạch vi phân.....	48
9.1 Nguyên lý hoạt động.....	48
9.2 Ứng dụng mạch vi phân.....	49
11. Bài tập thực hành cho học viên	51
Yêu cầu về đánh giá	55
Thực hành	55
BÀI 3.....	56
MẠCH DAO ĐỘNG.....	56
Nội dung chính	57
1. Mạch dao động sin	57
<i>Mạch dao động trên có tụ $C1 // L1$ tạo thành mạch dao động $L - C$ Để duy trì sự dao động này thì tín hiệu dao động được đưa vào chân B của Transistor, $R1$ là trở định thiên cho Transistor, $R2$ là trở gánh để lấy ra tín hiệu dao động ra , cuộn dây đấu từ chân E Transistor xuống mass có tác dụng lấy hồi tiếp để duy trì dao động. Tần số dao động của mạch phụ thuộc vào $C1$ và $L1$ theo công thức.....</i>	
2. Mạch dao động không sin	60
2.1 Mạch dao động cầu T kép 1 khz.....	60
2.2 Dao động cầu T kép ổn định bằng diode.....	61
2.3 Mạch dao động cầu Wien 150 Hz – 1,5 KHz.....	62
2.4 Mạch dao động Wien ổn định bằng diode.....	63
2.5 Mạch dao động Wien ổn định bằng diode zener.....	64
2.6 Dao động Wien một nguồn cung cấp.....	65
3. Mạch tạo sóng đặc biệt	66
3.1 Mạch dao động tích thoát.....	66
3.2 Dao động sóng vuông 500 Hz – 5 KHz.....	67
3.3 Dao động vuông 500 Hz – 5 KHz có cải tiến.....	68
3.4 Dao động vuông thay đổi được tần số và bề rộng xung.....	69
3.5 Mạch tạo sóng tam giác 300 Hz độ dốc thay đổi.....	70
4. Thực hành	75
4.1 Mục tiêu	75
4.2 Dụng cụ thực hành	75
4.3 Chuẩn bị lý thuyết	75
4.4 Nội dung thực hành	75
+ Chọn opamp loại IC 741 hoặc TL082, nguồn +/-12V	76
+ Chọn diode D1 và D2 loại 1N4007 . biến trở 10K của cầu Wien là đồng chỉnh	76
+ Sử dụng dao động ký đo, vẽ dạng sóng tại điểm A và điểm B	76
+ Điều chỉnh biến trở sao cho sóng ra có dạng sin	76

+ Tính biên độ và tần số dao động theo lý thuyết và thực tế.....	76
.....	77
Tiêu chí đánh giá	77
BÀI 4.....	78
MẠCH NGUỒN.....	78
1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp	79
1.1 Mạch nguồn dùng IC ổn áp 78XX/79XX.....	79
1.2 Họ 78xx/79xx.....	81
2. Các mạch ứng dụng	83
2.1 Nguồn ổn định dòng áp.....	83
2.2 Nguồn ổn áp chính xác.....	84
2.3 Nguồn áp chính xác có đầu ra tăng cường.....	85
2.4 Bộ nguồn ổn định 3-30 V; 0-1 A.....	87
2.5 Nguồn ổn áp 3 V- 30 V có hạn dòng ngõ ra.....	88
BÀI 5.....	90
CÁC VI MẠCH TƯƠNG TỰ THÔNG DỤNG.....	90
1. Vi Mạch định thời.....	91
1.1 Vi mạch IC 555.....	91
1.2 Chế độ đơn ổn.....	93
1.3 Các chế độ dao động đa hài.....	94
1.4 Chế độ chia tần số.....	97
1.5 Chế độ điều chế độ rộng xung.....	97
1.6 Điều chế vị trí xung.....	98
1.7 Tạo xung dốc tuyến tính.....	98
2. Vi mạch công suất âm tần.....	99
2.1 Mạch khuếch đại công suất âm tần dùng IC LA4440.....	99
2.2 Mạch ứng dụng LA4440.....	99
3. Vi mạch tạo hàm.....	104
4. Vi mạch ghi – phát âm tần.....	111
4.1 Giới thiệu chung.....	111
4.2 Đặc tính.....	112
4.3 Mô tả chi tiết.....	112
4.4 Cấu tạo chân ra.....	113
4.5 Các chế độ hoạt động.....	116
4.6 Mô tả các chế độ hoạt động.....	117
4.6 Chất lượng âm thanh.....	120
4.7 Tương thích với ISD1000A.....	120
4.8 Giảm đồ thời gian.....	120

4.9 Ứng dụng.....	121
BÀI TẬP TỔNG KẾT	126
Bài tập 2:	126
.....	126
Bài tập 4: Thiết kế bộ nạp accu.....	128
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	134
[1] Đề cương mô đun/môn học nghề Sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp”, Dự án	
Giáo dục kỹ thuật và Dạy nghề (VTEP), Tổng cục Dạy Nghề, Hà Nội, 2003.....	134

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: MÔ ĐUN ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ

Mã số mô đun: MĐ 16

I. Vị trí, tính chất, ý nghĩa vai trò của Mô đun

- ▢ **Vị trí của mô đun:** Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các môn học cơ bản chuyên môn như linh kiện điện tử, điện tử cơ bản,.
- ▢ **Tính chất của mô đun:** Là mô đun chuyên môn nghề
- ▢ **Ý nghĩa của mô đun:** giúp người học nắm bắt được cấu tạo và nguyên lý hoạt động các hệ dùng vi mạch
- ▢ **Vai trò của Mô-đun:** Phán đoán được khi có sự cố xảy ra trong mạch điều khiển. khắc phục và sửa chữa các board điều khiển trong công nghiệp.

II. Mục tiêu của mô- đun : Sau khi học xong mô đun này học viên có năng lực

Về kiến thức:

- Trình bày được nguyên lý hoạt động, công dụng của các mạch điện dùng vi mạch tương tự.
- Giải thích được các sơ đồ ứng dụng vi mạch tương tự trong thực tế

*** Về kỹ năng:**

- Phân tích được các nguyên nhân hư hỏng trên mạch ứng dụng dùng vi mạch tương tự.
- Kiểm tra, thay thế được các linh kiện hư hỏng trên các mạch điện tử dùng vi mạch tương tự.

*** Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**

- Rèn luyện cho học sinh thái độ nghiêm túc, tỉ mỉ, chính xác trong thực hiện công việc.

III. Chương trình khung nghề điện tử công nghiệp

Mã MH/MĐ	Tên mô đun, môn học	Số Tín chỉ	Thời gian đào tạo (giờ)			
			Tổng số	Trong đó		
				Lý thuyết	Thực hành/ thực tập/thí nghiệm/ bài tập	Kiểm tra
I	Các môn học chung/đại cương	12	255	94	148	13
MH 01	Chính trị	2	30	15	13	2
MH 02	Pháp luật	1	15	9	5	1
MH 03	Giáo dục thể chất	1	30	4	24	2
MH 04	Giáo dục quốc phòng - An ninh	2	45	21	21	3
MH 05	Tin học	2	45	15	29	1
MH 06	Ngoại ngữ (Anh văn)	4	90	30	56	4
II	Các môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề					
II.1	Môn học, mô đun cơ sở		405	161	220	24
MH 07	An toàn lao động	2	30	15	13	2
MH 08	Điện kỹ thuật	3	60	40	16	4
MĐ 09	Máy điện	4	90	30	56	4
MĐ 10	Vẽ điện	2	30	12	16	2
MĐ 11	Linh kiện điện tử	2	60	20	36	4
MĐ 12	Đo lường điện tử	2	45	19	23	3
MĐ 13	Điện cơ bản	4	90	25	60	5
II.2	Môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề		1245	324	871	50
MĐ 14	Trang bị điện	2	60	20	37	3

MĐ 15	Mạch điện tử cơ bản	4	90	25	60	5
MĐ 16	Điện tử tương tự	3	60	20	36	4
MĐ 17	Kỹ thuật xung - số	3	75	25	46	4
MĐ 18	Kỹ thuật cảm biến	3	75	30	42	3
MĐ 19	Điện tử nâng cao	8	180	50	121	9
MĐ 20	Thiết kế, chế tạo mạch in và hàn linh kiện	4	90	30	55	5
MĐ 21	Vi điều khiển	4	90	32	53	5
MĐ 22	PLC cơ bản	5	120	47	67	6
MĐ 23	Rô bốt công nghiệp	5	105	45	54	6
MĐ 24	Thực tập tốt nghiệp	7	300	15	275	10
Tổng cộng		79	1905	594	1214	97

IV. Chương trình khung chi tiết mô đun:

Số TT	Tên chương mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Mở đầu:				
2	Bài 1: Khuếch đại thuật toán	2	2	0	
3	Bài 2: Ứng dụng của khuếch đại thuật toán	20	6	13	1
4	Bài 3: Mạch dao động	10	4	5	1
5	Bài 4: Mạch nguồn	10	3	6	1
6	Bài 5: Các vi mạch tương tự thông dụng	18	5	12	1
	Tổng Cộng	60	20	36	4

V. Điều kiện thực hiện mô đun

1. Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng

Sử dụng Phòng học chuyên môn hóa hoặc nhà xưởng

2. Trang thiết bị máy móc

- VOM kim, số.
- Máy phát sóng cao tần.
- Máy hiện sóng 2 tia có bộ nhớ (memory).
- Nguồn ổn áp thay đổi được.
- Máy phát sóng âm tần.
- Mỏ hàn.
- Máy hiện sóng 2 kênh 40MHz.

3. Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu

+ Vật liệu:

- Vi mạch tương tự các loại
- Linh kiện điện tử các loại.
- Mạch in.

- Dây nối.
- Chì hàn.
- Vi mạch ổn áp họ 78, 79, 317 và tương đương.
- Các loại IC khuếch đại.
- Mạch IC mẫu để học viên tập đo xác định chân IC và mức điện áp
- Giáo trình, tài liệu học tập.
- + Dụng cụ, học liệu:
 - Bảng , phấn bàn, ghế học tập.
 - Kim cắt.
 - Kim nhọn.
 - Dụng cụ tháo, ráp vi mạch.
 - PC, phần mềm chuyên dùng, Projector.

VI. Nội dung và phương pháp đánh giá

1. Nội dung:

- + Về kiến thức: - Cấu tạo vi mạch khuếch đại thuật toán (OP-AMP).
- Vi mạch ổn áp 78xx và 317.
- Vi mạch khuếch đại công suất.
- Giải thích được sơ đồ mạch.
- + Về kỹ năng: - Kiểm tra kỹ năng thực hành lắp ráp, mạch điện theo yêu cầu của bài được đánh giá theo các tiêu chuẩn: Độ chính xác; Tính thẩm mỹ.; Chất lượng làm việc ; Thời gian thực hiện công việc
- + Thái độ: Đánh giá phong cách, thái độ học tập

2. Phương pháp:

- + Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết
- + Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành
- + Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

VII. Hướng dẫn thực hiện mô đun

1. Phạm vi áp dụng chương trình:

- Chương trình mô đun được sử dụng để giảng dạy cho trình độ trung cấp và cao đẳng nghề.
- Chương trình có thể dùng để dạy học sinh sơ cấp nghề có trình độ văn hóa tốt nghiệp phổ thông cơ sở có nhu cầu chuyển đổi nghề.

2. Hướng dẫn một số điểm chính về phương pháp giảng dạy mô đun:

Nội dung được biên soạn theo cấu trúc mô đun nên cần lưu ý một số điểm chính sau:

- Vật liệu, dụng cụ, trang thiết bị và tài liệu phát tay phải được chuẩn bị đầy đủ trước khi thực hiện bài giảng
- Thực hiện giảng dạy tốt nhất ở nơi thực tập có sẵn các mô hình, mạch điện mẫu
- học sinh có thể chia nhóm để thảo luận, làm bài tập, tham gia xây dựng nội dung bài học.

- Cần có các bảng tra cứu chân linh kiện, đi kèm với các sơ đồ bản vẽ lớn để dễ quan sát.

3. Những trọng tâm chương trình cần chú ý:

- Cần phân biệt rõ sự khác nhau cơ bản giữa các họ IC trong thực tế, Nhất là các dạng mạch gần giống nhau.
- Về phân bổ thời gian: Căn cứ vào thực tế của nơi đào tạo, giáo viên có thể thay đổi nội dung, nhưng vẫn phải đảm bảo số giờ qui định.
- Về nội dung chi tiết trong chương trình: Căn cứ vào thực tế trang bị của nhà trường hoặc nhu cầu đào tạo tại địa phương, nhà trường có thể thay thế các họ OP-AMP tương thích với nhu cầu đào tạo và thiết bị hiện có, nhưng vẫn phải đảm bảo mục tiêu của môn học.

4. Tài liệu cần tham khảo:

[1] Đề cương môđun/môn học nghề Sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp”, Dự án Giáo dục kỹ thuật và Dạy nghề (VTEP), Tổng cục Dạy Nghề, Hà Nội, 2003

[2] Thiết kế và xây dựng mạch điện quanh ta - Tăng Văn Mùi, Trần Duy Nam - NXB khoa học kỹ thuật

[3] 110 mạch ứng dụng của op-amp - R. M. MARSTON

[4] Kỹ thuật điện tử - Đỗ xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2005

MỞ ĐẦU

Đây là một mô đun chuyên ngành được học sau khi học viên đã hoàn tất các mô đun hỗ trợ trước đó như: Linh kiện điện tử, mạch điện tử.

Sự phát triển của công nghệ vi mạch đã làm gia tăng khả năng ứng dụng điện tử trong nhiều lĩnh vực. Do mật độ tích hợp ngày càng cao nên thiết bị có nhiều tính năng hơn, giảm kích thước cũng như giá thành, quá trình thiết kế và thi công đơn giản, hoạt động với độ ổn định rất cao. Chính vì vậy việc nắm bắt được cấu tạo và nguyên lý hoạt động các hệ dùng vi mạch nói chung và vi mạch tương tự nói riêng là điều rất cần thiết cho công tác vận hành cũng như sửa chữa của người công nhân ngành sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp. Giáo trình được sắp xếp theo trình tự phù hợp giúp cho người học đạt được các mục tiêu chính như

- + Hiểu được cấu tạo, đặc tính của các họ vi mạch tương tự mà cơ bản nhất là op-amp
- + Nắm được các ứng dụng cơ bản và thông dụng của op-amp
- + Giải thích được các sơ đồ ứng dụng thực tế.
- + Lắp ráp và sửa chữa được các thiết bị điện tử dùng vi mạch tương tự.
- + Xác định được các nguyên nhân gây hư hỏng thường xảy ra trong thực tế
- + Sửa chữa và thay thế linh kiện hư hỏng
- + Kiểm tra được điều kiện hoạt động của thiết bị.

BÀI 1: KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN

Mã bài: MĐ16-1

Giới thiệu

Ngày nay IC analog sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật điện tử. Khi sử dụng chúng cần đấu thêm các điện trở, tụ điện, điện cảm tùy theo từng loại và chức năng của chúng. Sơ đồ đấu cũng như trị số của các linh kiện ngoài được cho trong các sổ tay IC analog. Các IC analog được chế tạo chủ yếu dưới dạng khuếch đại thuật toán - như một mạch khuếch đại lý tưởng - thực hiện nhiều chức năng trong các máy điện tử một cách gọn - nhẹ - hiệu suất cao. ở chương này ta xét các khuếch đại thuật toán và một số ứng dụng của chúng.

Mục tiêu:

- Trình bày được nguyên lý cấu tạo, các đặc tính cơ bản của khuếch đại thuật toán
- Nhận dạng được các loại IC khuếch đại thuật toán thông dụng trong thực tế
- Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

Phương pháp giảng dạy và học tập bài mở đầu

- Đối với người dạy: Sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học nhớ các giá trị đại lượng, đơn vị của các đại lượng.
- Đối với người học: Chủ động đọc trước giáo trình trước buổi học

Điều kiện thực hiện bài học

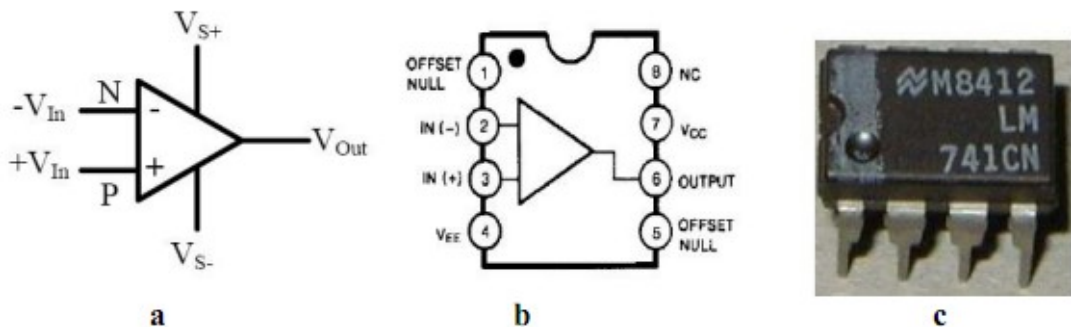
- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** Phòng học chuyên môn
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

Kiểm tra và đánh giá bài học

- **Nội dung:**
 - ✓ Kiến thức: Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức

- ✓ **Kỹ năng:** Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
- ✓ **Năng lực tự chủ và trách nhiệm:** Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.
- **Phương pháp:**
 - ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
 - ✓ **Kiểm tra định kỳ lý thuyết:** không có
 - ✓ **Kiểm tra định kỳ thực hành:** không có

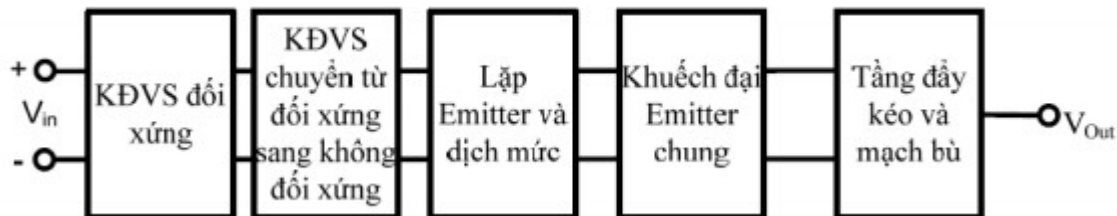
1. Khái niệm



Hình 1.1. Ký hiệu op- amp

Khuếch đại thuật toán (KĐTT) ngày nay được sản xuất dưới dạng các IC tương tự (analog). Có từ "thuật toán" vì lần đầu tiên chế tạo ra chúng người ta sử dụng chúng trong các máy điện toán. Do sự ra đời của khuếch đại thuật toán mà các mạch tổ hợp analog đã chiếm một vai trò quan trọng trong kỹ thuật mạch điện tử. Trước đây chưa có khuếch đại thuật toán thì đã tồn tại vô số các mạch chức năng khác nhau. Ngày nay, nhờ sự ra đời của khuếch đại thuật toán số lượng đó đã giảm xuống một cách đáng kể vì có thể dùng khuếch đại thuật toán để thực hiện các chức năng khác nhau nhờ mạch hồi tiếp ngoài thích hợp. Trong nhiều trường hợp dùng khuếch đại thuật toán có thể tạo hàm đơn giản hơn, chính xác

hơn và giá thành rẻ hơn các mạch khuếch đại rời rạc (được lắp bằng các linh kiện rời). Ta hiểu khuếch đại thuật toán như một bộ khuếch đại lý tưởng: có hệ số khuếch đại điện áp vô cùng lớn $K \rightarrow \infty$, dải tần số làm việc từ $0 \rightarrow \infty$, trở kháng vào cực lớn $Z_V \rightarrow \infty$, trở kháng ra cực nhỏ $Z_r \rightarrow 0$, có hai đầu vào và một đầu ra. Thực tế người ta chế tạo ra KĐTT có các tham số gần được lý tưởng. Hình 1.1a là ký hiệu của KĐTT:



KĐTT ngày nay có thể được chế tạo như một IC hoặc nằm trong một phần của IC đa chức năng.

Tên gọi, khuếch đại thuật toán trước đây dùng để chỉ một loại mạch điện được sử dụng trong máy tính tương tự, nhiệm vụ mạch này nhằm thực hiện các phép tính như: Cộng, trừ, vi phân, tích phân... Khuếch đại thuật toán được viết tắt là OPs hoặc op-amp. Hiện nay, người ta sản xuất khuếch đại thuật toán dựa trên kỹ thuật mạch đơn tinh thể và được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật tương tự.

Điện áp một chiều cung cấp cho khuếch đại thuật toán là điện áp đối xứng $\pm V_S$, thông thường trong sơ đồ mạch không vẽ các chân cung cấp điện áp này. Tuy nhiên, trong các ứng dụng khuếch đại tín hiệu xoay chiều có thể sử dụng nguồn cấp điện đơn cực như $+V_S$ hoặc $-V_S$ so với masse.

Khuếch đại thuật toán có hai ngõ vào ký hiệu là $+V_{in}$ còn được gọi là ngõ vào không đảo hoặc ngõ vào P (positive) và ngõ vào $-V_{in}$ còn gọi là ngõ vào đảo hoặc ngõ vào N(negative) như ở hình 1.1. Tín hiệu ở ngõ vào không đảo cùng pha với tín hiệu ra và tín hiệu ở ngõ vào đảo thì ngược pha với tín hiệu ngõ ra.

Điện áp một chiều cung cấp cho khuếch đại thuật toán là điện áp đối xứng $\pm U_B$, thông thường trong sơ đồ mạch không vẽ các chân cung cấp điện áp này. Tuy nhiên, trong các ứng dụng khuếch đại tín hiệu xoay chiều có thể sử dụng nguồn cấp điện đơn cực như $+U_B$ hoặc $-U_B$ so với masse.

Khuếch đại thuật toán có hai ngõ vào ký hiệu là E+ còn được gọi là ngõ vào không đảo hoặc ngõ vào P (positive) và ngõ vào E- còn gọi là ngõ vào đảo hoặc ngõ vào N(negative) như ở hình 1.1. Tín hiệu ở ngõ vào không đảo cùng pha với tín hiệu ra và tín hiệu ở ngõ vào đảo thì ngược pha với tín hiệu ngõ ra.

Đặc tính của opamp

Ký hiệu ngõ ra là A, thông thường một vi mạch khuếch đại thuật toán có tối thiểu 5 chân ra đó là: 2 chân tín hiệu vào, một chân tín hiệu ra và 2 chân cấp điện một chiều, trong bảng dưới đây trình bày đặc tính của một khuếch đại thuật toán lý tưởng so sánh với khuếch đại thuật toán thực tế. Hiện nay hệ số khuếch đại mạch hở V_0 và điện trở ngõ vào r_e của khuếch đại thuật toán thực tế cũng rất gần với các giá trị lý tưởng.

Đặc tính	op-amp lý tưởng	op-amp thực tế
Hệ số khuếch đại mạch hở $V_0 = \frac{U_A}{U_D}$	$V_0 = \infty$	$V_0 = 20 \cdot 10^3 \dots 100 \cdot 10^3$
Điện trở ngõ vào $r_e = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_E}$	$r_e = \infty \Omega$	$r_e = 10^5 \Omega \dots 10^{15} \Omega$
Điện trở ngõ ra $r_a = \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A}$	$r_a = 0 \Omega$	$r_a = 30 \Omega \dots 1 \text{ K}\Omega$
Ảnh hưởng nhiệt độ $\Delta U = f(\vartheta)$	không ảnh hưởng	$-50^\circ\text{C} \dots +75^\circ\text{C}$
Dải thông	$B = \infty \text{ Hz}$	Tùy theo V: $10^4 \dots 10^7 \text{ Hz}$
Phạm vi điều khiển $U_A = f(U_E)$	$-\infty \dots +\infty$	$-U_{B+}, +U_B$

2. Cấu trúc của họ IC khuếch đại thuật toán thông dụng

2.1 Giới thiệu

Tên gọi „khuếch đại thuật toán“ trước đây dùng để chỉ một loại mạch điện được sử dụng trong máy tính tương tự, nhiệm vụ mạch này nhằm thực hiện các phép tính như: Cộng, trừ, vi phân, tích phân ...Khuếch đại thuật toán được viết tắt là OPs hoặc op-amp.

Hiện nay, người ta sản xuất khuếch đại thuật toán dựa trên kỹ thuật mạch đơn tinh thể và được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật tương tự. Cấu tạo bên trong của khuếch đại thuật toán khá phức tạp, gồm nhiều linh kiện như: Điện trở, diode, transistor...và ngõ ra là một tầng khuếch đại công suất đẩy kéo, có thể nói khuếch đại thuật toán là một linh kiện điện tử phức hợp với một số thông số xác định mà nhờ đó trong các ứng dụng có thể giảm được số lượng các linh kiện ngoài cần thiết và việc tính toán hệ số khuếch đại của mạch cũng trở nên đơn giản hơn. Hình 1.3 trình bày ký hiệu điện của khuếch đại thuật toán.

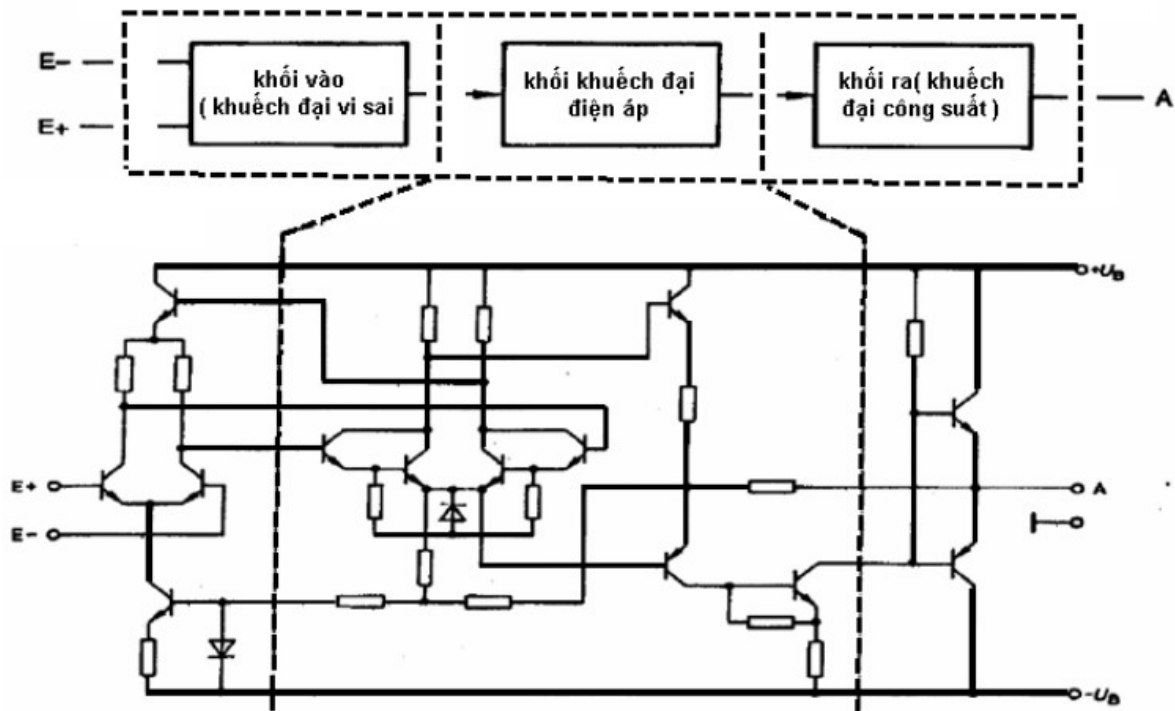
2.1 Cấu trúc mạch điện

Khuếch đại gồm nhiều tầng khuếch đại ghép trực tiếp với nhau và được chế tạo dưới dạng một vi mạch, các tầng này được chia thành 3 khối cơ bản như sau:

Khối ngõ vào.

Khối khuếch đại điện áp.

Khối ngõ ra.



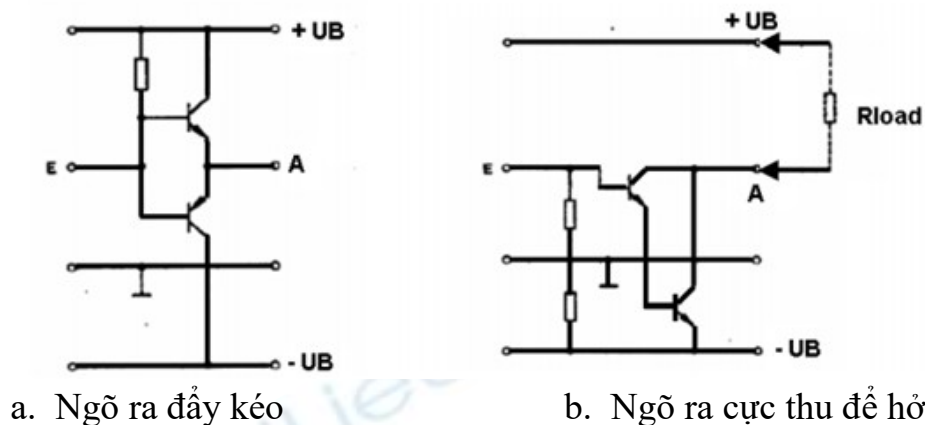
Hình 1.2. Cấu trúc chung của họ IC khuếch đại thuật toán

Số lượng transistor, điện trở trong các loại khuếch đại thuật toán khác nhau thường không giống nhau. Trong thực tế sử dụng chỉ cần quan tâm đến khối vào và khối ra của khuếch đại thuật toán. Hình 1.2 trình bày cấu tạo của vi mạch $\mu A709$

Khối vào là một khuếch đại vi sai BJT gồm hai transistor ráp theo kiểu khuếch đại cực phát chung, hai transistor này có thể dùng loại transistor trường nhằm tăng điện trở ngõ vào re của mạch, để hạn chế mức điện áp vào vi sai giữa $E+$ và $E-$ không quá lớn, ở một vài loại khuếch đại thuật toán có đặt các diode song song ngược chiều nhau ở hai ngõ vào này.

Tiếp theo khối vào là khối khuếch đại điện áp cũng gồm một hoặc nhiều tầng khuếch đại vi sai tùy theo từng loại khuếch đại thuật toán, tín hiệu ra của khối này sẽ điều khiển khối khuếch đại công suất ở ngõ ra.

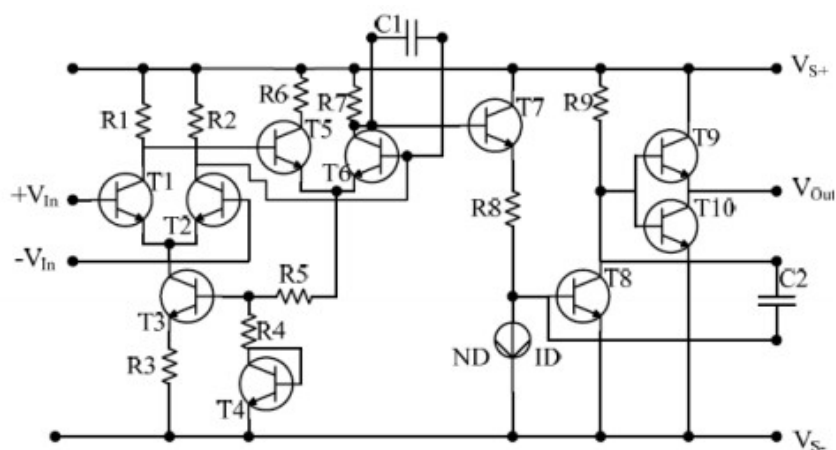
Cấu tạo khối ra có thể là một mạch khuếch đại đơn với cực thu để hở (open collector), nhưng thông dụng nhất là một mạch khuếch đại đẩy-kéo (push pull) tải cực phát nhằm mục đích giảm điện trở ngõ ra và nâng cao biên độ điện áp ra. Hình 1.3 trình bày hai dạng cấu tạo ngõ ra của khuếch đại thuật toán.



Hình 1.3 Cấu tạo hai mạch ngõ ra

Đối với loại ngõ ra khuếch đại đẩy-kéo, điện trở ra ra vào khoảng từ $30\ \Omega$ đến $100\ \Omega$ và dòng tải lớn nhất tùy theo từng loại mạch có thể từ 10 mA đến 25 mA còn dòng tải của loại cực thu để hở khoảng 70 mA. Hiện nay, các vi mạch khuếch đại thuật toán đều được chế tạo với ngõ ra có khả năng tự bảo vệ ngắn mạch.

Sơ đồ mạch điện của IC khuếch đại thuật toán 741



Tầng thứ nhất là tầng khuếch đại vi sai đối xứng trên T1 và T2. Để tăng trở kháng vào chọn dòng collector và emitter của chúng nhỏ, sao cho hồ dẫn truyền đạt nhỏ. Có thể thay T1 và T2 bằng transistor trường để tăng trở kháng vào T3, T4, R3, R4, và R5 tạo thành nguồn dòng (ở đây T4 mắc thành diode để bù nhiệt)

Tầng thứ hai là khuếch đại vi sai đầu vào đối xứng, đầu ra không đối xứng: emitter của chúng cũng đấu vào nguồn dòng T3. Tầng này có hệ số khuếch đại điện áp lớn.

Tầng thứ ba là tầng ra khuếch đại đẩy kéo T9 – T10 mắc collector chung, cho hệ số khuếch đại công suất lớn, trở kháng ra nhỏ.

Giữa tầng thứ hai và tầng ra là tầng đệm T7, T8 nhằm phối hợp trở kháng giữa chúng và đảm bảo dịch mức điện áp. ở đây T7 là mạch lặp emitter, tín hiệu lấy ra trên một phần của tải là R9 và trở kháng vào của T8. Tầng T8 mắc emitter chung. Chọn R9 thích hợp và dòng qua nó thích hợp sẽ tạo được một nguồn dòng đưa vào base của T8 sẽ cho mức điện áp một chiều thích hợp ở base của T9 và T10 để đảm bảo có điện áp ra bằng 0 khi không có tín hiệu vào. Mạch ngoài mắc thêm R10, C1, C2 để chống tự kích.

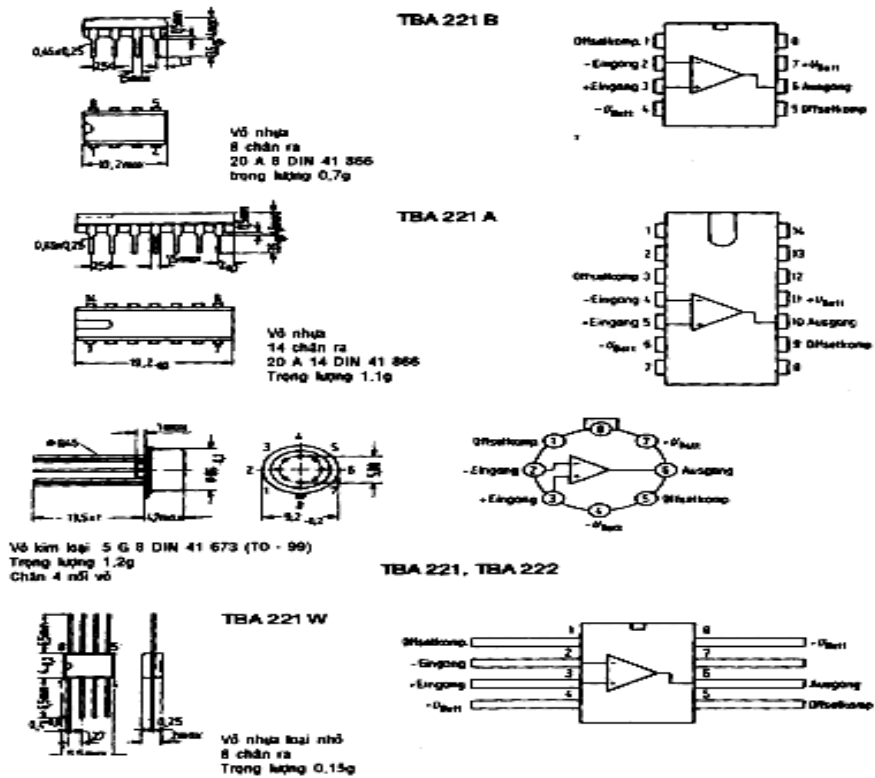
2.2 Thông số và hình dạng vỏ bên ngoài của IC khuếch đại thuật toán

Tùy theo lĩnh vực ứng dụng, khuếch đại thuật toán được chế tạo với các thông số và hình dáng của vỏ phù hợp, hình 1.4 trình bày các thông số giới hạn và định mức của một số loại khuếch đại thuật toán điển hình.

Thông số	Ký hiệu	BJT			JFET	
		TBA221 TBA741	TAA521 TAA709	TAA761	LF355	LF357
Giới hạn						
Điện áp nguồn	U_{Bmax}	$\pm 18\text{ V}$	$\pm 18\text{ V}$	$\pm 18\text{ V}$	$\pm 18\text{ V}$	$\pm 18\text{ V}$
Điện áp vào vi sai	U_{Dmax}	$\pm 30\text{ V}$	$\pm 5\text{ V}$	$\pm 18\text{ V}$	$\pm 30\text{ V}$	$\pm 30\text{ V}$
Thời gian ngắn mạch	t_z	∞	5 S	o.p	∞	∞
Nhiệt độ cho phép	ϑ_{Jmax}	150°C	150°C	150°C	100°C	100°C
Nhiệt trở (vỏ nhựa)	R_{thSU}	120K/W	120K/W	120K/W	175K/W	175K/W
Mạch-Môi trường	R_{thSG}	80K/W	80K/W	80K/W	-	-
Mạch-Vỏ						
Định mức						
$U_B = \pm 15\text{ V}$						
$\vartheta_U = 25^{\circ}\text{C}$						
HSKĐ mạch hở	V_O	100 dB	93 dB	85 dB	80 dB	80 dB
Điện áp bù	U_O	$\pm 6\text{ mV}$	$\pm 2\text{ mV}$	$\pm 6\text{ mV}$	$\pm 3\text{ mV}$	$\pm 3\text{ mV}$
HSNTHĐPha	G	90 dB	90 dB	79 dB	100 dB	100 dB
Điện trở ngõ vào	r_e	2 M Ω	260 K Ω	200 K Ω	$10^{12}\text{ }\Omega$	$10^{12}\text{ }\Omega$
Dòng điện ngõ vào	I_E	80 nA	300 nA	500 nA	30 pA	30 pA
Điện trở ngõ ra	r_a	75 Ω	150 Ω	o.p	50 W	-
Dòng điện ngõ ra (max)	I_A	20 mA	10 mA	70 mA	25 mA	-
Tần số giới hạn	f_g	5 Hz	theo RC	10 Hz	25 Hz	-
Tần số cắt	f_T	500KHz	5 MHz	200KHz	2,5MHz	25 MHz
Biến thiên điện áp ra	U_{Amax}	$\pm 13\text{ V}$	$\pm 13\text{ V}$	$\pm 13\text{ V}$	$\pm 13\text{ V}$	$\pm 13\text{ V}$
Phạm vi đồng pha	U_{GLmax}	$\pm 13\text{ V}$	$\pm 10\text{ V}$	$\pm 9\text{ V}$	+ 15 V - 12 V	-

Hình 1.4: Giới hạn định mức của opamp

Về hình dạng của vỏ, có loại khuếch đại thuật toán vỏ nhựa với từ 6, 8 cho đến 14 chân ra hoặc cũng có loại vỏ bằng kim loại, ở hình 1.5 trình bày các dạng vỏ của một số khuếch đại thuật toán thông dụng.



Hình 1.5: Các dạng vỏ của mạch khuếch đại thuật toán

Câu hỏi thực hành:

Lắp đặt mạch điện cho sẵn trên testboard theo yêu cầu của giáo viên

Yêu cầu về đánh giá

Về lý thuyết: Hiểu và thực hiện được các nội dung sau

- Cấu tạo, đặc tính của op-amp.
- Các ứng dụng cơ bản và thông dụng của op-amp
- Giải thích sơ đồ khối cấu tạo các vi mạch tương tự

Về thực hành: Có khả năng làm được

- Phân tích cấu trúc IC

Về năng lực tự chủ và trách nhiệm

- Cần thận, tỉ mỉ, chính xác.