

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.

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp ở trình độ Cao Đẳng và Trung Cấp, giáo trình Lắp ráp mạch điện tử tương tự là một trong những giáo trình mô đun đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình chi tiết mô đun lắp ráp mạch điện tử tương tự. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau.

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 45 giờ gồm có:

Bài 1. Tổng quan khuếch đại thuật toán-OPAM

Bài 2. Ứng dụng của OPAM

Bài 3. Ứng dụng mạch so sánh

Bài 4. Mạch nguồn

Bài 5. Ứng dụng vi mạch tương tự thông dụng

Trong giáo trình này tác giả đã sử dụng nhiều tài liệu tham khảo và biên soạn theo một trật tự logic nhất định. Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị tại 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 quý thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Khoa Điện tử điện lạnh Trường Cao đẳng nghề Kỹ thuật Công nghệ.

Xin trân trọng cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng năm 2019

BAN CHỦ NHIỆM BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ

MỤC LỤC

	TRANG
LỜI GIỚI THIỆU	2
BÀI 1: TỔNG QUAN KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN OPAMP	7
1.Ký hiệu, chức năng chân	7
2.Thông số kỹ thuật của opam.....	10
3.Một số OPAM thông dụng	11
BÀI 2: ỨNG DỤNG CỦA OPAM	13
1.Mạch khuếch đại đảo.....	13
2.Mạch khuếch đại không đảo	14
3.Mạch khuếch đại cộng đảo	15
4.Mạch khuếch đại cộng không đảo	16
5.Mạch trừ.....	17
6.Mạch khuếch đại vi sai	18
7.Mạch tích phân	19
8.Mạch vi phân	20
9. Bài tập thực hành	22
9.1. Lắp ráp mạch khuếch đại đảo	22
9.2. Lắp ráp mạch khuếch đại không đảo	23
9.3. Lắp ráp mạch cộng.....	25
9.4. Lắp ráp mạch trừ.....	26
9.5. Lắp mạch khuếch đại vi sai	28
9.6. Lắp ráp mạch tích phân.....	30
BÀI 3: ỨNG DỤNG CỦA MẠCH SO SÁNH	32
1.Ký hiệu, chức năng và nguyên lý hoạt động	32
2.Lắp mạch tự động điều khiển bằng ánh sáng	33
3.Lắp mạch bảo vệ điện áp	35
BÀI 4: MẠCH NGUỒN	38
1.Mạch nguồn dùng IC ổn áp	38
1.1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp 3 chân điện áp cố định	38
1.1.1. Mạch ổn áp dương âm	39
1.1.2. Ổn áp $\pm 15V$	39
1.1.3.Mạch ổn dòng	40
1.2. Mạch ổn áp dùng IC ổn áp 3 chân điều chỉnh được	40
1.2.1. Mạch ổn áp có điện áp ra chỉnh được từ +1,2 V đến +25 V	41
1.2.2. Nguồn ổn áp chỉnh được từ 0 V	41

1.2.3. Ổn áp 2 cực tính với các ngõ ra điều chỉnh độc lập	42
2. Các mạch ứng dụng	42
2.1. Nguồn 15V/1A dùng 7812.....	42
2.2. Nguồn ổn áp thay đổi được từ 0,5 V..30 V dùng 7805	43
2.3. Nguồn nuôi op-amp ± 12 V	44
3. Bài tập thực hành	45
3.1. Mạch ổn áp ± 12 v	45
3.2. Mạch ổn áp $\pm 1,2$ v ÷ ± 20 v	46
BÀI 5: ỨNG DỤNG VI MẠCH TƯƠNG TỰ THÔNG DỤNG	49
1. Vi mạch công suất âm tần.....	49
2. Lắp mạch khuếch đại âm tần dùng TDA2030	50
TÀI LIỆU THAM KHẢO	53

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Lắp ráp mạch Điện tử tương tự

Mã mô đun: MĐ ĐTCN 15

Vị trí, tính chất mô đun:

- Vị trí: Là mô đun chuyên môn trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp. Cung cấp cho sinh viên những kiến thức và kỹ năng cần thiết để tiếp thu các mô đun chuyên môn khác.

- Tính chất của môn học: Là mô đun chuyên môn nghề.

Mục tiêu mô đun:

- 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.

+ Thiết kế được các mạch khuếch đại, đo lường dùng vi mạch tương tự.

+ Phân tích được các nguyên nhân hư hỏng trên mạch ứng dụng dùng vi mạch tương tự.

- Kỹ năng:

+ Kiểm tra, thay thế được các linh kiện hư hỏng trên các mạch điện tử dùng vi mạch tương tự.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Rèn luyện cho sinh viên thái độ nghiêm túc, tỉ mỉ, chính xác trong thực hiện công việc; rèn luyện tác phong công nghiệp và an toàn lao động.

Nội dung mô đun:

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Thi/Kiểm tra
1	Bài 1. Tổng quan khuếch đại thuật toán-OPAM	2	2		
2	Bài 2. Ứng dụng của OPAM	18	4	13	1

3	Bài 3. Ứng dụng mạch so sánh	8	2	6	
4	Bài 4. Mạch nguồn	6	2	4	
5	Bài 5. Ứng dụng vi mạch tương tự thông dụng	10	2	7	1
6	Thi kết thúc mô đun.	1			1
	Cộng	45	12	30	3

BÀI 1: TỔNG QUAN KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN OPAMP

MĐ 14 – 01

Giới thiệu:

Bài học này giới thiệu về nguyên lý mạch điện, các thông số cơ bản đánh giá về khuếch đại vi sai và khuếch đại thuật toán, các đường đặc tính và hình dạng thực tế của khuếch đại thuật toán.

Nội dung bài thuần túy lý thuyết, các kiến thức nền cần thiết: Nguyên lý hoạt động và quan hệ giữa các thành phần dòng điện, điện áp trong BJT, khái niệm về đơn vị đo dB.

Mục tiêu:

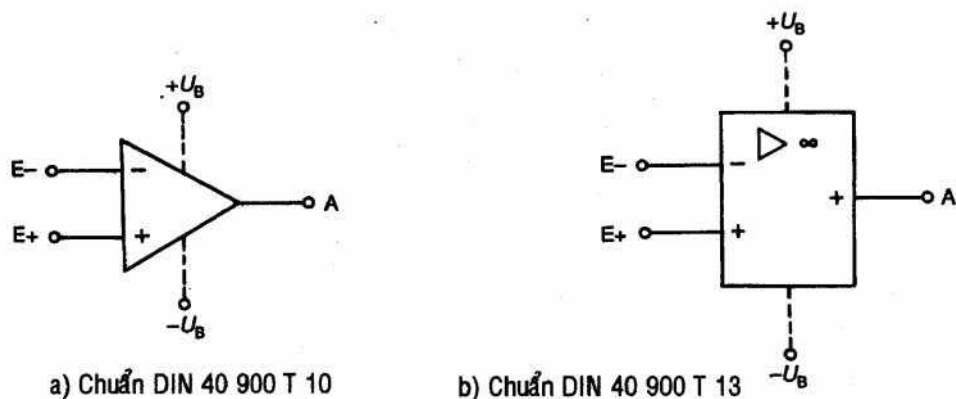
- Trình bày được nguyên lý cấu tạo, các đặc tính cơ bản của khuếch đại thuật toán
- Nhận dạng được các loại IC khuếch đại thuật toán thông dụng trong thực tế
- Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

Nội dung bài học:

1. Ký hiệu, chức năng chân

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 ngỡ 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 1.1 trình bày ký hiệu điện của khuếch đại thuật



Hình 1.1 Ký hiệu op-amp

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). 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.

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 hình 1.2 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 re 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 $r_a = \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A}$	$r_a = \infty \Omega$	$r_a = 30 \Omega \dots 1 \text{ K}\Omega$
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: $104 \dots 10^7 \text{ Hz}$
Phạm vi điều khiển $U_A = f(U_E)$	$-\infty \dots +\infty$	$-U_B, +U_B$

Hình 1.2 Đặc tính của op – amp

* 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.

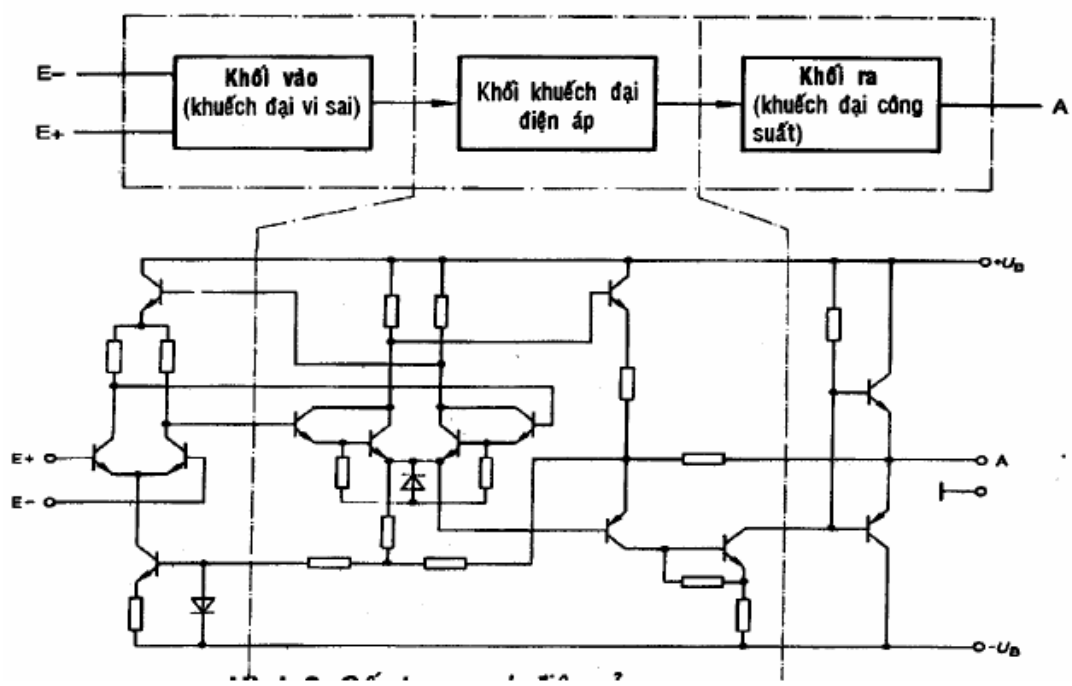
Số lượng transistor, điện trở trong các loại khuếch đại thuật toán khác nhau thường không giống nhau. Trong thực tế sử dụng chỉ cần quan tâm đến khối vào và khối ra của khuếch đại thuật toán. Hình 1.3 trình bày cấu tạo của vi mạch $\mu A709$

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 r_e 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.

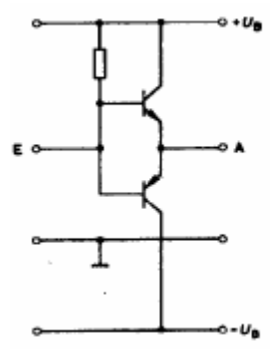
Tiếp theo khối vào là khối khuếch đại điện áp cũng gồm một hoặc nhiều tầng khuếch đại vi sai tùy theo từng loại khuếch đại thuật toán, tín hiệu ra của khối này sẽ điều khiển khối khuếch đại công suất ở ngõ ra.

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 1.4 trình bày hai dạng cấu tạo ngõ ra của khuếch đại thuật toán.

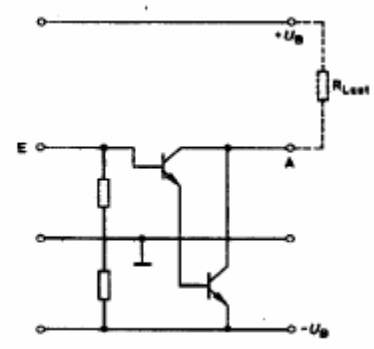
Đối với loại ngõ ra khuếch đại đẩy kéo, điện trở ra r_a vào khoảng từ 30Ω đến 100Ω và dòng tải lớn nhất tùy theo từng loại mạch có thể từ 10 mA đến 25 mA còn dòng tải của loại cực thu để hở khoảng 70 mA. Hiện nay, các vi mạch khuếch đại thuật toán đều được chế tạo với ngõ ra có khả năng tự bảo vệ ngắn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



Hình 1.3 Sơ đồ mạch op – amp



a, Ngõ ra đẩy kéo



b, Ngõ ra cực thu để hở

Hình 1.4 Cấu tạo ngõ ra

2. Thông số kỹ thuật của opam

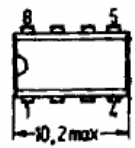
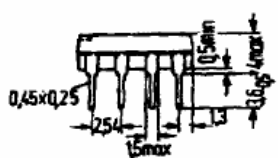
Tùy theo lĩnh vực ứng dụng, khuếch đại thuật toán được chế tạo với các thông số và hình dáng của vỏ phù hợp, hình 1.5 trình bày các thông số giới hạn và định mức của một số loại khuếch đại thuật toán điển hình.

Thông số	Ký hiệu	BJT			JFET	
		TBA221 TBA741	TAA521 TAA709	TAA761	LF355	LF357
Giới hạn						
Điện áp nguồn	U_{Bmax}	$\pm 18 V$	$\pm 18 V$	$\pm 18 V$	$\pm 18 V$	$\pm 18 V$
Điện áp vào vi sai	U_{Dmax}	$\pm 30 V$	$\pm 5 V$	$\pm 18 V$	$\pm 30 V$	$\pm 30 V$
Thời gian ngắn mạch	t_z	∞	5 S	o.p	∞	∞
Nhiệt độ cho phép	ϑ_{Jmax}	150 ⁰ C	150 ⁰ C	150 ⁰ C	100 ⁰ C	100 ⁰ 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						
$U_B = \pm 15 V$						
$\vartheta_U = 25^0C$						
HSKĐ mạch hở	V_O	100 dB	93 dB	85 dB	80 dB	80 dB
Điện áp bù	U_O	$\pm 6 mV$	$\pm 2 mV$	$\pm 6 mV$	$\pm 3 mV$	$\pm 3 mV$
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 Ω	10 ¹² Ω
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}	$\pm 13 V$	$\pm 13 V$	$\pm 13 V$	$\pm 13 V$	$\pm 13 V$
Phạm vi đồng pha	U_{GLmax}	$\pm 13 V$	$\pm 10 V$	$\pm 9 V$	+ 15 V - 12 V	-

Hình 1.5 Thông số giới hạn và định mức của một số KĐTT tiêu biểu

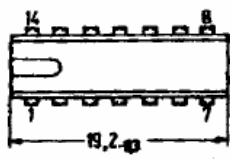
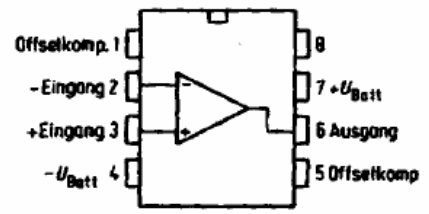
3. Một số OPAM thông dụng

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 1.6 trình bày các dạng vỏ của một số khuếch đại thuật toán thông dụng.



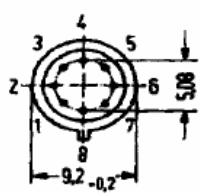
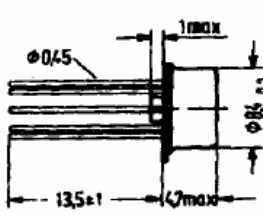
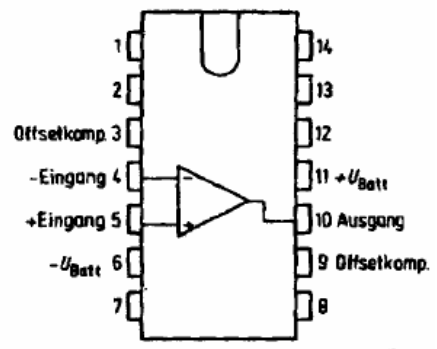
Vỏ nhựa
8 chân ra
20 A 8 DIN 41 866
trọng lượng 0,7g

TBA 221 B



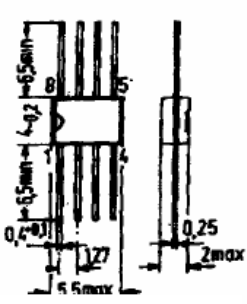
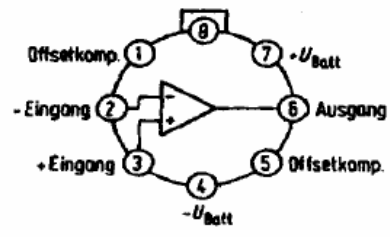
Vỏ nhựa
14 chân ra
20 A 14 DIN 41 866
Trọng lượng 1,1g

TBA 221 A



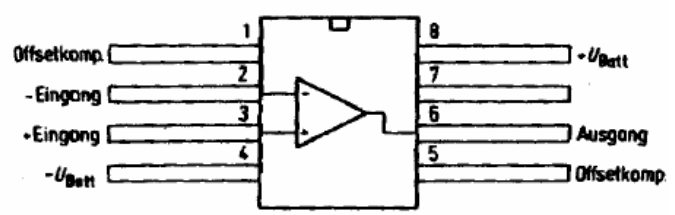
Vỏ kim loại 5 G 8 DIN 41 673 (TO - 99)
Trọng lượng 1,2g
Chân 4 nối vỏ

TBA 221, TBA 222



TBA 221 W

Vỏ nhựa loại nhỏ
8 chân ra
Trọng lượng 0,15g



Hình 1.6 Các kiểu KĐT thông dụng

BÀI 2: ỨNG DỤNG CỦA OPAM

MĐ 14 – 02

Giới thiệu

Bài học này tập trung về các ứng dụng cơ bản nhất của khuếch đại thuật toán từ các mạch làm toán như cộng, trừ,...cho đến các mạch khuếch đại một chiều, xoay chiều và cả khả năng thực hiện các mạch lọc tín hiệu

Kèm theo nội dung phần lý thuyết còn có các bài tập với các mạch ứng dụng cụ thể. Ngoài ra, việc rèn luyện kỹ năng tay nghề còn được thực hiện thông qua các bài thực hành lắp ráp, phân tích mạch tại xưởng.

Mục tiêu

- Phân tích được nguyên lý hoạt động của các mạch khuếch đại đảo, mạch khuếch đại không đảo, mạch cộng, mạch trừ, mạch khuếch đại vi sai, mạch vi phân, mạch tích phân,... dùng khuếch đại thuật toán

- Tính toán được các thông số hoạt động của các mạch khuếch đại thông dụng trên

- Thiết kế được các mạch ứng dụng cho một số mạch thông dụng trên

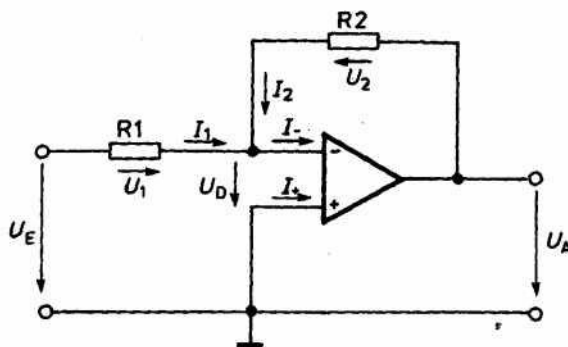
- Kiểm tra, thay thế được các linh kiện hư hỏng trên mạch ứng dụng

- Chủ động và tích cực trong học tập và rèn luyện

Nội dung bài học:

1. Mạch khuếch đại đảo

Trong trường hợp này khuếch đại thuật toán làm việc như một mạch khuếch đại tuyến tính, hệ số khuếch đại V_o được làm giảm xuống bằng điện áp hồi tiếp lấy từ một cầu phân áp đặt ở ngõ ra và đưa trở lại ngõ vào đảo (hình 2.1).



Hình 2.1 Mạch khuếch đại đảo

Hệ số khuếch đại điện áp V của mạch được tính với điều kiện khuếch đại thuật toán là lý tưởng có nghĩa là $V_o = \infty$ và $r_e = \infty$.

Xét tại ngõ vào của mạch:

$$U_A = U_D - U_2$$

mà: $U_D = 0 \text{ V}$

do đó: $U_A = - U_2$

Từ đó tính được hệ số khuếch đại của mạch

$$V = \frac{U_A}{U_E} = - \frac{U_2}{U_1}$$

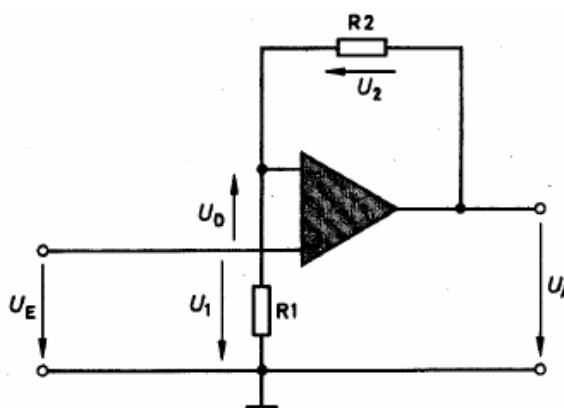
Vì $r_e = \infty$ nên dòng qua R_1 bằng dòng qua R_2 . Suy ra:

$$V = - \frac{U_2}{U_1} = - \frac{I \cdot R_2}{I \cdot R_1} = - \frac{R_2}{R_1}$$

Từ công thức trên cho thấy hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại đảo chỉ phụ thuộc vào các linh kiện ngoài đó là hai điện trở R_1 và R_2 và dấu trừ chứng tỏ điện áp ra và điện áp vào ngược pha nhau.

2. Mạch khuếch đại không đảo

Sơ đồ ở hình 2.2 là một mạch khuếch đại không đảo dùng khuếch đại thuật toán, điện áp cần khuếch đại được đưa vào ngõ vào không đảo $E+$ và điện áp hồi tiếp là một phần của điện áp ra được đưa vào ngõ vào đảo $E-$.



Hình 2.2 Mạch khuếch đại không đảo

Giống như trong trường hợp khuếch đại đảo, khuếch đại thuật toán được xem như là lý tưởng, phương trình điện áp ở ngõ vào và ngõ ra của mạch được viết như sau:

$$U_E = U_D + U_1$$

$$U_A = U_2 + U_1$$

Vì $U_D = 0$ V nên các phương trình trên trở thành

$$U_E = U_1$$

$$U_A = U_2 + U_1$$

Suy ra hệ số khuếch đại V

$$V = \frac{U_A}{U_E} = \frac{U_2 + U_1}{U_1} = 1 + \frac{U_2}{U_1}$$

Vì dòng điện ngõ vào của khuếch đại thuật toán xem như bằng 0 nên dòng qua R1 và R2 bằng nhau, ta có:

$$V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Nhân xét: Hệ số khuếch đại dương và luôn lớn hơn 1. Do đó, tín hiệu vào và ra đồng pha nhau và giá trị của V chỉ phụ thuộc vào hai điện trở R1 và R2

Ưu điểm của mạch khuếch đại không đảo là điện trở ngõ vào của mạch rất cao nên thường được gọi tên là mạch khuếch đại đo lường.

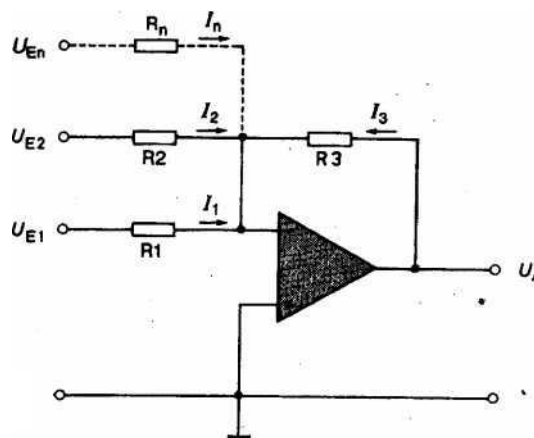
3. Mạch khuếch đại cộng đảo

Mạch khuếch đại đảo có thể khuếch đại và cộng nhiều nguồn điện áp đặt ở ngõ vào. Hình 2.3 trình bày một mạch cộng dùng khuếch đại đảo với hai điện áp ngõ vào (có thể nhiều hơn nếu cần thiết).

Trong trường hợp khuếch đại đảo, ngõ vào E- được xem như là điểm masse giả. Do đó ta có quan hệ sau:

$$I_1 + I_2 = -I_3$$

$$\text{Hoặc : } \frac{U_{E1}}{R_1} + \frac{U_{E2}}{R_2} = -\frac{U_A}{R_3}$$



Hình 2.3 Sơ đồ mạch cộng đảo

Suy ra giá trị của U_A

$$-U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1} + \frac{R_3}{R_2} \cdot U_{E2}$$

Nếu chọn $R_1 = R_2 = R$, phương trình trên trở thành

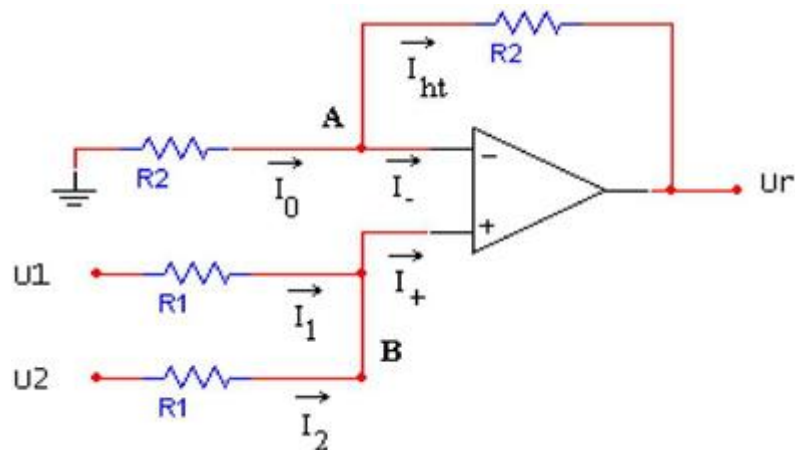
$$-U_A = \frac{R_3}{R} \cdot (U_{E1} + U_{E2})$$

Kết quả trên cho thấy điện áp ra U_A tỉ lệ với tổng số của hai điện áp vào và V là hệ số khuếch đại của mạch cộng, dấu trừ chứng tỏ mạch có góc pha $\varphi = 180^\circ$.

Trường hợp tổng quát

$$-U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1} + \frac{R_3}{R_2} \cdot U_{E2} + \dots + \frac{R_3}{R_n} \cdot U_{En}$$

4. Mạch khuếch đại cộng không đảo



Hình 2.4

$$U_+ = U_- = U_A = U_B$$

$$I_+ = I_- = 0$$

Xét tại nút A, ta có:

$$I_0 - I_- - I_{ht} = 0$$

$$\frac{0 - U_A}{R_2} - \frac{U_A - U_r}{R_2} = 0$$

Xét tại nút B, ta có:

$$I_1 + I_2 - I_+ = 0$$

$$\frac{U_1 - U_B}{R_1} + \frac{U_2 - U_B}{R_1} = 0$$

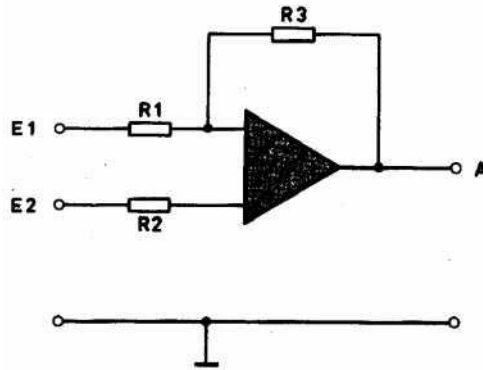
$$U_B = \frac{U_2 + U_1}{2}$$

Thay $U_A = U_B$ vào ta có :

$$U_r = U_1 + U_2$$

5. Mạch trừ

Mạch trừ là sự kết hợp giữa mạch khuếch đại đảo với mạch khuếch đại đo lường (không đảo) hình 2.5 trình bày sơ đồ mạch của mạch trừ



Hình 2.5

Giả sử ngõ vào E_2 là masse và điện áp vào đặt lên E_1 , theo kết quả của mạch khuếch đại đảo, ta được

$$U_A = - \frac{R_3}{R_1} . U_{E1}$$

Giả sử E_1 là masse và điện áp vào đặt lên E_2 , theo kết quả của mạch khuếch đại không đảo ta có

$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} . U_{E2}$$

Nếu cả hai E_1 và E_2 đều là ngõ vào, suy ra:

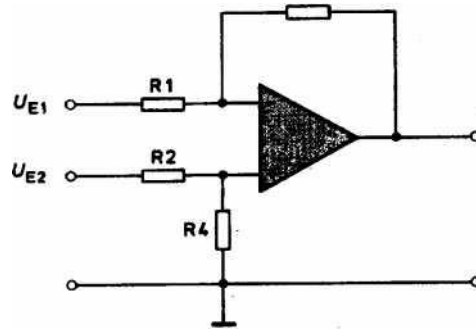
$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} . U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} . U_{E1}$$

Như vậy, điện áp ra tỉ lệ với hiệu số của 2 điện áp vào U_{E1} và U_{E2} nhưng với hai hệ số khuếch đại khác nhau.

Mạch được hiệu chỉnh lại bằng cách giảm thành phần điện áp vào U_{E2} với cầu phân áp gồm hai điện trở R_2 và R_4 (hình 2.6).

Lúc này điện áp tại ngõ vào $E+$ là

$$U_{E+} = U_{E2} . \frac{R_4}{R_2 + R_4}$$



Hình 2.6

Suy ra :

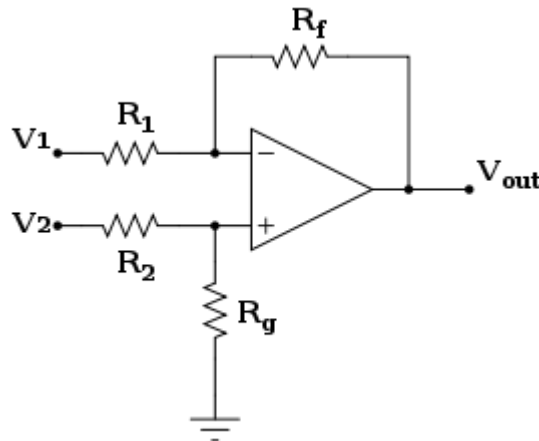
$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_4} \cdot U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1}$$

Chọn $R_2 = R_1$; $R_4 = R_3$, phương trình trở thành

$$U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1} = \frac{R_3}{R_1} \cdot (U_{E2} - U_{E1})$$

Vậy hệ số khuếch đại của mạch trừ là : $\frac{R_3}{R_1}$

6. Mạch khuếch đại vi sai



Hình 2.7

Mạch điện này dùng để tìm ra hiệu số, hoặc sai số giữa 2 điện áp mà mỗi điện áp có thể được nhân với một hằng số. Hằng số này xác định nhờ các điện trở.

$$V_{out} = V_2 \cdot \left(\frac{(R_f + R_1) \cdot R_g}{(R_f + R_2) \cdot R_1} \right) - V_1 \cdot \frac{R_f}{R_1}$$

Tổng trở vi sai Z_{in} (giữa 2 chân đầu vào) = $R_1 + R_2$

Hệ số khuếch đại vi sai

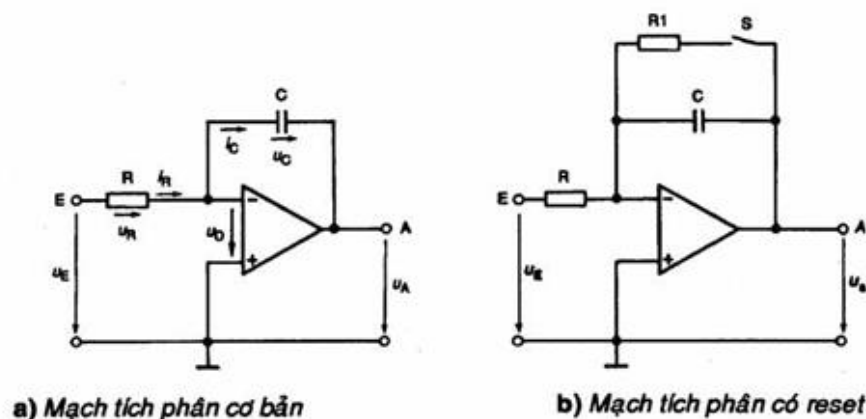
Nếu $R_1 = R_2$ và $R_f = R_g$

$$V_{out} = A \cdot (V_2 - V_1) \text{ và } A = R_f / R_1$$

7. Mạch tích phân

Hình 2.8 trình bày sơ đồ của hai mạch tích phân

Ở hình 2.8b, mạch tích phân được đặt lại (reset) nhờ tiếp điểm S và điện trở R1, điện tích chứa trong C sẽ phóng qua R1 khi S đóng, R1 hạn chế dòng phóng của C. Giả sử điện tích trong tụ đã phóng hết qua R1, phương trình điện áp ở ngõ vào và ngõ ra được biểu diễn như sau:



Hình 2.8

$$U_E = U_R + U_D$$

Và: $U_A = U_D - U_C$

U_D rất nhỏ xem như bằng 0, phương trình trên trở thành

$$U_E = U_R$$

$$U_C = - U_A$$

Vì dòng vào ngõ E- = 0 nên $i_E = i_R$ và dòng này sẽ nạp vào tụ C, ta có:

$$I_E = I_C = I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{U_E}{R}$$

Suy ra điện tích trong tụ C

$$Q = i_C \cdot t = i_R \cdot t$$

Mà: $Q = C \cdot U$

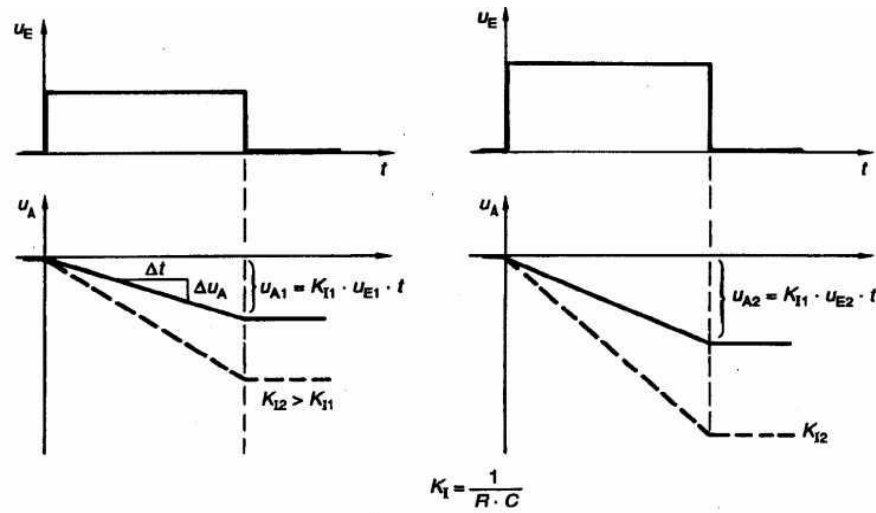
Nên: $u_C = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \cdot i_C \cdot t = \frac{1}{C} \cdot i_R \cdot t$

Dòng nạp vào tụ được xác định bởi điện áp vào và điện trở R, do đó:

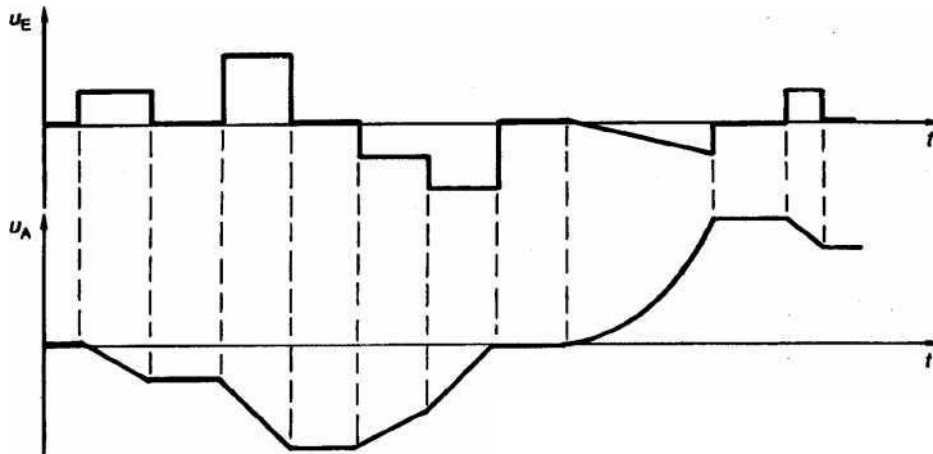
$$u_C = \frac{1}{CR} \cdot i_R \cdot t = \frac{1}{CR} \cdot i_E \cdot t$$

Và điện áp ra của mạch được tính theo biểu thức sau

$$U_A = - \frac{1}{CR} \cdot i_E \cdot t$$



Hình 2.9 Quan hệ giữa điện áp ra với điện áp vào khi K_i thay đổi



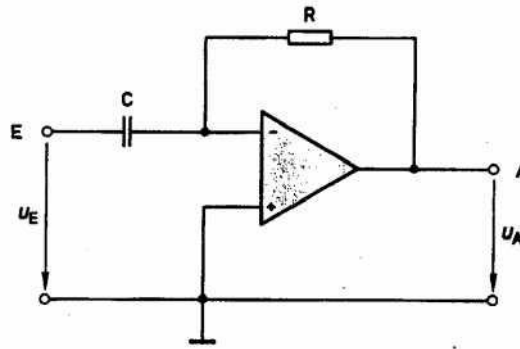
Hình 2.10 Dạng sóng điện áp

Thành phần $1/CR$ là hằng số phụ thuộc vào cấu tạo mạch điện và được ký hiệu là K_i , tích số RC là hằng số thời gian của mạch tích phân ký hiệu là T_i . Hình 2.9 cho thấy ảnh hưởng của K_i và u_E đến điện áp ra.

Từ hình vẽ cho thấy khi RC càng lớn điện áp ra càng tuyến tính và khi điện áp vào càng cao thì tốc độ biến thiên của điện áp ra càng nhanh. Hình 2.10 là dạng sóng của điện áp ra và điện áp vào.

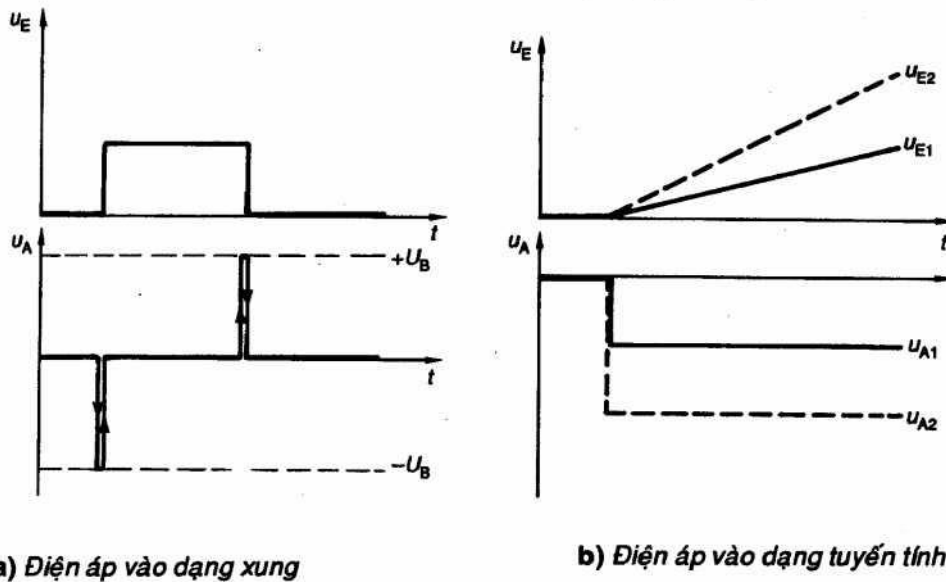
8. Mạch vi phân

Nếu hoán đổi vị trí của R và C ở hình 2.8 với nhau thì mạch sẽ trở thành mạch vi phân, hình 2.11 là sơ đồ cơ bản của mạch vi phân.



Hình 2.11

Mạch vi phân ở hình 2.11 có đặc tính tương tự mạch vi phân dùng linh kiện thụ động RC. Hình 2.12 mô tả đặc tính của mạch vi phân tương ứng với điện áp vào có dạng xung và dạng tuyến tính



a) Điện áp vào dạng xung

b) Điện áp vào dạng tuyến tính

Hình 2.12 Dạng điện áp ra với các điện áp vào khác nhau

Nếu đặt ở ngõ vào của mạch một xung điện áp hình chữ nhật u_E , dòng điện nạp vào tụ lúc này chỉ bị giới hạn bởi điện trở trong của nguồn điện áp vào, dòng điện này có giá trị rất lớn và khi chảy ngang qua R sẽ làm cho điện áp ra u_A có giá trị cũng lớn (phụ thuộc vào nguồn cấp điện U_B), khi tụ đã đầy thì điện áp ra lại trở về 0, điện trở trong của nguồn điện áp vào càng nhỏ bề rộng của điện áp ra càng hẹp (hình 2.12)

Nếu điện áp vào có dạng tuyến tính, dòng nạp vào tụ sẽ là hằng số (đồng thời cũng là dòng qua R). Do đó, điện áp ra cũng là hằng số, độ lớn của điện áp ra phụ thuộc vào tốc độ biến thiên của điện áp vào và trị số của RC, RC càng lớn điện áp ra càng lớn

$$U_A = -RC \cdot \frac{\Delta U_E}{\Delta t}$$

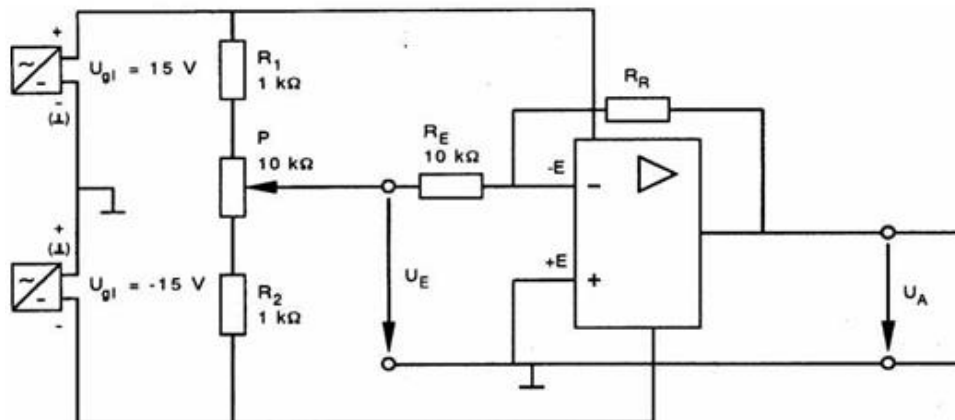
Hằng số phụ thuộc mạch điện là $K_D = RC$

$$U_A = -K_D \cdot \frac{\Delta U_E}{\Delta t}$$

Cả hai mạch tích phân và vi phân là những khối chức năng cơ bản trong kỹ thuật điều khiển tự động

9. Bài tập thực hành

9.1. Lắp ráp mạch khuếch đại đảo



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osilcope
Kéo	Máy phát tần

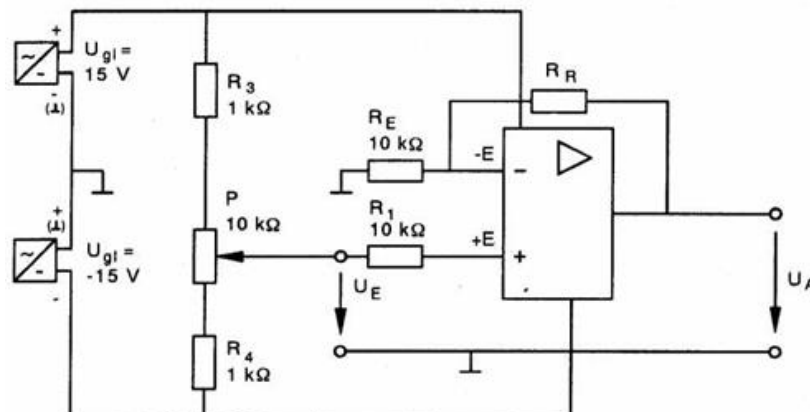
* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R10k	02
3	R 1k	02
4	VR10k	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R_1, R_2, R_E, R_R, VR - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	
Bước 5: Thay $R_R = 22k$ và $R_R = 47k$	- Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A khi R_R thay đổi - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	

9.2. Lắp ráp mạch khuếch đại không đảo



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osiloscope
Kéo	Máy phát tần

* Linh kiện

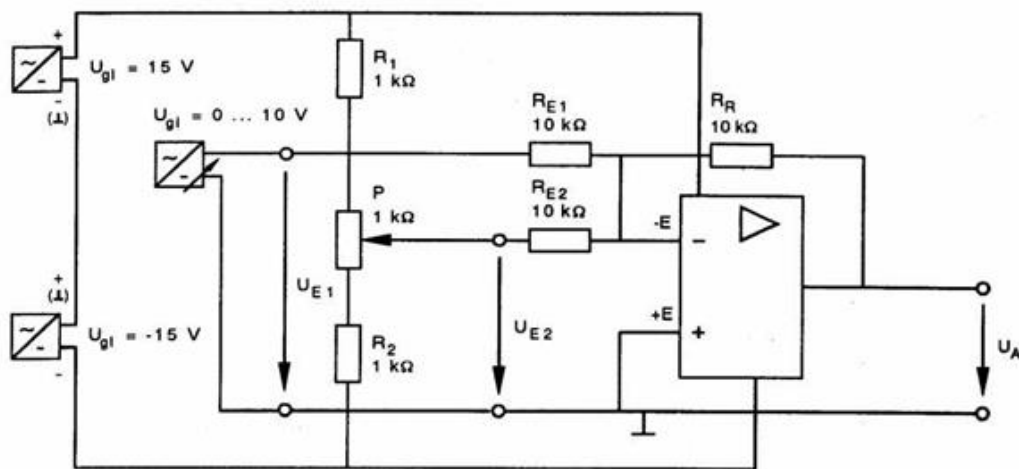
STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R10k	03
3	R 1k	02
4	VR10k	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R1, R3, R4, R _E , R _R , VR - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	

Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra
Bước 5: Thay $R_R = 22k$ và $R_R = 47k$	- Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A khi R_R thay đổi - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra

9.3. Lắp ráp mạch cộng



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bộ cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osiloscope
Kéo	Máy phát tần

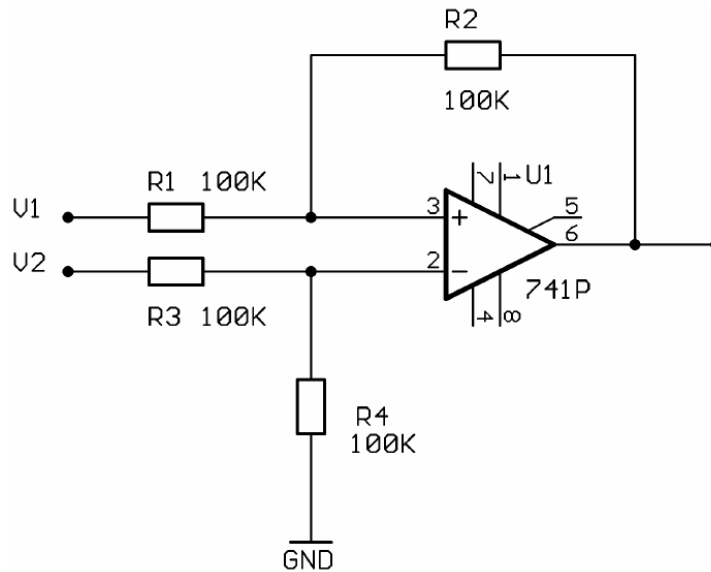
* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R10k	03
3	R 1k	02
4	VR1k	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ $R_1, R_2, VR, R_4, R_{E1}, R_{E2}, R_R$ - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	
Bước 5: Điều chỉnh $U_{E2} = 2V$ và $U_{E2} = -2V$	- Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_A khi U_{E2} thay đổi - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	

9.4. Lắp ráp mạch trừ



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osiloscope
Kéo	Máy phát tần

* Linh kiện

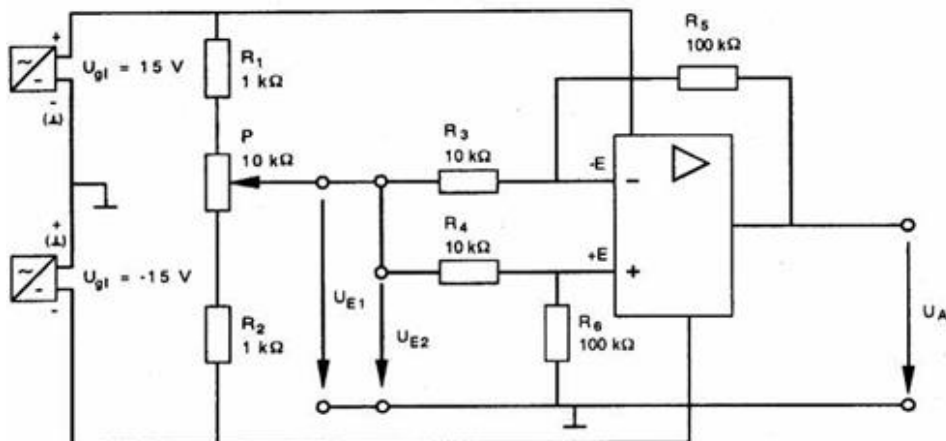
STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R100k	04

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch

<p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lắp ráp linh kiện trên board 	<ul style="list-style-type: none"> - Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R1, R2, R3, R4 - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn 	<ul style="list-style-type: none"> - Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
<p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp 	
<p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn đo thông số mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp V_1, V_2 và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra 	
<p>Bước 5:</p> <p>Điều chỉnh $V_2 = 2V$; $V_2 = -2V$</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_A khi V_2 thay đổi - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra 	

9.5. Lắp mạch khuếch đại vi sai



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osilcope
Kéo	Máy phát tần

* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R100k	02
3	R1k	02
4	R10k	02
5	VR10k	01

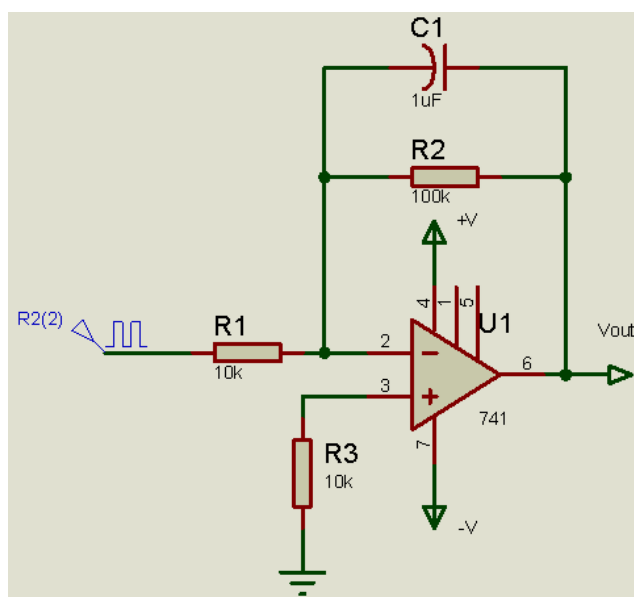
b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R1, R2, VR, R3, R4, R5, R6. - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp V_{E1} , V_{E2} và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	
Bước 5:	- Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_A khi VR thay đổi	

Điều chỉnh VR

- Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra

9.6. Lắp ráp mạch tích phân



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Osilcope
Kéo	Máy phát tần

* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC 741P	01
2	R100k	01
4	R10k	02
5	C1	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính	- Xác định đúng chân linh kiện

- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R1, R2, C1, R3. - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn và tín hiệu đầu vào cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp U_E và U_A - Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng đầu ra	

BÀI 3: ỨNG DỤNG CỦA MẠCH SO SÁNH

MD 14 - 03

Giới thiệu

Mạch so sánh tận dụng tối đa hệ số khuếch đại vòng hở trong opamp và được chế tạo thành những vi mạch chuyên dụng như LM339, LM306, LM311, LM393, NE527, TLC372 Các vi mạch này được thiết kế để đáp ứng rất nhanh theo sự thay đổi của tín hiệu vào.

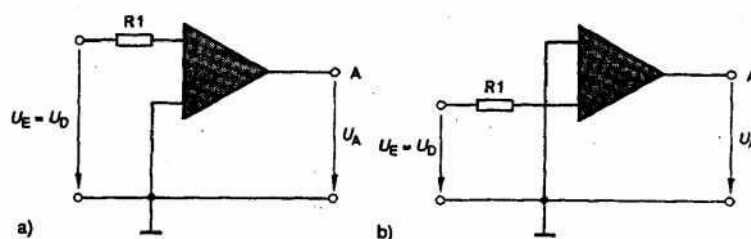
Mục tiêu

- Trình bày được nguyên lý hoạt động các mạch so sánh
- Lắp được các mạch so sánh đúng yêu cầu kỹ thuật
- Rèn luyện tính tỷ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung bài học:

1. Ký hiệu, chức năng và nguyên lý hoạt động

Thực chất là mạch khuếch đại không có hồi tiếp âm, hệ số khuếch đại lúc này là hệ số khuếch đại mạch hở V_o . Hình 2.1 trình bày hai dạng mạch so sánh dùng khuếch đại thuật toán

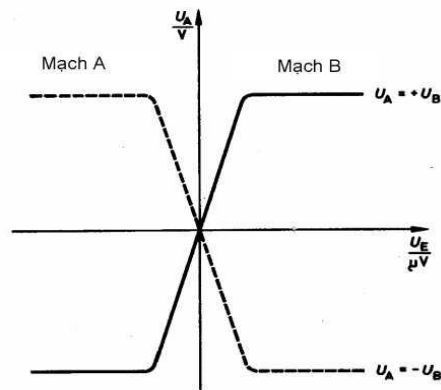


Hình 2.1 Mạch so sánh dùng op-amp

Vì V_o quá lớn do đó ngõ ra sẽ nhanh chóng đạt đến giá trị giới hạn tương ứng với một điện áp rất nhỏ ở ngõ vào. VD: $V_o = 30.000$ và $U_B = \pm 12$ V, lúc này chỉ cần $U_E = 0,4$ mV cũng đủ làm cho $U_A \approx U_B$. Hình 2.2 cho thấy các đường đặc tính truyền tương ứng với hai mạch so sánh ở hình 2.1. Ở đường đặc tính (a) điện áp vào và ra ngược pha nhau và ở đường đặc tính (b) điện áp vào và ra đồng pha nhau.

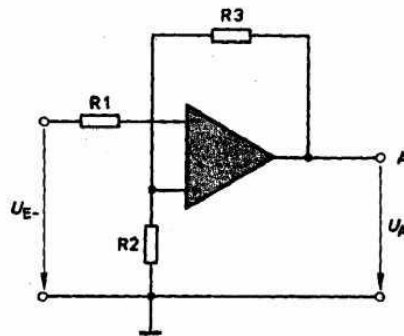
Giả sử điện áp vào thay đổi một lượng rất nhỏ từ trị số âm sang trị số dương, điện áp ra sẽ không thay đổi đột ngột mà với một tốc độ khoảng 1 V/ μ S, để biến thiên từ -18 V đến $+18$ V phải cần một khoảng thời gian là 36 μ S. Ngoài ra, do hệ số khuếch đại của khuếch đại thuật toán quá lớn nên các transistor dễ tiến vào vùng bão hòa, điều

này cũng làm tăng thời gian biến đổi của điện áp ra



Hình 2.2 Đặc tính truyền của mạch so sánh

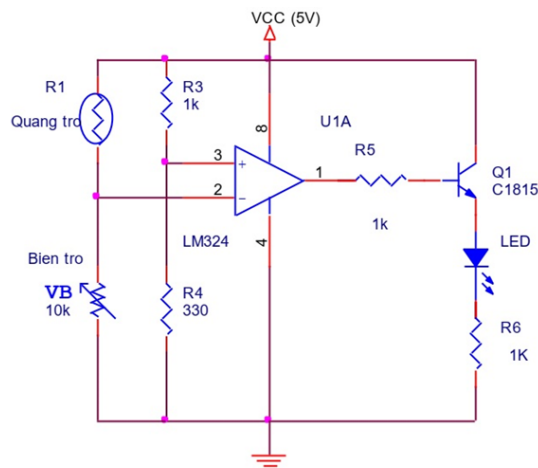
Để điện áp ra biến thiên nhanh mặc dù điện áp vào thay đổi chậm thường các mạch so sánh phải kết hợp với biện pháp hồi tiếp dương (hình 2.3).



Hình 2.3

Quá trình hồi tiếp dương được thực hiện bằng cách đưa điện áp ngõ ra ngang qua điện trở R3 trở về ngõ vào không đảo, mạch so sánh lúc này có đặc tính giống như một chuyển mạch điện tử và được gọi bằng một tên riêng là schmitt trigger.

2. Lắp mạch tự động điều khiển bằng ánh sáng



Hình 2.4

a. Nguyên lý hoạt động:

Khi có ánh sáng chiếu vào quang trở thì trở kháng của quang trở sẽ giảm \Rightarrow điện áp chân 2 tăng lên. Khi $U_{E-} > U_{E+}$ làm điện áp ngõ ra $U_A = 0V \Rightarrow$ BJT không dẫn \Rightarrow đèn không sáng.

Khi không có ánh sáng chiếu vào quang trở $\Rightarrow R_1$ tăng cao \Rightarrow điện áp tại chân 2 giảm. Khi $U_{E-} < U_{E+}$ thì $U_A = 5V \Rightarrow$ BJT dẫn \Rightarrow LED sáng.

b. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	
Kéo	

* Linh kiện

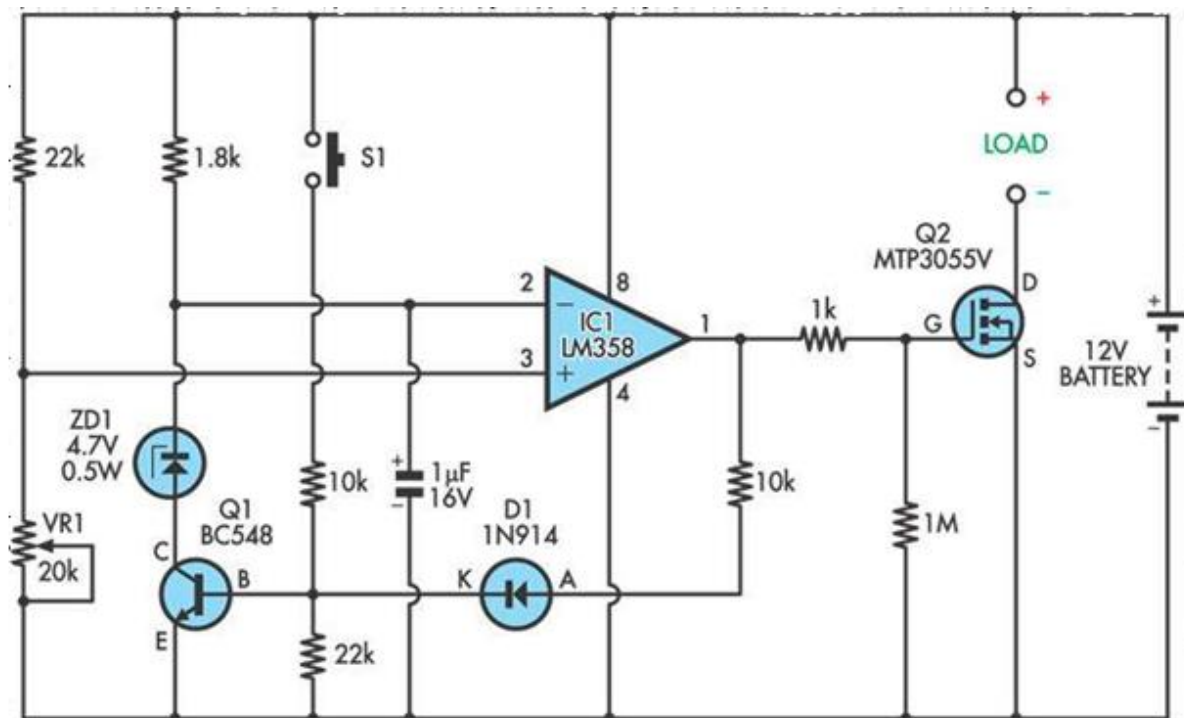
STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC LM324	01
2	R1k	03
4	VB10k	01
5	R330	01
6	Quang trở	01
7	LED	01
8	C1815	01

c. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch

<p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lắp ráp linh kiện trên board 	<ul style="list-style-type: none"> - Cắm IC 741P - Cắm các linh kiện phụ trợ R1, VB, R3, R4, R5, Q1, LED, R6. - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn 	<ul style="list-style-type: none"> - Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt. - Các dây nối không chồng chéo nhau
<p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp 	
<p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn đo thông số mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn Vcc quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp tại chân 2 và chân 3 	

3. Lắp mạch bảo vệ điện áp



Hình 2.5 Mạch tự ngắt khi tụt áp

a. Nguyên lý hoạt động

Khi S_1 bật, $U_v = 12V$, Q1 phân cực thuận tín hiệu đưa vào chân 2 LM358 so sánh với tín hiệu tại chân 3 $\Rightarrow U_{E-} \geq U_{E+} \Rightarrow$ tín hiệu đầu ra của IC1 ở mức cao \Rightarrow Q2 dẫn.

$U_v \leq 10v$, Q1 ngưng dẫn $U_{E-} \leq U_{E+} \Rightarrow$ tín hiệu đầu ra của IC1 ở mức thấp \Rightarrow Q2

ngưng dẫn.

Mạch tự ngắt khi tụt áp kết nối với ắc quy của xe đạp điện, xe máy điện. Chúng ta có thể điều chỉnh ngắt điện xe khi ắc quy tụt điện áp bằng cách điều chỉnh biến trở VR1.

b. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm Panh kẹp Kéo	Đồng hồ VOM

* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC LM358	01
2	R1k	01
4	VR20k	01
5	R22k	02
6	R10k	02
7	R1,8k	01
8	BC548	01
9	1N914	01
10	DZ4,7v/0,5W	01
11	R1M	01
12	MTP3055V	01

c. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính	- Xác định đúng chân linh kiện

- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm IC LM358 - Cắm các linh kiện kết nối theo thứ tự từ trái sang phải theo sơ đồ. - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt.
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn Vcc quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp tại chân 2; 3 và vị trí LOAD	

BÀI 4: MẠCH NGUỒN

MD 14 - 04

Giới thiệu

Bài học này tập trung giới thiệu về đặc tính và các ứng dụng điển hình thường dùng trong thực tế của các họ vi mạch ổn áp 3 chân từ họ vi mạch ổn áp 3 chân cố định đến họ ổn áp 3 chân thay đổi được điện áp ra và một vài vi mạch ổn áp 3 chân song song.

Ngoài phần lý thuyết để tiếp thu tốt kiến thức còn phải kết hợp với phần thực hành để tạo khả năng ứng dụng thực tế cho học viên

Mục tiêu

- Thực hiện nâng cao được tính năng của các bộ nguồn nuôi theo yêu cầu thiết kế.
- Thiết kế được các mạch ứng dụng vi mạch ổn áp đạt yêu cầu kỹ thuật
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung bài học:

1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp

1.1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp 3 chân điện áp cố định

* Họ 78XX/ 79XX

Họ 78xx là họ IC 3 chân ổn áp dương trong đó xx là giá trị điện áp ra. Trong khi đó họ 79xx là họ IC ổn áp âm.

Các IC này được sản xuất bởi nhiều hãng khác nhau. Ví dụ: μ A7805, MC7805, AN7805, μ PC7805, NJM7805, TA7805AP, HA17805...

Tùy theo dòng điện ngõ ra, IC còn được thêm các ký tự tương ứng để nhận dạng.
VD:

78Lxx : Dòng đi ện ra là 100 mA

78xx: Dòng đi ện ra là 1 A

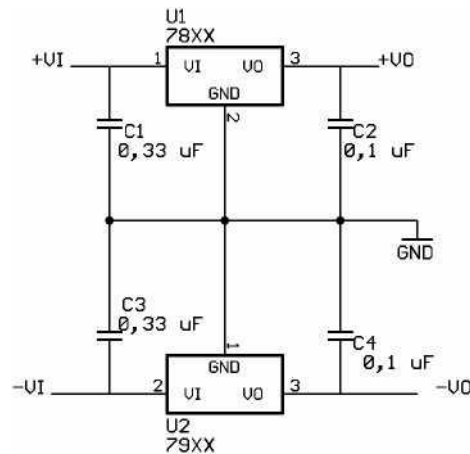
78Hxx : Dòng đi ện ra là 5 A

Họ LM340-xx tương đương với 78xx và LM320-xx tương đương với 79xx. Họ

LM340 và LM320 còn có thêm các ký tự để chỉ hình dạng vỏ như: LM340-xxH, -xxK, -xxT hay LM340H-xx, LM340K-xx, LM340T-xx với H là vỏ T)-5, K vỏ T)-3 và T là dạng vỏ TO- 220. Sau đây là một số ứng dụng tiêu biểu:

1.1.1. Mạch ổn áp dương âm

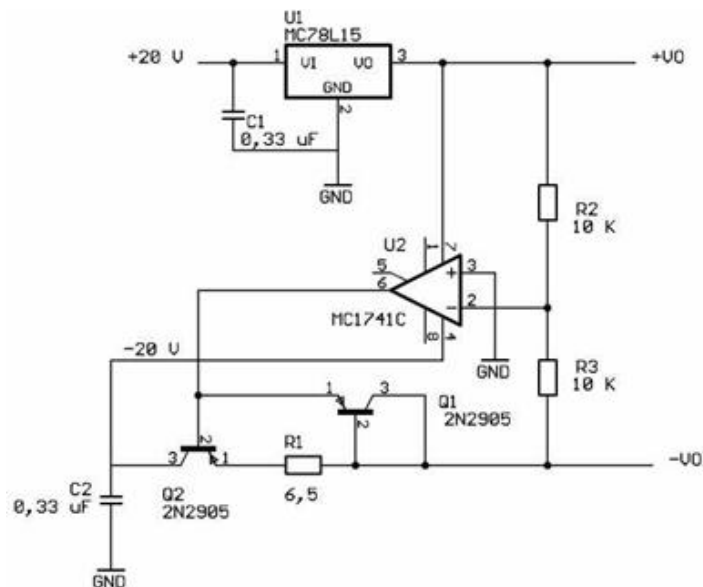
Trong sơ đồ này thì hai nguồn ổn áp âm và dương độc lập với nhau



Hình 4.1

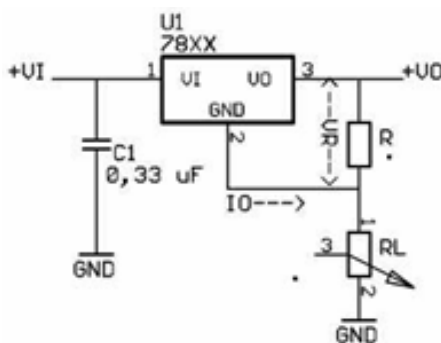
1.1.2. Ổn áp $\pm 15V$

Trong sơ đồ trên ổn áp âm (op-am) được dùng với mạch giới hạn dòng. Transistor Q1 cùng với điện trở lấy mẫu 6,5 Ω (trong IC ổn áp 3 chân cũng có tích hợp mạch hạn dòng ngõ ra)



Hình 4.2

1.1.3. Mạch ổn dòng



Hình 4.3

Dòng tải ổn định I_O gần bằng V_r/R với V_r là điện áp ra danh định của IC (điện áp trên điện trở lấy mẫu R). Thật ra thì dòng tải ổn định nhỏ hơn V_r/R vì dòng tĩnh của IC cũng vào khoảng vài mA.

Dòng điện được ổn định ngay cả khi điện trở tải bằng 0 ($R_L = 0$). Tuy nhiên, điện trở tải cũng có giới hạn tối đa $R_{L\max}$ của nó.

Ta có:

$$V_I - V_O \geq (V_I - V_O)_{\min}$$

Với:

$$V_O = V_r + I_O \cdot R_L$$

Suy ra:

$$V_I - (V_r + I_O R_L) \geq (V_I - V_O)_{\min}$$

$$V_I - [V_r + (V_I - V_O)_{\min}] \geq I_O \cdot R_L$$

$$R_L \leq \frac{V_I - [V_r + (V_I - V_O)_{\min}]}{I_O}$$

Do đó, điện trở tối đa là:

$$R_{L\max} = \frac{V_I - [V_r + (V_I - V_O)_{\min}]}{I_O}$$

Nếu $R_L > R_{L\max}$ thì dòng điện ra I_O không còn ổn định

1.2. Mạch ổn áp dùng IC ổn áp 3 chân điều chỉnh được

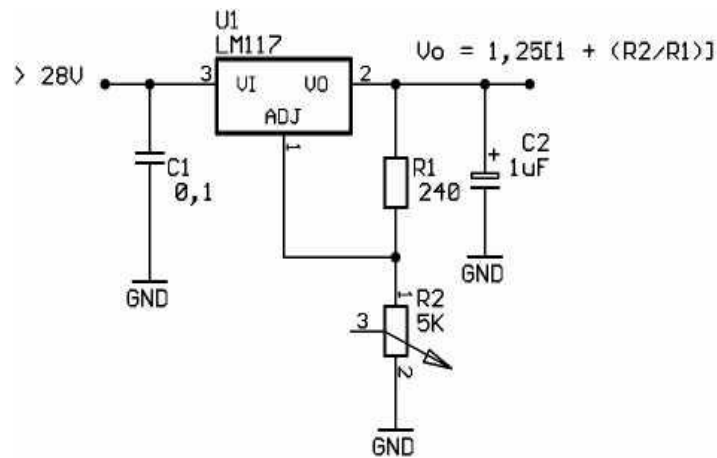
Mặc dù có thể dùng IC ổn áp 3 chân cố định để thực hiện các mạch ổn áp có điện áp ra điều chỉnh được nhưng dòng tĩnh I_Q của IC loại này có ảnh hưởng đến điện áp ra, để khắc phục người ta chế tạo ra loại ổn áp 3 chân điều chỉnh ra có dòng I_Q tại chân ADJ rất nhỏ. Có nhiều loại IC ổn áp 3 chân điều chỉnh được:

- Loại dương: LM117, LM217, LM317, LM350...

- Loại âm: LM337...

Sau đây là các mạch cơ bản ứng dụng LM117/217/317

1.2.1. Mạch ổn áp có điện áp ra chỉnh được từ +1,2 V đến +25 V



Hình 4.4

Giá trị của điện áp ra V_o

$$V_o = 1,25 (1 + R_2/R_1) + I_{ADJ} \cdot R_2$$

Dòng I_{ADJ} rất nhỏ và không đổi (khoảng 100 μA đối với 117 và 50 μA đối với 317 trong khi dòng tĩnh của 7805 là 8 mA) do đó thường có thể bỏ qua $I_{ADJ} \cdot R_2$ và khi đó

$$V_o = 1,25 (1 + R_2/R_1)$$

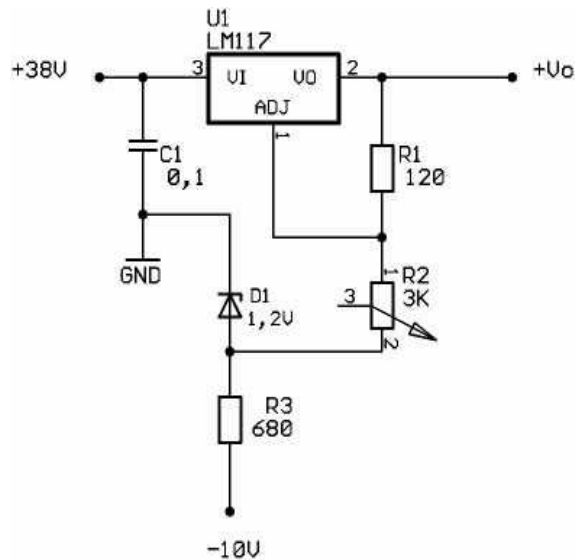
LM117 có khả năng cấp dòng ra tối đa là 1,5 A, bên trong LM117 có các mạch giới hạn dòng, bảo vệ quá nhiệt và bảo vệ vùng làm việc an toàn. Tất cả các tính năng này vẫn hoạt động ngay cả khi chân ADJ chưa được nối.

1.2.2. Nguồn ổn áp chỉnh được từ 0 V

Trong sơ đồ dùng LM117 là loại IC chuẩn có điện áp ra chính xác là 1,22 V, độ nhiễu thấp và khả năng ổn định nhiệt độ tốt.

$$V_o = 1,25 (1 + R_2/R_1) - 1,2 V$$

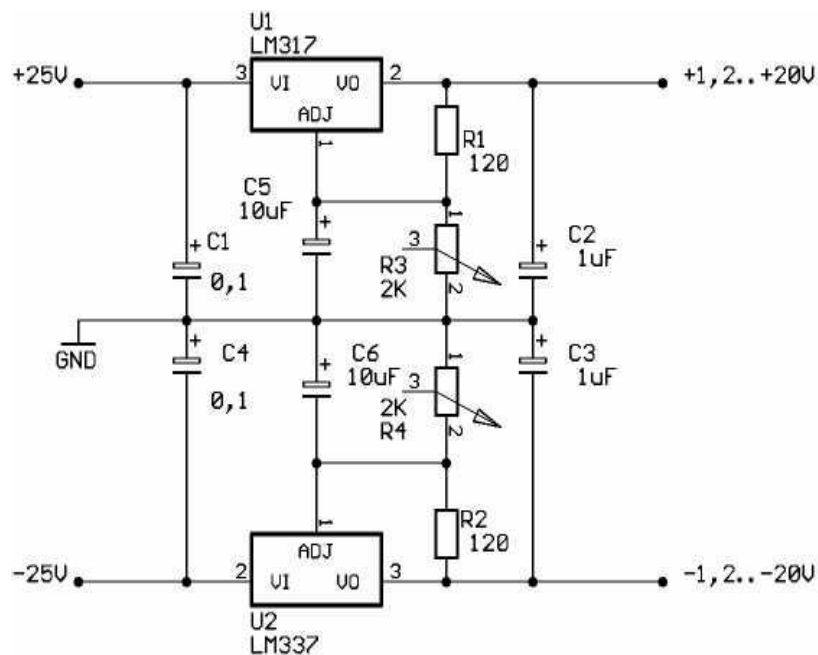
V_o có thể chỉnh được từ 0 V đến +35 V



Hình 4.5 Nguồn ổn áp 0v ÷ 35v

1.2.3. Ổn áp 2 cực tính với các ngõ ra điều chỉnh độc lập

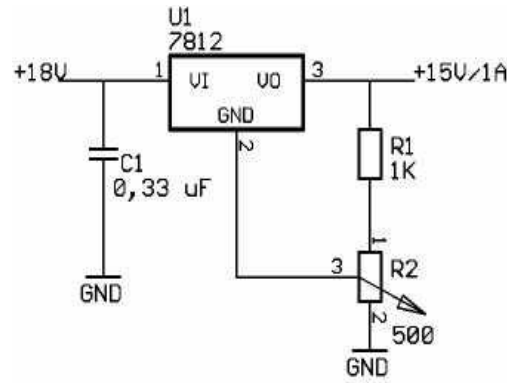
LM337 là IC ổn áp thuộc họ LM137/237/337, các tụ 10 pF được nối từ chân ADJ xuống đất để triệt gợn sóng



Hình 4.6 Ổn áp điều chỉnh $\pm 1,2 \text{ V} \div \pm 20 \text{ V}$

2. Các mạch ứng dụng

2.1. Nguồn 15V/1A dùng 7812



Hình 4.7

Biến áp nguồn có điện áp ra bên thứ cấp là 36 V có điểm giữa (mỗi bên 18 V), biến trở 500Ω dùng để chỉnh giá trị điện áp ra ban đầu là 15V. Vi mạch 7812 phải có tỏa nhiệt tốt.

2.2. Nguồn ổn áp thay đổi được từ 0,5 V..30 V dùng 7805

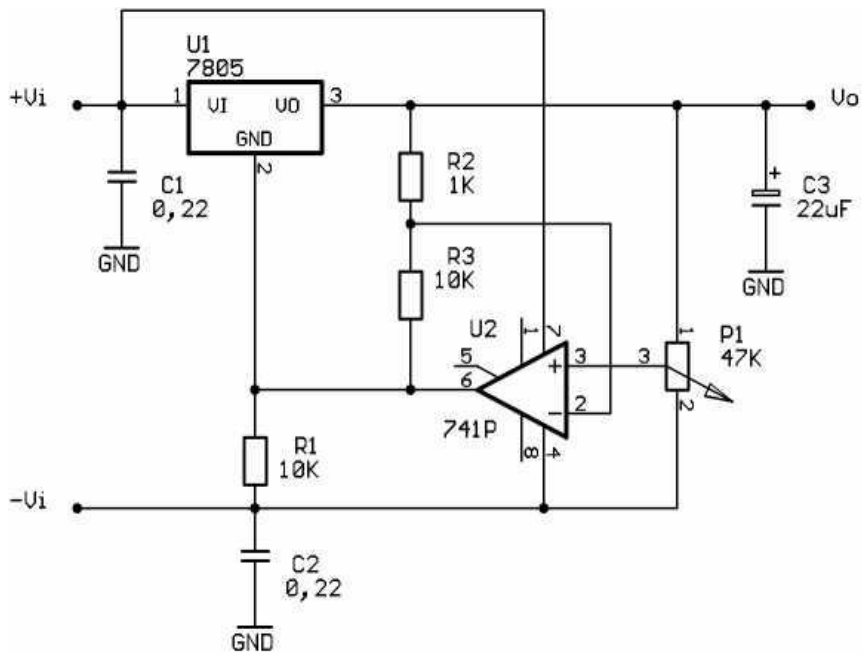
Nguồn 8 V dùng để phân cực cho op-amp và 7805, dòng điện cấp từ -8 V có giá trị nhỏ không đáng kể

$$V_{e+} = V_o(k.P1) = V_o \frac{R5}{R4 + R5}$$

$$V_{e-} = V_o - V_{REG} \frac{R2}{R2 + R3}$$

$$V_o = V_{REG} \frac{R2(R4 + R5)}{R4(R2 + R3)}$$

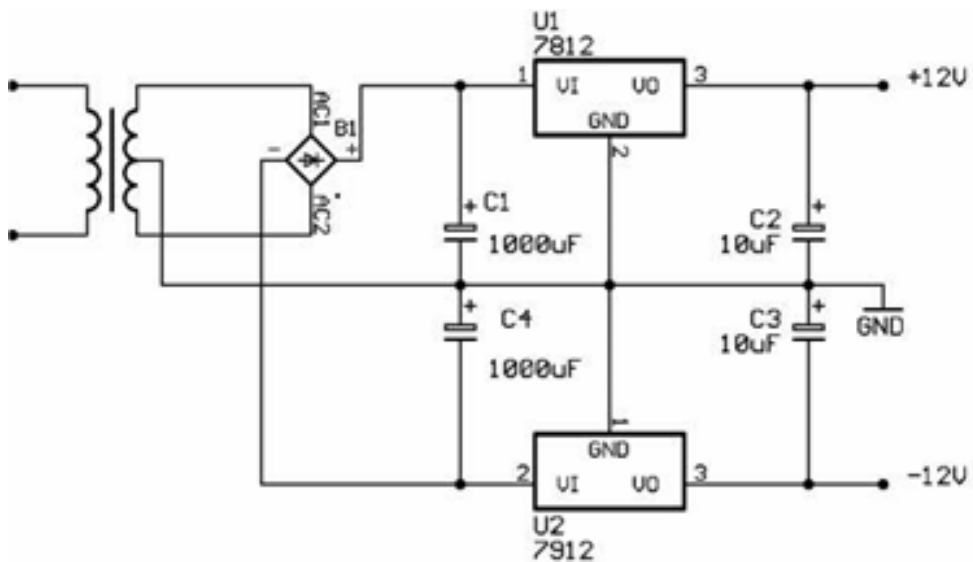
Theo công thức trên để cho $V_o = 0$ thì R2 phải bằng 0 hoặc bằng α , điều này không thể được. Tuy nhiên. V_o có thể gần bằng 0 (+0,5 V) với điều kiện là $-V_i$ phải nhỏ hơn -5V trừ cho điện áp bão hòa của op-amp. VD: $-V_i = -8$ V và lưu ý là $+V_i$ ($-(-V_i)$) không được vượt quá điện áp nuôi cho phép của op-amp (với 741 là 44 V) R1 giới hạn dòng điều khiển IC ổn áp cấp từ op-amp. Với các giá trị trong sơ đồ, điện áp ra có thể thay đổi được từ 0,5 V ($R5 = 0$) đến +30 V ($R5 = 59.R4$)



Hình 4.8

2.3. Nguồn nuôi op-amp $\pm 12\text{ V}$

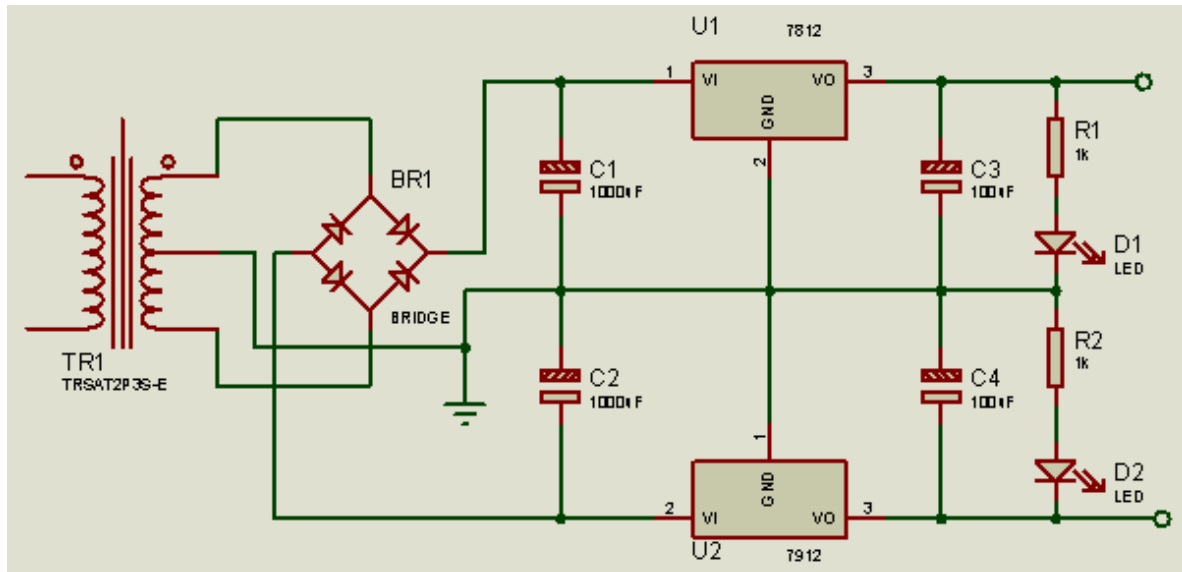
Mạch dùng IC7812 và 7912, thứ cấp biến áp có điểm giữa, điện áp ra là 24 V, bốn diode chỉnh lưu dùng 1N4002 hoặc tương đương, có thể thêm tụ 0,1 μF ở ngõ ra để cải thiện đặc tính quá độ



Hình 4.9

3. Bài tập thực hành

3.1. Mạch ổn áp $\pm 12\text{v}$



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	
Kéo	

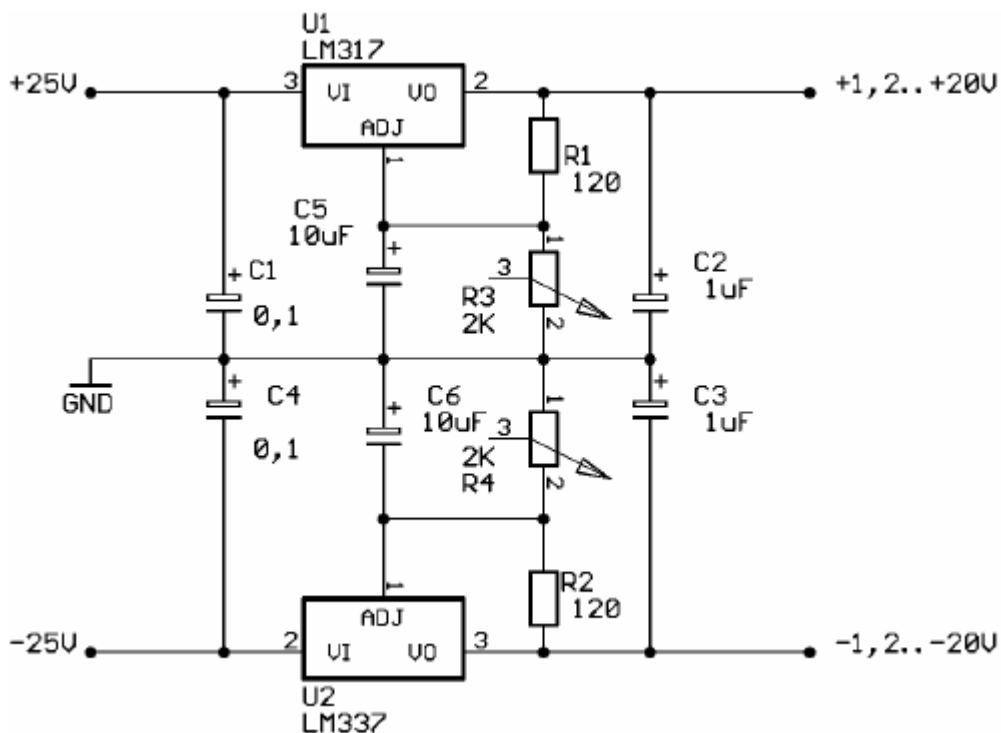
* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	TR1	01
2	Cầu điôt	01
4	1000uF	02
5	100uF	02
6	R1k	02
7	LED	02
8	7812	01
9	7912	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm các linh kiện kết nối theo thứ tự từ trái sang phải theo sơ đồ. - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt.
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn Vcc quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp tại 3 của IC 7812 và 7912	

3.2. Mạch ổn áp $\pm 1,2\text{v} \div \pm 20\text{v}$



a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
Bo cắm Panh kẹp Kéo	Đồng hồ VOM

* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	TR1	01
2	Cầu điôt	01
4	10uF	02
5	1uF	02
6	0,1uF	02
6	R120	02
7	VR2k	02
8	LM 317	01
9	LM 337	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm các linh kiện kết nối theo thứ tự từ trái sang phải theo sơ đồ.	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt.

	<ul style="list-style-type: none"> - Cắm dây liên kết mạch - Cắm dây cấp nguồn 	
<p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp 	
<p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn đo thông số mạch điện 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấp nguồn Vcc quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp tại 3 của IC 7812 và 7912 	

BÀI 5: ỨNG DỤNG VI MẠCH TƯƠNG TỰ THÔNG DỤNG

MD 14 – 05

Giới thiệu

Công nghệ vi mạch ngày càng phát triển nên: Mật độ tích hợp cao, làm việc được với điện áp và dòng điện lớn...những đặc điểm này làm cho việc thiết kế mạch điện dễ dàng và ít linh kiện hơn, nội dung bài này sẽ giới thiệu một vài loại vi mạch điển hình thường dùng trong thực tế, với mỗi vi mạch cụ thể có kèm theo các bài thực tập nhằm nâng cao tay nghề của học viên

Mục tiêu

- Trình bày được sơ đồ và nguyên lý hoạt động của các mạch khuếch đại công suất âm tần
- Lắp được các mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung bài học:

1. Vi mạch công suất âm tần

* Thông số kỹ thuật

Điện áp cấp nguồn tối đa: $\pm 18V(36V)$

Dòng ra đỉnh tối đa: 3.5A

Công suất tiêu tán: 20W

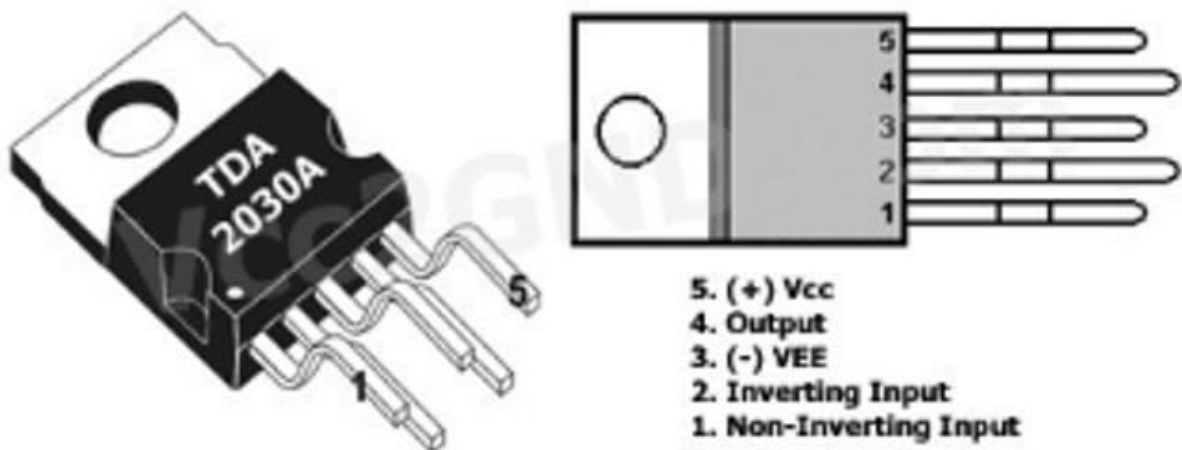
Nhiệt độ làm việc: $-40 \sim 150^{\circ}C$

TDA2030 là một mạch tích hợp khối trong gói phiên bản của PENTAWATT, được sử dụng như một khuếch đại tần số thấp ở chế độ AB.

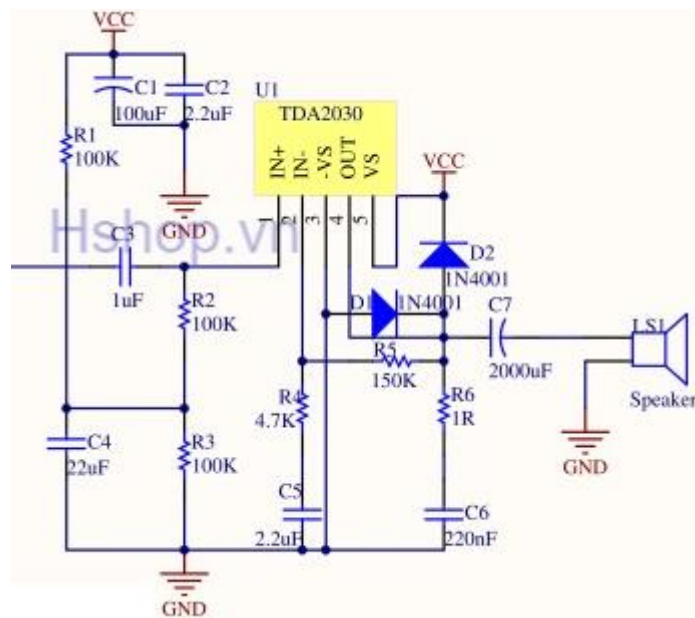
Thông thường nó cung cấp công suất ra 14W tại 14V áp vào/4R trở kháng ra tải; $\pm 14V$ hoặc 28V, đảm bảo công suất đầu ra là 12W trên tải 4 Ohm và 8W trên tải 8Ohm (DIN45500)

IC TDA2030 đảm bảo dòng điện ra cao, ổn định và độ méo tín hiệu thấp. Ngoài ra TDA được tích hợp chống ngắn mạch, chống quá tải và chống quá nhiệt để đảm bảo các bóng bán dẫn trong mạch luôn hoạt động trong điều kiện an toàn.

* Sơ đồ chân



2. Lắp mạch khuếch đại âm tần dùng TDA2030



Mạch khuếch đại âm thanh TDA2030 mono 14W chỉ sử dụng 1 IC duy nhất là TDA2030 với kích thước rất nhỏ gọn nhưng công suất khuếch đại có thể đạt tới 14W

Mạch khuếch đại âm thanh TDA2030 mono 14W có chất lượng linh kiện, board mạch và gia công tốt, IC có gắn kèm tản nhiệt cho khả năng hoạt động ổn định lâu dài, thích hợp trong các ứng dụng khuếch đại âm thanh cần sự nhỏ gọn hoặc chỉ cần phát từ 1 loa (mono) như robot, mạch phát tiếng nói,...

a. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị linh kiện

* Dụng cụ thiết bị

Dụng cụ	Thiết bị
---------	----------

Bo cắm	Đồng hồ VOM
Panh kẹp	Loa 8Ω
Kéo	

* Linh kiện

STT	Tên linh kiện	Số lượng
1	IC TDA2030	01
2	1N4001	02
4	2000uF	01
5	100uF	01
6	22uF	02
7	220uF	01
8	R100k	03
9	R4,7k	01
10	R150k	01
11	R1k	01

b. Trình tự thực hiện

Các bước công việc	Nội dung	Yêu cầu kỹ thuật
Bước 1: - Chuẩn bị các linh kiện đã chọn, board mạch - Xác định vị trí đặt linh kiện trên board	- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính - Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn	- Xác định đúng chân linh kiện - Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch
Bước 2: - Lắp ráp linh kiện trên board	- Cắm các linh kiện kết nối theo thứ tự từ trái sang phải theo sơ đồ. - Cắm dây liên kết mạch	- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt.

	- Cắm dây cấp nguồn	
Bước 3: - Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý. - Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp	
Bước 4: - Cấp nguồn đo thông số mạch điện	- Cấp nguồn Vcc quan sát hiện tượng của mạch - Dùng đồng hồ VOM đo điện áp tại điểm yêu cầu cho trước	

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề cương môđun/môn học nghề Sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp”,
Dự án Giáo dục kỹ thuật và Đào nghề (VTEP), Tổng cục Đào 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] Kỹ thuật điện tử - *Đỗ Xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2000*

