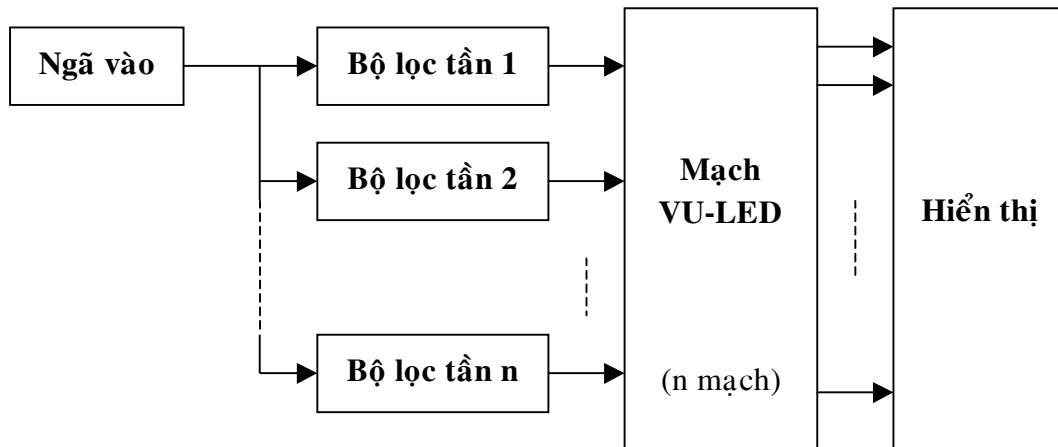


# **PHẦN I: GIỚI THIỆU SƠ ĐỒ KHỐI VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG**

## **I. Sơ đồ khối cơ bản mạch phân tích phổ âm tần:**

### **1. Sơ đồ khối:**



Sơ đồ khối cơ bản của mạch phân tích phổ âm tần

### **2. Nguyên lý hoạt động:**

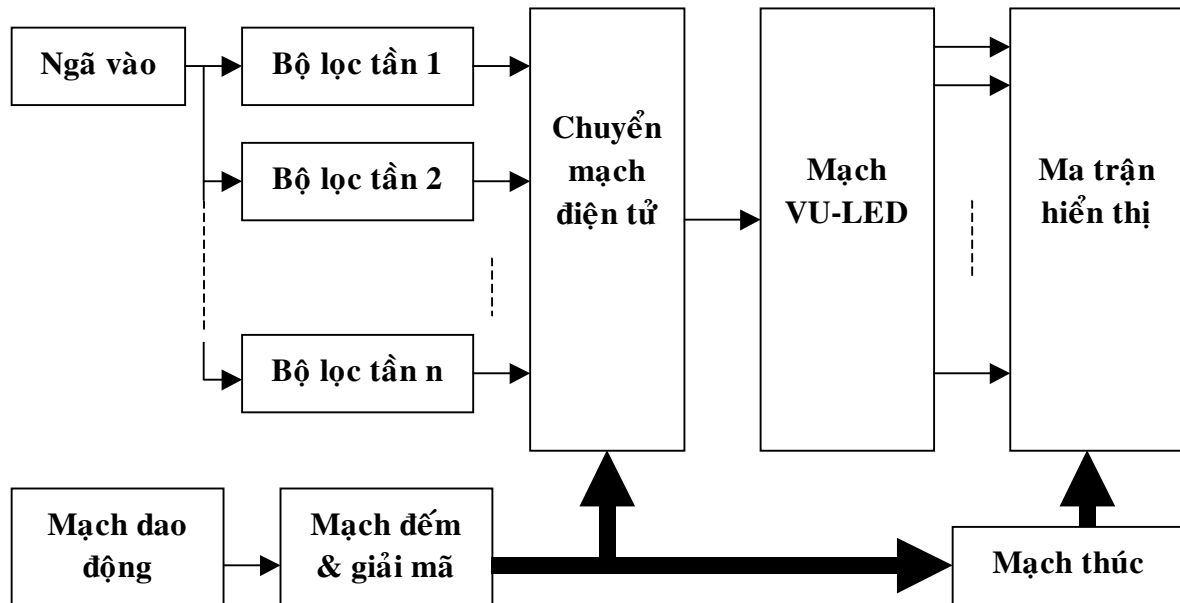
Tín hiệu từ ngã vào được đưa vào từng bộ lọc tần. Bộ lọc tần dùng loại mạch lọc tích cực dải thông. Mạch chỉ để cho các tín hiệu trong một dải tần qui định đi qua và lọc bỏ các thành phần khác. Có thể dùng transistor kết hợp với các tụ điện và điện trở để hình thành nên mạch lọc tích cực hoặc dùng các OP-AMP kết hợp với các linh kiện thụ động bên ngoài để có mạch lọc tích cực. Số mạch lọc càng nhiều thì bộ phân tích phổ tần càng có độ phân giải tần số càng cao, được thể hiện trong chỉ tiêu chất lượng của mạch cao hơn.

Mạch VU-LED dùng để hiển thị mức biên độ của tín hiệu sau khi qua bộ lọc tần. Mạch này có thể dùng linh kiện rời hoặc dùng các IC chuyên dụng. Các đường ra càng nhiều thì mạch có độ phân giải biên độ càng lớn.

Trong sơ đồ trên ta thấy mỗi bộ lọc tần cần có một mạch VU-LED cho việc hiển thị, càng nhiều bộ lọc tần (độ phân giải tần số của mạch càng cao) thì càng dùng nhiều mạch VU-LED. Điều này sẽ gây cho mạch sự kết nối phức tạp. Để khắc phục nhược điểm của sơ đồ trên ta xét những cải tiến trong sơ đồ khối sau:

## II. Sơ đồ khối mạch phân tích phổ âm tần dùng hiển thị dạng quét (multiplex):

### 1. Sơ đồ khối:



Sơ đồ khối của mạch phân tích phổ âm tần dùng hiển thị dạng quét

### 2. Nguyên lý hoạt động:

Sơ đồ này thể hiện ưu điểm là chỉ dùng một mạch VU-LED bất kể số lượng mạch lọc là bao nhiêu, số đường nối dây ra mạch hiển thị cũng đơn giản hơn do việc sử dụng ma trận hiển thị là sự kết hợp giữa hàng và cột. Số lượng cột tương ứng với số lượng mạch lọc tần, còn số hàng chính là số lượng đầu ra của mạch VU-LED.

Sơ đồ này cũng bao gồm  $n$  bộ lọc tần, các ngõ ra của các bộ lọc tần được đưa vào bộ chuyển mạch, tại từng thời điểm chuyển mạch chỉ cho tín hiệu của một bộ lọc tần ra mà thôi. Điều khiển bộ chuyển mạch được thực hiện bởi mạch đếm & giải mã, tín hiệu xung clock của mạch dao động đưa vào mạch đếm & giải mã, số ngõ ra của mạch đếm & giải mã tương ứng là  $n$ . Ngõ ra của mạch đếm & giải mã cũng đồng thời được đưa đến mạch thúc để quét các cột. Nếu tần số xung clock đủ nhanh thì mắt ta sẽ bị đánh lừa cho cảm giác đồng thời các cột đều sáng nhưng thực ra tại một thời điểm thì chỉ có một cột sáng.

## PHẦN II: CÁC MẠCH LỌC

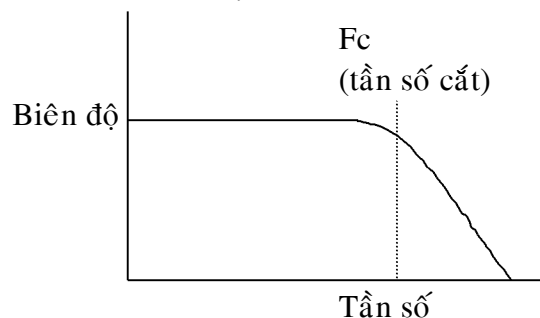
### I. Giới thiệu các mạch lọc:

Thường trong các thiết bị điện hoặc điện tử cần chặn hoặc cần cho qua những tần số nào đó người ta thường dùng bộ lọc tần số. Trước kia nó được dựng chủ yếu bằng những phần tử điện cảm L và điện dung C. Ngày nay IC khuếch đại thuật toán (OP AMP) có kích thước nhỏ, có nhiều đặc tính ưu việt, giá thành hạ, tính toán thiết kế đơn giản nên được ưa chuộng để dựng các bộ lọc tích cực RC.

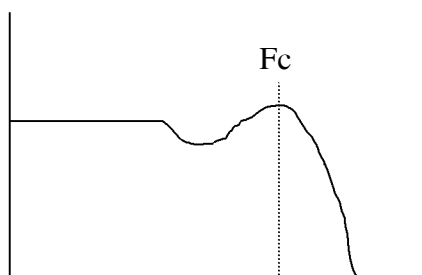
Có nhiều loại mạch lọc tích cực khác nhau chẳng hạn như mạch Butterworth và Chebyshev. Trước khi xét đến các bộ lọc ta cần xét đến bậc của bộ lọc. Bậc của bộ lọc xác định độ dốc đường cắt. Số bậc càng cao, đường cắt càng dốc. Bậc lọc gia tăng theo 6dB/oct. Mạch lọc tích cực đơn giản nhất là mạch lọc bậc nhất với độ dốc là 6db/oct. Các mạch lọc tích cực cao cấp hơn có thể có bậc cao hơn, ví dụ một bộ lọc bậc hai có độ dốc đường cắt là 12dB/oct. Phần dưới, do yêu cầu của đề tài, trình bày chủ yếu về mạch lọc dải thông. Sau đây là giới thiệu các loại mạch lọc:

#### 1. Mạch lọc thông thấp:

Mạch lọc Butterworth được thiết kế để có đáp ứng biên tần phẳng trong dải thông và có đặc tính đường cong trơn tru. Hình dưới trình bày biểu đồ đáp ứng tần số của một mạch lọc Butterworth bậc nhất điển hình.



Một loại phổ biến khác của đáp ứng lọc được thể hiện bởi mạch lọc Chebyshev. Biểu đồ đáp ứng biên tần của một mạch lọc thông thấp Chebyshev được trình bày ở hình dưới.

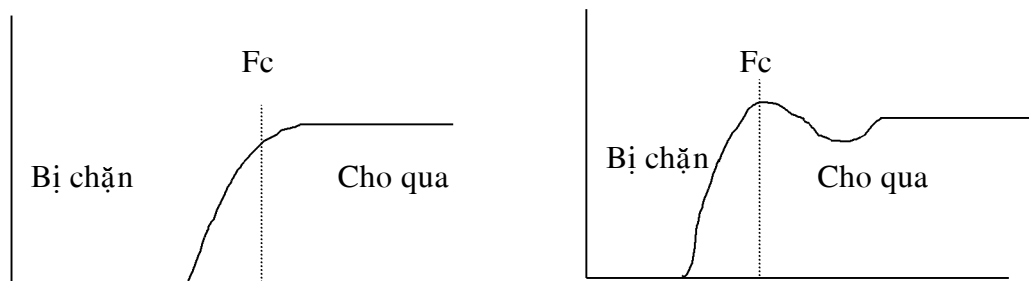


Đáp ứng biên tần của mạch lọc không phẳng ở tần số thấp hơn tần số cắt như trong bộ lọc Butterworth. Trong bộ lọc Chebyshev, có một sự giảm về biên độ ở phía trước tần số cắt và biên độ lại tăng trở lại trước khi đường suy giảm bắt đầu. Thuận lợi chủ yếu của mạch lọc Chebyshev là có đặc tính đường suy giảm rất dốc.

Các mạch diện thực sự của mạch lọc Butterworth và Chebyshev thường thì khá giống nhau. Thông thường, sự khác biệt duy nhất trong hai mạch lọc là giá trị các linh kiện thực sự được sử dụng.

## 2. Mạch lọc thông cao:

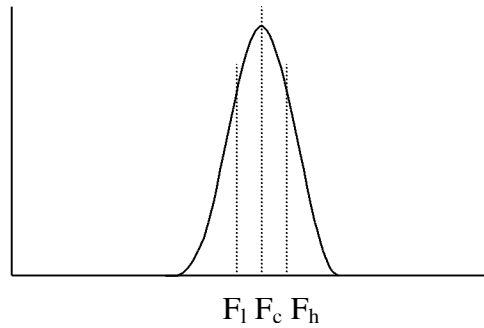
Về mặt chức năng, một mạch lọc thông cao đóng vai trò đối lập với một mạch lọc thông thấp. Nếu bỏ qua đường cong suy giảm, những cái được cho qua bởi mạch lọc thông thấp sẽ bị chặn lại bởi mạch lọc thông cao và ngược lại. Các mạch lọc tích cực thông cao khá giống các mạch lọc tích cực thông thấp, ngoại trừ vị trí của một số linh kiện bị thay đổi. Cũng giống như mạch lọc tích cực thông thấp, một mạch lọc tích cực thông cao cũng có cả đáp ứng Butterworth lẫn đáp ứng Chebyshev được trình bày dưới đây.



## 3. Mạch lọc dải thông:

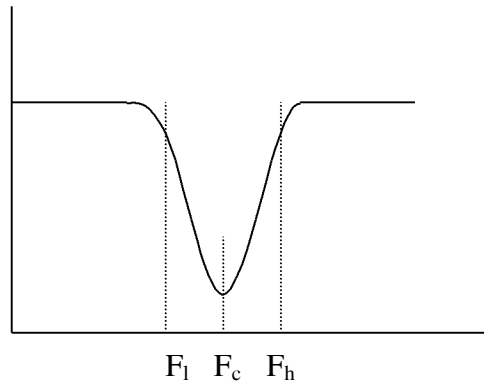
Nói chung các mạch lọc dải thông phức tạp hơn nhiều so với các mạch lọc thông thấp và thông cao. Theo một mặt nào đó, các mạch lọc thông thấp và thông cao cũng là một loại mạch lọc dải thông. Trong một mạch lọc thông thấp, tần số cắt dưới là một điểm tưởng tượng nằm dưới 0Hz. Đối với mạch lọc thông cao, tần số cắt trên được xác định bởi đáp ứng tần số của OP-AMP (hay các linh kiện tích cực khác) được dùng trong mạch lọc.

Một mạch lọc dải thông có thể được tạo ra bằng cách mắc nối tiếp mạch lọc thông thấp và mạch lọc thông cao. Các mạch lọc dải thông phức tạp hơn vì có nhiều thông số hơn và vì thế linh hoạt hơn. Các thông số bao gồm như: độ lợi (K), bậc lọc (n), tần số trung tâm ( $F_c$ ), và băng thông (BW) ngoài ra còn có một thông số nữa là hệ số phẩm chất Q, được suy ra từ  $F_c$  và BW.



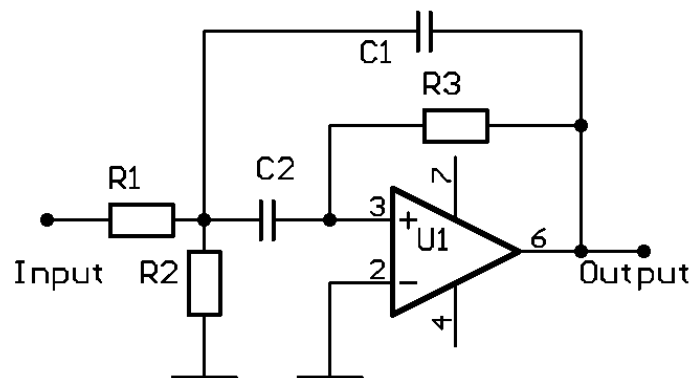
#### 4. Mạch lọc dải chặn:

Một mạch lọc dải chặn cho hầu hết mọi tần số đi qua nó ngoại trừ những tần số nằm trong một khoảng được xác định (thường là hẹp). Các mạch lọc dải chặn thường được dùng để loại bỏ những thành phần tần số không mong muốn. Các tần số cao hơn và thấp hơn dải chặn đều được mạch lọc dải chặn cho qua dễ dàng. Trong đồ thị đáp ứng biên tần ta thấy có một lỗ hổng hay lõm xuống vì thế mạch này thường được gọi là mạch lọc Notch.



## II. Chi tiết về mạch lọc dải thông:

Mạch lọc dải thông cơ bản được minh họa bên dưới:



Sơ đồ nguyên lý của một mạch lọc dải thông cơ bản

Mạch này có thể được thiết kế để cho độ lợi từ thấp tới trung bình và giá trị  $Q$  có thể cao tới 20, giá trị thấp hơn của  $Q$  có thể được chọn lựa bằng cách dùng các giá trị linh kiện thích hợp.

Trong mạch chọn  $C_1 = C_2 = C$  để dễ tính toán. Các thông số cho trước là tần số trung tâm ( $F_c$ ), độ lợi ( $K$ ) và  $Q$ . Trong hầu hết các trường hợp, giá trị  $Q$  có thể được suy ra từ tần số trung tâm và băng thông của bộ lọc dải thông.

$$Q = \frac{F_c}{BW}$$

Với các thông số cho trước, ta có các công thức để tính  $R_1$ ,  $R_2$  và  $R_3$ :

$$R_1 = \frac{Q}{(2pF_c CK)}$$

$$R_2 = \frac{Q}{(2pF_c C(2Q - K))}$$

$$R_3 = \frac{2Q}{(2pF_c C)}$$

Độ lợi được xác định bằng tỉ số giữa  $R_1$  và  $R_3$ :

$$K = \frac{R_3}{2R_1}$$

Một hạn chế quan trọng cho mạch này là nếu có độ lợi ( $K$ ) cao thì  $Q$  cũng phải cao. Không thể thiết kế mạch lọc với độ lợi cao và  $Q$  thấp bởi vì giá trị của  $R_2$  sẽ âm. Trong mạch, bậc lọc được xác định bởi giá trị  $Q$ . Giá trị  $Q$  càng cao, đường cắt càng dốc.

Khi cho trước  $C$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , có thể tính được:

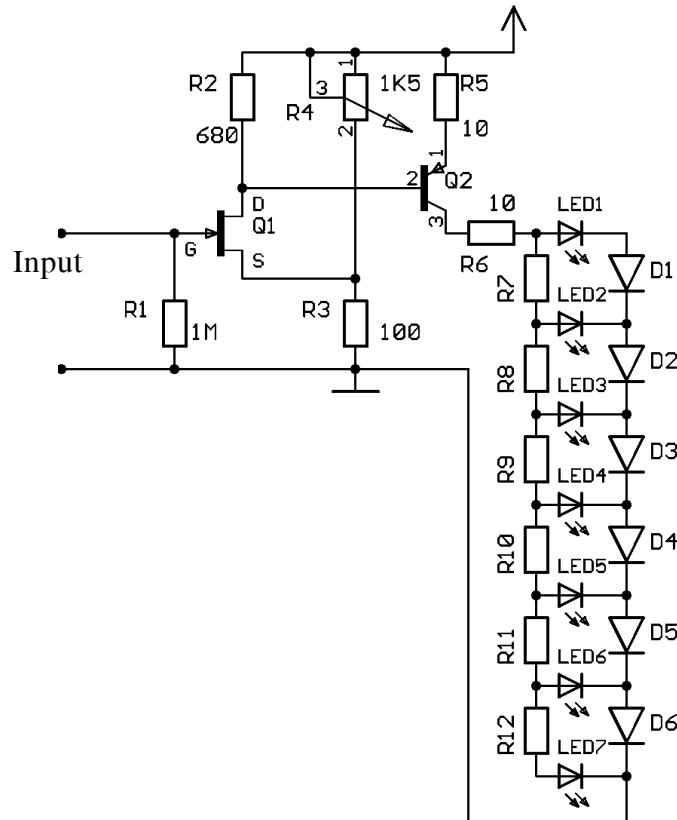
$$F_c = \frac{1}{2pC} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}}$$

$$Q = \pi F_c \cdot C \cdot R_3.$$

## PHẦN III: CÁC MẠCH VU-LED

### I. Các mạch VU-LED dùng linh kiện rời:

#### 1. Mạch dùng transistor:



Mạch VU-LED dùng transistor

Trong sơ đồ trên,  $Q_1$  và  $Q_2$  tạo thành bộ khuếch đại hai tầng. Khi ở đầu vào không có tín hiệu,  $Q_1$  hầu như đóng (trạng thái này được xác định bởi biến trở  $R_4$ ), độ sụt áp trên  $R_2$  nhỏ, không đủ mở  $Q_2$  bởi vậy trên cực C của  $Q_2$  không có dòng ra, các LED tắt.

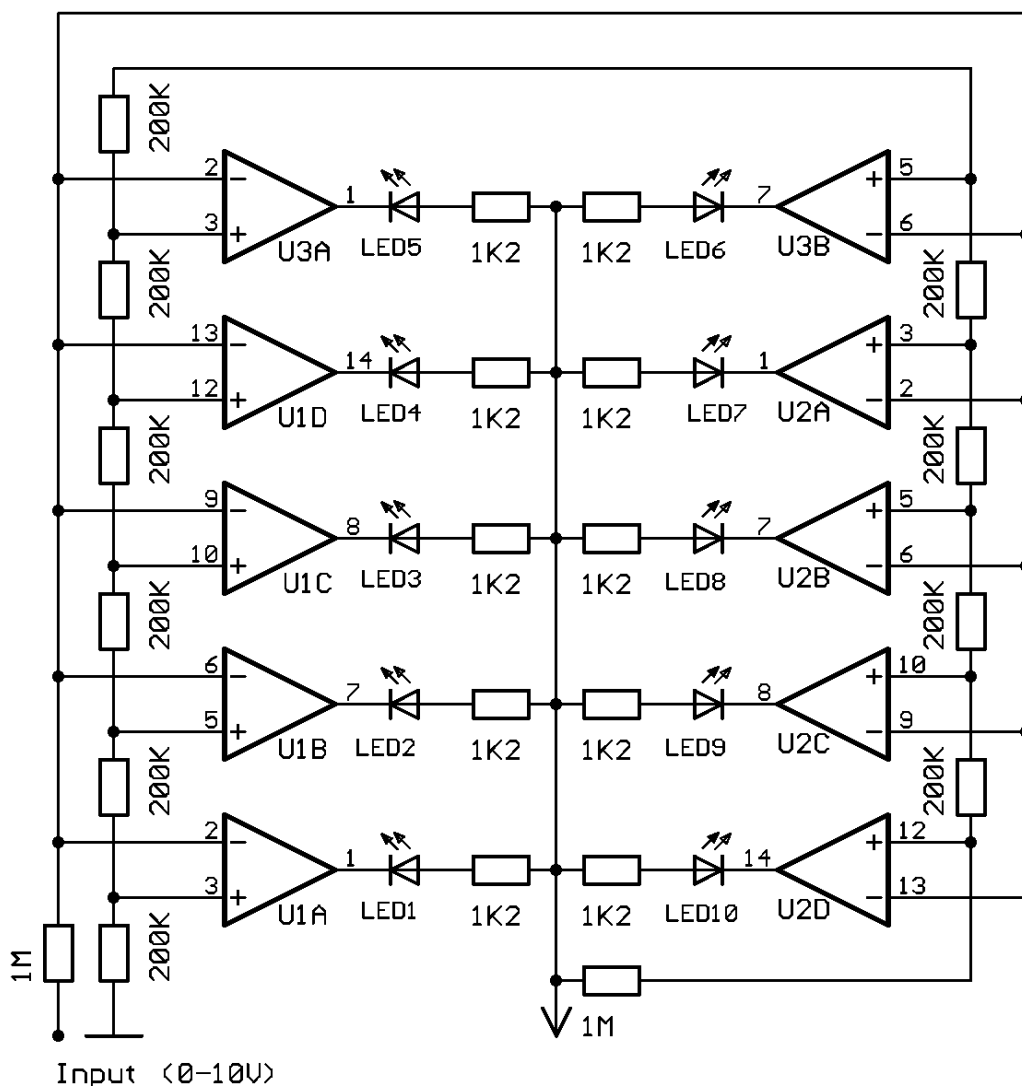
Khi có điện áp dương đặt ở đầu vào,  $Q_1$  mở, điện áp vào càng lớn,  $Q_1$  mở càng nhiều. Do đó  $Q_2$  cũng mở và có dòng điện ra ở cực C. Dòng điện này càng lớn khi điện áp đầu vào càng mạnh. Khi có dòng điện thì các LED lần lượt sáng, bắt đầu từ LED cuối cùng ( $LED_7$ )

Khi có dòng điện từ cực C của  $Q_2$  thì dòng điện này hầu như hoàn toàn đi qua  $R_{12}$  và  $LED_7$  và tạo nên sụt áp trên đoạn này (tại anod  $LED_6$  so với mass). Với một dòng điện xác định  $LED_7$  sáng và điện áp sụt trên nó khoảng  $1,8 \div 2V$ . Trong quá trình dòng điện tăng lên, điện áp này không đổi. Một cách khác  $LED_7$  đóng vai trò của một ổn áp. Nhưng dòng điện tăng dẫn đến việc tăng điện áp tại anod  $LED_6$ .

Khi điện áp này đạt giá trị bằng tổng điện áp sụt trên LED<sub>7</sub> và diode mở D<sub>6</sub> (0,7V) tức là khoảng  $2,5 \div 2,7V$  thì LED<sub>6</sub> phát sáng. LED<sub>5</sub> sẽ sáng tiếp theo khi dòng cực C của Q<sub>2</sub> tiếp tục tăng, khi mà điện áp tại anod LED<sub>5</sub> đạt đến giá trị bằng tổng điện áp sụt trên LED đang sáng và các diode mở D<sub>5</sub>, D<sub>6</sub>. Tóm lại LED tiếp theo chỉ sáng khi tăng điện áp anod của chúng (so với mass) lên khoảng 0,7V so với điện áp trên anod của LED trước đó. Khi dòng điện ra trên cực C của Q<sub>2</sub> giảm thì các LED tắt theo thứ tự từ trên xuống dưới.

Độ tuyến tính của LED chỉ báo phụ thuộc vào việc chọn lựa chính xác các điện trở R<sub>7</sub> ÷ R<sub>12</sub> cũng như các tham số giống nhau của các LED. Mạch này không chỉ làm việc được với nguồn tín hiệu điện áp không đổi ở đầu vào mà còn với nguồn tín hiệu là âm tần. Trong trường hợp này, mạch chỉ làm việc với các nửa chu kỳ dương của tín hiệu.

## 2. Mạch dùng các OP-AMP:



Mạch chỉ thị mức điện áp



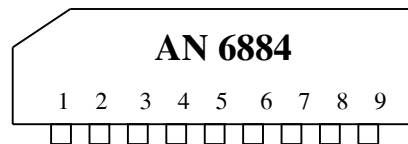
Trong mạch, các đầu vào không đảo đã được nối vào mạch phân áp để lấy mức điện áp mẫu, trong khi đó điện áp tín hiệu vào cùng lúc ở các đầu vào đảo. Mạch so áp sẽ so sánh các mức điện áp vào và làm sáng các LED tương ứng.

## II. Giới thiệu các IC VU-LED chuyên dùng:

### 1. AN 6884:

AN 6884 là loại IC VU-LED có 9 chân, hiển thị dạng vạch. Các chân đều được đặt ở một bên. IC này có 5 đường ra, dòng ra có tính hằng. Điện áp nguồn nuôi  $V_{cc} = 3,5 \div 16V$ , công suất tiêu tán cực đại  $P_{Dmax} = 1100mW$ , dòng cung cấp  $I_{cc} = 18mA$ , dòng ra  $I_o = 15mA$ , nhiệt độ hoạt động  $T_{opr} = -20 \div 75^{\circ}C$ . Tín hiệu vào trực tiếp có thể là DC hoặc AC.

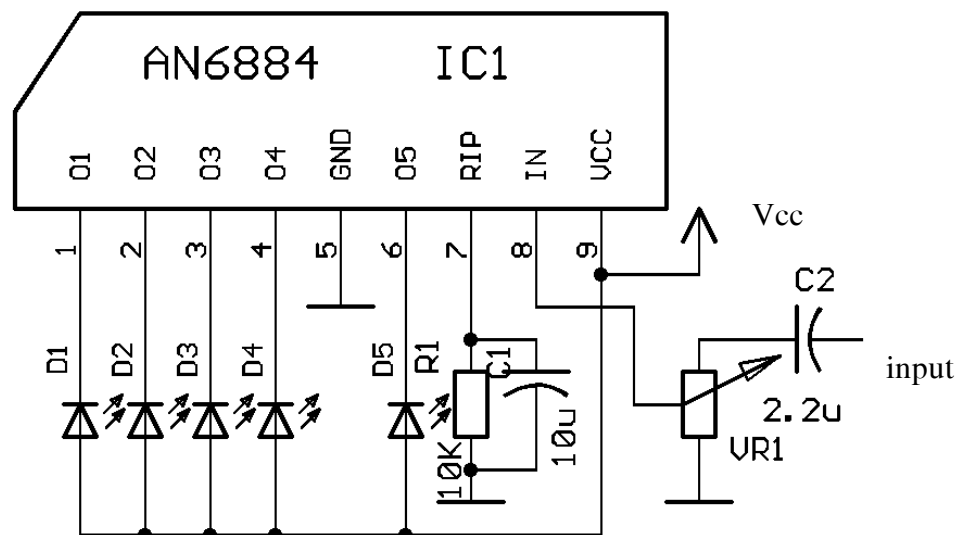
Sơ đồ chân của AN 6884:



Chức năng các chân như sau:

- Các chân 1, 2, 3, 4, 6 là các đường ra.
- Chân 5 nối mass, chân 9 nối với nguồn +Vcc.
- Chân 8 lấy tín hiệu vào.
- Chân 7 mắc bộ lọc lấy tần thấp R và C.

Mạch ứng dụng AN 6884:



Sơ đồ VU LED AN6884

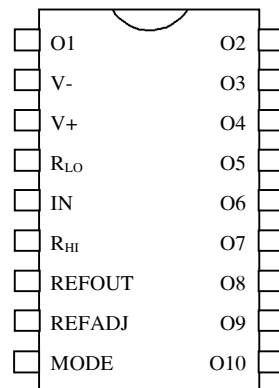
## 2. LM 3914:

LM 3914 là một IC đơn khối có thể điều khiển hiển thị 10 LED chuyển biến theo một điện áp vào tương tự. Hiển thị của nó là tuyến tính và nó có một chân cho phép chọn phương thức hiển thị bằng điểm (dot) hoặc bằng thanh (bar).

Các thông số kỹ thuật: vỏ DIL 18 chân, có tổng công suất tiêu tán  $P_{Dmax} = 1365mW$  với nhiệt độ tiếp giáp cực đại  $100^{\circ}C$ , khoảng điện áp làm việc  $V_{cc} = 3 \div 18V$ .

LM 3914 được sử dụng rất linh động, các đầu ra được ổn dòng và chương trình hóa nên tránh được việc dùng một điện trở hạn dòng truyền thống cho các LED. Đặc điểm này cho phép cấp nguồn IC với điện áp thấp đến 3V. LM 3914 có nguồn điện áp chuẩn 1,25V nên cho phép chỉnh từ  $1,2 \div 12V$  và định dòng cho các LED trong phạm vi từ  $2 \div 30mA$ .

Sơ đồ chân



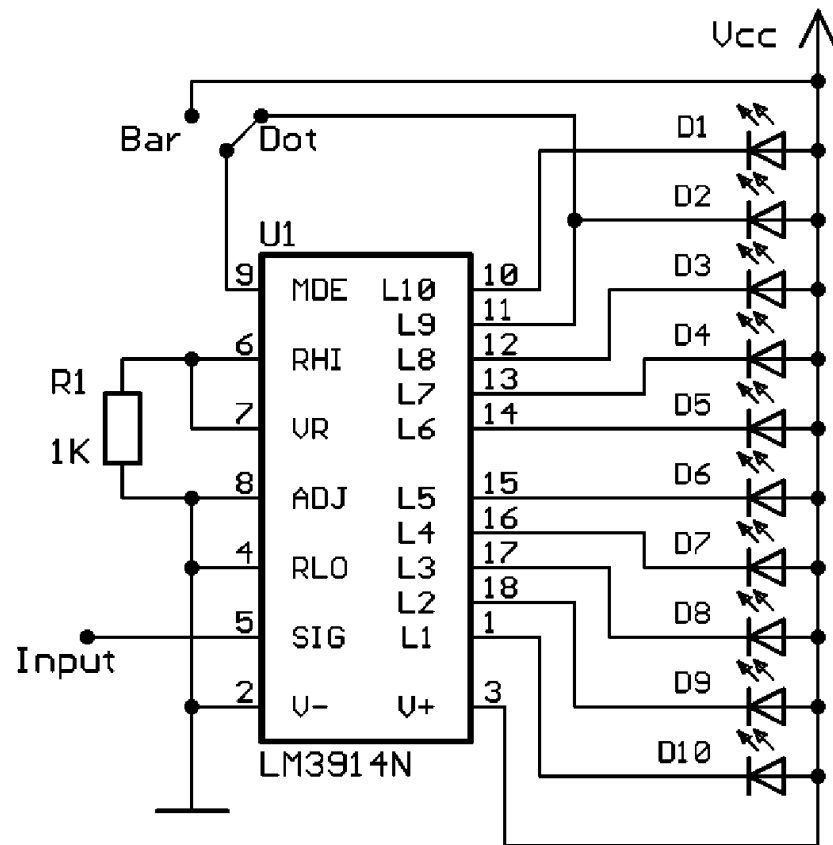
Chức năng các chân như sau:

- Chân 2,3 : chân nguồn V-, V+.
- Chân 1, 10-18: các ngõ ra.
- Chân 4, 6: là các ngõ ra của mạch chia volt.
- Chân 7: ngõ ra của nguồn áp chuẩn.
- Chân 8: chỉnh điện áp chuẩn.
- Chân 9: chọn chế độ hiển thị. Khi được nối vào chân 11 thì các LED sáng theo dạng điểm, khi nối vào nguồn V+ thì các LED sáng theo dạng vạch.

Điện áp chuẩn có sẵn ở chân 7 thường được gắn vào bộ chia áp 10 tầng định thiên đầu vào không đảo của các bộ so sánh điều chỉnh các đầu ra. Điện áp điều khiển được đưa vào bộ khuếch đại đệm để bảo vệ quá áp và áp nghịch bằng một điện trở và một diode. Bộ đệm vào có trở kháng cao, dòng định thiên nhỏ nên IC

hoạt động được với những tín hiệu gần mức zero. Mười bộ so sánh bên trong được điều khiển từng cái một bằng bộ đệm, điều này cho phép chỉ báo chính xác đến 0,5% trong môi trường nhiệt độ cao.

Sau đây là sơ đồ ứng dụng của LM 3914:

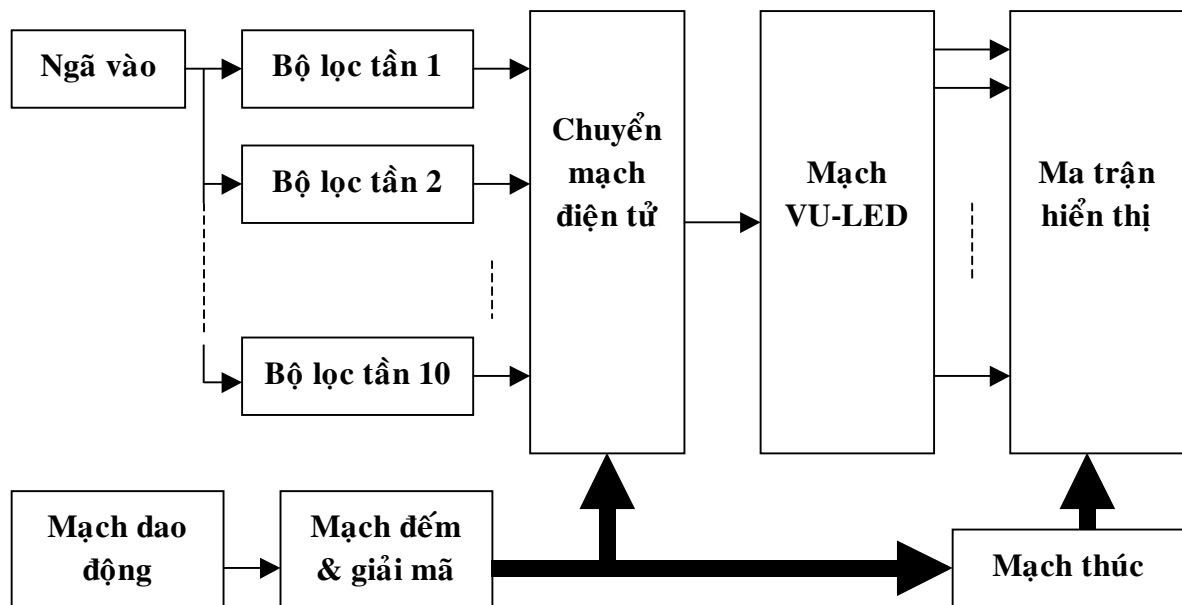


Sơ đồ ứng dụng của LM3914

## PHẦN IV: THIẾT KẾ MẠCH PHÂN TÍCH PHỔ ÂM TẦN

### I. Sơ đồ khối, chọn lựa thông số:

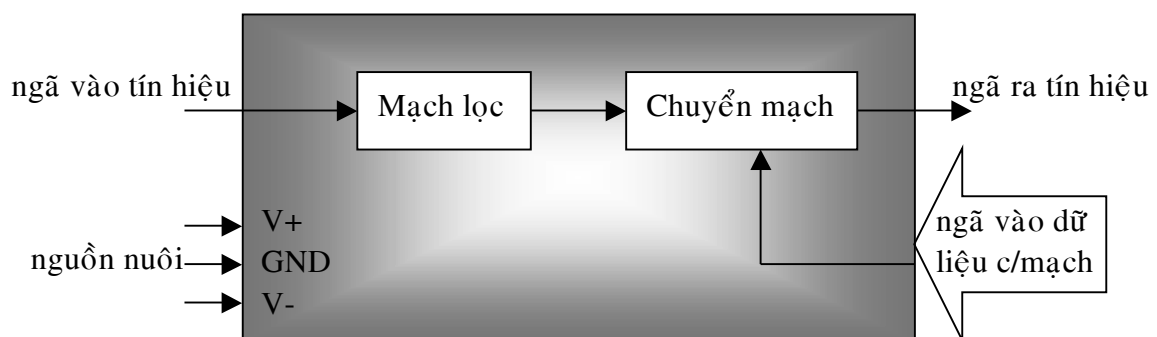
Trong đồ án này, mạch phân tích phổ âm tần có độ phân tích là tần số 10, độ phân tích biên độ cũng là 10. Trong mạch sử dụng mạch hiển thị dạng quét để mạch gọn nhẹ, các đường kết nối ít cũng như số lượng các linh kiện được giảm.



Sơ đồ khối của mạch phân tích phổ âm tần

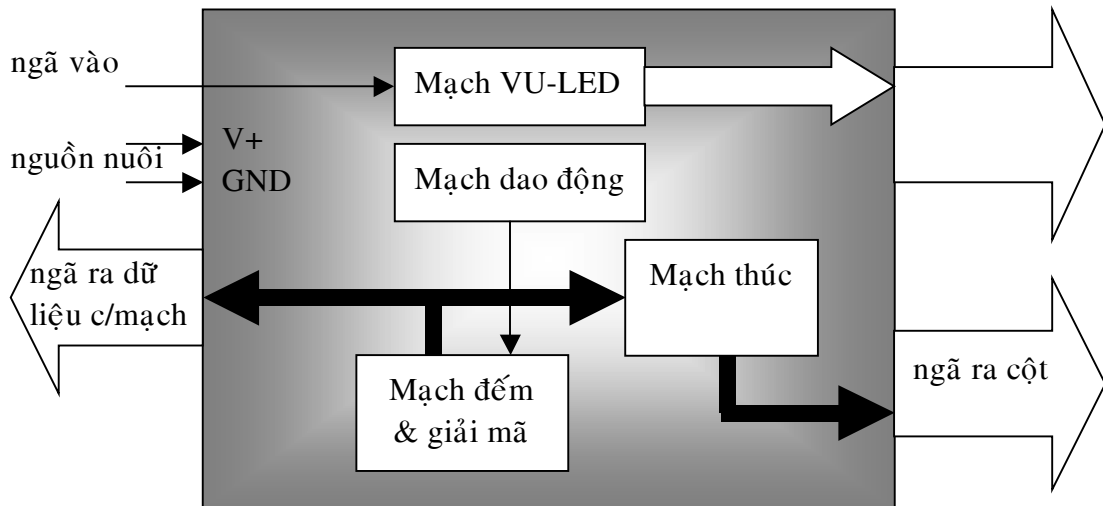
Chia mạch thành các phần chính như sau: khối mạch lọc với các chuyển mạch điện tử; khối mạch dao động, đếm, thúc với mạch VU LED; và khối mạch ma trận LED hiển thị.

#### 1. Khối mạch lọc và chuyển mạch điện tử:



Tín hiệu từ ngã vào được đưa đồng thời vào tất cả các bộ lọc, tại ngã ra của các bộ lọc này được đưa vào chuyển mạch điện tử với các ngã vào dữ liệu điều khiển chuyển mạch. Tại một thời điểm chỉ có tín hiệu ra của một bộ lọc. Điều này được thực hiện bằng cách đưa vào các dữ liệu chuyển mạch thích hợp.

## 2. Khối mạch dao động, đếm, thúc với mạch VU LED:

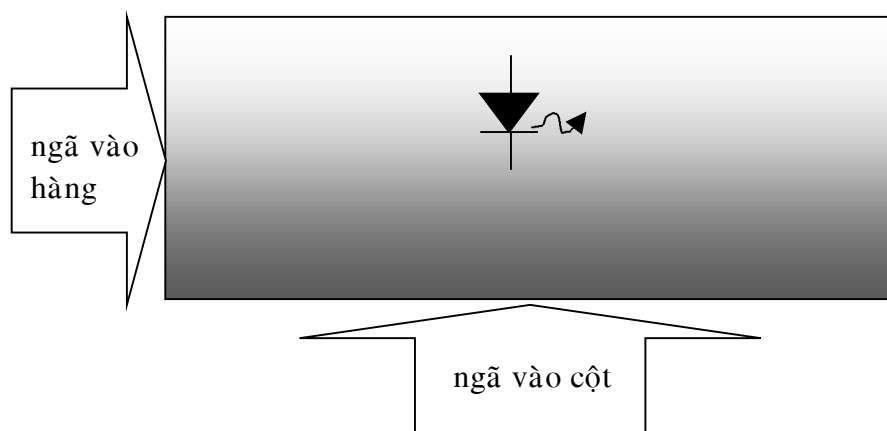


Trong khối này, mạch VU LED là độc lập với những phần khác nhưng để cho gọn nên được gộp chung vào phần này. Tín hiệu được đưa vào mạch VU LED để có được dữ liệu tương ứng ở ngã ra hàng.

Mạch dao động tạo xung clock cấp cho mạch đếm kết hợp với mạch giải mã, các ngã ra của mạch giải mã chính là các ngã ra dữ liệu chuyển mạch cho bộ chuyển mạch, đồng thời các ngã ra này cũng được đưa vào mạch thúc để cho ra các ngã ra cột dùng để quét các cột.

## 3. Khối mạch ma trận LED hiển thị:

Khối này là khối đơn giản nhất so với các khối. Đây là một ma trận gồm các hàng và các cột. Giao điểm của hàng và cột chính là LED được gắn vào. Dữ liệu được đưa vào hàng tại từng thời điểm tương ứng với cột được chọn để hiển thị.



## II. Thiết kế, tính toán:

### 1. Khối mạch lọc và chuyển mạch điện tử:

#### a. Mạch lọc:

Tùy theo từng cấp máy, ta có thể gặp các mạch phân tích phổ âm tần được phân chia thành những tần số trung tâm của các bộ lọc như 20Hz, 30Hz, 60Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz, 16KHz, 20KHz, .... Ở các mạch phân tích phổ âm tần đơn giản hơn, ta có thể gặp tần số trung tâm của các bộ lọc chỉ có 5 tần số, một số loại chuyên dụng, số tần số trung tâm lên đến 10, 15, 16, 32,... và dĩ nhiên số lượng tần số trung tâm càng nhiều thì mạch càng có chất lượng càng cao.

Thông thường, các tần số trung tâm được biến thiên theo qui luật Octave (tần số tăng gấp đôi), chính là do vấn đề xử lý hài (harmonic). Điều này quyết định rất lớn đối với độ rõ, chất lượng của các nguồn âm đa dạng như các bài nhạc hòa tấu với nhiều loại nhạc cụ khác nhau. Ví dụ như: thông thường ta phân biệt được nốt La ở cùng bát độ của một đàn guitar và của piano được chính là nhờ các hài ở các bát độ cao hơn của nốt La chuẩn mà ta phân biệt được ở hai nhạc cụ. Ta có thể diễn tả một số tần số mà loại nhạc cụ có thể đạt được như sau:

- Ở tần số 30Hz: thường nghe ở các loại Bass violin, Bass Tuba, Contrebass,...
- Ở tần số 60Hz: thường nghe ở các loại Trombone, Bassoon, Cello,...
- Ở tần số 100Hz: thường nghe ở các loại Viola, giọng nói con người, Kettle drum, các guitar bass, trống,...
- Ở tần số 330Hz: thường nghe ở đa số các âm cơ bản của các nhạc cụ và giọng nói con người.
- Ở tần số 1KHz: vùng tập trung các âm thanh của các loại nhạc cụ, các âm cao của con người.
- Ở tần số 3,3KHz: tập trung các âm thanh do các loại đàn dây tạo ra, rõ nét ở dãy tần số lân cận này.
- Ở tần số 10KHz: tập trung hài bậc cao của âm cơ bản của các loại nhạc cụ, tiếng xì của băng từ gây ra.
- Ở tần số cao hơn 10KHz: hài bậc cao của các âm cơ bản và của một số nhạc khí đặc biệt.

Từ các thống kê tương đối ở trên, ta có được một số ý niệm về công dụng của các bộ lọc. Việc thiết kế bộ lọc có thể phân chia thành nhiều bộ lọc dải thông độc lập có tần số trung tâm riêng biệt để tính toán.

Một bộ lọc dải thông loại tích cực dùng OP-AMP, ta có thể sử dụng các công thức sau là kết quả của hàm truyền đạt mạch:

Ø Tần số trung tâm  $F_c$  được xác định với tụ  $C_1 = C_2$ .

Ø Điện trở  $R_1, R_2$  xác định trở kháng vào của mạch:  $Z = R_1 + R_2$ .

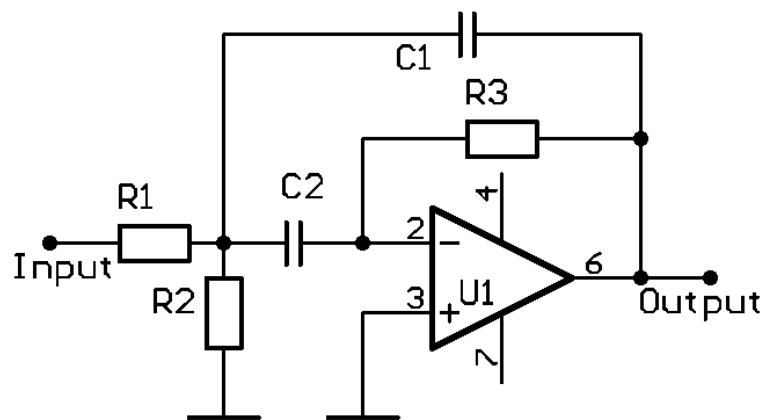
Ø Độ lợi điện áp của mạch được xác định bằng:  $K = \frac{R_3}{2R_1}$

Ø Hệ số phẩm chất:  $Q = \pi F_c \cdot C \cdot R_3$ .

Ø Tần số trung tâm được xác định bằng công thức:  $F_c = \frac{1}{2pC} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}}$

Ø Các giá trị  $R_1, R_2, R_3$  được tính toán bằng công thức:

$$R_1 = \frac{Q}{(2pF_c CK)} \quad R_2 = \frac{Q}{(2pF_c C(2Q - K))} \quad R_3 = \frac{2Q}{(2pF_c C)}$$



Khi tính toán bộ lọc, có thể chọn trước một vài thông số, sau đó suy ra các giá trị còn lại nhờ vào các công thức trên.

Trong thiết kế, chọn  $A_v = 12\text{dB}$  là độ lợi của mạch tương ứng với  $K = 4$ , hệ số phẩm chất  $Q = 2$ , điện trở  $R_1 = R_2 = 120\text{K}$ , ta suy ra các thông số khác như:

$$R_2 = 120\text{K}\Omega; \Rightarrow R_3 = 960\text{K}\Omega \text{ (chọn } R_3 = 1\text{M}\Omega)$$

$$Q = \pi F_c \cdot C \cdot R_3.$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{Q}{pCR_3} = \frac{2}{3,14 \cdot 10^6 \cdot C}$$

$$\Rightarrow C = 0,636 \frac{10^{-6}}{F_c} (F)$$

Để đạt được các tần số trung tâm khác nhau cho các bộ lọc, ta có thể thay số  $F_c$  để tính ra giá trị  $C_1 = C_2 = C$ .

Trong thiết kế, ta chọn 10 bộ lọc với các tần số trung tâm như sau: 32Hz, 64Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz, 16KHz. Kết quả tính toán được cho ở bảng sau:

Fc (Hz)	$C_1 = C_2$ (lý thuyết)	$C_1 = C_2$ (thực tế)
32	19,87 nF	22 nF
64	9,93 nF	10 nF
125	5,08 nF	4,7 nF
250	2,54 nF	2,2 nF hoặc 2,7 nF
500	1,27 nF	1,2 nF hoặc 1,5 nF
1K	636 pF	620 pF
2K	318 pF	330 pF
4K	159 pF	160 pF
8K	79,5 pF	82 pF
16K	39,7 pF	39 pF

Trở kháng vào của OP AMP cao nên các bộ lọc hầu như rất ít phụ thuộc vào số hiệu OP AMP (ngoại trừ đáp ứng tần số). Trở kháng vào của bộ mạch lọc này là  $\frac{R_1 + R_2}{10}$  (do có 10 mạch lọc riêng lẻ ghép song song).

Các OP AMP trong mạch sử dụng loại nguồn đôi. Vì có 10 mạch lọc nên sử dụng 2 vi mạch có 4 OP AMP bên trong và 1 vi mạch có 2 OP AMP. Các vi mạch được sử dụng là TL084 (4 OP-AMP) và TL082 (2 OP-AMP).

Sau đây là các đặc tính kỹ thuật của hai vi mạch này:

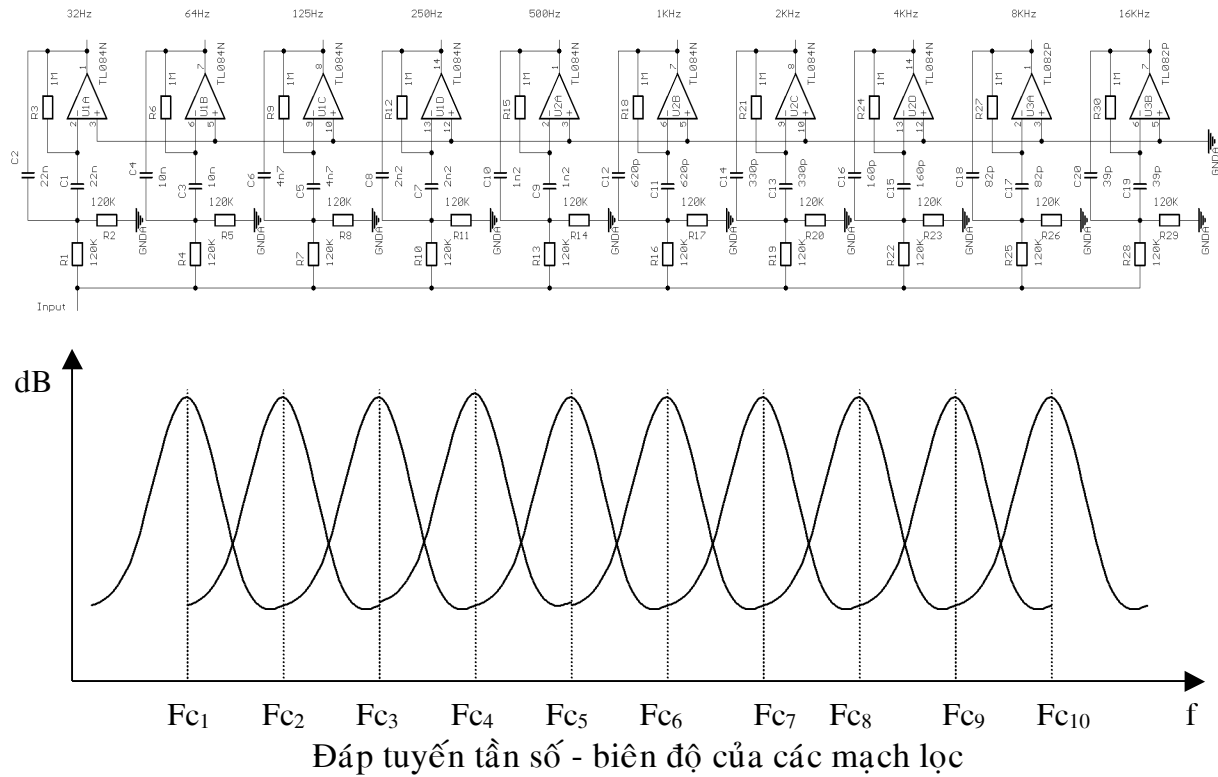
- Dải điện áp làm việc:  $\pm 3 \div \pm 18V$ .
- Điện áp offset  $V_{os}(\max)$ : 15mV.
- Dòng tĩnh ngõ vào  $I_B(\max)$ : 400pA.
- Độ rộng dải khuếch đại: 3MHz.
- Điện áp ngõ vào vi sai cực đại:  $\pm 30V$ .
- Tốc độ tăng điện áp: 13V/ $\mu s$ .
- Điện trở ngõ vào:  $> 10^{12} \Omega$ .
- Dòng tiêu thụ(max): 5,6mA đối với TL082 và 11,2mA đối với TL084.

Các thông số khi được thử với  $V_{cc} = \pm 15V$ , nhiệt độ  $T = 25^\circ C$ .

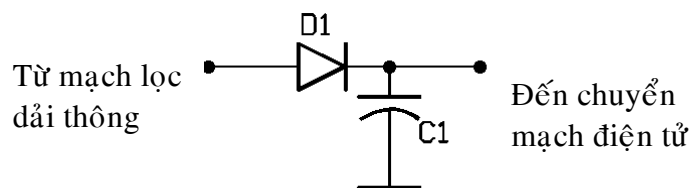


- Độ lợi vòng hở: 106dB.
- Dòng phân cực ngả vào: 30pA.
- Biên độ ra  $\pm 13,5V$ .

Ta có sơ đồ của toàn bộ 10 mạch lọc như sau:

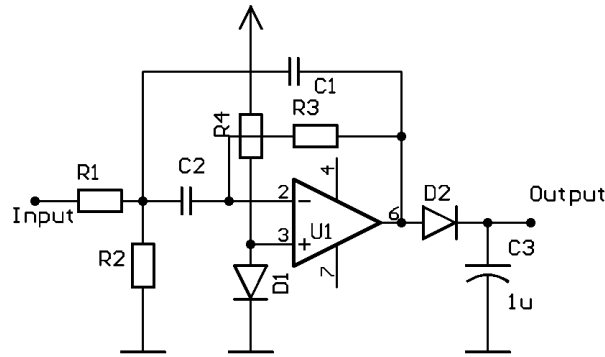


Vì để có điện áp trung bình để đưa đến các chuyển mạch điện tử nên tại ngõ ra của các bộ lọc phải có thêm mạch chỉnh lưu.



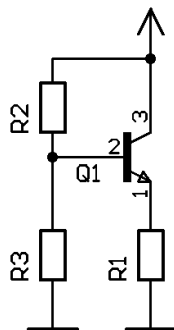
Tụ  $C_1$  được chọn bằng thực nghiệm để có được sự hiển thị tối ưu (tốc độ lên và xuống của cột đèn phải không được nhanh quá cũng như chậm quá so với tiếng nhạc, thông thường chọn  $C_1 = 1\mu F$ ).

Do mức DC tại ngõ ra của các mạch lọc coi như là 0V, khi qua mạch chỉnh lưu sẽ bị sụt áp 0,6V trên diode chỉnh lưu. Vì thế ngõ ra của các mạch lọc phải được nâng mức DC lên 0,6V để bù lại sự sụt áp khi qua mạch chỉnh lưu. Điều này được thực hiện như sau:



### b. Chuyển mạch điện tử:

Trong các mạch điện tử, các chuyển mạch hay còn được gọi là khóa điện (SW) được sử dụng khá đa dạng. Các chuyển mạch này có thể dùng diode, transistor, ... Phần này chỉ trình bày về các chuyển mạch dùng transistor.

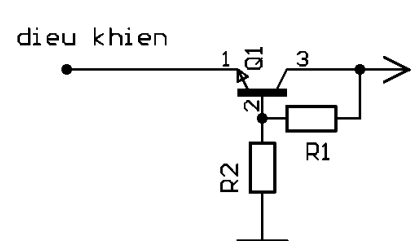
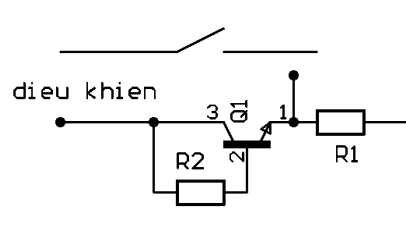
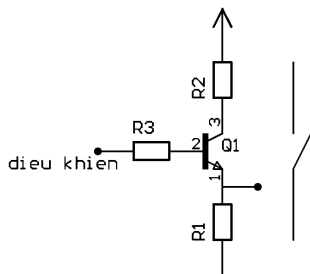


Phân cực:

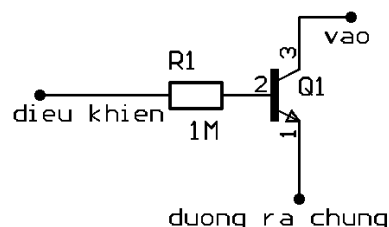
$$V_C > V_B > V_E$$

$$V_B = V_E + 0,6V$$

Ta có các trường hợp để xét điều kiện tắt/dẫn của transistor như sau:



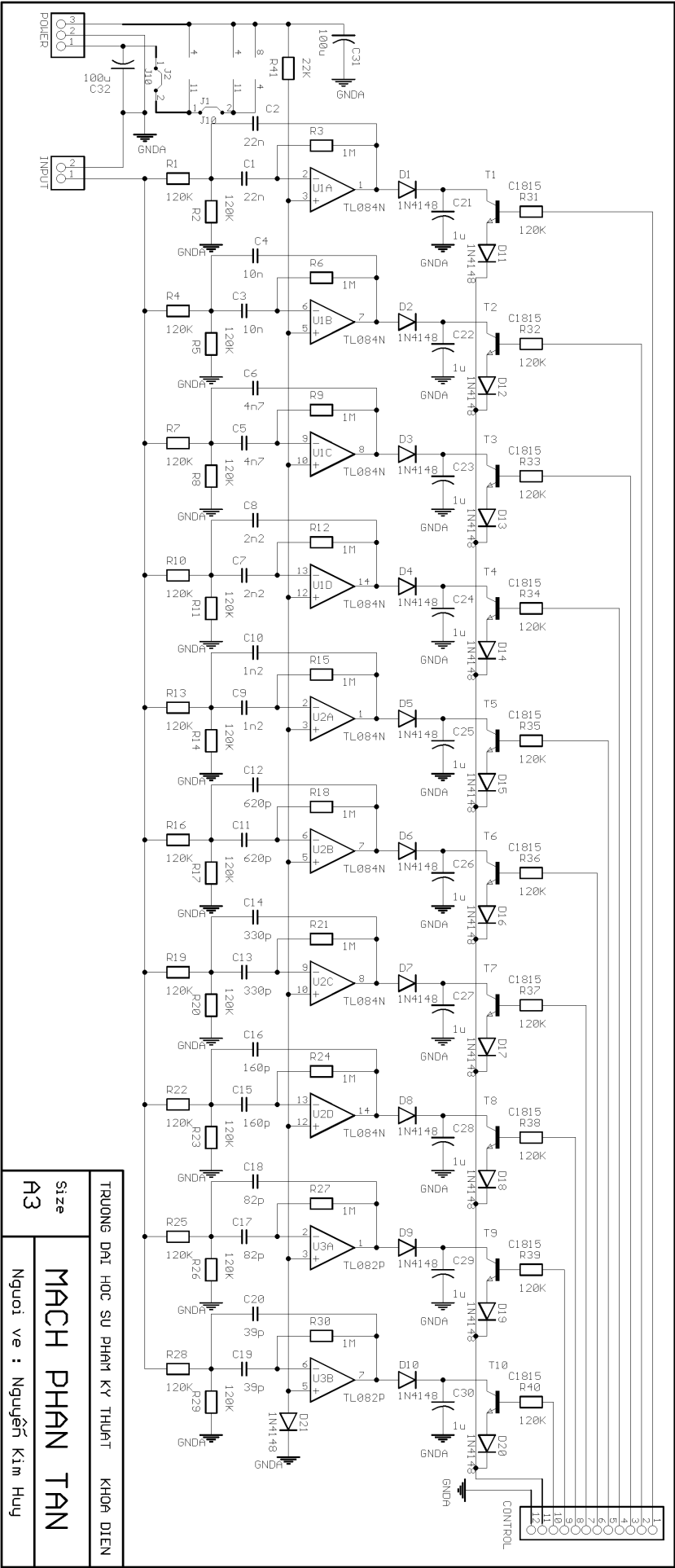
Các sơ đồ trên chỉ cho ngõ ra là đóng hoặc ngắt là so với mức nguồn (hay với mass). Yêu cầu mạch của ta là có đường vào và đường ra riêng. Ta xét sơ đồ sau:



Ngõ điều khiển khi ở mức điện áp cao sẽ làm cho transistor dẫn, làm thông mạch giữa đường vào và đường ra. Điện trở R phải được chọn để dòng  $I_B$  ngã vào không ảnh hưởng đến ngõ ra ( $I_E$ ) khi không có tín hiệu vào tại ngã vào. R được chọn bằng thực nghiệm. Q là transistor công suất nhỏ để có  $\beta$  lớn.

Ta có sơ đồ nguyên lý hoàn chỉnh của khối mạch lọc và chuyển mạch điện tử như sau:

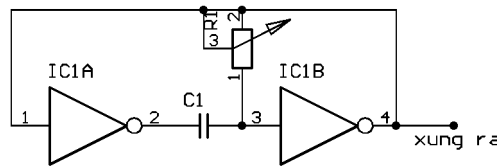
Sơ đồ nguyên lý các mạch lọc dải thông và chuyển mạch điện tử



## 2. Khối mạch dao động, đếm & giải mã, thức với mạch VU LED:

### a. Mạch dao động:

Mạch dao động tạo xung clock có thể được tạo từ hai cổng đảo. Mạch có sơ đồ như sau:



Trong mạch dùng hai tầng đảo IC1A và IC1B ráp thành một mạch dao động đa hài để phát ra dạng xung vuông. Ngã ra của tầng IC1B cho liên lạc thẳng vào tầng IC1A. Tụ  $C_1$  tạo đường hồi tiếp thuận giữa tầng IC1A về tầng IC1B.  $R_1$  và  $C_1$  là mạch định thời. Với mạch dao động này, tần số ra được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{1.4R_1C_1}$$

Trong mạch, xung nhịp kiểm soát tốc độ quét của chuyển mạch và hiển thị. Trong một chu kỳ xung nhịp thì chỉ có một tần số được so sánh biên độ và chỉ có một cột LED sáng với chiều cao tương ứng với biên độ. Nếu ta cho cột LED sáng hơn hoặc bằng 25 lần trong 1 giây thì mắt ta không cảm nhận được sự nhấp nháy của cột LED tức là tần số của mạch dao động đa hài tạo xung phải lớn hơn hoặc bằng  $10 \times 25 = 250\text{Hz}$ .

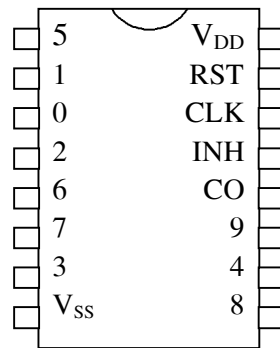
### b. Mạch đếm & giải mã:

Mạch đếm có nhiều loại, trong thiết kế do yêu cầu cần 10 đường ra. Ta có thể dùng một IC đếm BCD rồi từ các ngõ ra BCD này đưa vào một IC giải mã BCD ra từng đường riêng biệt nhưng để cho gọn nhẹ ta dùng thẳng một IC có chức năng đếm lẫn chức năng giải mã. IC này chỉ cần xung clock vào và cho ra các đường. Đó là IC 4017. 4017 là một IC đơn phiên được chế tạo theo công nghệ CMOS, có 16 chân. Trong IC có 5 tầng đếm Johnson, IC dùng đếm các xung vào theo hệ cơ 10.

Các đặc tính của 4017:

- Mức nguồn làm việc  $3 \div 18\text{V}$ .
- Tốc độ làm việc có thể lên đến  $12\text{MHz}$ .
- Ở ngõ vào dùng một cổng NAND trigger nên không cần chuẩn hóa dạng xung kích ngõ vào.

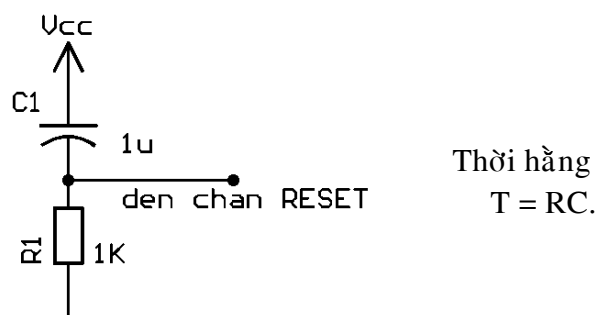
Sơ đồ chân:



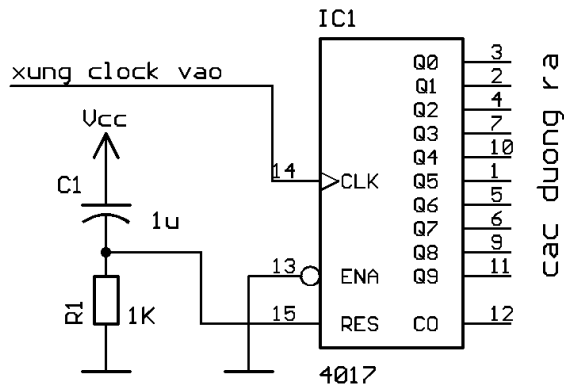
Chức năng các chân như sau:

- Chân 14: xung clock vào, xung này dẫn vào một cổng NAND dạng trigger, do vậy nó không cần các xung vào có các độ dốc lên và xuống quá thẳng, nghĩa là không cần phải vuông hóa các xung kích thích bằng cách thêm mạch ngoài.
- Chân 13: là ngõ vào của một tầng đảo, ngõ ra của tầng đảo nối vào một cổng vào của cổng NAND. Như vậy khi chân này ở mức cao, nó sẽ đặt một cổng vào của tầng NAND ở mức thấp, điều này sẽ khóa cổng NAND và vô hiệu các xung đếm đưa vào trên chân 14. Lúc hoạt động bình thường, chân này được nối mass.
- Chân 15: là ngõ vào của một tầng đảo và ngõ ra của tầng này cho nối vào các chân R\ (các chân làm phức nguyên các tầng FF). Như vậy khi chân 15 ở mức cao, nó sẽ tạo mức logic thấp trên chân R\ của các FF và có tác dụng phức nguyên. Lúc thường, chân này phải ở mức thấp hay thường được nối mass.
- Các chân ra được lấy theo thứ tự từ chân 3, 2, 4, 7, 10, 1, 5, 6, 9, 11. Trên các đường ra này đều có tầng khuếch đại đệm, nhờ vậy dòng ngõ ra có thể lấy cao đến 10mA. Các chân này ra tác động mức cao.
- Chân 12: là ngõ ra tràn số.

Lúc mới cấp điện, IC cần phải được RESET, để được RESET một cách tự động, ta cần một mạch AUTO-RESET như sau:

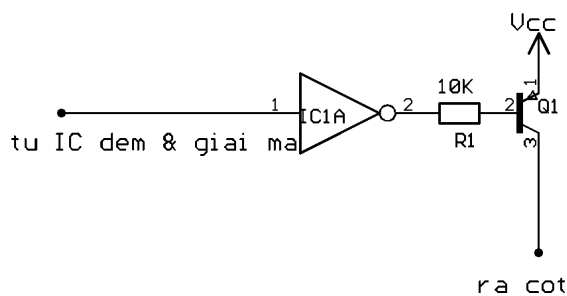


Sơ đồ mạch của 4017 như sau:



Các đường ra được đưa tới chuyển mạch điện tử đồng thời được đưa đến mạch thức để quét các cột.

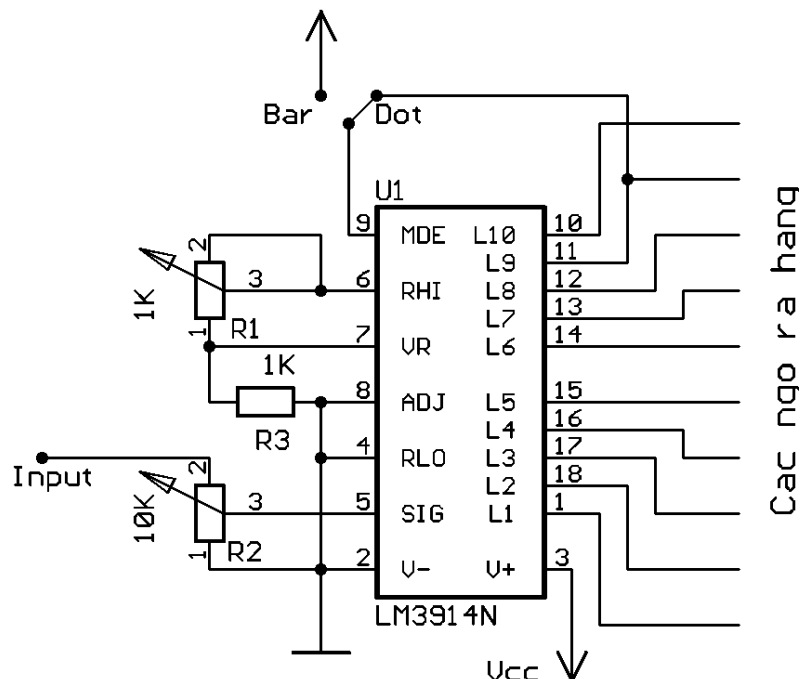
### c. Mạch thức:



Mạch thức có tác dụng nâng dòng ngã ra để điều khiển các LED. Cung cấp dòng từ Vcc cho các cột LED. Các cổng đảo dùng để cách ly với tầng trước cũng như để đảo pha dữ liệu ra từ mạch đếm & giải mã.

### d. Mạch VU-LED:

Mạch VU-LED sử dụng vi mạch LM3914 đã được xét ở phần trên.

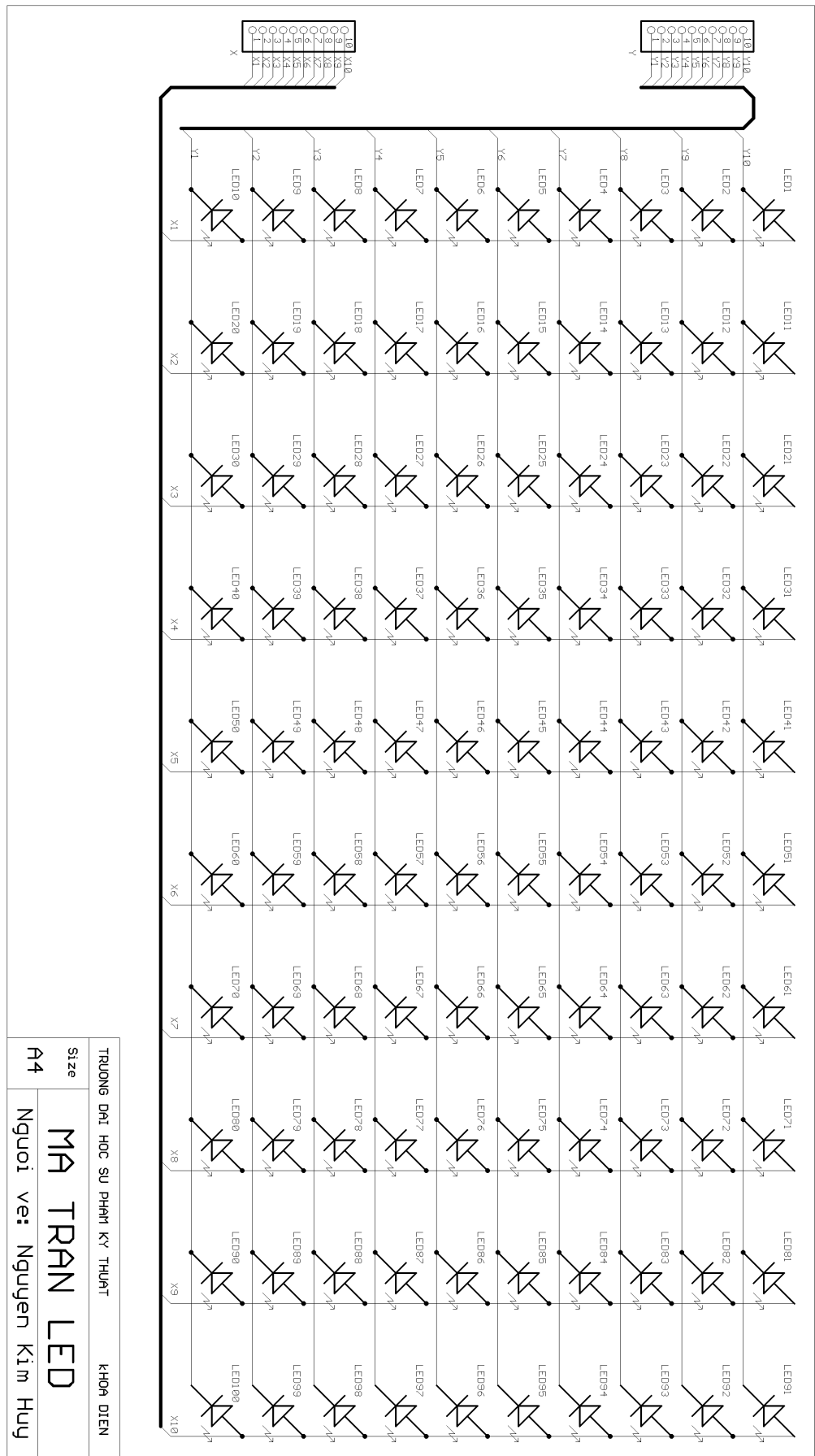


Sau đây là sơ đồ nguyên lý hoàn chỉnh của khối mạch dao động, đếm & giải mã, và mạch VU-LED:



3. Khối mạch ma trận LED hiển thị:

Ma trận LED bao gồm 10 hàng và 10 cột. Có sơ đồ nguyên lý như sau:

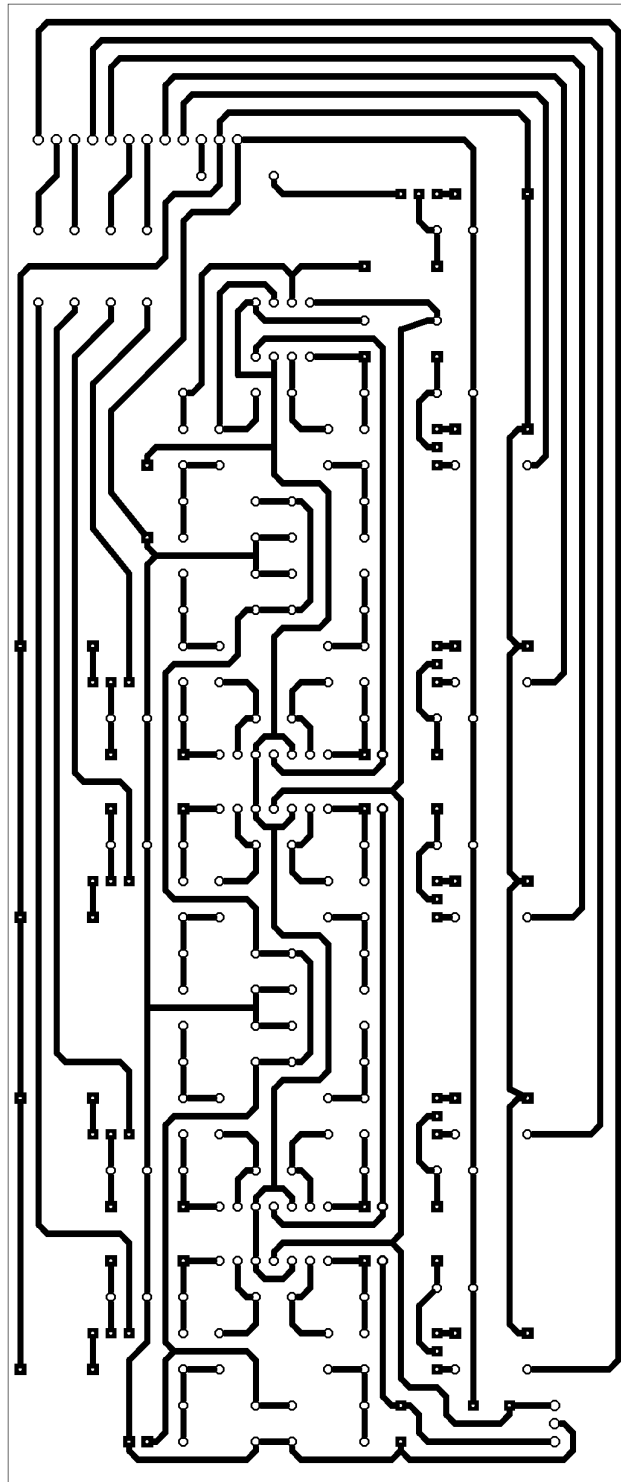




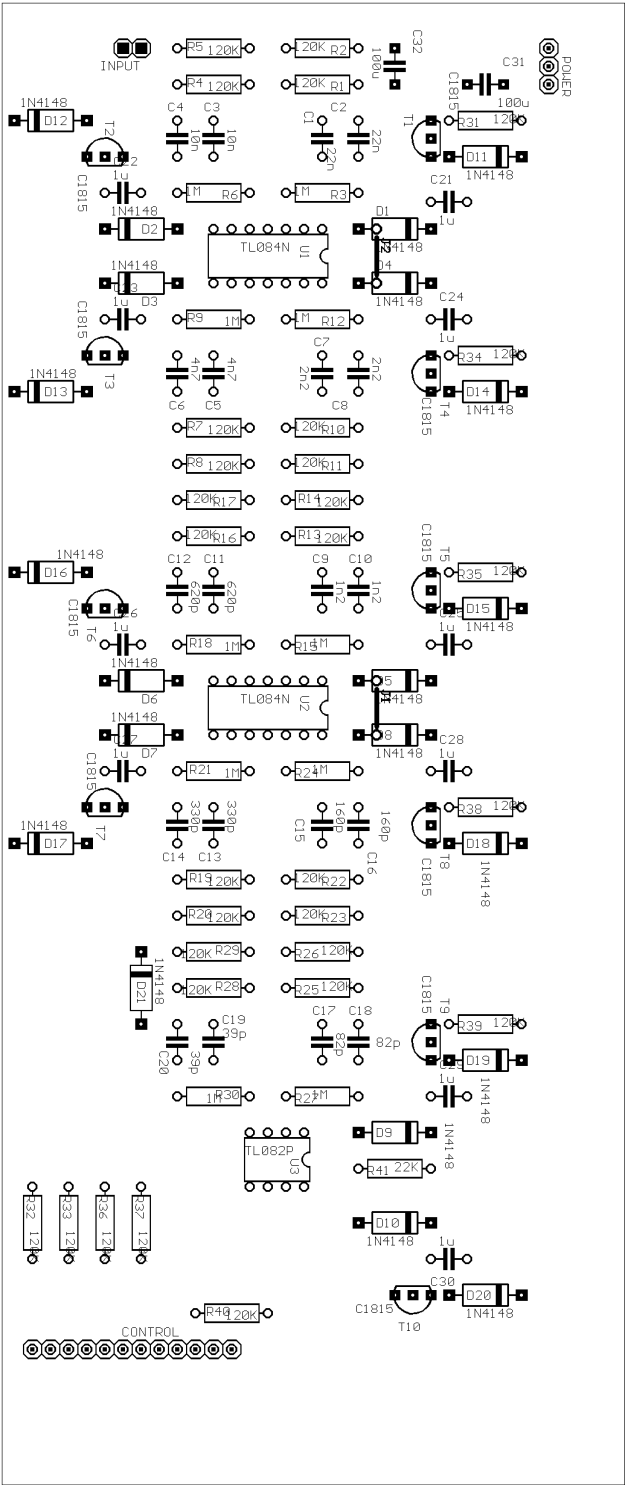
### III. Thiết kế mạch in:

#### 1. Mạch lọc tần và chuyển mạch:

##### Mạch in

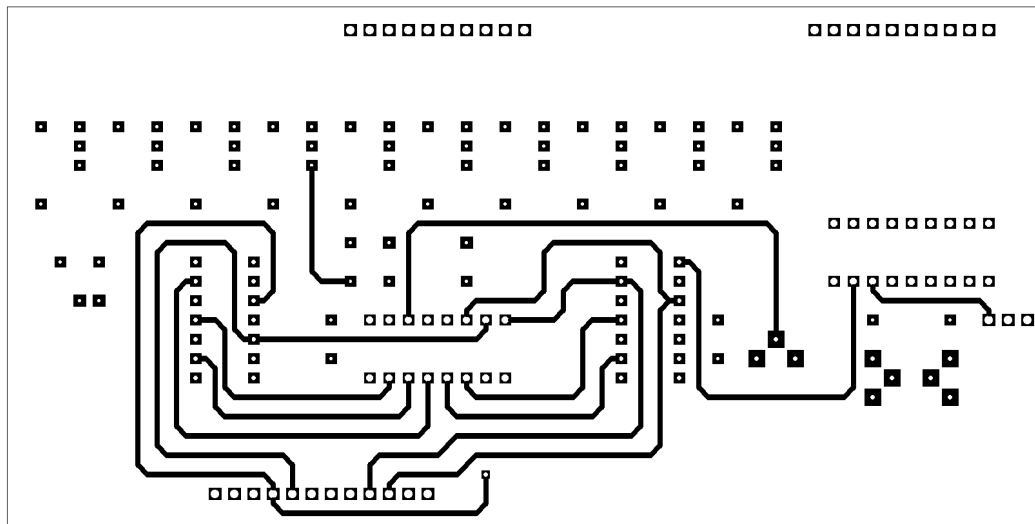


Sơ đồ lắp linh kiện

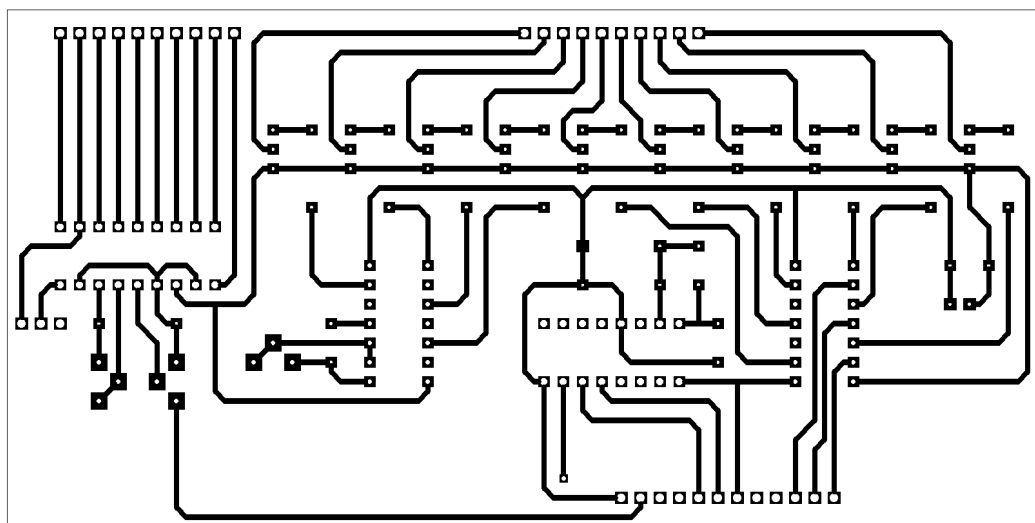


## 2. Mạch dao động, đếm & giải mã, và mạch VU-LED:

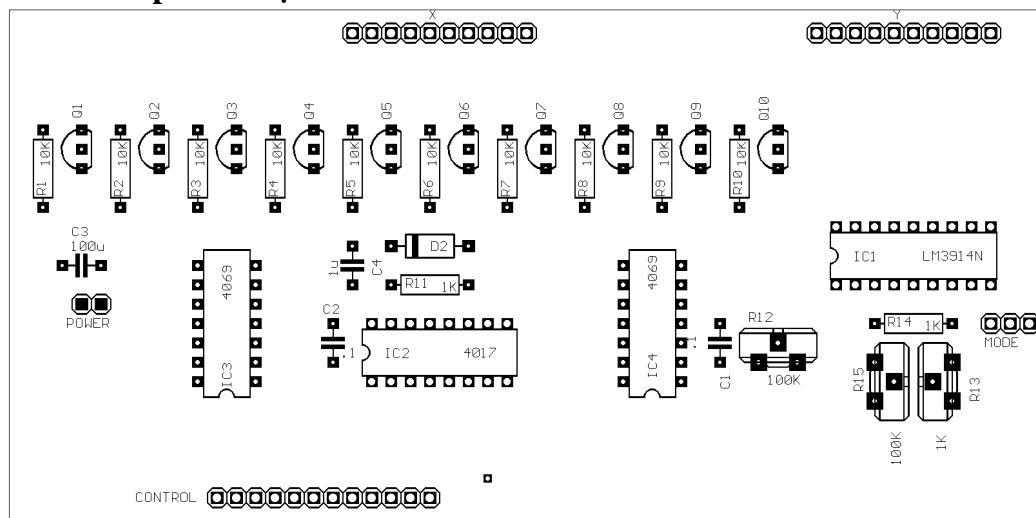
### Mạch in lớp trên



### Mạch in lớp dưới

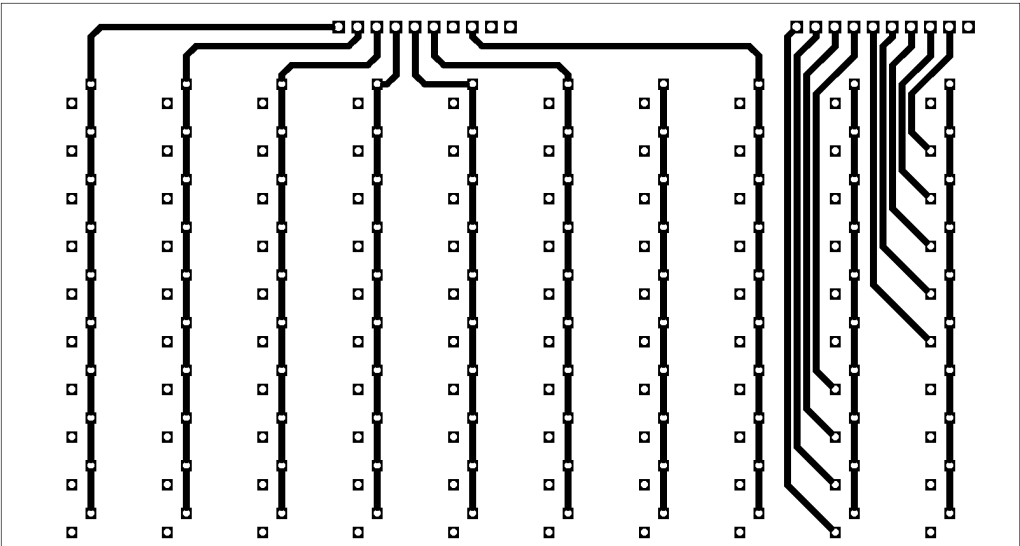


### Sơ đồ lắp linh kiện

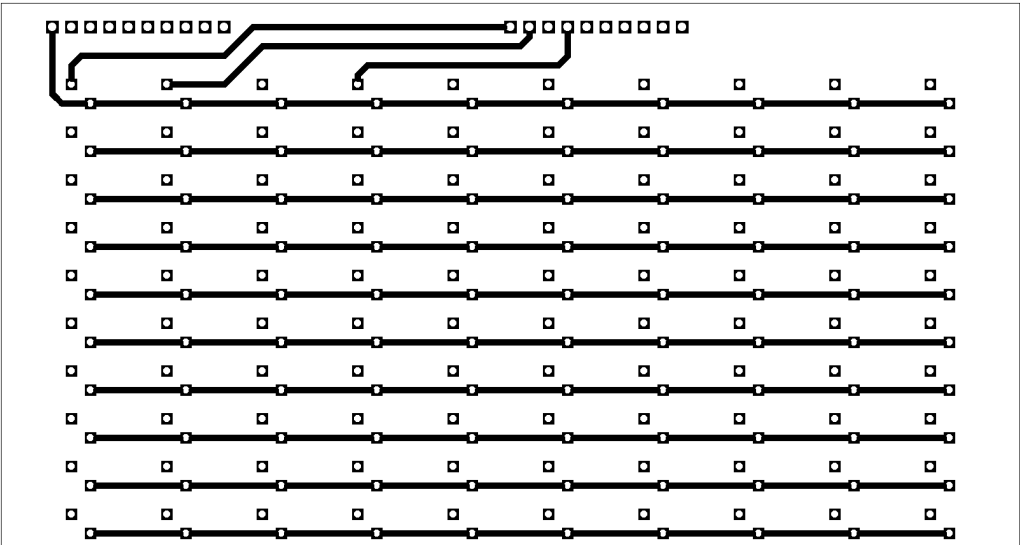


3. Ma trận LED:

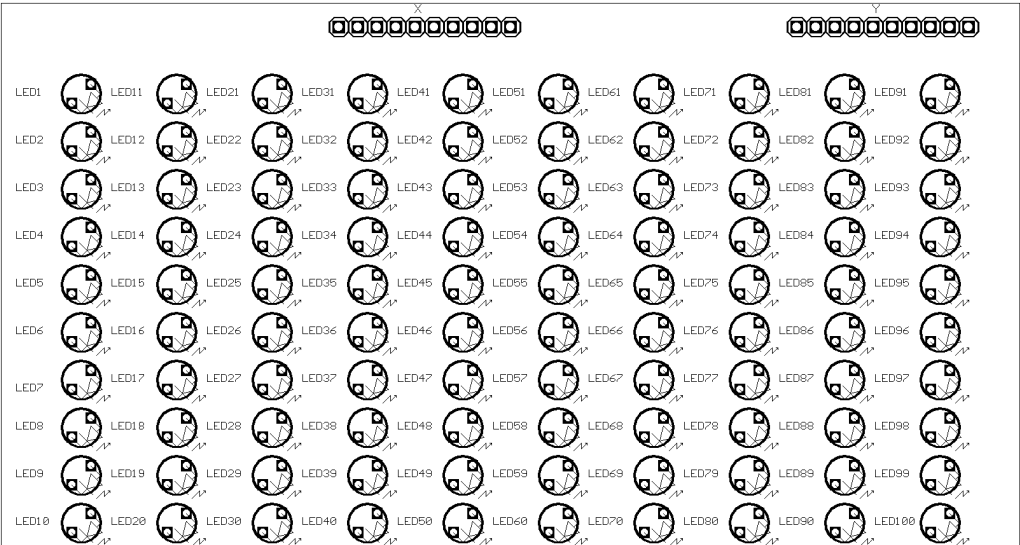
Lớp trên



Lớp dưới



Sơ đồ lắp linh kiện



# Kết luận

Mạch phân tích phổ tần đã được ráp thử và hoạt động khá ổn định, đáp ứng được những yêu cầu của một mạch phân tích phổ tần chuyên dùng. Tuy nhiên việc hiển thị chưa thể hiện tính thẩm mỹ vì việc sử dụng các LED, nếu dùng ma trận hiển thị tinh thể lỏng thì việc hiển thị sẽ có kết quả tốt hơn.

Nếu kết hợp mạch phân tích phổ âm tần với một mạch điều chỉnh âm sắc (tone equalizers) thì ta sẽ có một thiết bị điều chỉnh âm sắc dạng đồ thị (Graphic Equalizer). Thiết bị này được sử dụng khá phổ biến trong các dàn âm thanh từ trung tới cao cấp. Việc kết hợp hai mạch cũng chính là hướng phát triển cho đề tài và người viết cũng mong mỗi đây là một tài liệu bổ ích cho những người quan tâm đến đề tài này.