

TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT
KHOA VẬT LÝ



TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN THỰC HÀNH
KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Lê Văn Tùng

Lưu Hành Nội Bộ

2017

Mục lục

1	Sử Dụng Một Số Dụng Cụ Điện Tử	1
1.1	Giới thiệu	1
1.2	Đồng hồ đo điện	1
1.3	Máy phát xung tín hiệu	8
1.4	Máy hiện sóng tín hiệu	9
2	Nhận Biết Và Đọc Giá Trị Một Số Linh Kiện Điện Tử	13
2.1	Giới thiệu	13
2.2	Điện trở	13
2.3	Tụ điện	15
2.4	Cuộn cảm	17
2.5	Diode	18
2.6	Transistor thường (BJT)	20
2.7	Transistor trường FET	21
3	Sử Dụng Mạch Thử Nghiệm	25
3.1	Giới thiệu	25
3.2	Cấu tạo của Breadboard	26
3.3	Xây dựng mạch	28
4	Vẽ Mạch Điện Tử Với Eagle	30
4.1	Giới thiệu	30
4.2	Cài đặt phần mềm	30
4.3	Mở chương trình	33
4.4	Tạo thiết kế mới	34
4.5	Thực hiện mạch in	42

5	Thực Hiện Mạch Thực Tế	51
5.1	Giới thiệu	51
5.2	Quy trình tự khắc mạch in	51
5.3	Hàn linh kiện lên mạch	54
5.4	Mạch in PCB	55
5.5	Hàn mạch in	58
5.6	Danh sách các mạch ví dụ	63

1

Sử Dụng Một Số Dụng Cụ Điện Tử

1.1 Giới thiệu

Có rất nhiều thiết bị và dụng cụ hỗ trợ, đo đạc khi làm việc trong lĩnh vực điện tử. Trong phần này, chúng ta chỉ tập trung vào một số thiết bị cơ bản và thông dụng. Đó là đồng hồ đo điện, máy hiện sóng tín hiệu và máy phát xung tín hiệu.

1.2 Đồng hồ đo điện

Đây là thiết bị cơ bản và được sử dụng nhiều nhất khi làm việc trong lĩnh vực điện tử. Phổ biến và rẻ nhất là đồng hồ đo loại tương tự, trên mặt đồng hồ được vẽ sẵn dải đo và đồng hồ sử dụng kim chỉ báo. Loại thứ hai là đồng hồ số, có thêm một số chức năng và tăng độ chính xác. Thay vì chỉ báo bằng kim, đồng hồ số hiển thị giá trị đo trên màn hình tinh thể lỏng.

Đồng hồ tương tự

Ba tính năng chính của đồng hồ là đo điện trở, đo điện áp một chiều (DC) và xoay chiều (AC), và đo cường độ dòng điện.

Đo điện trở

Thông thường ta sử dụng mã màu để đọc điện trở. Tuy nhiên, trong một số trường hợp vẫn cần sử dụng đồng hồ đo để kiểm tra.

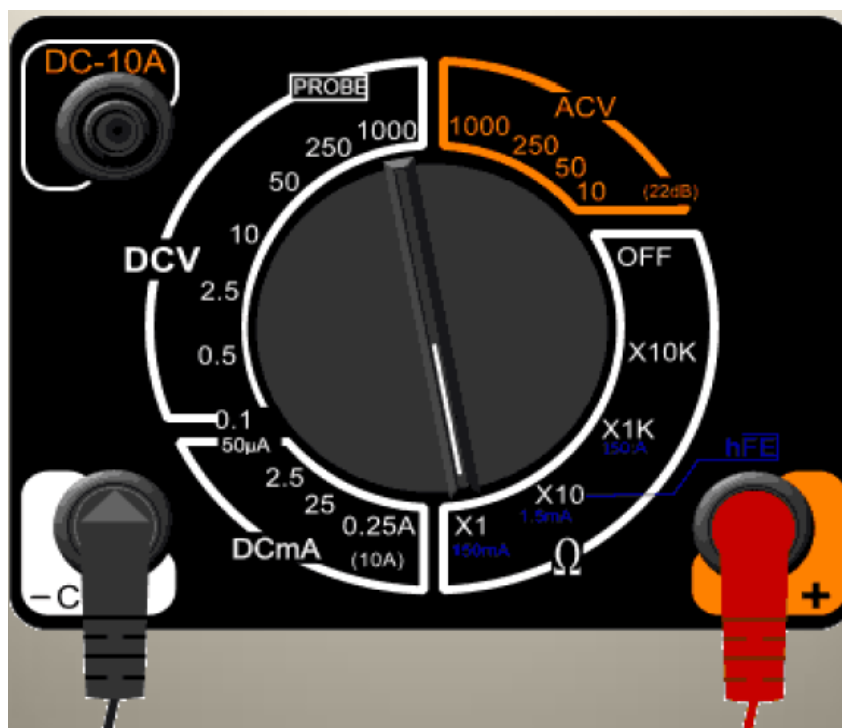
Chuyển thang đo về vị trí đo điện trở. Kim chỉ sẽ nằm ở vị trí tối đa. Chạm hai đầu que thử (Đen & Đỏ) với nhau. Kim báo sẽ chỉ về vị trí tương ứng $0\ \Omega$. Sử dụng núm điều chỉnh để chỉ số đúng $0\ \Omega$.



Hình 1.1 Đồng hồ đo loại tương tự



Hình 1.2 Chập hai kim lại và điều chỉnh để có 0 Ω



Hình 1.3 Thang đo X1



Hình 1.4 Kim chỉ khoảng 15

Điều chỉnh thang đo về vị trí xấp xỉ giá trị đo. Đồng hồ đo sẽ cho kết quả chính xác nhất khi kim đo nằm ở vị trí gần giữa. Sử dụng độ nhân ở thang đo để có giá trị đúng. Ví dụ, thang đo X1 và kim chỉ 15 nghĩa là $15 \times 1 = 15\Omega$. Nếu thang đo đặt ở X1K nghĩa là giá trị đo bằng 15 k Ω

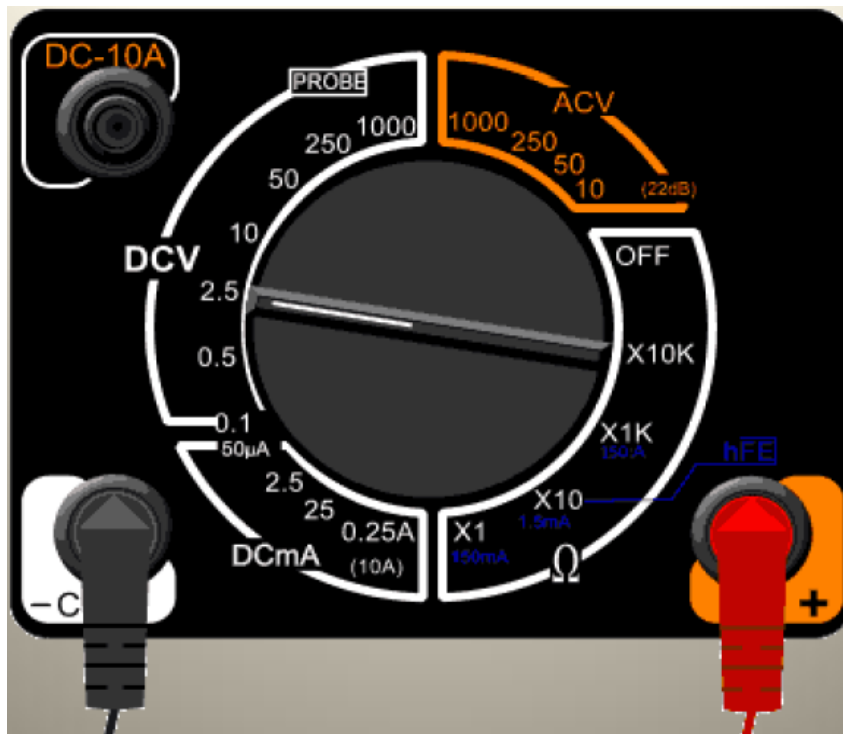
Một số chú ý:

- Không quăng, ném, đánh rơi hoặc chèn những vật dụng khác lên trên đồng hồ đo.
- Không để đồng hồ đo tại nơi ẩm ướt.
- Khi không sử dụng, chuyển thang đo khỏi vị trí đo điện trở hoặc về vị trí tắt.
- Không đặt đồng hồ đo trong vùng có từ trường mạnh

- Không để pin cũ đã hết trong đồng hồ.

Đo điện áp và cường độ dòng điện

Đồng hồ có thể được dùng để đo giá trị điện áp xoay chiều (ACV), điện áp một chiều (DCV), cường độ dòng điện một chiều (DCmA). Chuyển thang đo về vị trí tương ứng trước khi tiến hành đo. Nếu đo ngược chiều dòng điện, kim đo sẽ bị lệch ra ngoài vạch đo do đó cần chú ý chiều dòng điện khi sử dụng.



Hình 1.5 Chuyển thang đo về vị trí 2,5 DCV. Đọc theo vạch chia 250. Sau đó chia tỉ lệ với thang đo 2,5 DCV. Nếu đọc được 120 tương ứng chia tỉ lệ là 1,2V.



Hình 1.6 Nếu chọn thang 5V thì đọc theo vạch chia 50 và kết quả là 2,4V.

Đo điện áp xoay chiều được tiến hành khi chuyển núm đo về vị trí đo ACV. Tương tự như đo điện áp DC, khi đó điện áp AC cũng cần chú ý thang đo và đọc giá trị theo thang đo đã chọn.

Chú ý cẩn trọng thì đo điện áp xoay chiều; kiểm tra đường dây và đầu nối; mỗi lần cắm một dây đo để hạn chế nguy hiểm khi dây đo bị hở.

Đo cường độ dòng điện được thực hiện khi mắc nối tiếp đồng hồ vào mạch, chỉnh thang đo về vị trí đo dòng điện. Điều chỉnh mức đo phù hợp với giá trị đang đo. Chú ý ngưỡng thang đo để tránh cháy chập cầu chì bên trong đồng hồ.

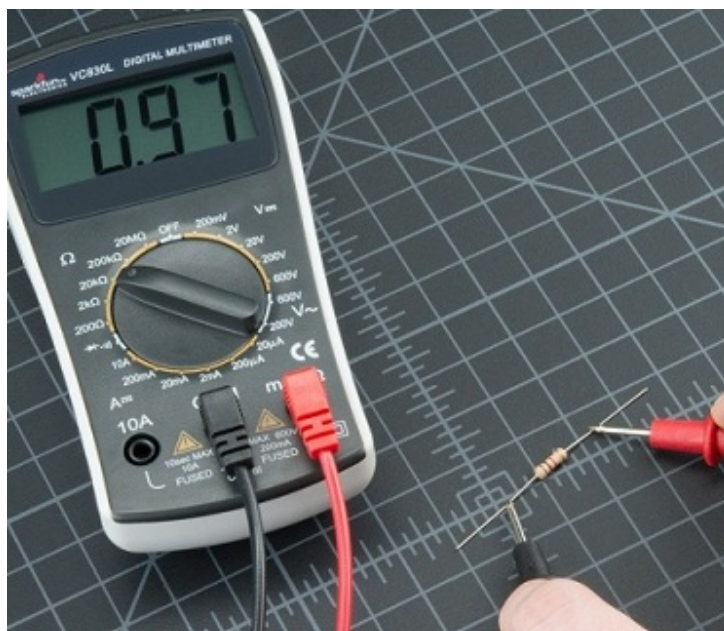
Ngoài ra, một số loại đồng hồ mới có thêm các chức năng hỗ trợ như đo thông mạch, đo LED, đo hệ số transistor, ...

Đồng hồ số

Cũng giống như đồng hồ cơ, đồng hồ số cũng có các thành phần chính là mặt hiển thị, nút chỉnh, và que đo. Thay vì hiển thị bằng kim báo và vạch chia có sẵn, màn hình đồng hồ số cho phép hiển thị nhiều ký tự đặc biệt. Điều này giúp người dùng dễ dàng đọc và nhận biết chính xác giá trị đang đo.

Đo điện trở

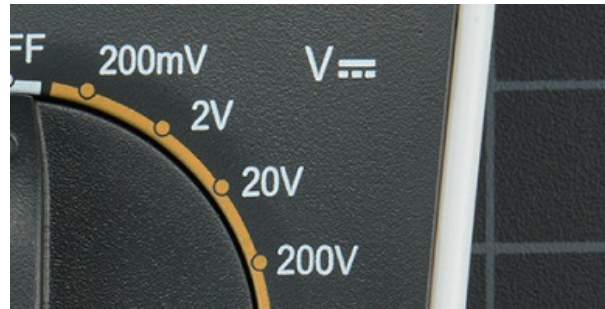
Chuyển nút chỉnh về vị trí đo điện trở. Đồng hồ sẽ hiển thị một trong ba số: **0.00**, **1** hoặc **giá trị thực**. Nếu đồng hồ báo **1** hoặc **OL** nghĩa là giá trị vượt quá ngưỡng đo, tăng ngưỡng lên mức cao hơn. Nếu hiển thị **0.00** hoặc xấp xỉ **0** thì giảm ngưỡng đo xuống.



Hình 1.7 Đo điện trở.

Đo điện áp

Chú ý gắn dây đo đúng vị trí trước khi tiến hành đo. Dây đen gắn vào **COM** trong khi dây đỏ gắn vào **mAVΩ**.

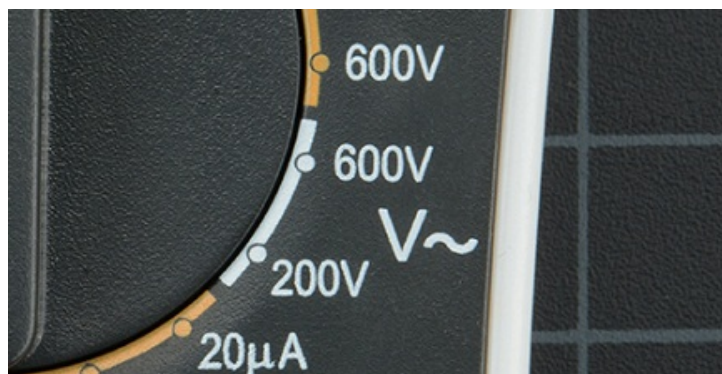


Hình 1.8 Vị trí đo điện áp một chiều.

Khi đo điện áp một chiều và xoay chiều, xoay núm chỉnh về đúng vị trí. Đặc biệt thận trọng khi tiến hành đo các mạch sử dụng dòng điện xoay chiều.



Hình 1.9 Đo điện áp rơi trên các thành phần mạch.

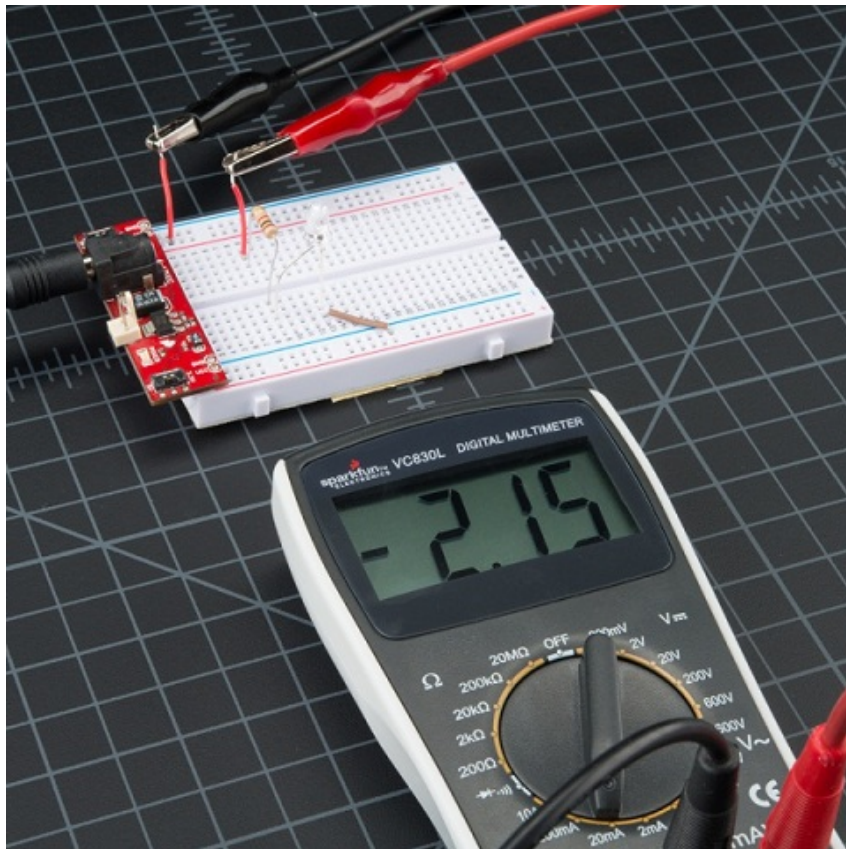


Hình 1.10 Vị trí đo điện áp xoay chiều.

Trong khi đo, điện áp cần đo có thể vượt quá ngưỡng ghi trên núm chỉnh. Đồng hồ sẽ hiển thị số **1** hoặc **OL**. Chuyển ngưỡng đo lên vị trí cao hơn để có kết quả chính xác. Khi giá trị đo vượt ngưỡng thì đồng hồ số ít có nguy cơ bị hư hỏng như đồng hồ cơ.

Đo dòng điện

Thang đo thông dụng là 200 mA, tuy nhiên đối với những mạch công suất cao thì nên đặt tại vị trí 10A. Khi dòng điện chạy qua đồng hồ đo cao hơn thang đo được sử dụng, cầu chì sẽ cháy thay vì hiển thị quá tải như trong các trường hợp trên.



Hình 1.11 Đo dòng điện có chỉ thị chiều dòng điện.

Đồng hồ số cho phép hiển thị dòng ngược chiều với dấu “-”. Sau khi sử dụng đồng hồ để đo dòng điện, chuyển về vị trí tắt hoặc đo điện áp để tránh làm cháy cầu chì khi vô tình sử dụng không đúng vị trí cần đo.

Đo thông mạch

Đây có thể xem là đo điện trở giữa hai điểm. Nếu giá trị điện trở rất thấp, chỉ vài *Ohm*, thì đồng hồ sẽ báo hiệu bằng tiếng kêu. Đo thông mạch thường được dùng để kiểm tra đường dây giữa các chân linh kiện hoặc kiểm tra ngắn mạch tại những chân liền kề.



Hình 1.12 Đặt núm chỉnh về vị trí đo thông mạch.

Chức năng này thường có trên các đồng hồ đo mới sản xuất. Tại vị trí đo thông mạch sẽ được đánh dấu bởi một biểu tượng âm thanh. Chạm hai đầu dây đo với nhau để kiểm tra tín hiệu âm thanh.

Ngắt nguồn điện của mạch cần đo trước khi đo thông mạch tại bất kỳ vị trí nào trên mạch.

Đo kiểm tụ điện

Tận dụng chức năng điện trở ta có thể đo kiểm tra tụ điện. Khi kẹp hai đầu dây đo vào hai chân của tụ điện, dòng điện nhỏ nạp cho tụ theo chiều dòng điện của dây đo. Đối với tụ điện còn tốt, khi đảo đầu dây đo, dòng điện trong tụ được xả ra lại và khiến đồng hồ phản ứng. Đối với đồng hồ cơ, kim chỉ điện trở sẽ nhảy lên rồi từ từ quay lại giá trị cao nhất. Nếu sử dụng chức năng đo thông mạch, loa sẽ kêu trong một khoảng thời gian ngắn.

Chú ý: Thông thường đối với đồng hồ kim thì dòng điện từ que đen sang que đỏ. Ngược lại, với đồng hồ số thì dòng điện từ que đỏ sang que đen. Lợi dụng tính năng này ta có thể đo kiểm LED và xác định đầu A hoặc K của linh kiện.

1.3 Máy phát xung tín hiệu

Function generator có nhiệm vụ cung cấp tín hiệu với dạng sóng, biên độ và tần số điều chỉnh được. Điều chỉnh tần số bằng núm chỉnh **Frequency** và biên độ với **Amplitude**. Ngoài ra, nếu cần tín hiệu có biên độ nhỏ, sử dụng chức năng *Attenuation* bằng nút **ATT**. Các nút này trên một số máy có thể được viết tắt.

Một số máy phát xung cho phép tạo ra dạng sóng sin, vuông, tam giác hay thậm chí xung nhiễu, xung có dạng đặc biệt. Kết hợp các nút chức năng như điều chỉnh độ rộng xung, loại xung



Hình 1.13 Máy phát xung thông dụng.

và độ lệch điện áp ta có thể tạo ra các loại xung tín hiệu theo yêu cầu. Tần số tín hiệu tạo ra vào khoảng 0,01 Hz cho đến 10 MHz. Biên độ điện áp đỉnh đỉnh từ vài mV đến tối đa 20V.

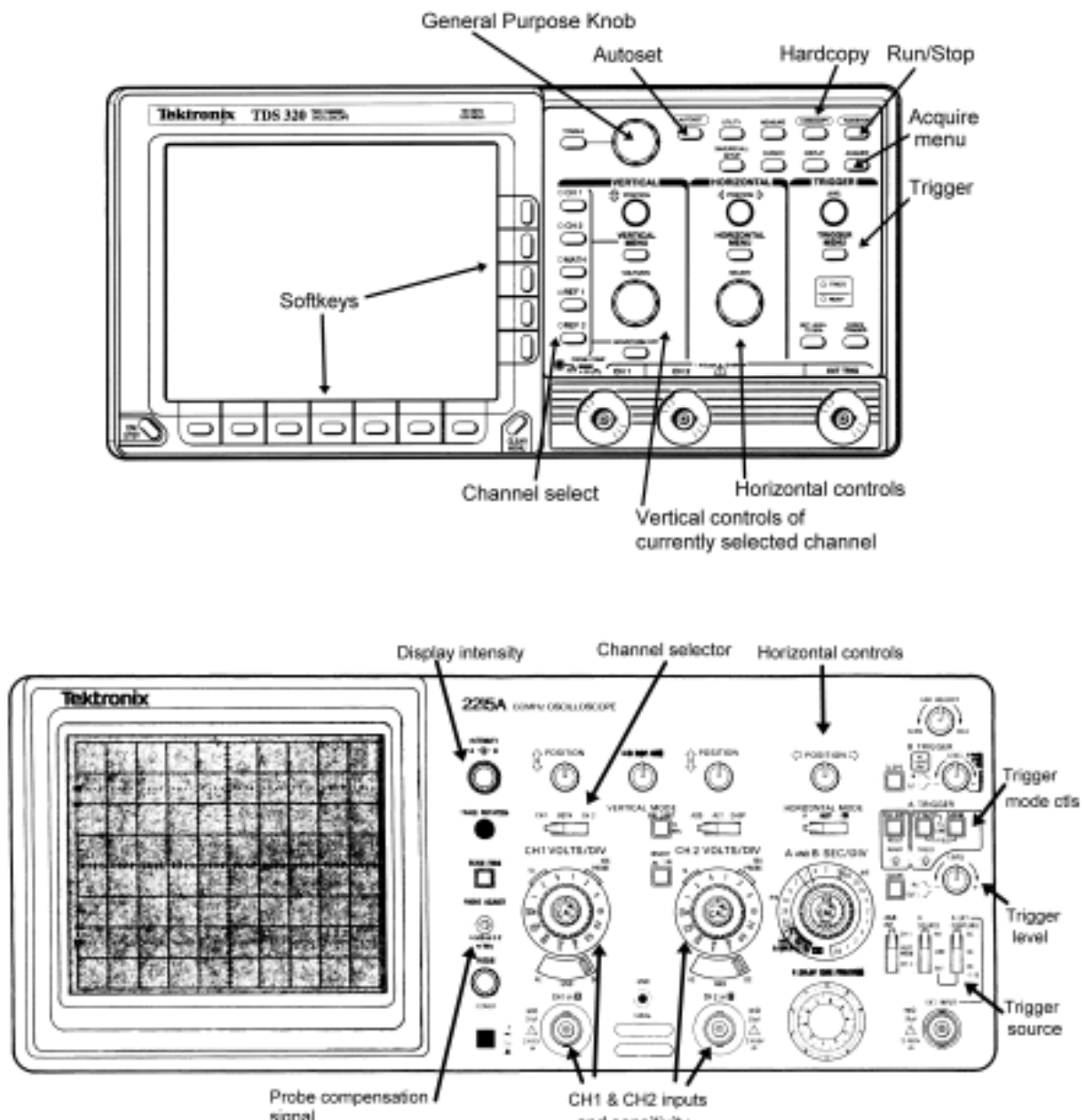
1.4 Máy hiện sóng tín hiệu

Giới thiệu

Cũng giống như đồng hồ đo, máy hiện sóng (oscilloscope) cũng có hai loại là tương tự và số. Tuy nhiên, tất cả máy hiện sóng đều có những tính năng cơ bản như nhau.

- Màn hình hiện sóng - loại cũ dùng màn hình CRT trong khi loại mới thường là màn hình tinh thể lỏng. Nó có nhiệm vụ hiển thị tín hiệu theo đồ thị điện áp - thời gian (V/t).
- Có ít nhất hai đầu đo tín hiệu, gọi là kênh “channel” với ký hiệu “CH1”, “CH2” kèm theo một đầu vào tín hiệu kích “EXT TRIG”.
- Để hiển thị tín hiệu trên màn hình, sử dụng các nút chọn kênh riêng biệt “CH1”, “CH2” hoặc hiển thị đồng thời bằng “DUAL”. Ngoài ra có thể trộn hai tín hiệu với “ADD”.
- Các nút điều chỉnh để xác định loại tín hiệu cần đo, trục thời gian và trục biên độ tín hiệu. Vị trí “DC” cho phép đo trực tiếp tín hiệu, “AC” nghĩa là tín hiệu vào đi qua một tụ điện lọc DC và kiểm tra mức đất khi đầu đo khi đặt tại “GND”.
- Vì không có sự đồng bộ giữa tín hiệu cần đo và tín hiệu hiển thị của máy hiện sóng, các nút căn chỉnh tín hiệu đồng bộ ngoài sẽ được sử dụng để hỗ trợ quá trình đo đạc.

Ngoài ra, với những máy hiện sóng hiện đại, nó còn có khả năng lưu dữ liệu thu được, thực hiện tính toán với số liệu, thống kê giảm nhiễu cũng như tự động điều chỉnh đo tần số và biên độ của tín hiệu.



Hình 1.14 Máy hiện sóng số và tương tự.

Sử dụng máy hiện sóng

Dây đo tín hiệu có gắn kèm kẹp tiếp đất. Khi đo tín hiệu phải kẹp tiếp đất trong mạch để có thể đọc chính xác mức tín hiệu đang đo. Ngoài ra, trên tay cầm của dây đo có nút điều chỉnh khuếch đại mức độ đo với thang “X1” và “X10”. Để hiển thị chính xác mức tín hiệu thì chỉnh nút khuếch đại về “X1”.

Quan sát trên màn hình hiển thị của máy hiện sóng, tín hiệu sẽ được vẽ ra theo dạng đồ thị V/t. Trên màn hình thường vẽ sẵn các ô chia theo trục tung và trục hoành. Có thể điều chỉnh nút **LEVEL** để giúp hiển thị dạng sóng ổn định.

Trục tung

Trục tung hiển thị biên độ điện áp của tín hiệu đang được đo. Ví dụ đặt “VOLTS/DIV” tại 10mV/div nghĩa là khi tín hiệu thay đổi 10mV thì đường hiển thị tín hiệu sẽ được di chuyển theo trục tung một ô chia.

- Chọn kênh “CH1”. Kẹp đầu đo vào đầu ra của máy phát xung. Quan sát thay đổi trên màn hình khi điều chỉnh nút “POSITION” và nút “VOLTS/DIV”. Ghi lại thay đổi và rút ra kết luận về chức năng của các bước vừa điều chỉnh.
- Chọn kênh “CH2”. Lặp lại các quan sát và ghi chép như tiến hành với kênh “CH1” vừa làm.
- Thử chọn các nút chức năng khác (nếu có) để hiển thị tín hiệu theo trục tung (trong vùng Vertical menu).

Trục hoành

Trục hoành hiển thị biên thời gian của tín hiệu. Ví dụ, đặt “TIME/DIV” tại 1us/div nghĩa là một ô chia theo trục hoành tương ứng với 1us.

- Với tín hiệu đang hiển thị, điều chỉnh “POSITION” rồi nút “SEC/DIV” hoặc “TIME/DIV”. Quan sát sự thay đổi của dạng tín hiệu.
- Thử chọn các nút chức năng khác (nếu có) để hiển thị tín hiệu theo trục tung (horizontal menu).
- Ghi lại thay đổi và rút ra nhận xét về chức năng của các bước vừa điều chỉnh.

Trên máy hiện sóng thường có một đầu ra tín hiệu mẫu (2 V_{pp}, 1 KHz). Sử dụng tín hiệu mẫu này để căn chuẩn lại thiết bị. Kẹp dây đo vào đầu cung cấp tín hiệu mẫu và quan sát. Sử dụng nút **Swp. Var** để hiệu chỉnh tín hiệu hiển thị trên màn hình cho đúng theo mẫu.

Kích thích đồng bộ

Máy hiện sóng sẽ chờ tín hiệu đang cần đo đạt một giá trị hoặc dạng tín hiệu nhất định trước khi tiến hành đo và hiển thị. Quá trình đo và hiển thị lặp lại mỗi khi tín hiệu cần đo đạt ngưỡng đã định.

Việc sử dụng các chức năng của kích thích đồng bộ (trigger) đòi hỏi kinh nghiệm của người sử dụng sau một quá trình làm việc với máy hiện sóng. Đối với những mạch và dạng tín hiệu đơn giản, việc sử dụng kích thích đồng bộ là không cần thiết.

2

Nhận Biết Và Đọc Giá Trị Một Số Linh Kiện Điện Tử

2.1 Giới thiệu

Để có thể làm việc với mạch điện tử, nhận biết và đọc được giá trị của linh kiện cần sử dụng là một yêu cầu rất quan trọng. Hiện nay sự đa dạng và phức tạp của các mạch điện tử tăng, số lượng và chủng loại linh kiện ngày càng nhiều. Trong phần này, chúng ta chỉ tập trung vào một số linh kiện thông dụng nhất.

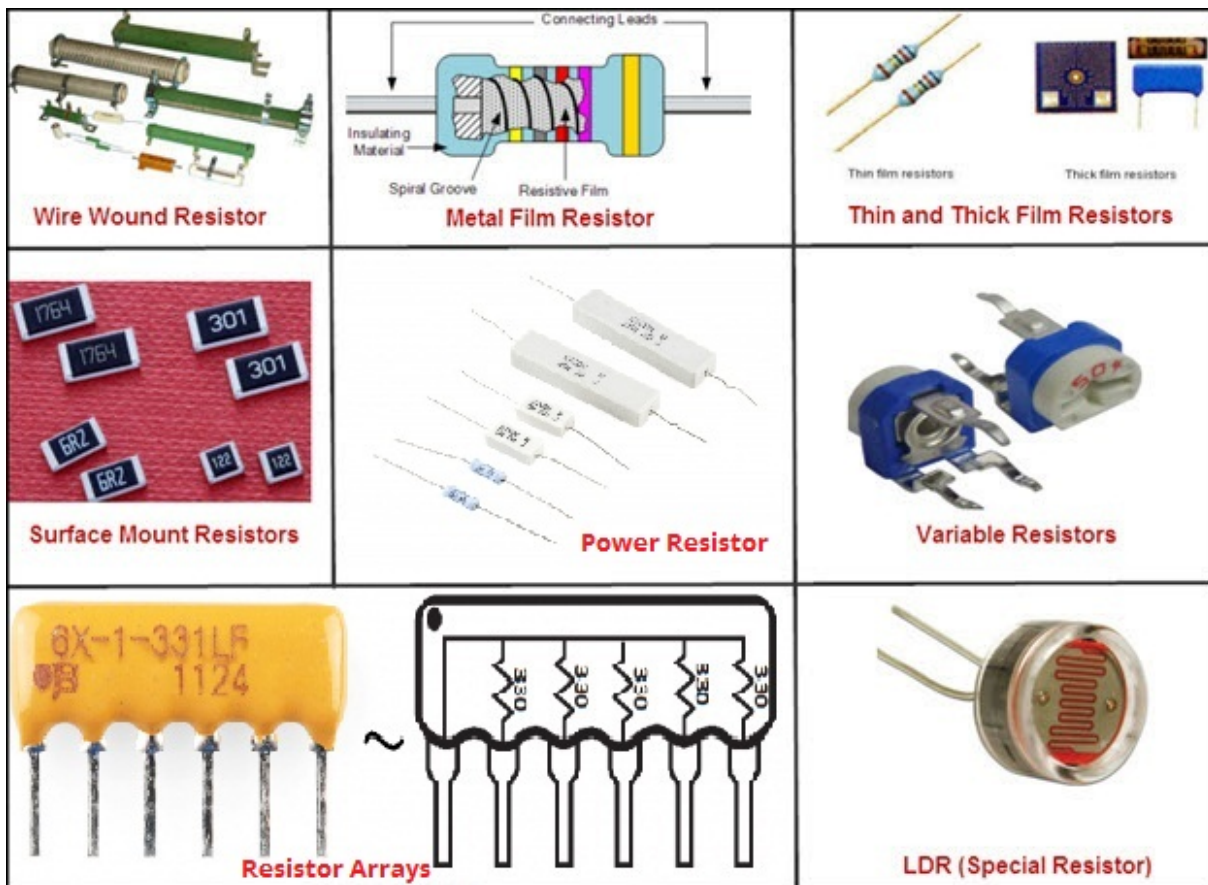
2.2 Điện trở

Đây là linh kiện phổ biến nhất trong các mạch điện tử. Điện trở có giá trị không đổi và có nhiệm vụ cơ bản là giới hạn dòng điện chạy qua mạch. Nó là một trong những linh kiện thụ động, nghĩa là chỉ tiêu thụ năng lượng.

Loại điện trở

Điện trở được chia làm hai loại dựa trên cách thức sử dụng trên mạch in: loại hàn xuyên lỗ (PTH) và loại hàn bề mặt (SMD).

Điện trở có thể được chế tạo bởi nhiều loại vật liệu khác nhau. Điện trở được đóng gói theo nhiều phương thức, từ đó tạo ra nhiều hình dạng và được dùng vào nhiều mục đích khác nhau.



Hình 2.1 Các loại điện trở

Đọc giá trị

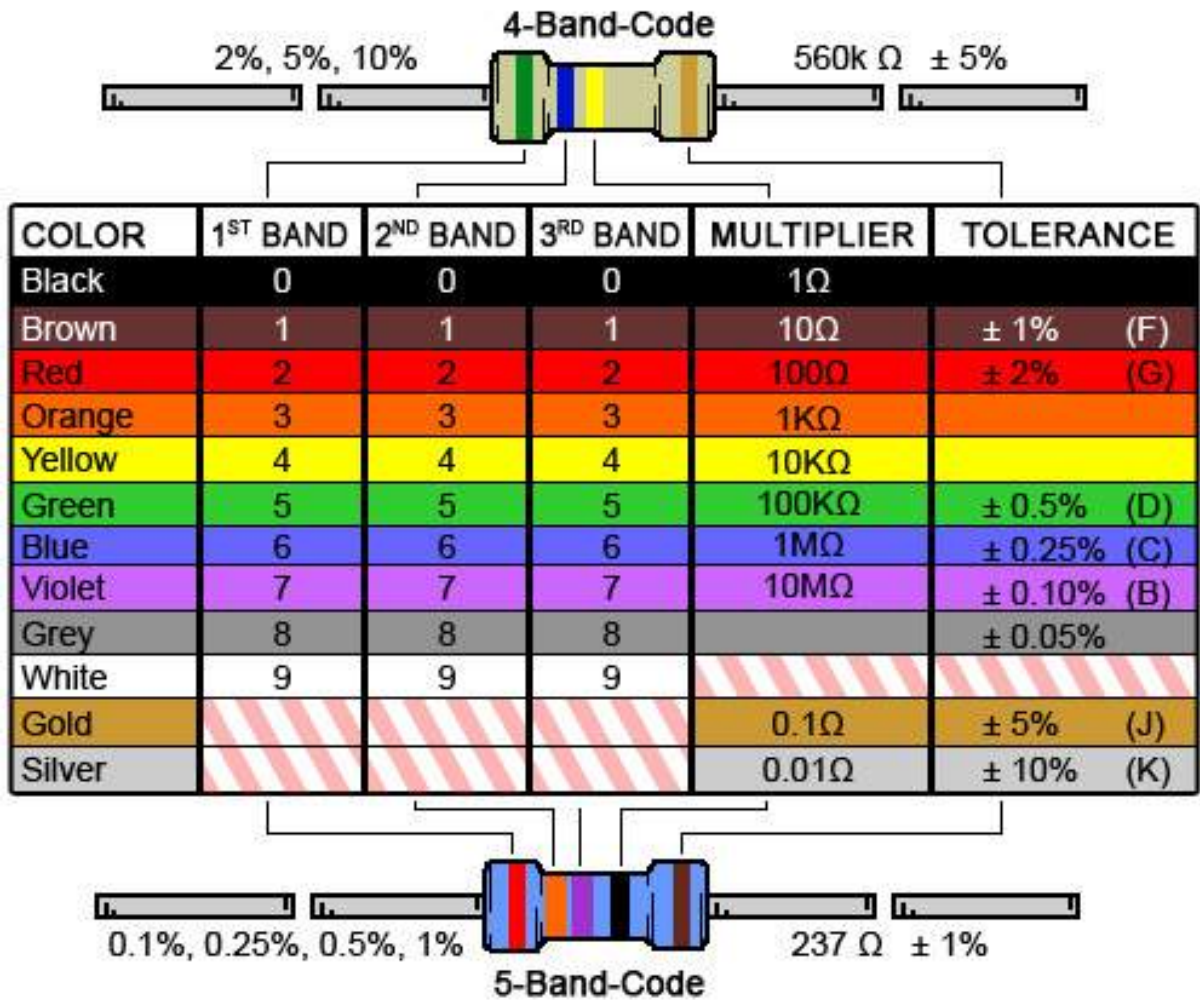
Cách thông dụng nhất để biết giá trị điện trở là sử dụng đồng hồ đo. Tuy nhiên, trong trường hợp không có đồng hồ đo thì có thể đọc giá trị bằng mã ghi trên thân điện trở như minh họa trong Hình 2.2.

Đối với điện trở dùng mã màu, hai dải màu đầu tiên thể hiện giá trị thập phân của điện trở. Dải màu thứ ba là số nhân thập phân và dải màu cuối cùng là sai số của điện trở. Một số điện trở có năm dải màu, cách đọc cũng tương tự nhưng ba dải đầu tiên thể hiện giá trị thay vì hai dải.

Đối với điện trở SMD thì phải phụ thuộc vào kích thước và loại điện trở. Nếu điện trở chỉ có đánh số thì nhiều khả năng chúng sử dụng mã **E24**. Hai chữ số đầu thể hiện giá trị và chữ số cuối là số nhân. Ví dụ điện trở ghi 204 nghĩa là $20 \times 10^4 = 200\text{k}\Omega$

Mã **E24** cũng thường được sử dụng trên các loại biến trở. Ngoài ra, người ta còn đánh số điện trở SMD theo mã **E96**. Đối với loại mã này, tốt nhất nên sử dụng bảng tra giá trị vì nó rất khó nhớ.

Một chú ý khi làm việc với điện trở đó là công suất của mạch. Đối với những mạch có công suất lớn, điện trở sử dụng cần phải đáp ứng được công suất đã định. Các loại điện trở công suất thường có kích thước lớn và cách đánh số giá trị riêng.



Hình 2.2 Đọc giá trị điện trở bằng mã màu

2.3 Tự điện

Cùng với điện trở và cuộn cảm, tụ điện là một trong những linh kiện thụ động cơ bản nhất. Tụ điện với khả năng lưu giữ năng lượng khiến nó rất đặc biệt. Gần như mạch điện nào cũng có sự xuất hiện của tụ điện, nó thường được sử dụng để lưu giữ năng lượng, ổn định nguồn và trong các mạch lọc tín hiệu.

Các loại tụ điện

Có rất nhiều loại tụ điện khác nhau, chúng được sử dụng trong nhiều loại mạch tùy tính năng. Loại tụ điện phổ biến nhất là tụ gốm. Nó có kích thước và điện dung nhỏ, ít khi vượt qua 10 μF . Tuy nhiên, tụ gốm có giá thành rẻ và tính năng tốt nhất trong các loại tụ điện. Cách đọc tụ được minh họa trong Hình 2.4.



Hình 2.3 Các loại tụ điện

Tụ hóa là loại tụ điện phổ biến thứ hai sau tụ gốm. Tên gọi khác của tụ hóa là tụ phân cực vì nó có chân “+” và “-” riêng biệt, thường thì chân “+” dài hơn chân còn lại. Giá trị của tụ điện được ghi trực tiếp trên thân tụ.

Khi sử dụng phải đặc biệt chú ý đến phân cực cho tụ hóa. Khi gắn sai cực sẽ khiến tụ hóa nổ và gây ngắn mạch. Tụ hóa có thể sử dụng ở điện áp lớn, có điện dung cao, tuy nhiên điểm bất lợi là tụ hóa luôn có dòng rò.

CODE	Tolerance
C	$\pm 0.25\text{pF}$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$
D	$\pm 0.5\text{pF}$
Z	$+80\% / -20\%$

Number	Multiple By (Additional # of Zeros)
0	None (0)
1	10 (1)
2	100 (2)
3	1000 (3)
4	10000 (4)
5	100000 (5)
6	1000000 (6)

Hình 2.4 Đọc tụ gồm theo ba số với hệ số nhân. Chú ý đơn vị là pF .

Siêu tụ điện là loại linh kiện mới xuất hiện. Điện dung của tụ có thể đạt vài F , điều mà công nghệ tụ điện cũ không thể đạt được.

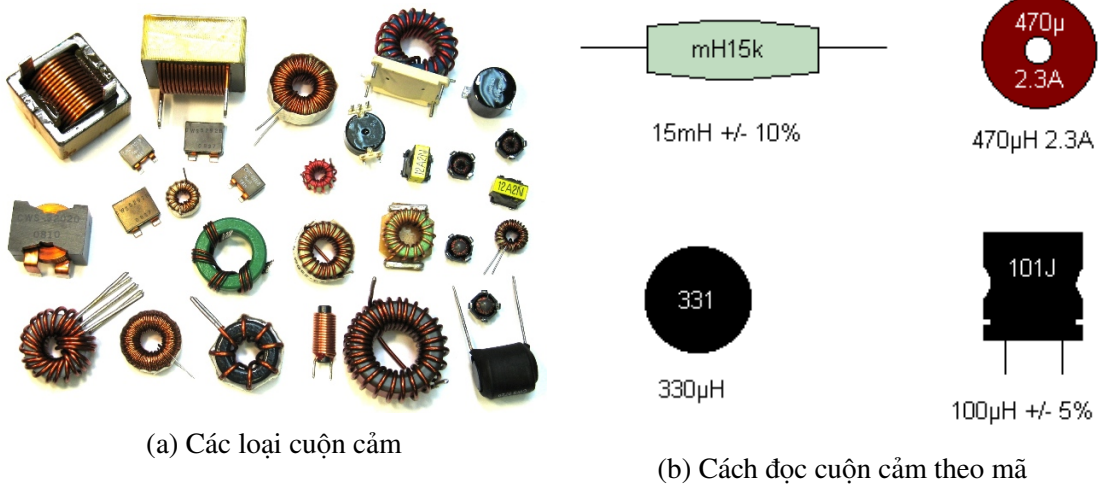
Nhiệm vụ chính của siêu tụ điện là lưu giữ năng lượng, khá giống như pin. Tuy rằng siêu tụ điện không thể lưu giữ nhiều năng lượng như pin, nó lại có tốc độ xả cao hơn và thời gian sống lâu hơn.

Ngoài các loại tụ điện thông dụng trên, còn có một số loại tụ điện khác với tính năng đặc biệt và ít khi được sử dụng.

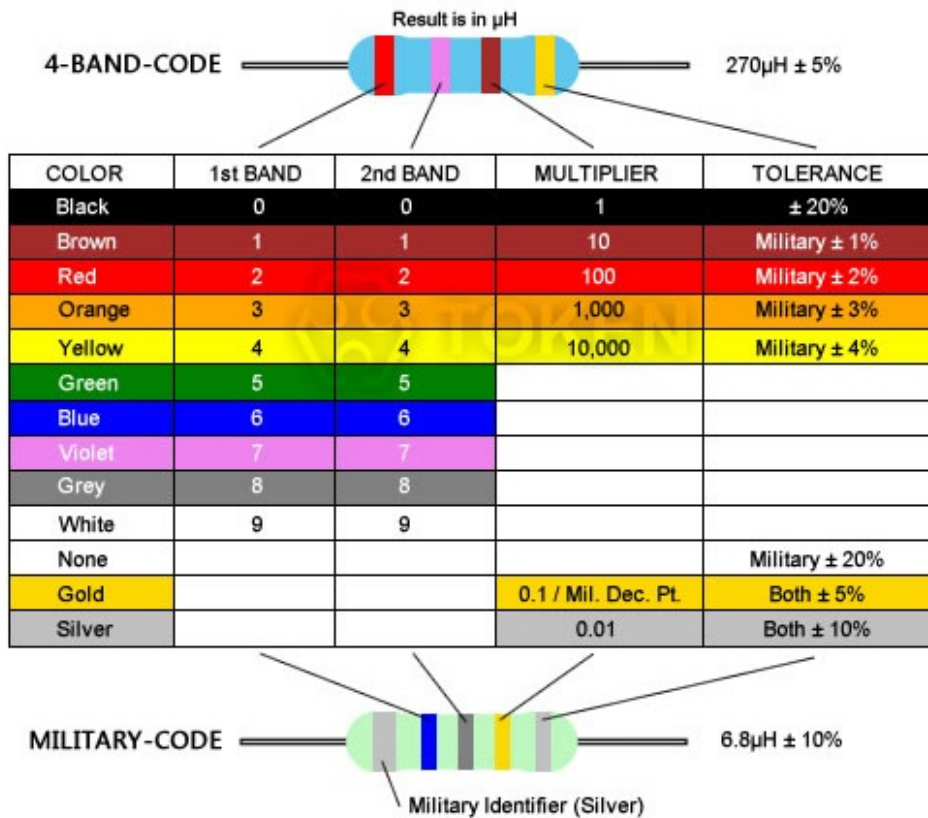
2.4 Cuộn cảm

Giống như tụ điện, giá trị và đặc tính được ghi trực tiếp trên hầu hết các loại cuộn cảm. Thông thường mã trên cuộn cảm được ghi theo thứ tự: giá trị (mH hoặc μH), sai số và giới hạn dòng điện. Đối với loại mã chỉ có ba chữ số thì hai chữ số đầu thể hiện giá trị, chữ số cuối là số nhân. Kết quả lấy đơn vị theo μH .

Ngoài ra, một số loại cuộn cảm nhỏ lại sử dụng mã màu giống như điện trở. Kết quả lấy đơn vị theo μH .



Hình 2.5 Nhận biết và đọc cuộn cảm

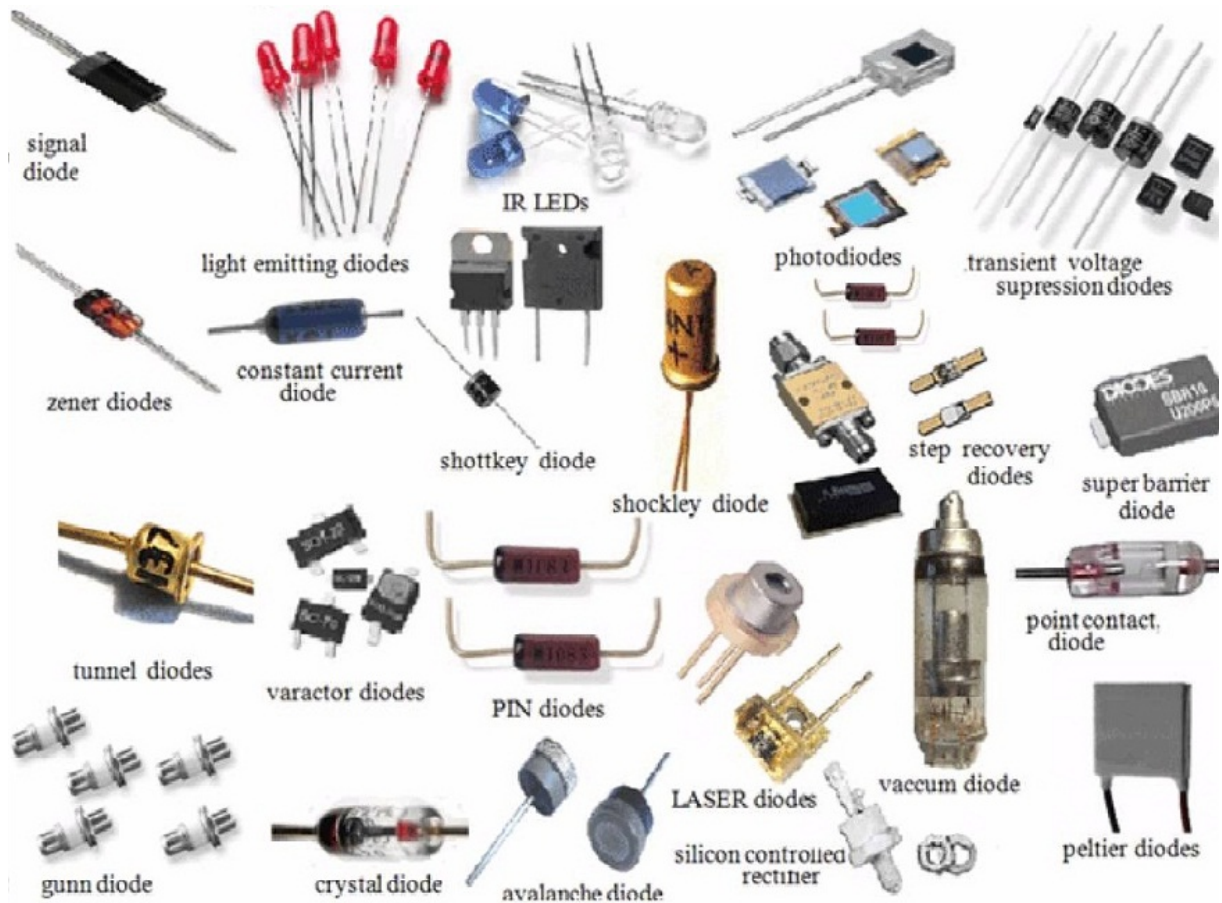


Hình 2.6 Cách đọc cuộn cảm theo vạch màu

2.5 Diode

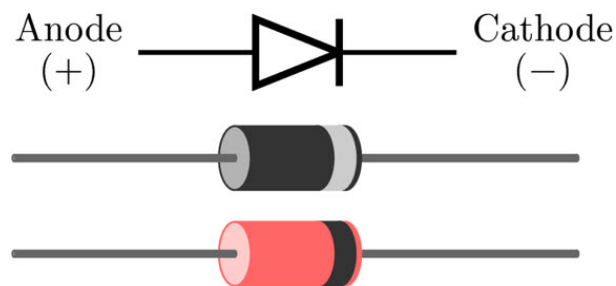
Nhiệm vụ chính của diot (diode) là kiểm soát chiều dòng điện. Nó được cấu thành bởi mối nối bán dẫn P-N và chỉ cho phép dòng điện chảy theo một hướng nhất định. Diode lý tưởng hoạt động như một khóa điện với điện áp thuận đạt ngưỡng 0V. Tuy nhiên, trên thực tế, điện áp đặt vào diode cần vượt qua một ngưỡng nhất định trước khi diode có thể hoạt động.

Thông thường, diode có điện áp phân cực thuận vào khoảng 0,6 đến 1V hoặc nhỏ hơn tùy loại vật liệu chế tạo. Có rất nhiều loại diode khác nhau, phổ biến nhất là diode tín hiệu. Chúng có điện áp phân cực khá cao và dòng tải thấp, chỉ vài trăm *mA*. Loại thứ hai là diode chỉnh lưu với điện áp phân cực cao và dòng tải trong khoảng vài *A*.



Hình 2.7 Các loại diode

Ngoài ra, còn có các loại diode khác như diode phát quang (LED), diode Schottky trong các mạch tín hiệu nhỏ và tần số cao, diode Zener trong các mạch tham chiếu điện áp, diode quang điện, ...



Hình 2.8 Nhận biết phân cực của diode thường bằng vạch màu trên thân linh kiện.

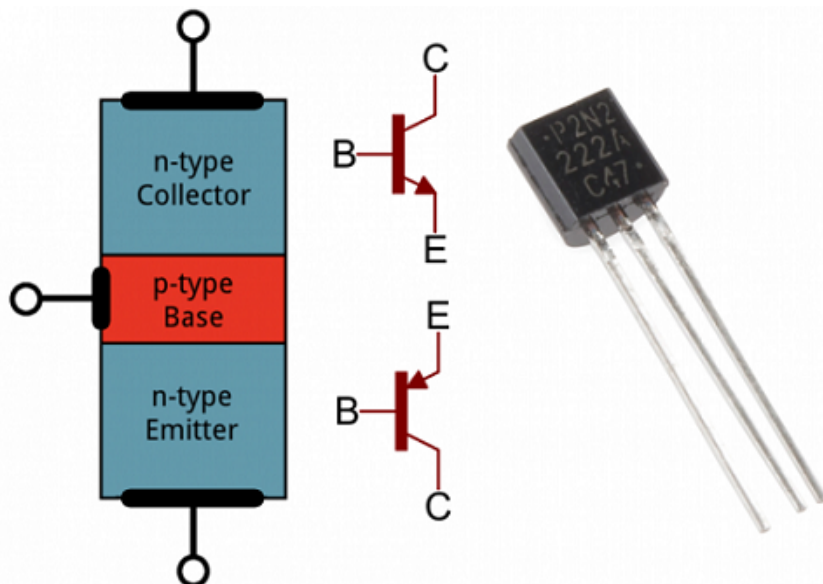
Có hai cách đo kiểm tra diode thường:

- Đối với đồng hồ đo có chức năng đo diode, đặt que đo vào hai đầu diode sẽ đọc được giá trị điện áp phân cực khi diode còn hoạt động tốt.
- Đối với đồng hồ thường, sử dụng chức năng đo điện trở. Diode phân cực thuận sẽ có giá trị điện trở thấp trong khi phân cực ngược thì giá trị điện trở rất lớn.

Khi nắm rõ cách đo diode và phương thức hoạt động của đồng hồ đang sử dụng, chúng ta có thể dễ dàng sử dụng kiến thức này để đo transistor.

2.6 Transistor thường (BJT)

Là thành phần quan trọng nhất trong tất cả các mạch điện tử. Nó có thể được sử dụng như công tắc điện tử, trong các mạch khuếch đại, mạch kỹ thuật số, ... Bên trong những vi mạch tích hợp là hàng nghìn, thậm chí hàng tỉ transistor kết nối lại.



Hình 2.9 Cấu tạo và biểu tượng của transistor

Có thể thấy, cấu tạo cơ bản của transistor như hai diode gắn lại với nhau. Để có thể sử dụng transistor đúng công năng thì phải tham khảo tài liệu hướng dẫn của từng loại một. Tuy nhiên, trong quá trình làm việc, khi cần kiểm tra đảm bảo transistor còn hoạt động tốt thì có thể sử dụng đồng hồ đo.

Hiện nay có rất nhiều loại transistor với cấu tạo và tính năng khác nhau. Quy trình đo thử sau đây được dùng cho một số loại transistor thông dụng để xác định loại PNP hay NPN còn hoạt động hay không.

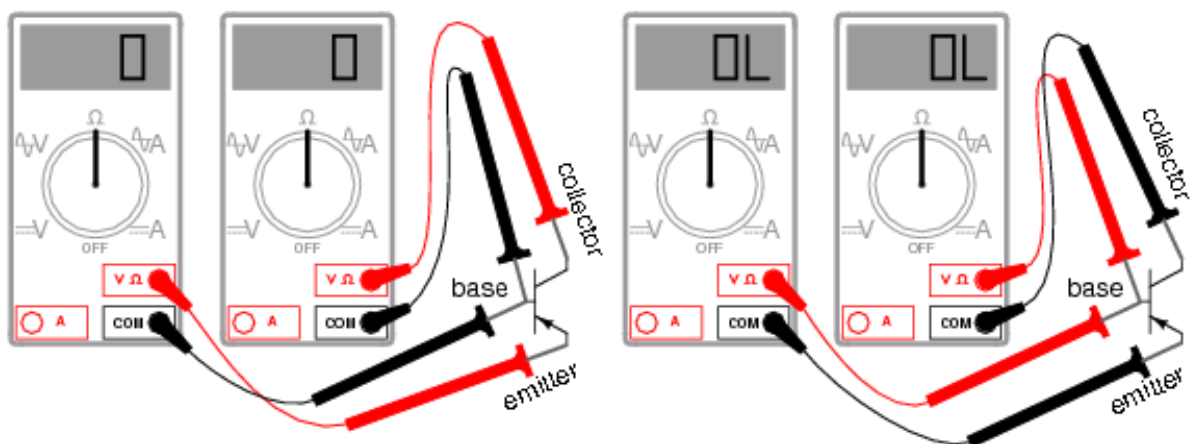
Đối với đồng hồ tương tự, sử dụng chức năng đo điện trở. Giả sử kẹp đầu đo (COM - dây đen) của đồng hồ vào chân *B* của transistor, đầu đo còn lại (dây đỏ) lần lượt kẹp vào từng chân

của transistor. Mỗi lần kẹp đầu đo vào từng chân, ta sẽ đọc được giá trị điện trở. Nếu giá trị thấp nghĩa là phân cực thuận, còn khi giá trị điện trở đo được rất cao nghĩa là đang phân cực ngược.

Đảo ngược hai que đo của đồng hồ và tiến hành đo tương tự. Khi biết được chiều dòng điện của que đo, ta sẽ xác định được loại mối nối P-N hoặc N-P từ đó biết được transistor có cấu tạo PNP hay NPN tương ứng. Transistor bị hỏng khi các mối nối P-N bị đánh thủng dẫn đến giá trị đọc được trên đồng hồ khi đảo hai que đo là như nhau.

Đối với đồng hồ số, sử dụng chức năng đo diode. Khi phân cực thuận, ta sẽ đọc được giá trị điện áp phân cực qua từng cặp chân của transistor. Thông thường, điện áp phân cực trên cặp chân E-B sẽ cao hơn cặp C-B.

Ngoài ra, một số đồng hồ còn có sẵn chức năng kiểm tra transistor. Tại vị trí gần núm chỉnh chế độ đo, một hàng lỗ được đánh dấu B-C-E. Tùy loại đồng hồ đo, khi cắm transistor theo đúng vị trí chân sẽ có báo hiệu như kim chỉ về giá trị h_{fe} hoặc hiển thị số trên màn hình. Khi sai chân hoặc linh kiện hỏng, đồng hồ sẽ không có báo hiệu hoặc kim vượt thang đo.



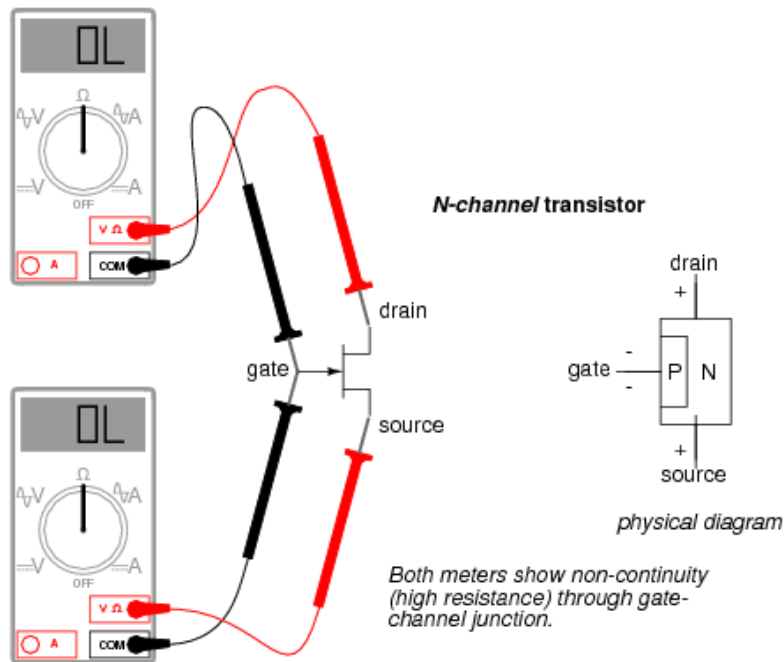
Hình 2.10 Đo kiểm tra transistor loại PNP. Đối với loại NPN, đồng hồ sẽ báo thông số ngược lại.

2.7 Transistor trường FET

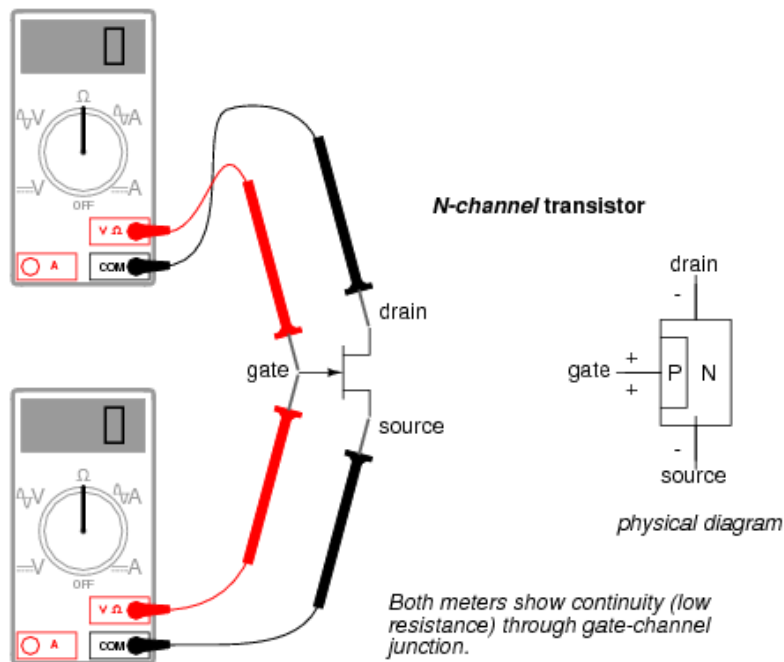
JFET

Có thể chia transistor thành hai nhóm dựa trên nguyên tắc hoạt động: BJT và FET. Trong khi BJT được điều khiển bằng dòng điện thì FET được điều khiển bằng điện áp. Khi BJT hoạt động, hạt tải bao gồm cả lỗ trống và electron. Mỗi loại FET chỉ có một loại hạt tải chủ yếu, electron đối với n-FET và lỗ trống đối với p-FET.

JFET là linh kiện đơn giản với chỉ một mối nối P-N và hai đầu S-D có thể hoán đổi cho nhau. Do vậy, việc đo kiểm tra cũng khá đơn giản. Sử dụng chức năng đo thông mạch (điện trở) của đồng hồ.



Hình 2.11 Đo kiểm tra JFET kênh n: phân cực ngược



Hình 2.12 Đo kiểm tra JFET kênh n: phân cực thuận

- Nối tắt các chân của JFET và xả điện tích.
- Kẹp dây đo vào từng cặp chân của JFET, lần lượt là G-D và G-S

- Vì chỉ có một mối nối P-N, giá trị đo được giống như đo diode.

Đối với JFET kênh p , tiến hành đo như trên nhưng đảo vị trí cặp dây đo của đồng hồ.

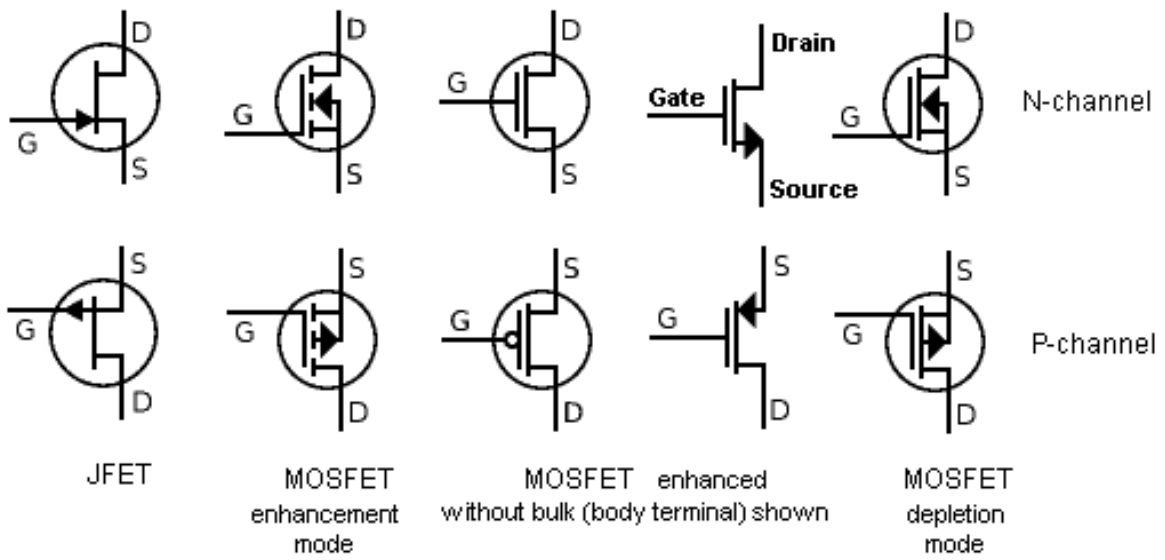
MOSFET

Là linh kiện nền tảng cho cách mạch điện tử số. Để có thể kiểm tra MOSFET, tùy vào loại đồng hồ mà điều chỉnh phương pháp.

Để kiểm tra MOSFET kênh n và sử dụng đồng hồ có chức năng đo thông mạch:

- Chú ý xả tĩnh điện khi tiếp xúc với họ linh kiện MOS.
- Dùng ngón tay tiếp xúc đồng thời vào chân Cổng và Nguồn (Gate - Source) để loại bỏ điện tích trên các chân. Trong các bước tiếp theo, không chạm vào bất kỳ phần kim loại nào trên linh kiện.
- Kẹp dây đo “-” vào chân Nguồn (Source), dây đo “+” vào chân Máng (Drain). MOSFET tốt thì đồng hồ không kêu và báo điện trở lớn. Nếu đồng hồ báo thông mạch nghĩa là linh kiện đã hỏng.
- Tiếp theo, kẹp dây đo “-” vào chân Nguồn và dây đo “+” vào chân Cổng. Như trên, nếu đồng hồ báo thông mạch nghĩa là linh kiện đã hỏng. Bình thường, đồng hồ sẽ báo giá trị điện trở lớn.
- Cuối cùng, bỏ trống chân Cổng, kẹp dây đo “+” vào chân Máng và dây đo “-” vào chân Nguồn. Khi MOSFET tốt thì đồng hồ sẽ báo thông mạch, giá trị điện trở rất thấp vì lúc này chân Cổng đã được tích điện.

Đối với MOSFET kênh p , lặp lại các bước như trên nhưng hoán đổi vị trí dây đo “+” và “-”.



Hình 2.13 Biểu tượng của các loại transistor trường.

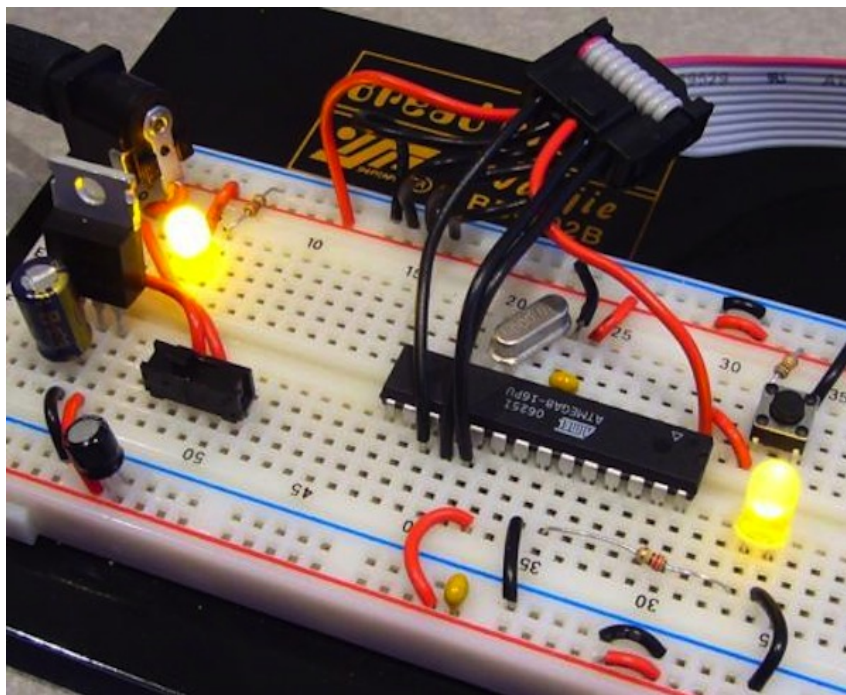
3

Sử Dụng Mạch Thử Nghiệm

3.1 Giới thiệu

Mạch thử nghiệm (breadboard) là một công cụ cơ bản cần có khi học điện tử. Trước kia, người ta phải hàn và nối dây qua các linh kiện để tạo ra mạch điện tử. Việc này trở nên rất phức tạp và tốn thời gian đặc biệt khi phải áp dụng cho các mạch lớn, nhiều linh kiện.

Việc sử dụng breadboard đã tạo ra một bước đột phá trong việc chế tạo mạch thử nghiệm. Trong giai đoạn của linh kiện đèn điện tử, những người yêu thích điện tử thường dùng thùng làm bánh mì để gắn bóng điện tử lên trên, từ đó tên gọi breadboard ra đời. Khi linh kiện điện tử trở nên nhỏ và dễ sử dụng hơn, tên gọi breadboard vẫn còn được sử dụng như một thói quen.



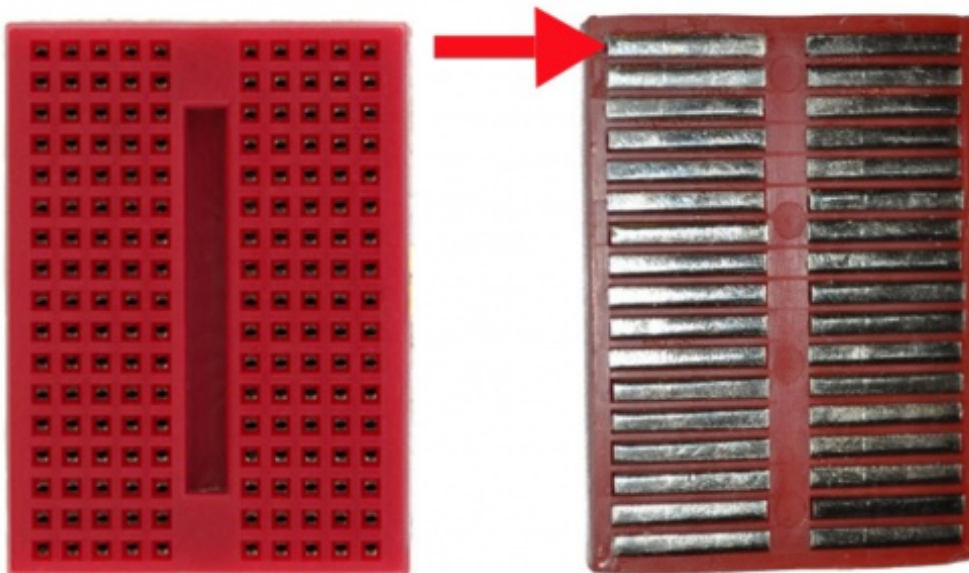
Hình 3.1 Mạch thử nghiệm

Khi thử mạch điện tử trên breadboard, ta không phải hàn. Các linh kiện được gắn lên breadboard cho phép thử nghiệm các mạch từ đơn giản cho đến phức tạp. Đặc biệt, khi phải làm việc với các IC mới hoặc thử nghiệm nhiều tính năng của mạch, breadboard cho phép thay đổi và điều chỉnh nhanh mà không phải làm lại mạch in.

3.2 Cấu tạo của Breadboard

Thanh dẫn điện

Bên dưới breadboard thường có một lớp keo dán. Khi lột bỏ lớp keo dán, ta sẽ thấy các thanh kim loại dẫn điện đặt song song tương ứng với vị trí có thể cắm linh kiện phía trên.



Hình 3.2 Hai mặt trên và dưới

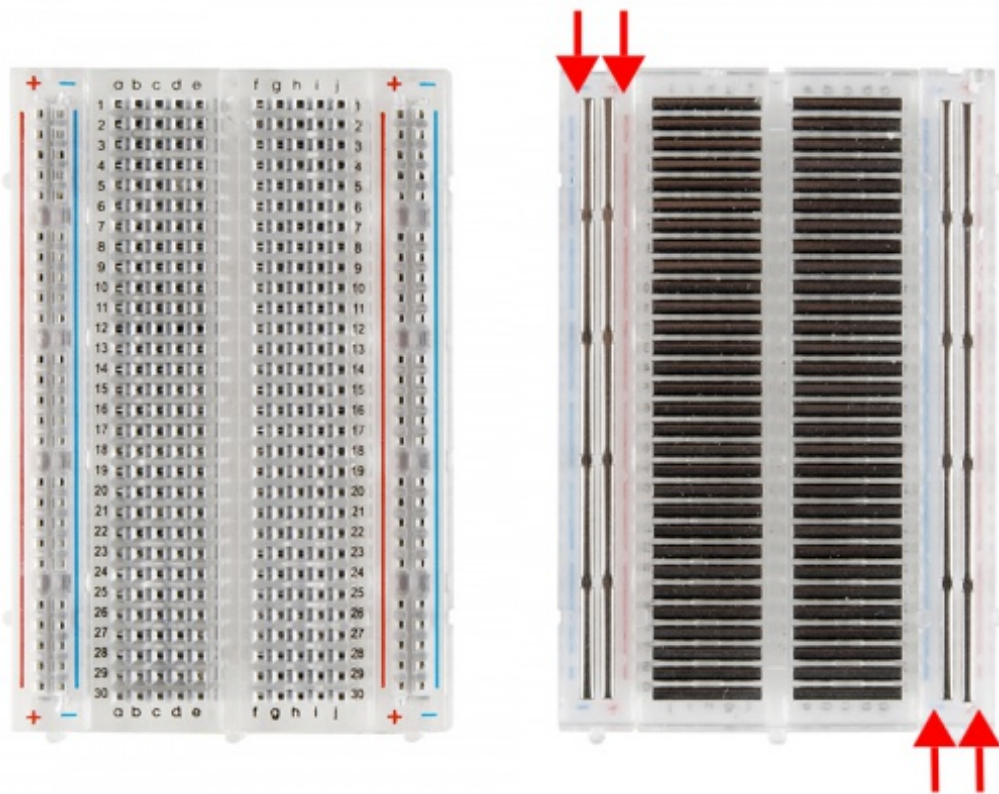
Những thanh kim loại này được chế tạo với một chuỗi các kẹp liên nhau giúp giữ chân linh kiện hoặc dây dẫn khi được cắm vào breadboard. Như vậy, mỗi hàng liền mạch trên breadboard được nối với nhau. Chính giữa breadboard có một rãnh sâu ngăn cách hai nửa.

Đường cấp nguồn

Đối với các breadboard thông dụng, bên cạnh các hàng lỗ để gắn linh kiện là đường cấp nguồn chạy dọc breadboard. Đường cấp nguồn thường có hai dải song song, có thể được đánh dấu bằng màu hoặc ký hiệu +,- để tiện đi dây cấp nguồn.



Hình 3.3 Thanh kim loại được tháo ra khỏi breadboard

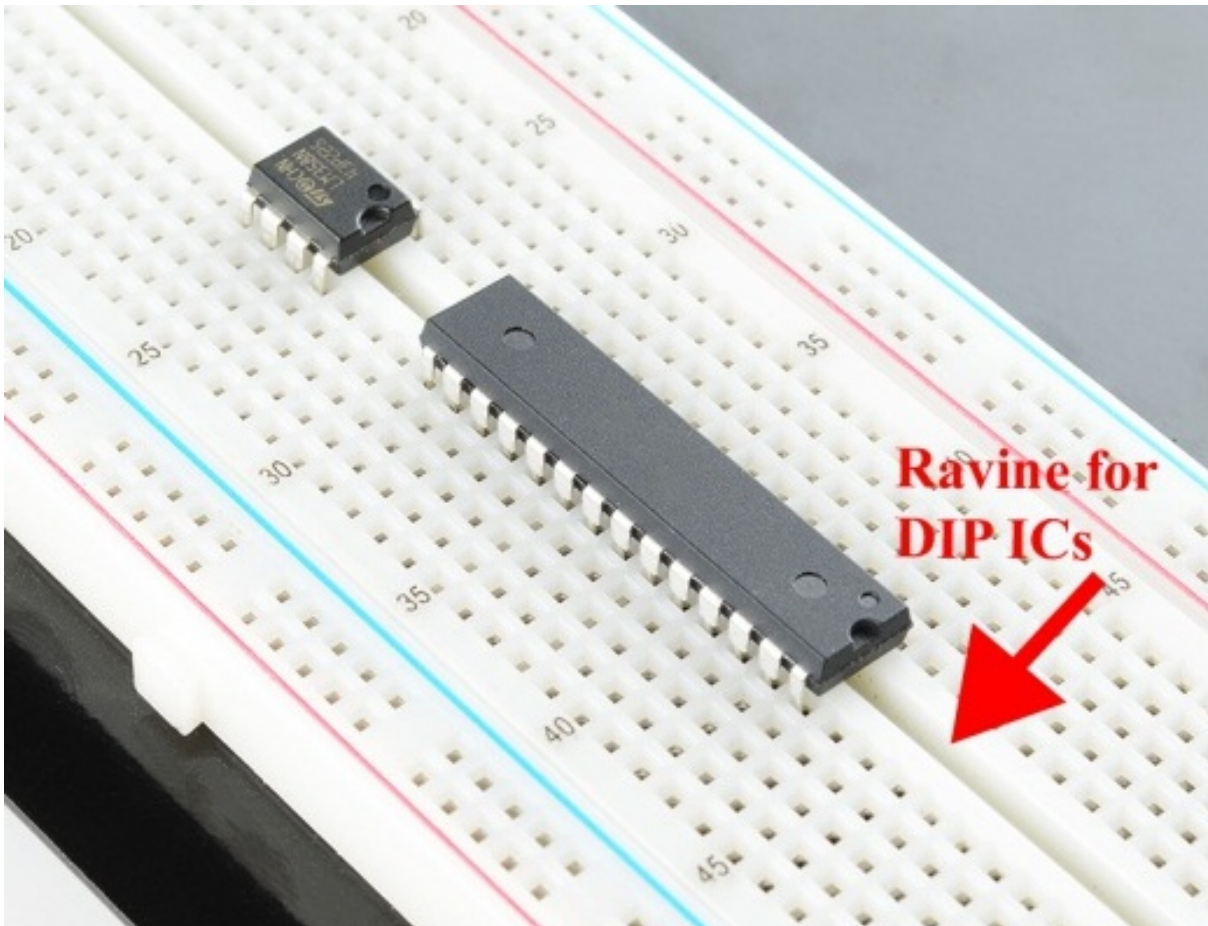


Hình 3.4 Đường dùng cho cấp nguồn chạy dọc theo mạch

Hai đường cấp nguồn ở hai phía của mạch không được nối với nhau. Đối với breadboard lớn, đường cấp nguồn bị ngắt ở chính giữa. Do vậy, khi sử dụng ta phải chủ động nối dây để đảm bảo nguồn điện.

Gắn linh kiện

Như đã biết, chính giữa breadboard có một đường ngăn với nhiệm vụ tách riêng hai phần. Nó được dùng để gắn chân IC loại DIP. Ngoài ra, một số breadboard còn được đánh số và ký tự. Chúng giúp việc gắn linh kiện được dễ dàng hơn. Một số breadboard còn có các điểm gắn dây nguồn, chân nối mạch với nhiều màu sắc khác nhau. Chúng thường được dùng cho các mạch lớn và phức tạp.



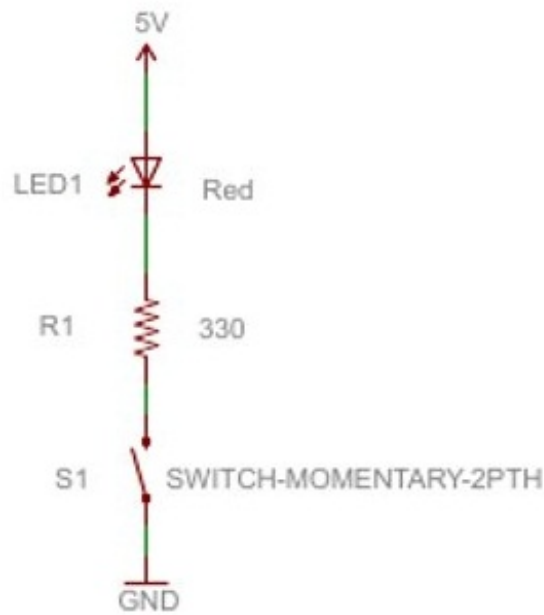
Hình 3.5 Gắn IC chính giữa mạch để ngăn cách hai hàng chân

3.3 Xây dựng mạch

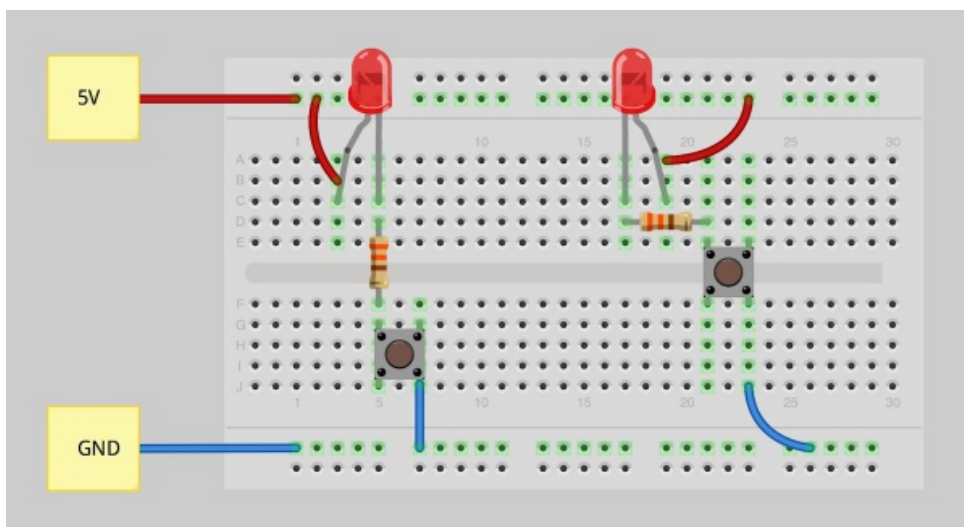
Sơ đồ nguyên lý

Việc đầu tiên là vẽ sơ đồ nguyên lý. Nó cho phép người đọc hiểu và có thể tự làm lại mạch khi cần thiết. Mỗi linh kiện có một biểu tượng khác nhau. Ta có thể vẽ bằng tay hoặc bằng các phần mềm vẽ mạch. Dựa trên sơ đồ nguyên lý, linh kiện sẽ được chọn và gắn lên breadboard.

Ví dụ ta thực hiện một mạch đóng mở đèn bằng công tắc đơn giản. Nguồn DC 5V được sử dụng, đèn LED và điện trở có giá trị tương ứng cùng một công tắc.



Hình 3.6 Sơ đồ nguyên lý minh họa



Hình 3.7 Thực hiện cắm linh kiện lên mạch

Thực hiện mạch

Với sự phát triển của máy tính và phần mềm mô phỏng, ta có thể mô phỏng mạch bằng các phần mềm chuyên dụng mà không cần phải dùng đến breadboard. Tuy nhiên, thực tế làm mạch trên breadboard sẽ giúp ta hiểu hơn về mạch điện tử và rút ra những kinh nghiệm quan trọng cho việc làm mạch in.

4

Vẽ Mạch Điện Tử Với Eagle

4.1 Giới thiệu

Phần mềm vẽ mạch được sử dụng để hỗ trợ quá trình làm mạch in. Hiện nay có rất nhiều phần mềm hỗ trợ làm mạch in, từ phức tạp đến đơn giản, từ miễn phí đến trả tiền tùy mức độ. Tuy nhiên, đối với mức độ đơn giản thì EAGLE là một phần mềm phù hợp.

Nó có thể cài đặt trên các hệ điều hành khác nhau như: Windows, Mac, và Linux. Đồng thời, dung lượng cài đặt khá nhỏ gọn, chưa đến 200MB với bộ cài đặt khoảng 25MB. Trong khi các phần mềm khác có thể lên đến vài GB.

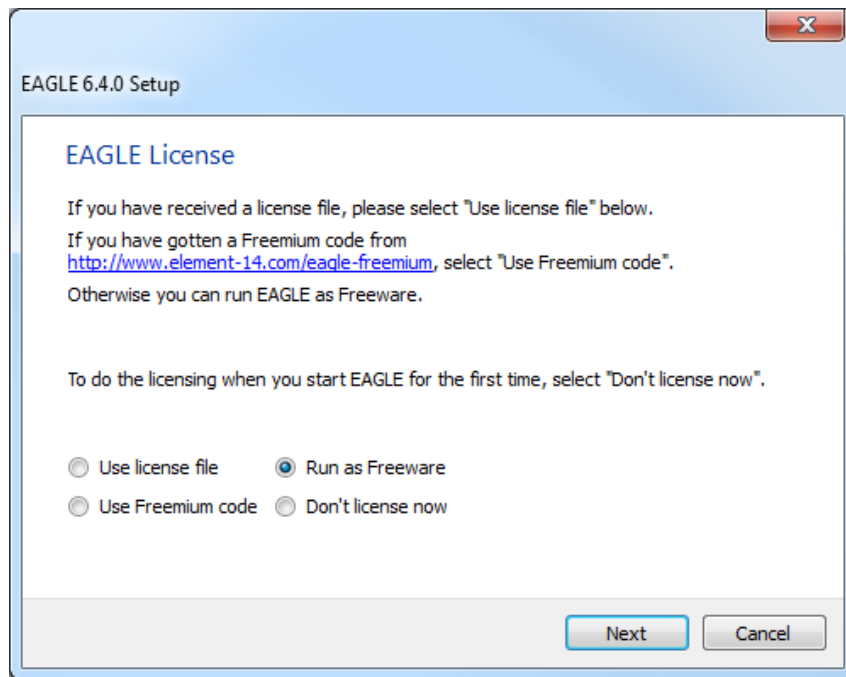
EAGLE có hai phiên bản, miễn phí và trả phí. Trong giới hạn của những mạch in hai lớp phổ thông, sử dụng phiên bản miễn phí là đủ. Ngoài ra, cộng đồng sử dụng EAGLE khá lớn và có nhiều hỗ trợ lẫn nhau khá hiệu quả.

Tuy vậy, EAGLE cũng có một số bất lợi như không có thuật toán tự đi dây cao cấp, không có mô phỏng mạch và chế độ nhìn 3D.

4.2 Cài đặt phần mềm

EAGLE là một sản phẩm của Cadsoft (<http://www.autodesk.com>). Tùy theo nhu cầu sử dụng, tải phiên bản phù hợp và tiến hành cài đặt như những phần mềm thông dụng khác.

Với phiên bản miễn phí, kích thước mạch in cho phép là 10x8cm, vừa đủ cho những mạch điện thông thường. Nó cho phép chạy tối đa hai lớp mạch in.



Hình 4.1 Phiên bản miễn phí được lựa chọn khi cài đặt

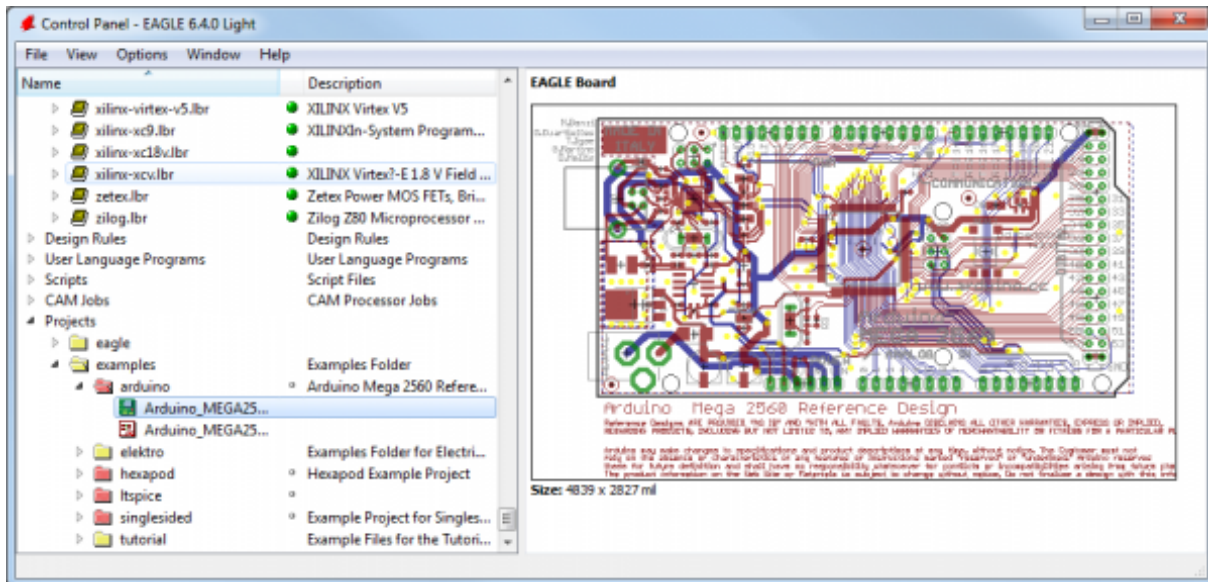
Bảng điều khiển chính

Sau khi cài đặt, mở EAGLE lên ta sẽ có một Control panel như Hình 4.2. Tại đây cho phép truy cập các tính năng của phần mềm như:

- Libraries - thư viện chứa các linh kiện, loại chân cắm, ...
- Design rules - các luật định kiểm tra mạch. Phụ thuộc vào yêu cầu của từng đơn vị sản xuất mạch in mà phải điều chỉnh các luật này.
- User Language Programs (ULPs) - cho phép tiến hành các tác vụ một cách tự động dựa trên chương trình viết bởi người dùng.
- Scripts - các đoạn mã chương trình được dùng để thay đổi giao diện
- CAM jobs - được sử dụng trong quá trình tạo tập tin gerber của mạch in hoàn thiện.
- Projects - nơi chứa đựng các thành phần của chương trình làm việc như sơ đồ nguyên lý, thiết kế mạch in. Tất cả được gói gọn trong các thư mục.

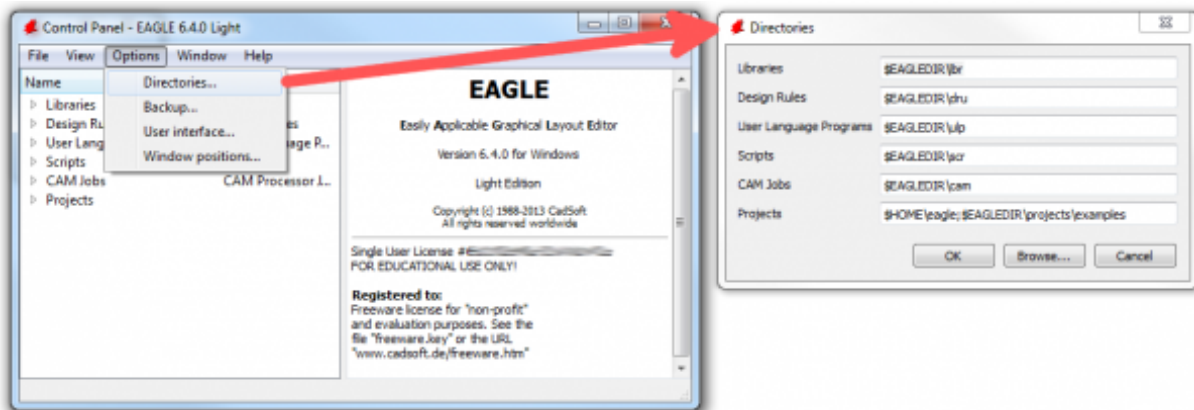
Bổ sung thư viện linh kiện

EAGLE chứa rất nhiều thư viện linh kiện cho phép người dùng lựa chọn trong quá trình thiết kế mạch in. Tuy nhiên, người dùng có thể lựa chọn sử dụng một gói thư viện được sàng lọc bởi



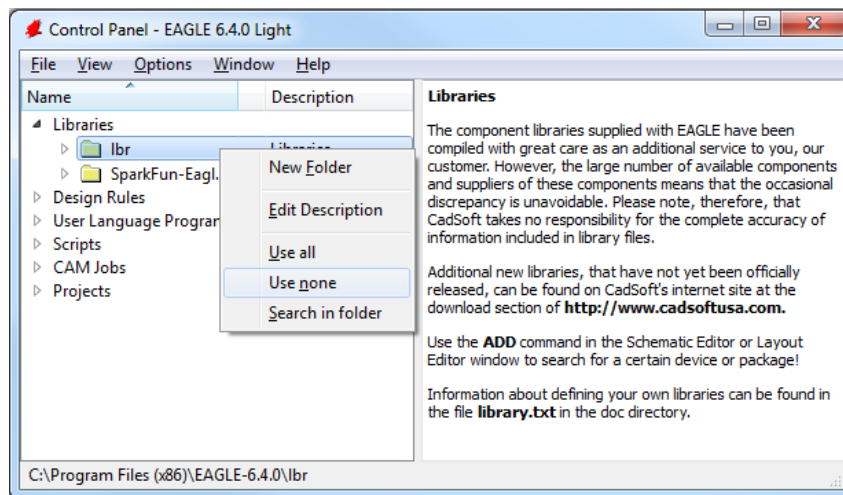
Hình 4.2 Cửa sổ làm việc chính

Sparkfun. Nó chỉ bao gồm các thành phần cần thiết, dung lượng thấp và thường xuyên được cập nhật. Ngoài ra, người dùng có thể bổ sung gói thư viện của riêng mình.

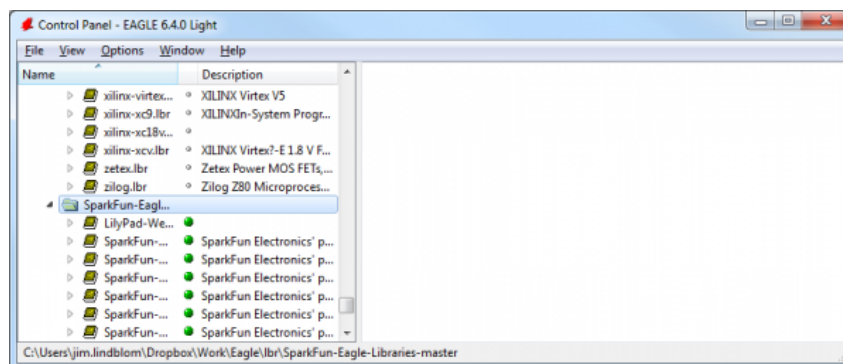


Hình 4.3 Bổ sung thư viện

- Tại Control panel của EAGLE, chọn “Options” → “Directories”.
- Bổ sung đường dẫn đến thư mục chứa thư viện mới. Sử dụng dấu “;” để tách biệt đường dẫn của các thư viện. Nếu sử dụng *Mac*, *Linux* thì dùng dấu “:”
- Sau khi bổ sung, tại mục *Libraries* sẽ thấy hai thư viện. Nếu không muốn sử dụng thư viện mặc định của EAGLE, kích phải chuột lên thư mục gốc *lbr* rồi chọn “Use none” như Hình 4.4. Thông thường ta giữ nguyên không cần thay đổi.
- Kích chuột phải lên thư viện mới bổ sung và chọn “Use all”. Chú ý các chấm xanh bên cạnh thư viện đã được chọn là để báo hiệu nó đang được sử dụng.



Hình 4.4 Thư mục linh kiện



Hình 4.5 Thư mục linh kiện mới

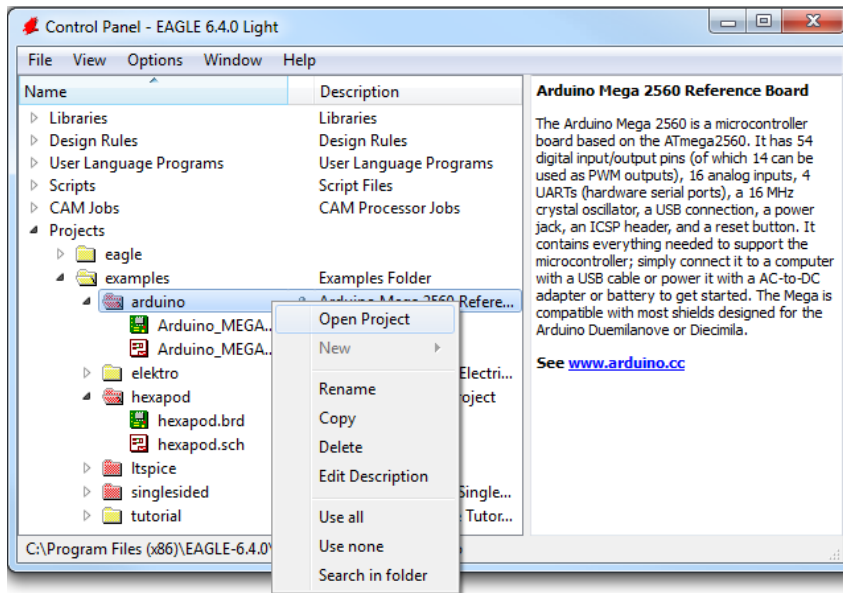
4.3 Mở chương trình

EAGLE sau khi cài đặt có sẵn một số chương trình ví dụ. Tại Control panel của EAGLE, chọn “Project” → “example” → chuột phải lên chương trình quan tâm → “Open project”. Hai cửa sổ làm việc mới sẽ được mở ra: một chứa sơ đồ nguyên lý, một chứa thiết kế mạch in tương ứng.

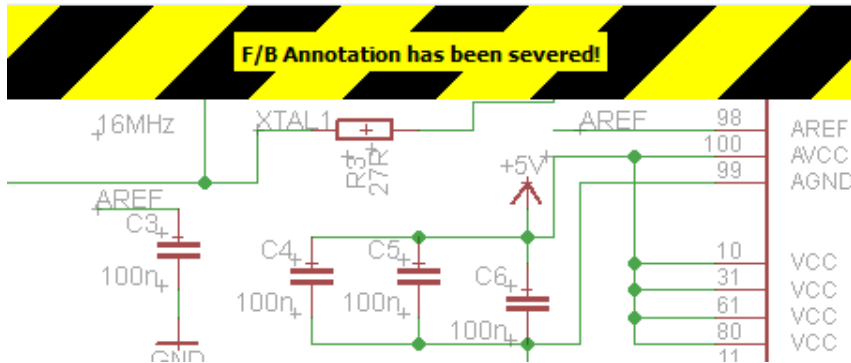
Chú ý: Không được tắt cửa sổ vẽ sơ đồ nguyên lý hoặc mạch in vì chúng liên kết với nhau.

Nếu đóng một trong hai cửa sổ làm việc, các thay đổi trên mạch tiếp theo sẽ không được đồng bộ hóa dẫn đến lỗi. Để mở lại cửa sổ bị đóng, chọn *Switch to board/schematic* trên thanh công cụ.

EAGLE cho phép người dùng tùy biến một số cài đặt để thuận lợi trong khi làm việc. Những thao tác này có thể dễ dàng tìm thấy trên các trang mạng hỗ trợ của cộng đồng sử dụng EAGLE.



Hình 4.6 Mở một chương trình có sẵn



Hình 4.7 Lỗi khi một cửa sổ bị đóng

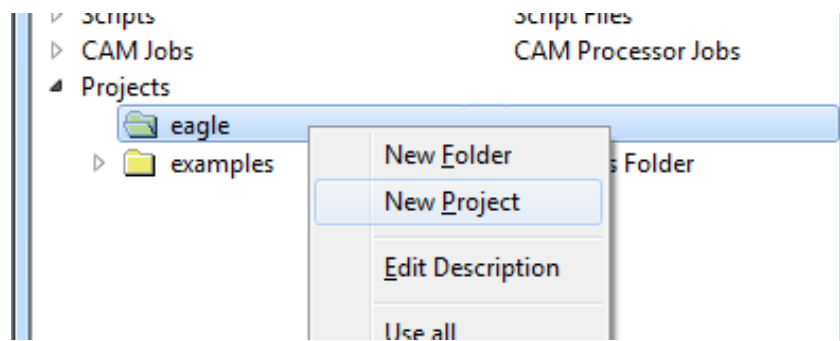
4.4 Tạo thiết kế mới

Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch là bước đầu tiên trong quy trình thiết kế mạch in. Dựa trên sơ đồ nguyên lý, linh kiện được sắp xếp và dây dẫn được kết nối. Một sơ đồ nguyên lý rõ ràng, chính xác sẽ giúp việc thiết kế mạch in trên thực tế được thuận lợi và dễ dàng sửa lỗi.

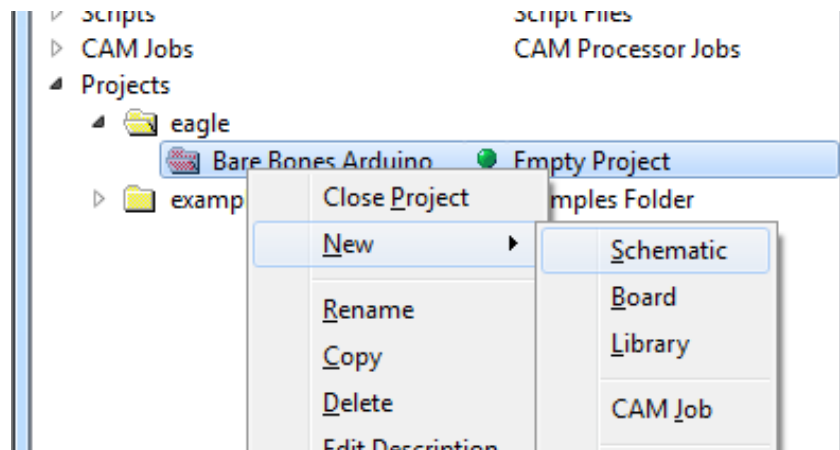
Vẽ sơ đồ nguyên lý

Khởi động chương trình EAGLE, tại cửa sổ Control panel, chọn “Projects” → “New project”. Đặt tên cho chương trình mới tạo ra.

Thư mục mới được tạo ra sẽ chứa các tập tin sơ đồ nguyên lý và bản vẽ mạch in. Kích chuột phải vào thư mục mới tạo, chọn “New” → “Schematic”.



Hình 4.8 Tạo thiết kế mới



Hình 4.9 Sơ đồ nguyên lý

Lựa chọn và sử dụng linh kiện

Sử dụng công cụ **ADD** để mở chức năng tìm kiếm trong thư viện linh kiện có sẵn. Lựa chọn linh kiện đồng thời kiểm tra loại chân linh kiện phù hợp. Chú ý bổ sung ký tự đặc biệt "*" vào trước và sau linh kiện cần tìm kiếm để có các kết quả liên quan. Ví dụ, tìm vi xử lý **atmega328**, nhấn **OK** để chọn linh kiện hoặc **Cancel** để bỏ lựa chọn.

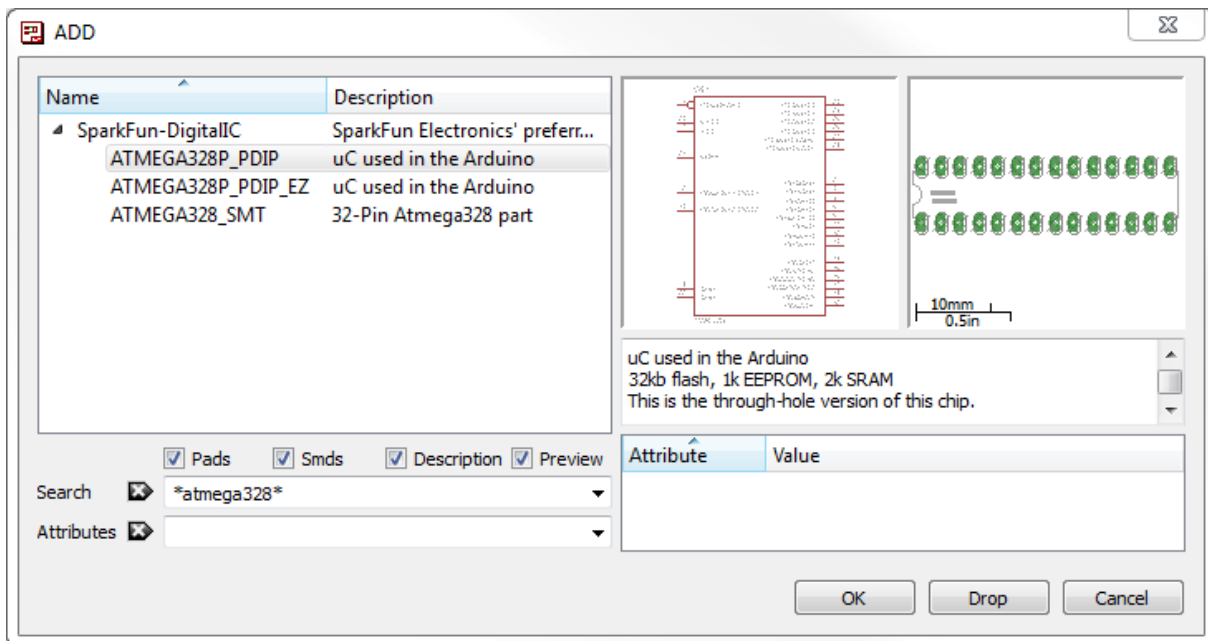
Ngoài ra, nếu ta biết linh kiện cần dùng nằm ở thư viện nào thì có thể quay lại cửa sổ chính (Control Panel) của chương trình và tìm theo *Libraries*.

Bước 1: Chọn kích thước khung làm việc

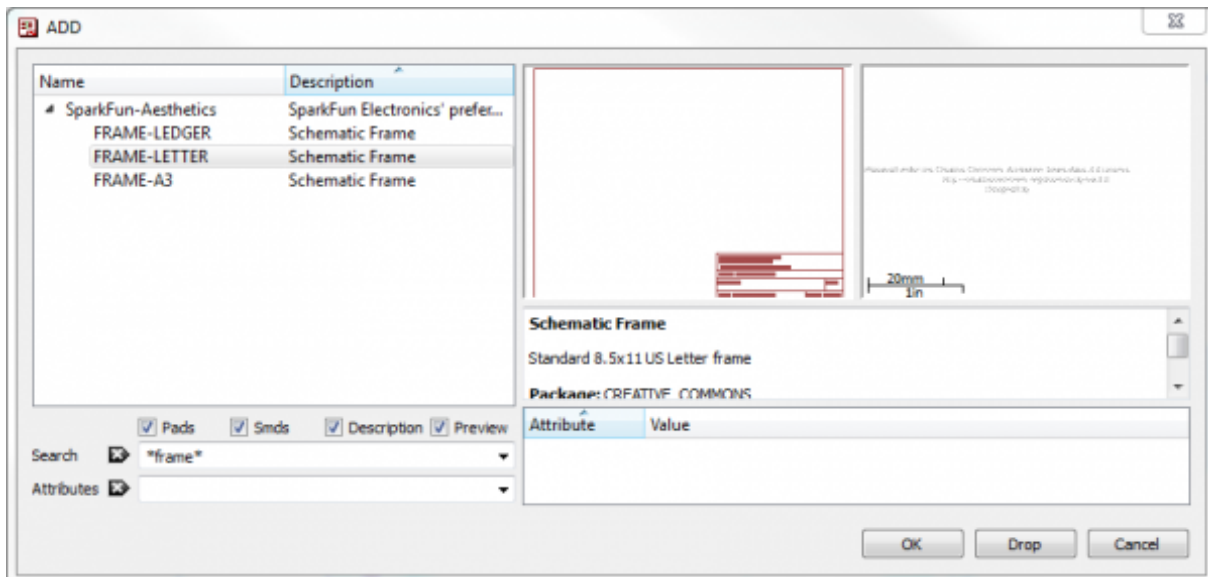
Tạo khung làm việc giúp thiết kế gọn gàng và dễ tổ chức hơn. Thông thường chọn khung làm việc cỡ trang A4 hoặc **Letter** theo kiểu Mỹ. Ví dụ, trong thư viện *SparkFun* chọn **FRAME-LETTER**. Nhấn **OK** để tiếp tục.

Sau khi lựa chọn đúng thành phần cần thiết, nó sẽ được treo theo con trỏ chuột. Để đặt linh kiện, thành phần đã chọn thì nhấn chuột trái. Sau đó, cửa sổ **ADD** vẫn mở để bạn chọn linh kiện tiếp theo. Sau khi kết thúc, nhấn **ESC** hai lần để thoát.

Bước 2: Lưu



Hình 4.10 Ví dụ tìm kiếm linh kiện



Hình 4.11 Khung làm việc

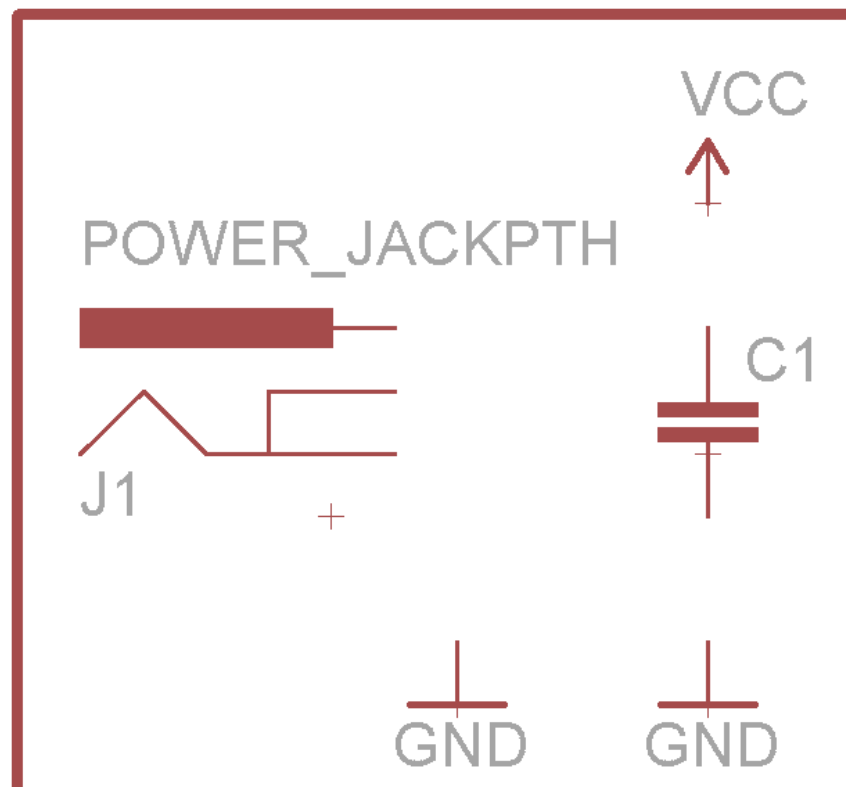
Lưu mạch vào thư mục đã định trên máy tính. Chú ý, lưu thường xuyên trong quá trình vẽ mạch để tránh bị mất phần việc đã tạo. Tập tin sẽ có đuôi **.sch**.

Bước 3: Thêm nguồn điện

Nguồn điện sẽ nằm trong thư viện **Sparkfun-Aesthetics** hoặc **Power**. Chọn **VCC** và **GND**. Các linh kiện khác sẽ nằm trong thư viện tương ứng như tụ điện **Capacitors**, đầu nối **Connectors**,

...

Nên gom các thành phần linh kiện nguồn về một góc của khung làm việc. Sử dụng công cụ **Move** khi cần để di chuyển linh kiện. Chú ý đặt trỏ chuột lên dấu “+” đánh dấu điểm gốc của linh kiện khi cần tác động.



Hình 4.12 Phần nguồn điện

Bước 4: Vi xử lý và các thành phần khác

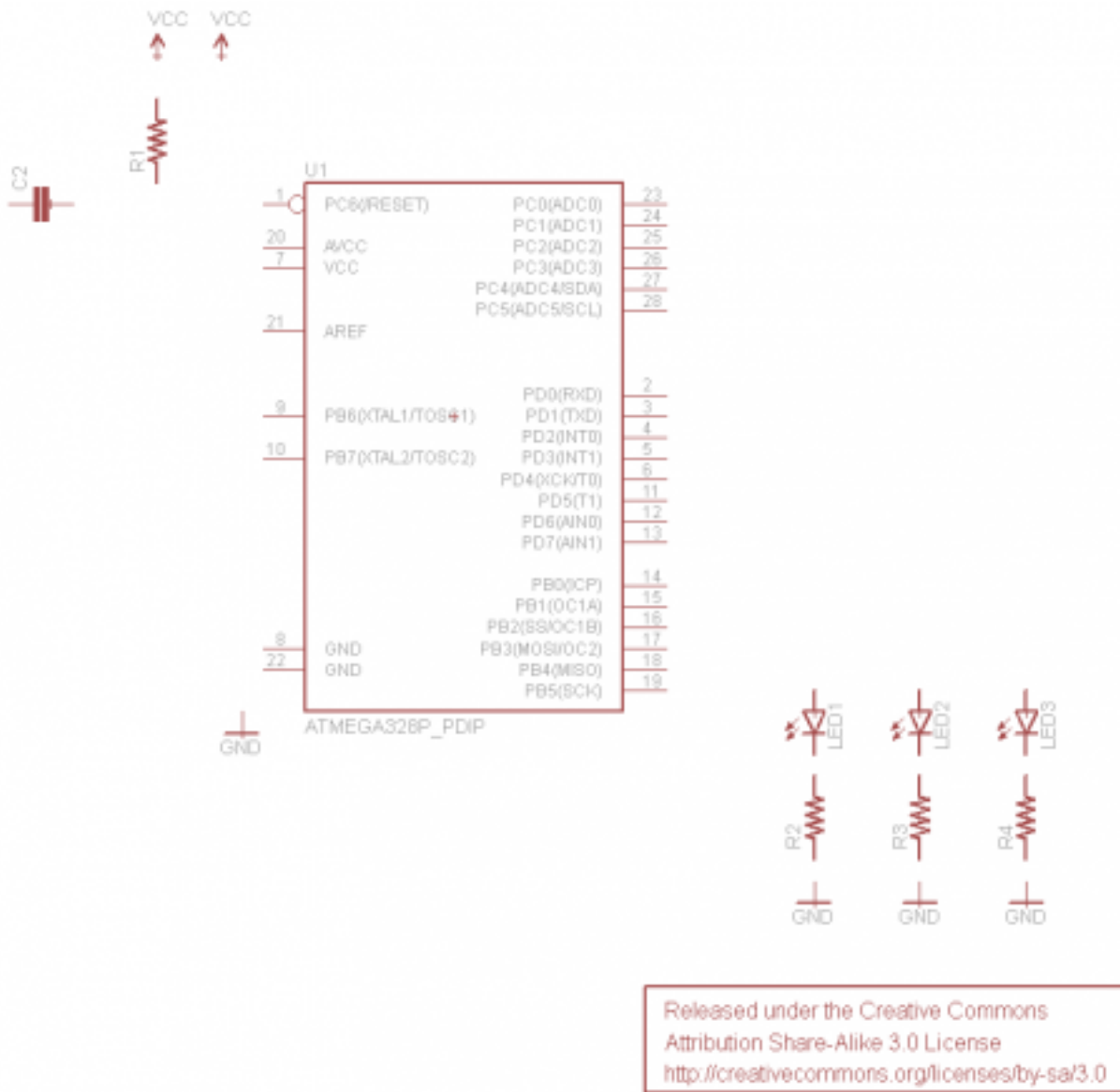
Ví dụ tạo ra một mạch điện sử dụng vi xử lý *Atmega328*. Các thành phần có thể tham khảo theo Bảng 4.1.

Chú ý: Linh kiện có thể nằm trong các thư viện khác tên gọi. Trong ví dụ này ta dùng linh kiện xuyên lỗ (PTH), chúng thường được đánh dấu với chân có màu xanh trong khi linh kiện dán (SMD) thường có màu đỏ.

Trước khi đặt linh kiện vào khung làm việc, kích chuột phải để xoay linh kiện cho phù hợp. Trên thanh công cụ cũng có sẵn các nút hỗ trợ xoay linh kiện. Bố trí tất cả các thành phần cho tương xứng trên khung làm việc.

Linh kiện	Thư viện	Tên	Số lượng
Atmega328P	DigitalIC	Atmega328P-PDIP	1
Điện trở	Resistors	Resistorpth-1/4W	4
5mm LED	LED	LED5mm	3
Tụ điện	Capacitors	Cappth	1
Nguồn	Aesthetics	Vcc GND	4
Chân nối	Connectors	M081x08	1
Đầu nạp chương trình	Connectors	AVR-SPI-PRG-6PTH	1
Đầu nạp 6 chân	Connectors	Arduino-Serial-Programpth	1
Nguồn	Aesthetics	Vcc GND	2

Bảng 4.1 Linh kiện chính



Hình 4.13 Bổ sung linh kiện

Bước 5: Bổ sung đầu nối

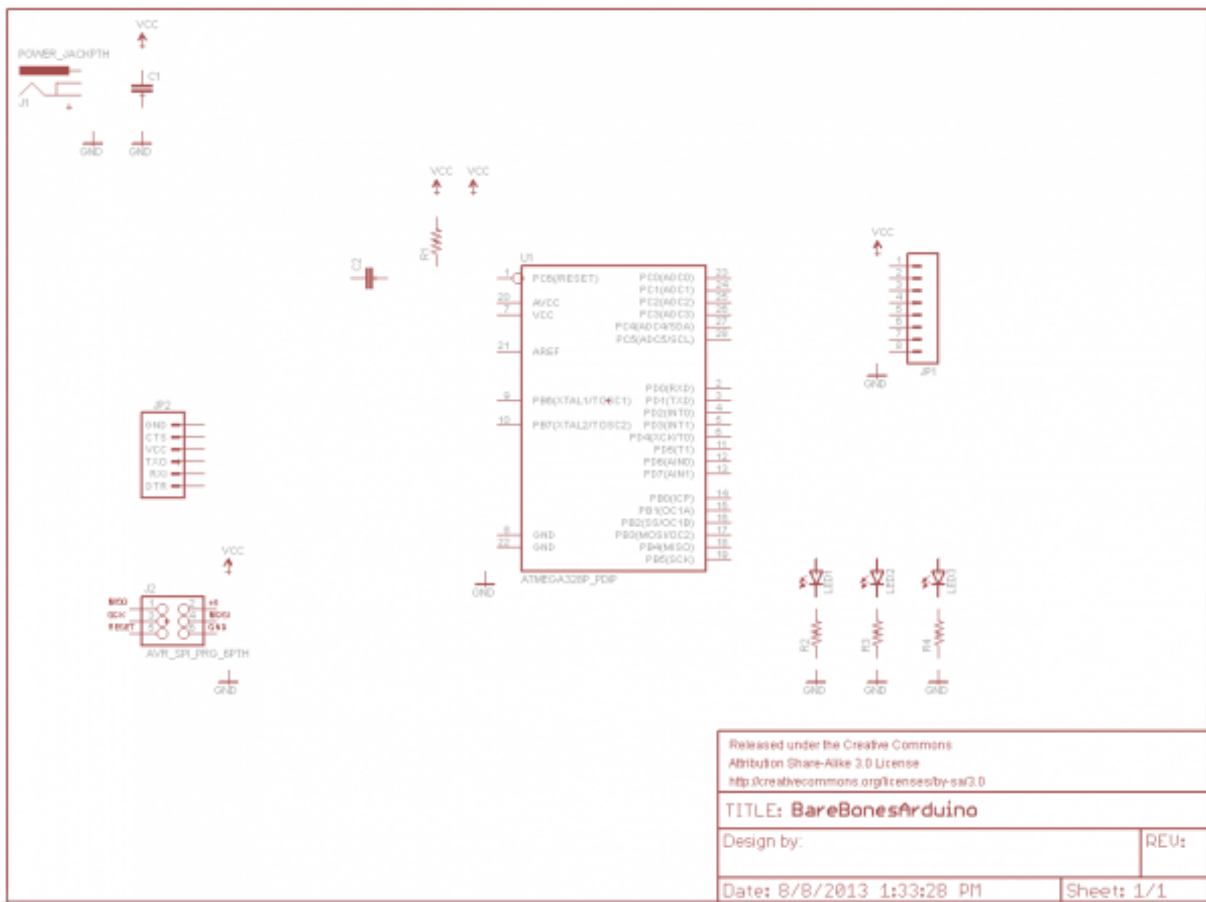
Các đầu nối thường được dùng để kết nối các mạch với nhau hoặc cấp/nhận tín hiệu ra/từ các thành phần ngoại vi khác.

Kết nối linh kiện

Công cụ được sử dụng để kết nối dây là **NET**. Chú ý công cụ **WIRE** dùng để kẻ đường thẳng.

Đi dây kết nối

Sử dụng chuột lựa chọn công cụ **NET**, kích chọn chân linh kiện cần đi dây rồi kéo đến vị trí tiếp theo. Đường dây mặc định có màu xanh.



Hình 4.14 Khung làm việc và các thành phần



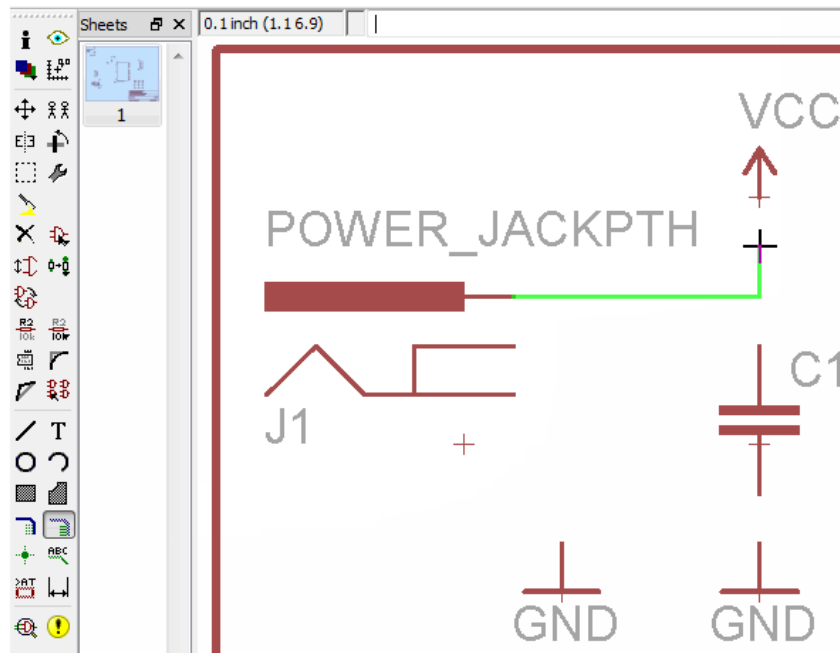
Hình 4.15 Kết nối linh kiện bằng NET

Nếu hai hoặc nhiều dây nối lại với nhau, điểm kết nối sẽ tạo ra một chấm tròn đậm để đánh dấu vị trí. Nếu các dây cắt nhau nhưng không nối, điểm cắt giữa các dây sẽ không được đánh dấu.

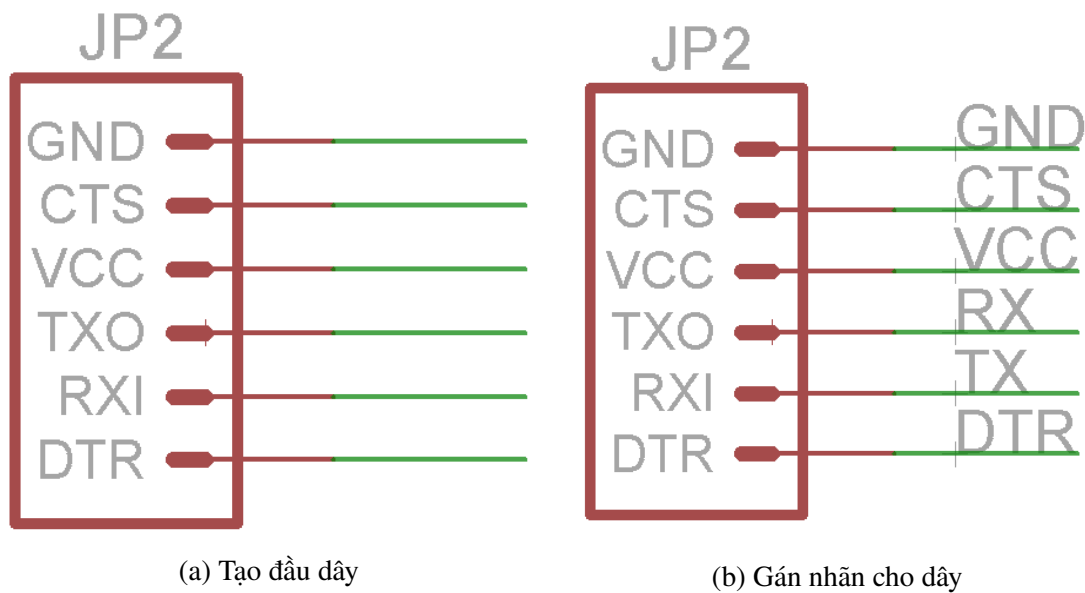
Tạo nhãn cho đường dây

Đối với mạch lớn, phức tạp, việc đi dây qua tất cả các chân sẽ trở nên chông chéo và dễ sai sót. Do vậy, ta sẽ tạo nhãn cho các đường dây để giảm thiểu việc đi dây. Những đầu dây có cùng nhãn sẽ được hiểu là nối với nhau.

Đầu tiên, theo ví dụ trên, sử dụng đầu nối sáu dây. Tại từng chân của đầu nối, vẽ một đoạn dây ngắn vẫn bằng công cụ **NET**. Kéo dây ra một đoạn vừa phải, kích chuột trái hai lần liên tiếp để ngắt dây, nhấn **ESC** để thoát công cụ vẽ dây.



Hình 4.16 Vẽ dây kết nối



(a) Tạo đầu dây

(b) Gán nhãn cho dây

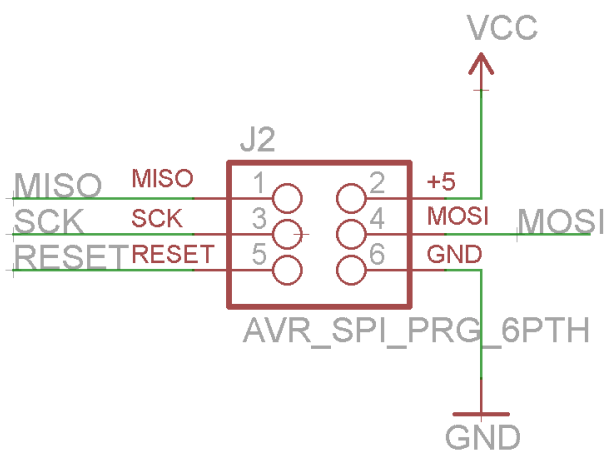
Hình 4.17 Dây cùng nhãn sẽ được xem là nối với nhau

Tiếp theo, dùng công cụ **NAME** để đặt tên cho từng dây. Thay tên cũ (do chương trình tự tạo ra) bằng tên mới theo yêu cầu.

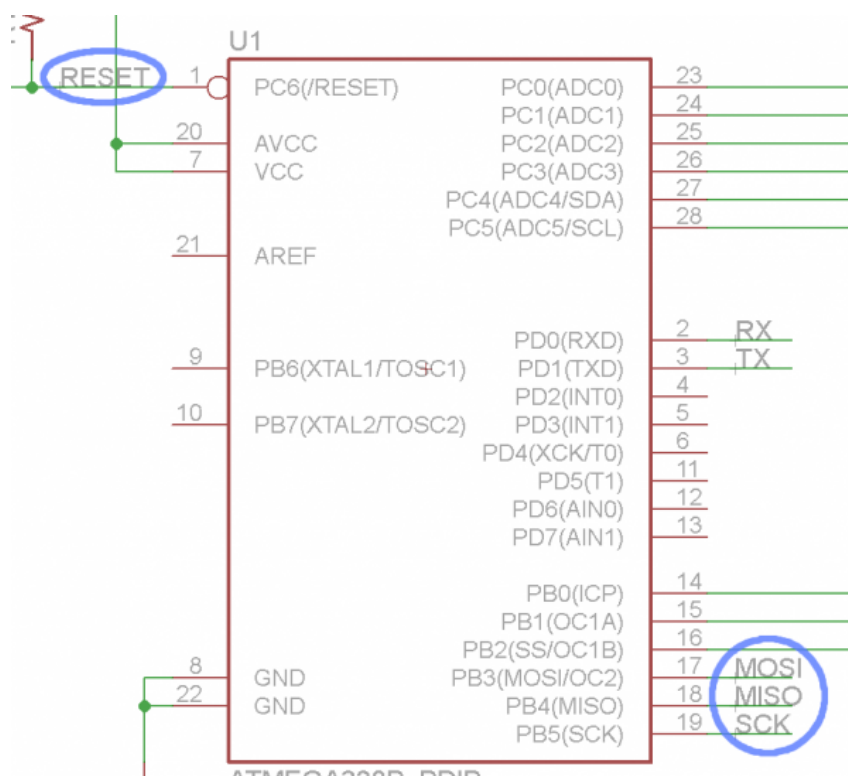
Sau đó đặt nhãn cho dây bằng công cụ **LABEL**. Kích chọn công cụ rồi kích chọn dây vừa đổi tên, nhãn mới sẽ hiện ra theo tên đã đặt. Kích chuột để đặt nhãn lên dây đã chọn.

Thực hiện các thao tác trên cho tất cả các dây cần đặt nhãn. Mỗi khi thao tác đặt nhãn cho đường dây nguồn (VCC, GND) thì chương trình sẽ hiển thị cảnh báo. Bỏ qua cảnh báo nếu ta chủ định đặt nhãn cho đúng đường dây.

Sau khi đặt nhãn cho các đầu nối, phần dây còn lại được nối tại chân vi xử lý tương ứng.



Hình 4.18 Làm gọn sơ đồ nguyên lý bằng nhãn



Hình 4.19 Tất cả các dây cần dùng phải được nối

Một số thủ thuật

Mỗi linh kiện đều có hai thành phần sửa đổi được, đó là tên và giá trị. Tên linh kiện (**name**) như R1, R2, LED3,... Có thể sử dụng công cụ **NAME** để đổi tên linh kiện.

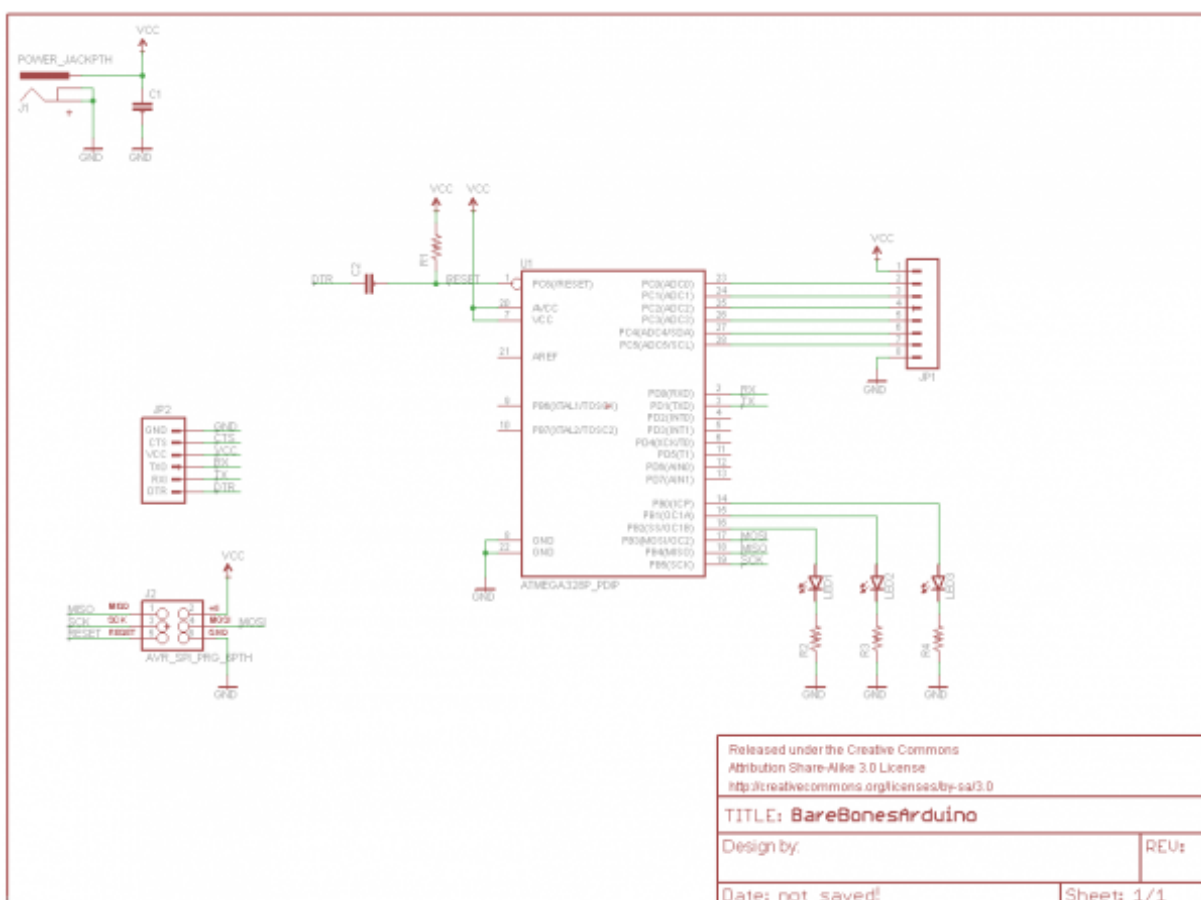
Bên cạnh đó, giá trị linh kiện (**value**) thể hiện đặc tính giá trị của linh kiện. Dùng công cụ **VALUE** để thay đổi giá trị linh kiện cho phù hợp. Các thông số như tên và giá trị linh kiện rất quan trọng để tổng hợp danh sách linh kiện trên mạch.

Sau khi vẽ xong sơ đồ nguyên lý, có thể kiểm tra tính kết nối của các đường dây bằng cách sử dụng công cụ **SHOW**. Kích chọn công cụ rồi chọn đường dây, những dây nối với nhau sẽ được làm nổi bật trên sơ đồ.

Một cách khác để kiểm tra tính kết nối là tạm thời di chuyển linh kiện ra một bên. Những đường dây nối vào linh kiện sẽ bị bẻ cong nhưng vẫn đảm bảo kết nối. Trong khi đó, nếu dây nào không bị kéo theo linh kiện nghĩa là kết nối giữa chúng không tồn tại.

Đối với những dây vẽ sai, bị đè lên nhau thì sử dụng công cụ **DELETE** để xóa đi vẽ lại.

Ngoài ra, EAGLE còn có một số công cụ khác để hỗ trợ quá trình vẽ sơ đồ nguyên lý. Trong giới hạn của phần vẽ mạch đơn giản chúng sẽ không được trình bày thêm. Người đọc có thể dễ dàng tìm hiểu sâu hơn sau khi đã làm quen với chương trình.



Hình 4.20 Hoàn thiện sơ đồ nguyên lý

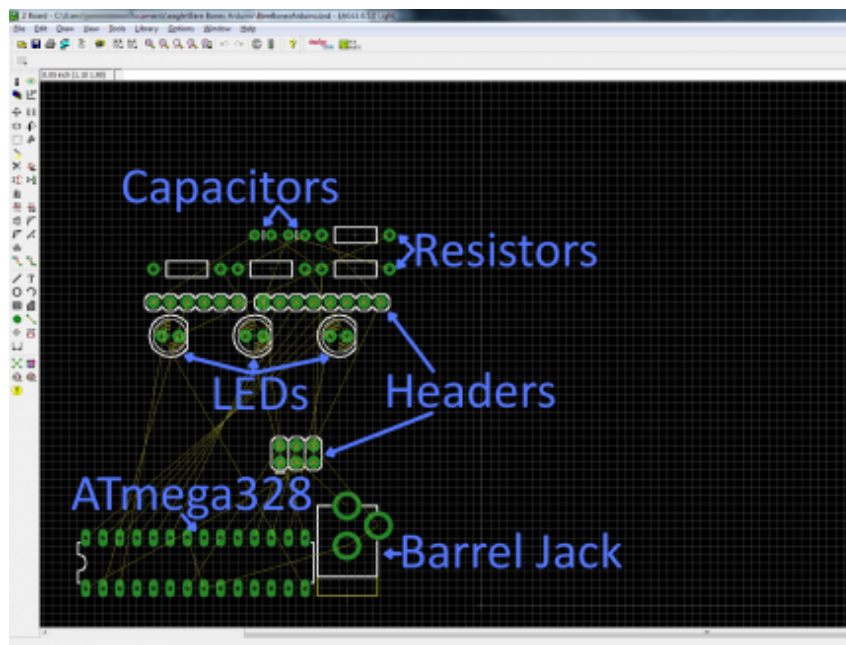
4.5 Thực hiện mạch in

Mạch in là nơi hiện thực hóa sơ đồ nguyên lý. Trong khi thiết kế mạch in, các công việc cụ thể phải được tính toán như loại linh kiện, vị trí cụ thể, vật liệu mạch in, ... Sau khi hoàn tất sơ đồ

Màu	Tên lớp	Số của lớp	Tính năng
Đỏ	Top	1	Lớp đồng trên cùng
Xanh dương	Bottom	16	Lớp đồng dưới cùng
Xanh lá	Pads	17	Điểm đồng hồ để hàn
Xanh lá	Vias	18	Lỗ nhỏ phủ đồng, kết nối hai lớp mạch in.
Vàng xám	Unrouted	19	Dây tín hiệu chưa được vẽ trên mạch in
Trắng xám	Dimension	20	Đường biên của mạch
Trắng	tPlace	21	Silkscreen mặt trên cùng
Vàng	bPlace	22	Silkscreen mặt dưới cùng
Xám	tOrigins	23	Lớp trên cùng đặt linh kiện
Xám	bOrigins	24	Lớp dưới cùng đặt linh kiện
Xám	tStop	29	Lớp trên cùng không cho phép phủ chất hàn
Xám	bStop	30	Lớp dưới không phủ chất hàn
Xám	Holes	45	Khu vực lỗ khoan bỏ trống, không liên kết
Vàng xám	tDocu	51	Chỉ dùng cho minh họa

Bảng 4.2 Danh sách các lớp cần chú ý khi vẽ mạch in

nguyên lý, kích chọn nút *Generate/Switch to Board* trên thanh công cụ để chuyển sang phần thiết kế mạch in.



Hình 4.21 Linh kiện tương ứng trên bản thiết kế mạch in

Một số chú ý khi sử dụng chương trình

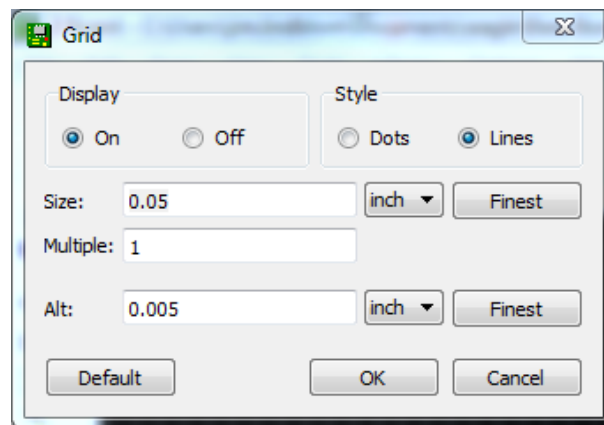
EAGLE cho phép vẽ nhiều lớp mạch in khác nhau. Các lớp có tính năng tương tự được đánh dấu bằng màu như nhau. Để bật hoặc tắt một lớp nào đó trên mạch in, sử dụng công cụ **Layer Settings**.

Trong khi làm việc với chương trình vẽ mạch in, các thành phần có thể bị chồng lấn lên nhau. Ví dụ như hai dây dẫn ở hai lớp mạch in khác nhau có thể đặt chéo qua nhau. Khi muốn chọn dây dẫn tại khu vực bị chồng chéo lên nhau, ta phải kích chọn chuột trái hai lần để xác nhận dây được chọn. Hoặc kích chuột trái một lần rồi chuyển qua dây phía sau bằng cách kích chuột phải một lần.

Sắp xếp mạch in

Vì lý do kinh tế, người ta thường cố gắng sắp xếp linh kiện để tạo mạch in có kích thước càng nhỏ càng tốt.

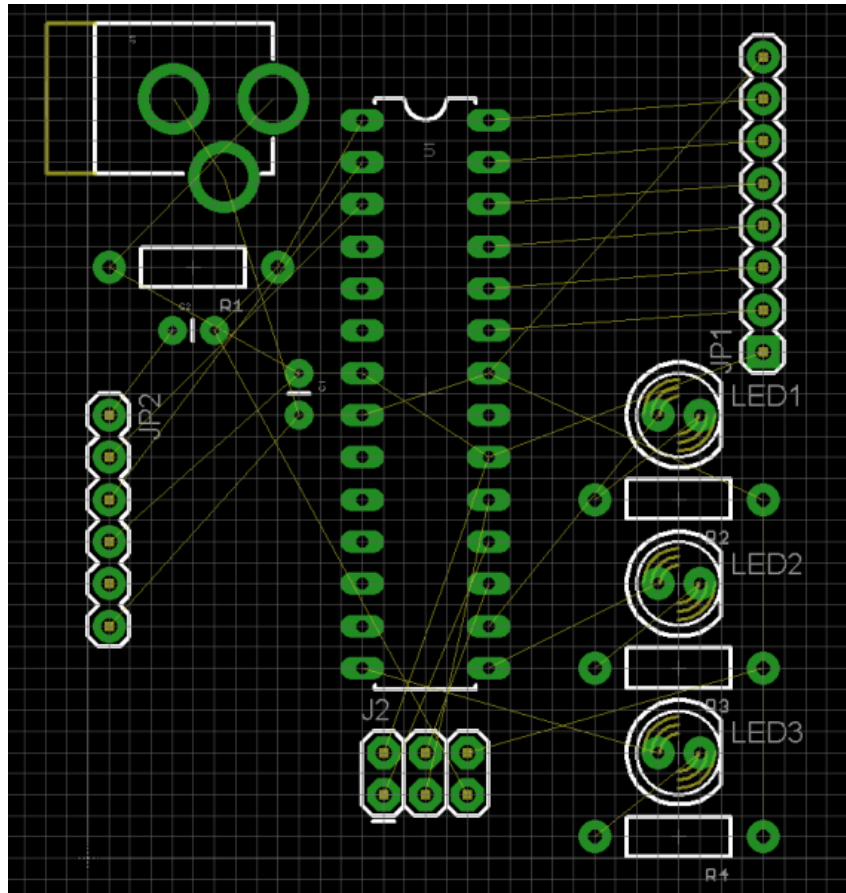
Trong khi sắp xếp mạch in, trên phần làm việc nên hiển thị mạng lưới để tiện làm việc. Sử dụng nút công cụ **GRID** để thay đổi giá trị mạng lưới phù hợp. Thông thường thang đo được đặt sẵn là *inch*, ta có thể đổi sang *mm* nếu cần. Mỗi khi thay đổi vị trí linh kiện, chúng sẽ được sắp xếp bám theo lưới. Khi muốn thay đổi vị trí linh kiện một cách chi tiết, nhấn **ALT** trên bàn phím trong khi di chuyển linh kiện.



Hình 4.22 Chọn chi tiết cho lưới hiển thị

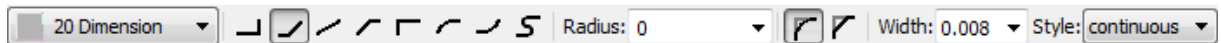
Sử dụng công cụ **MOVE** để sắp xếp lại vị trí linh kiện. Vị trí linh kiện trên mạch có tác động rất lớn đến các bước tiếp theo. Một số chú ý khi sắp xếp linh kiện:

- Không xếp chồng linh kiện - giữa các linh kiện cần một khoảng trống nhất định để tránh ngắn mạch.
- Giảm thiểu các đường báo kết nối chồng lên nhau - mỗi đường kết nối sau này sẽ là một đường trên mạch in. Khi cần thay đổi vị trí linh kiện, nhấn nút **RATSNEST** để kiểm tra các đường kết nối.
- Đặt linh kiện tùy theo yêu cầu - một số linh kiện có yêu cầu đặc biệt khi đặt trên mạch in. Tuân thủ những yêu cầu của thiết kế mạch để đạt kết quả tối ưu.



Hình 4.23 Sắp xếp mạch in trong ví dụ theo hình

Điều chỉnh kích thước mạch



Hình 4.24 Công cụ vẽ đường biên cho mạch

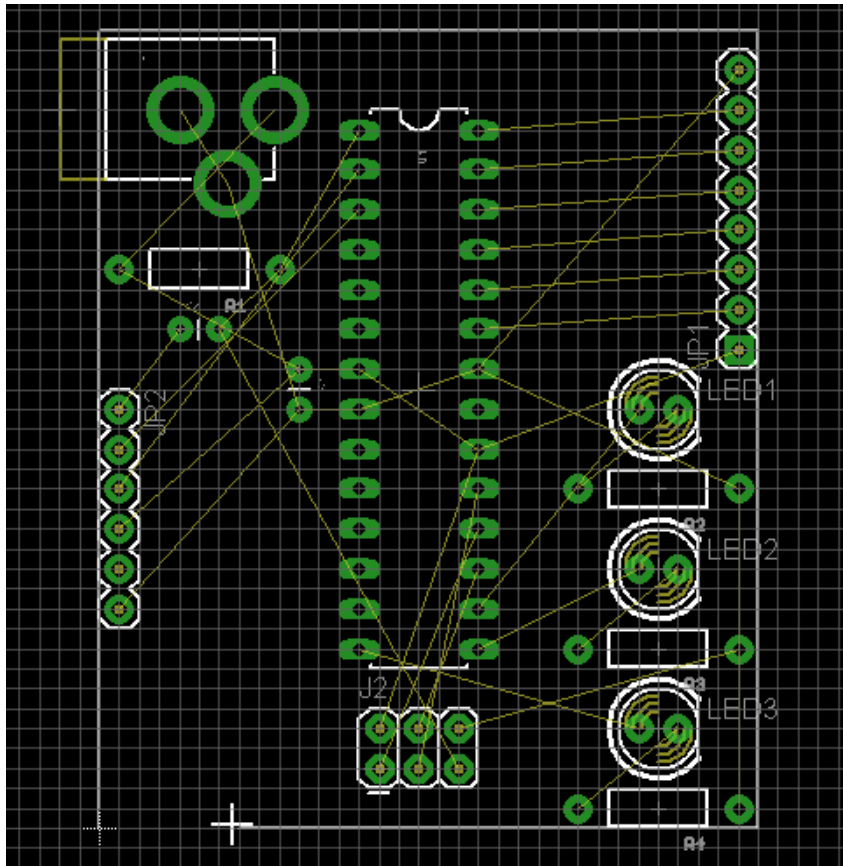
Sau khi sắp xếp linh kiện. Sử dụng công cụ **WIRE** để vẽ khung viền mạch in. Chọn lớp cần thao tác là **20 Dimension**. Độ rộng đường dây thường là $0.008''$. Bắt đầu tại điểm góc của cửa sổ làm việc, vẽ một hình chữ nhật bao quanh linh kiện.

Đi dây mạch in

Đây là phần thú vị nhất khi thiết kế mạch in. Chúng ta sẽ chuyển các dây báo kết nối thành đường dây trên mạch in. Chú ý không để các đường tín hiệu trên cùng một lớp mạch in chồng chéo lên nhau.

Công cụ đi dây

Sử dụng công cụ **ROUTE** để đi dây. Chú ý sự khác biệt giữa các công cụ **WIRE**, **NET** và **ROUTE**.



Hình 4.25 Vẽ đường biên cho mạch

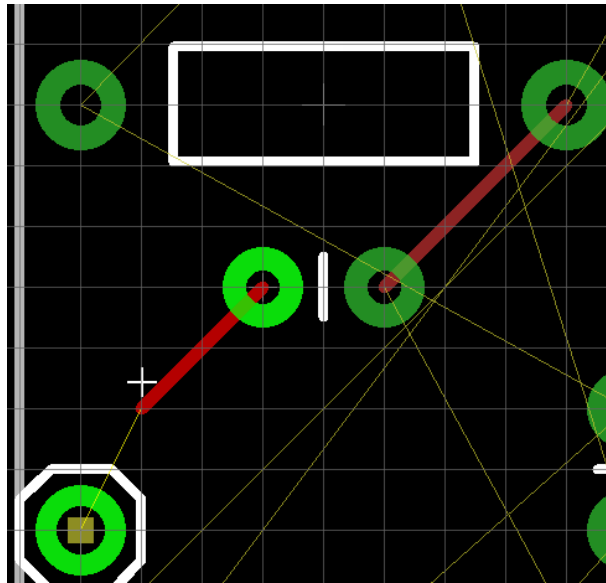


Hình 4.26 Thanh công cụ và cài đặt

- Layer - đối với mạch in hai lớp, chọn đường dây đi bằng lớp **top (1)** hoặc **bottom (16)**.
- Bend style - thông thường sử dụng loại bẻ góc 45°
- Width - độ rộng đường dây đồng, thông thường đặt 0.01 inch, không nên nhỏ hơn 0.007 inch. Độ rộng đường dây lớn khi cần tải dòng điện có cường độ cao.
- Via Options - lựa chọn hình dạng, kích thước và lỗ khoan khi cần thiết.

Sau các bước điều chỉnh, kích chuột chọn đường báo kết nối, bắt đầu từ chân linh kiện. Đi dây theo hướng đã chọn, kết thúc quá trình tại đầu dây còn lại. Trong quá trình đi dây, kích chuột trái tại các vị trí cần cố định đường dây.

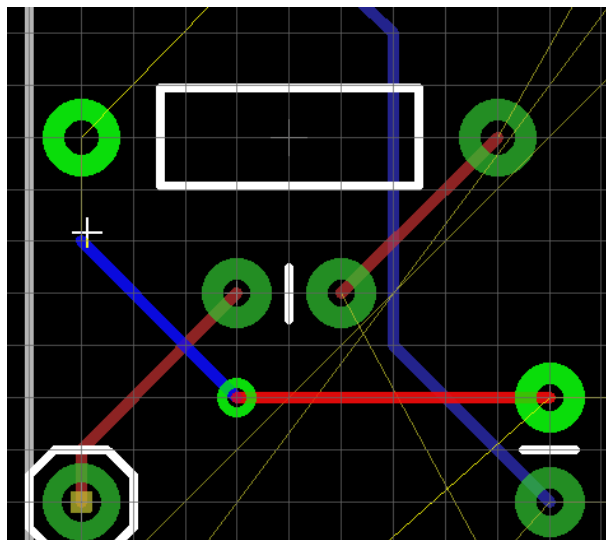
Chú ý tránh đi dây chồng lấn, đè lên các thành phần khác trong mạch. Đối với các đường dây ở hai lớp khác nhau thì có thể đi chéo qua nhau. Các dây ở cùng một lớp phải cách nhau một khoảng tối thiểu bằng độ rộng một đường dây đang vẽ, nếu không phải tuân thủ theo yêu cầu của nhà sản xuất mạch in.



Hình 4.27 Đi dây tạo đường mạch

Tạo Vias

Vias cho phép liên kết các đường dây ở những lớp mạch khác nhau. Trong khi đi mạch, nếu cần chạy dây qua lớp khác, kích chuột trái để gắn dây xuống mạch. Đổi sang lớp khác bằng cách chọn tại thanh công cụ hoặc kích chuột giữa để đổi lớp. EAGLE sẽ tự đặt Vias tại vị trí đổi giữa các lớp mạch in.



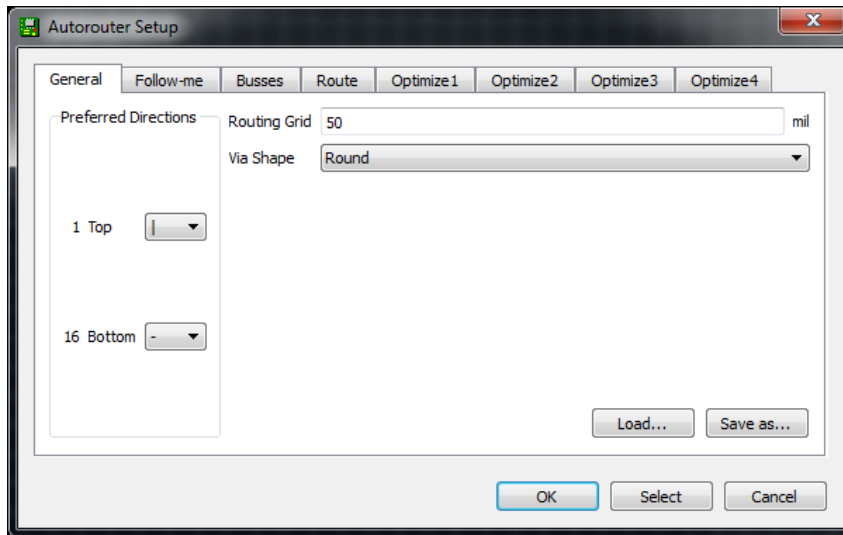
Hình 4.28 Tạo Vias để tránh chồng dây

Trong quá trình vẽ mạch, khi cần xóa đường dây bị lỗi, sử dụng công cụ **RIPUP**. Chọn công cụ rồi kích chuột lên đường dây đã vẽ sẽ khiến nó trở lại thành đường báo kết nối.

Tự động chạy mạch

Nếu muốn tiết kiệm thời gian thì có thể tận dụng công cụ tự động chạy mạch **Autorouter**. Chọn công cụ rồi nhấn **OK**. Nếu không thích, nhấn *Undo* để trả lại mạch cũ.

Không phải lúc nào *Autorouter* cũng có thể giải quyết việc chạy mạch như mong đợi. Khi cần thiết, sử dụng các cài đặt *Optimize* có sẵn của công cụ *Autorouter* hoặc điều chỉnh bằng tay như trên.



Hình 4.29 Chạy dây tự động với Autorouter

Kiểm tra lỗi

Đối với những mạch phức tạp cần được sản xuất tại nhà máy, công việc quan trọng trước khi gửi thiết kế mạch in đi là kiểm tra lỗi. Đầu tiên là kiểm tra sót dây, kích chọn **RATSNEST** và xem thông báo số dây bị sót.

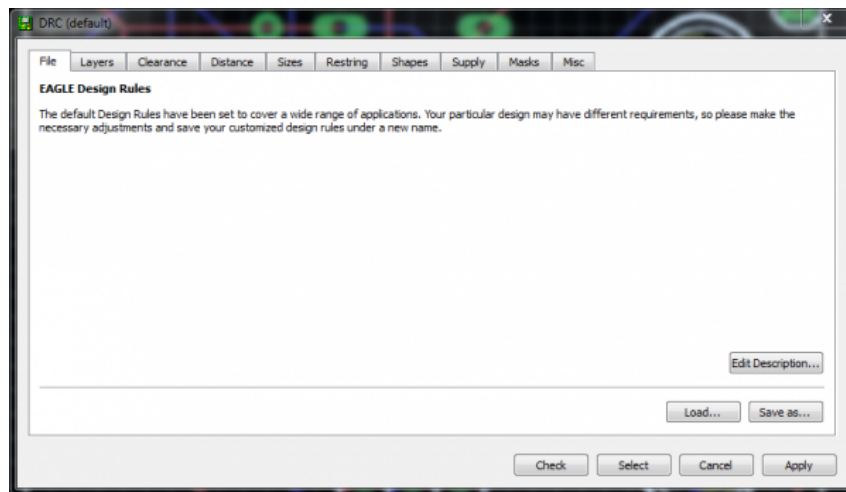
Design Rule Check

Một khi tất cả các dây báo kết nối đã được cố định trên mạch in, bước tiếp theo là kiểm tra lỗi thiết kế. Nhấn chuột chọn **DRC** trên thanh công cụ.

Các cài đặt nhằm mục đích kiểm tra khoảng cách an toàn giữa các dây, độ rộng của dây, lỗ khoan, ... Có thể sử dụng bộ cài đặt có sẵn hoặc điều chỉnh theo yêu cầu cá nhân. Sau đó nhấn *Check* để kiểm tra toàn bộ mạch.

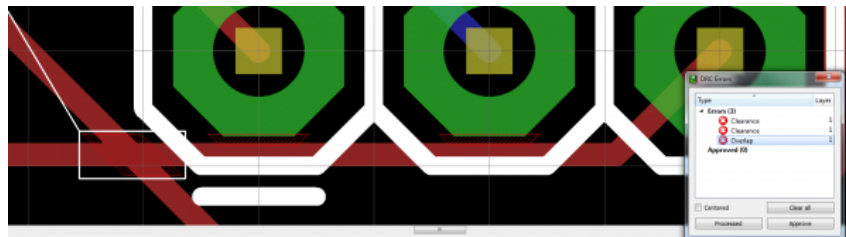
Nếu có lỗi, bảng thông báo DRC sẽ cho biết cụ thể vị trí cần điều chỉnh.

- Clearance - lỗi báo đường dây quá gần nhau hoặc gần các thành phần khác. Di chuyển, kéo dẫn đường mạch để đảm bảo khoảng cách cần thiết.



Hình 4.30 Kiểm tra lỗi thiết kế với DRC

- Overlap - các đường mạch bị chồng lấn lên nhau. Tách biệt các đường mạch tránh ngắn mạch.
- Dimension - linh kiện hoặc đường mạch để lên đường biên của mạch. Di chuyển vào trong để tránh bị cắt khi mạch in được chế tạo.

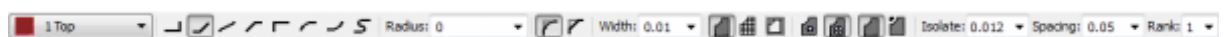


Hình 4.31 DRC báo lỗi

Hoàn thiện mạch

Copper Pours (đổ đồng) là một thao tác bổ sung nhưng đem lại nhiều tác động tích cực cho mạch in. Thông thường, đổ đồng dùng cho đường cấp nguồn GND.

Đầu tiên chọn công cụ **POLYGON**, chọn lớp mạch in muốn đổ đồng, đặt *Isolate* khoảng 0.012 inch để tạo khoảng tách biệt vùng đổ đồng và các đường tín hiệu khác.



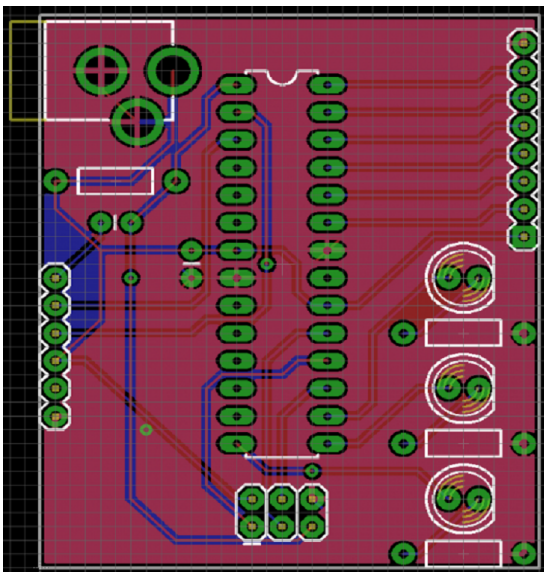
Hình 4.32 Vẽ POLYGON bao phủ vùng cần đổ đồng

Sử dụng công cụ vẽ đường thẳng dọc theo đường biên của mạch để tạo thành một vùng khép kín. Kết nối vùng vừa được vẽ với đường tín hiệu bằng công cụ **NAME**. Chọn đường vừa vẽ xong, đặt tên là "GND". Nhấn nút **RATSNEST**, vùng đổ đồng sẽ phủ lên các khoảng trống và liên kết với đường nguồn "GND".

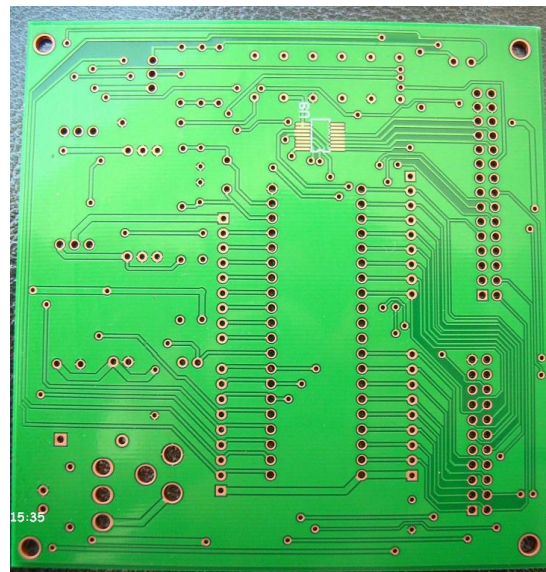
Đối với mạch in hai mặt, kết nối đường “GND” của hai mặt với nhau rồi thực hiện đổ đồng cho mặt còn lại.

Silkscreen có thể được dùng để giúp mạch in nhìn rõ ràng hơn. Điều này đặc biệt quan trọng đối với những mạch lớn, phức tạp. Tuy nhiên, đối với những mạch thông thường, không nhất thiết phải thêm *Silkscreen*.

Tạo Gerbers là điều bắt buộc để những nhà máy sản xuất mạch in có thể hiểu được thiết kế của khách hàng. Sử dụng **CAM Processor** để tạo ra các tập tin Gerbers theo yêu cầu của nhà sản xuất mạch in. Nếu thực hiện tự làm mạch in thì không cần thiết phải tạo ra các tập tin Gerbers.



(a) Mạch sau khi đổ đồng



(b) Mạch ví dụ thực tế với lớp bảo vệ màu xanh

Hình 4.33 Hoàn thiện mạch

5

Thực Hiện Mạch Thực Tế

5.1 Giới thiệu

Trước kia, các nhà máy và cơ sở chế tạo mạch in thường không nhận làm mạch in với quy mô nhỏ lẻ. Do vậy, những người yêu thích điện tử thường phải tự làm mạch in tại nhà. Hiện nay, trên thị trường có khá nhiều công ty nhận làm mạch với quy mô nhỏ với giá thành khá cạnh tranh.

Tuy nhiên, tự khắc mạch in là một kỹ năng cần có của bất kỳ người làm điện tử nào từ nghiệp dư đến chuyên nghiệp. Nó cho phép ta tạo ra một mạch in thử nghiệm trong thời gian ngắn. Quy trình tự khắc mạch in khá đơn giản đối với những mạch in không có thiết kế phức tạp. Đồng thời ta có thể chủ động kiểm soát cả quy trình, từ việc tạo ra những chi tiết đặc trưng, cắt mạch theo hình dạng tùy ý cũng như sử dụng vật liệu đặc thù.

5.2 Quy trình tự khắc mạch in

Như đã biết, mạch in thường được làm bằng FR4 với lớp đồng phủ một hoặc hai mặt. Để khắc mạch in, ta có thể sử dụng máy khắc CNC nhưng cách đơn giản và thông dụng nhất là dùng hóa chất.

Vẽ mạch

Sau khi đã có thiết kế như mong đợi, cách đơn giản nhất để chuẩn bị cho việc khắc mạch in là vẽ bằng tay. Sử dụng cồn và vải để chùi sạch bề mặt bản mạch đồng trước khi sử dụng. Dựa trên bản vẽ mạch in đã có, dùng bút lông loại không xóa được và vẽ lại đường mạch theo thiết kế.

Cách thứ hai là in thiết kế lên trên một tờ giấy bóng. Sau đó đặt nó lên trên bản mạch đồng và gia nhiệt để chuyển mực in từ giấy sang bề mặt mạch đồng. Nên sử dụng máy in laser mực đen



Hình 5.1 Vẽ mạch bằng bút

và có thể dùng bàn ủi (bàn là) với mức nhiệt cao nhất trong vòng 30 đến 60 giây. Sau khi mạch in nguội đi, gỡ bỏ tờ giấy và kiểm tra kết quả. Đối với những đường dây mảnh hoặc điểm bị mờ, sử dụng bút vẽ đè lên để đảm bảo đường mạch rõ nét.



Hình 5.2 In mạch lên giấy bóng rồi chuyển qua tấm mạch đồng

Khắc mạch bằng hóa chất

Nhiều loại hóa chất có thể được sử dụng để khắc mạch in. Thông dụng nhất là FeCl_3 , bột màu vàng sậm, hút nước cao, có tính ăn mòn cao, ít độc nhưng rẻ tiền và dễ mua. Để đảm bảo an toàn, sử dụng găng tay, đeo kính bảo vệ mắt và không đựng trong dụng cụ chứa đựng thực phẩm.



Hình 5.3 Ngâm mạch đã vẽ vào trong dung dịch hóa chất

Trong quá trình ngâm mạch, dùng que nhựa khuấy nhẹ dung dịch để đẩy nhanh tốc độ khắc và độ đồng đều. Quá trình kết thúc khi quan sát thấy vùng đồng không được vẽ bị khắc ra hết khỏi mạch. Lấy mạch ra khỏi dung dịch, rửa sạch bằng nước sau đó chùi bằng cồn hoặc acetone. Phải đảm bảo đường mạch bóng, sạch không còn hóa chất dư thừa.



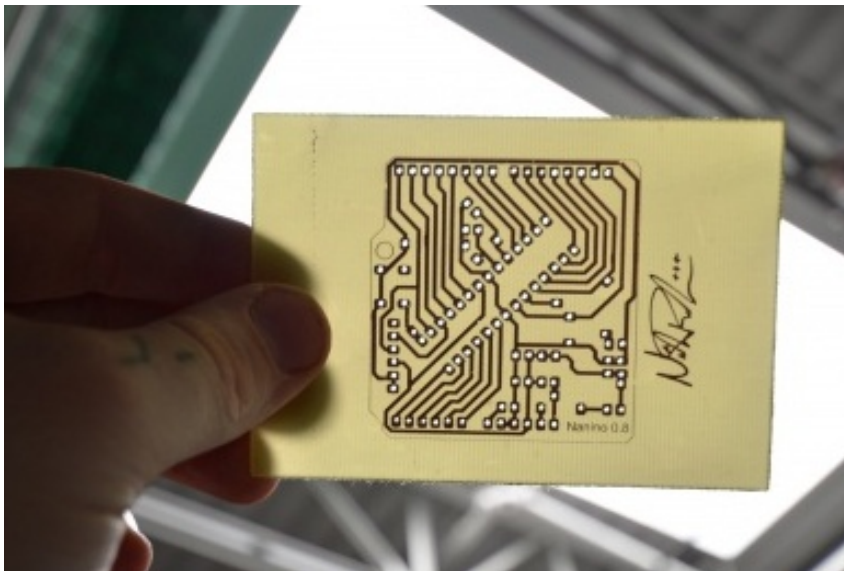
Hình 5.4 Hóa chất ăn mòn vùng đồng không được vẽ

Hoàn tất

Tùy từng loại linh kiện, nếu dùng linh kiện khoan lỗ thì phải chú ý đến độ rộng lỗ khoan. Trong khi đó, sử dụng linh kiện dán cần đảm bảo đường mạch không bị dính với nhau.



Hình 5.5 Lau rửa mạch sau khi ngâm hóa chất



Hình 5.6 Khoan lỗ theo vị trí chân linh kiện

Trên thực tế, mạch in còn được chế tạo với nhiều loại lớp nền khác nhau. Tùy theo điều kiện cụ thể, người ta sử dụng những phương pháp khắc mạch in khác nhau.

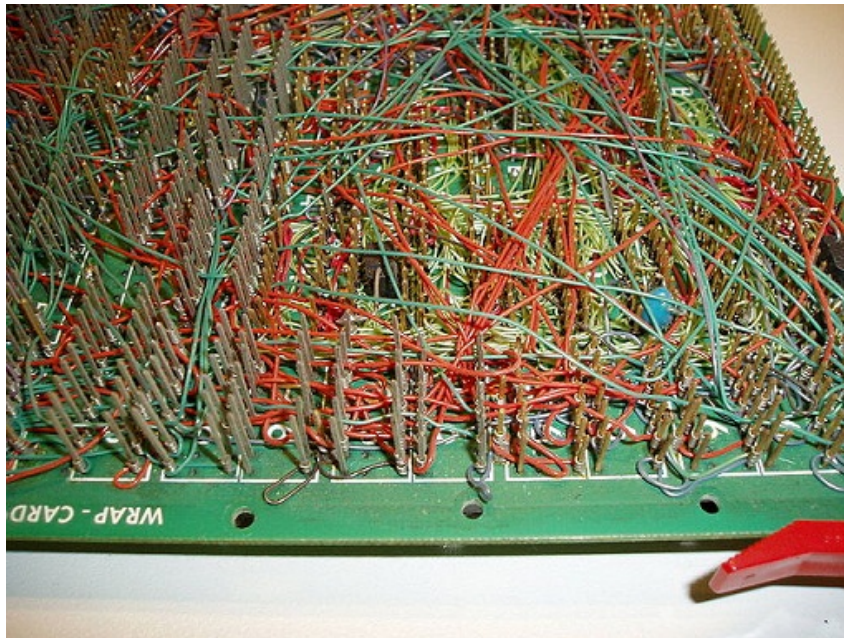
5.3 Hàn linh kiện lên mạch

Hàn linh kiện lên mạch in là một kỹ thuật cơ bản nhưng quan trọng đối với những người quan tâm đến lĩnh vực điện tử. Bất cứ ai cũng có thể học và thiết kế điện tử, nhưng làm chủ kỹ năng hàn mạch sẽ là bước đệm giúp những người yêu thích điện tử đạt được những thành tựu mới.

Trong tài liệu này, chúng ta sẽ đi qua các bước cơ bản của kỹ thuật hàn linh kiện xuyên lỗ như các công cụ cần thiết, kỹ thuật cơ bản. Chúng ta cũng sẽ làm quen với kỹ thuật sửa mỗi hàn và cung cấp các thủ thuật kiểm tra mạch cần thiết. Kỹ thuật hàn linh kiện trên bề mặt sẽ được trình bày trong một phần khác.

5.4 Mạch in PCB

Trước kia, các linh kiện điện tử được nối với nhau bằng dây bọc cách điện. Chúng rất phức tạp và dễ bị đứt mạch do cách điện kém hoặc lão hóa. Qua thời gian, khi linh kiện điện tử phát triển và giá thành giảm xuống, các nhà sản xuất đã tìm ra cách chế tạo mạch điện đơn giản và rẻ tiền hơn, đó chính là mạch in (Printed Circuit Board - PCB).

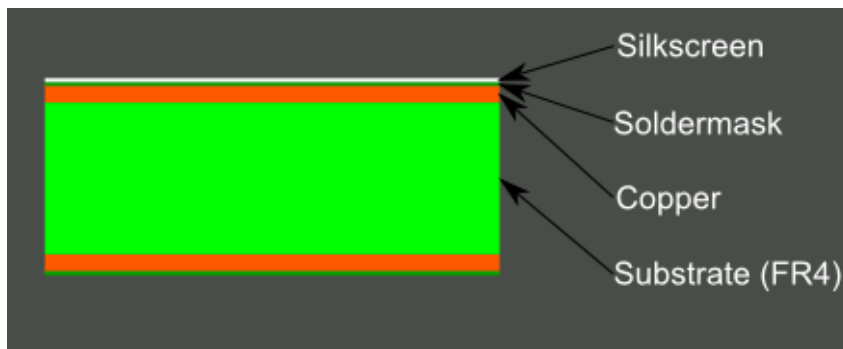


Hình 5.7 Mạch điện nối bằng dây rời

Trên mạch in là các đường dây và điểm hàn để nối nhiều điểm với nhau. Chúng có nhiệm vụ cung cấp đường tín hiệu và nguồn điện cho các linh kiện điện tử ở trên mạch. Chất hàn được làm bằng kim loại, có nhiệm vụ kết nối điện giữa các điểm được hàn. Đồng thời chất hàn còn có tác dụng như một loại keo để cố định linh kiện.

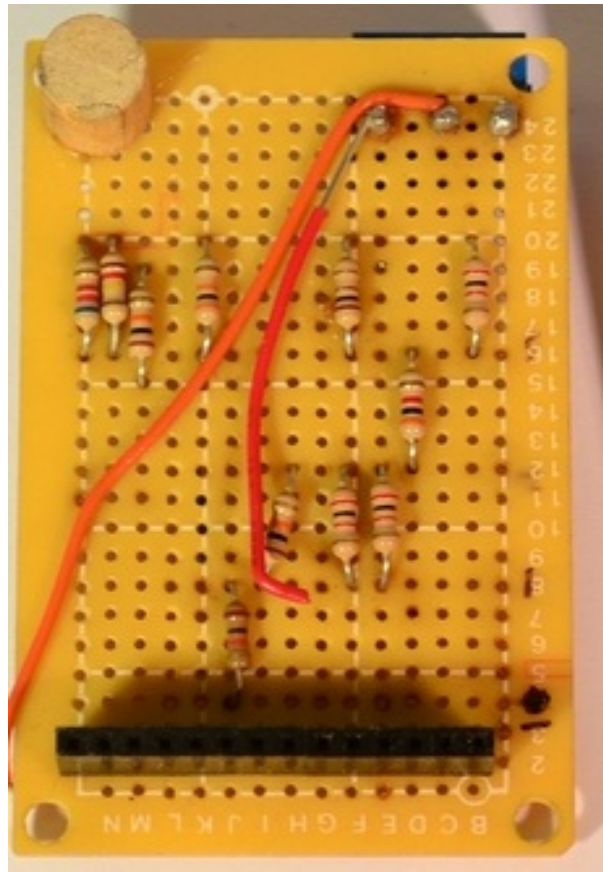
Cấu trúc của mạch in

Mạch in được cấu tạo bởi nhiều lớp vật liệu ghép chồng lên nhau. Vật liệu nền thường là sợi thủy tinh, chúng từ lâu được biết đến với tên gọi FR4. Nó giúp mạch in có độ cứng và dày cần thiết. Ngoài ra còn có loại mạch in mềm được chế tạo trên vật liệu nền là nhựa dẻo chịu nhiệt.



Hình 5.8 Cấu trúc mạch in hai lớp

Mạch in có nhiều độ dày khác nhau tùy mục đích sử dụng. Thông thường mạch in dày 1,6mm. Các loại mạch in rẻ tiền khác thường không sử dụng FR4 và sinh ra mùi rất khó chịu khi hàn. Vì sử dụng vật liệu rẻ tiền, những loại mạch này có tính chịu nhiệt kém và dễ bị bong tróc, cháy xém và sinh ra khói khi bị hàn trong thời gian dài.

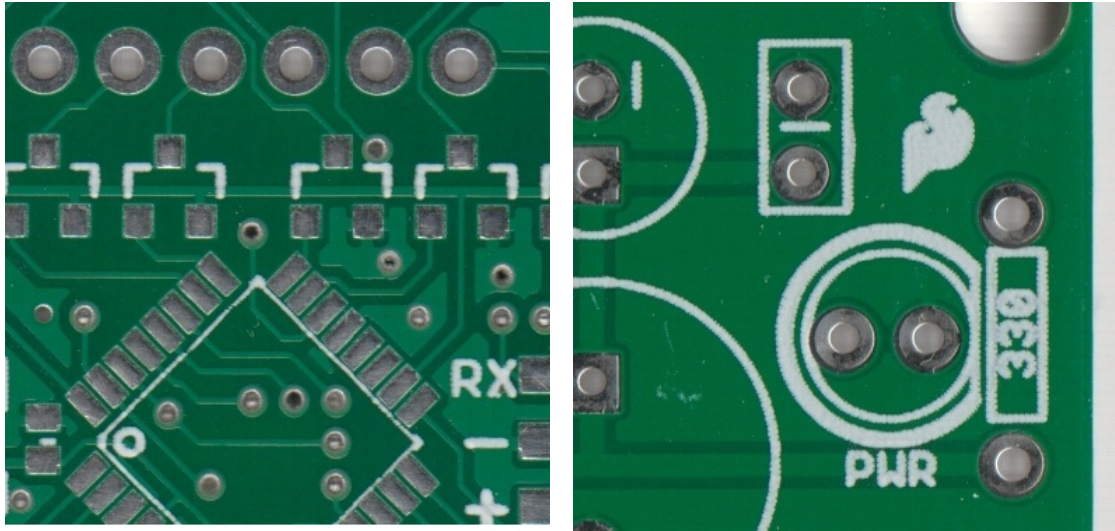


Hình 5.9 Mạch làm sẵn giá rẻ

Lớp thứ hai trên mạch in là đồng dát mỏng. Đối với mạch in hai mặt, lớp đồng được gắn trên hai mặt của lớp nền. Trong công nghiệp, người ta có thể tạo ra mạch in 16 lớp.

Lớp bảo vệ

Bên trên lớp đồng có một lớp bảo vệ (soldermask) và thường có màu xanh lá cây, hoặc đỏ, trắng tùy ý. Nhiệm vụ của lớp này là cách điện cho lớp đồng. Đồng thời giúp người dùng hàn linh kiện đúng vị trí và không bị hàn dính các điểm gần nhau.



(a) Lớp bảo vệ

(b) Lớp minh họa

Hình 5.10 Các lớp hỗ trợ mạch in

Lớp minh họa

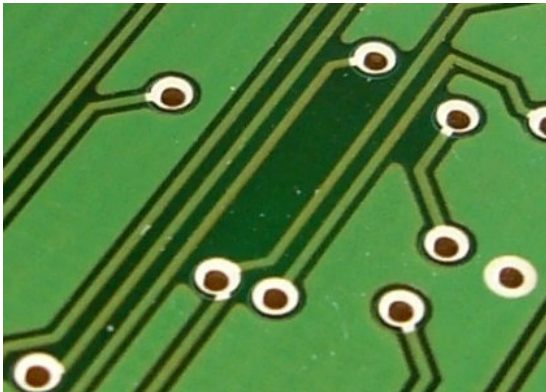
Nó được in lên trên lớp bảo vệ. Lớp minh họa (silkscreen) bổ sung các chi tiết giải thích như ký tự, chữ số và biểu tượng cho phép người dùng dễ lắp ráp linh kiện cũng như nắm bắt nguyên lý mạch.

Một số thuật ngữ

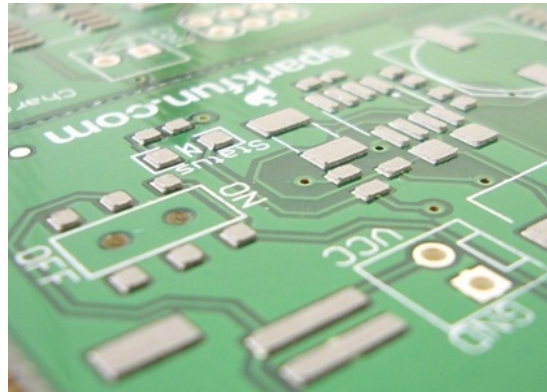
Trong quá trình làm mạch in, chúng ta có thể bắt gặp một số thuật ngữ như sau:

- Annular ring - vùng kim loại bao quanh một lỗ khoan đã được phủ chất hàn.
- Drill hit - điểm cần khoan lỗ. Độ chính xác của điểm khoan lỗ là một trong những cách đánh giá chất lượng mạch in.
- Finger - vùng kim loại không được phủ bảo vệ chạy dọc theo mạch in. Đây thường là nơi được dùng để nối các mạch in với nhau.
- Mouse bites - một loạt các lỗ khoan được đặt gần nhau nhằm làm yếu mạch in tại vùng sẽ được bẻ rời sau khi chế tạo.

- Pad - vùng kim loại không được phủ bảo vệ, nơi sẽ đặt các linh kiện điện tử.
- Panel - tấm mạch in lớn chứa nhiều mạch nhỏ. Điều này giúp việc chế tạo được đơn giản và hiệu quả kinh tế cao hơn.
- Paste stencil - tấm kim loại hoặc nhựa mỏng được đặt trên mạch in để đánh dấu khu vực sẽ được đổ chất hàn trong khi chế tạo mạch in.
- Pick-and-place - quy trình đặt linh kiện lên mạch in.
- Plane (pour) - khu vực đồng liên khối trên mạch in thường được ngăn cách bằng các đường mạch.
- Reflow - làm nóng chảy chất hàn để kết nối mạch in với linh kiện
- Solder paste - chất hàn ở dạng mềm được đắp lên khu vực cần hàn của mạch in.
- Via - lỗ trên mạch in được dùng để kết nối tín hiệu giữa các lớp mạch in.



(a) Lỗ khoan trên mạch



(b) Phủ chất hàn lên vị trí cần hàn

Hình 5.11 Đánh dấu lỗ khoan và vị trí cần hàn

5.5 Hàn mạch in

Hàn là quá trình kết nối hai tấm kim loại với nhau bằng mối hàn. Khi hàn linh kiện lên mạch in, ta sử dụng chất hàn để tạo mối hàn. Trước kia, chất hàn thường được làm bằng chì, thiếc và một số chất phụ gia khác. Do vậy, theo thói quen ta vẫn gọi là chất hàn là “chì hàn”. Tuy nhiên, chì là một chất độc đối với con người.

Năm 2006, tiêu chuẩn RoHS ra đời nhằm hạn chế việc sử dụng chì trong sản xuất và chế tạo sản phẩm điện, điện tử. Chất hàn do vậy cũng được loại bỏ chì khỏi thành phần cấu tạo. Hiện

nay, chất hàn cấu tạo chủ yếu từ thiếc và một số kim loại khác. Trên bao bì sản phẩm sẽ được đánh dấu RoHS để giúp người mua phân biệt được.

Để đảm bảo chất hàn không chì có thể thay thế được loại chì hàn trước đây, người ta phải bổ sung một lớp lõi chứa chất hỗ trợ trong quá trình sản xuất dây hàn. Điều này khiến cho chất hàn không chì có giá thành cao hơn chì hàn loại cũ. Chất hàn có thể được chế tạo ở nhiều dạng khác nhau như dây hàn, thổi hàn và ở dạng dẻo.

Dụng cụ cần thiết

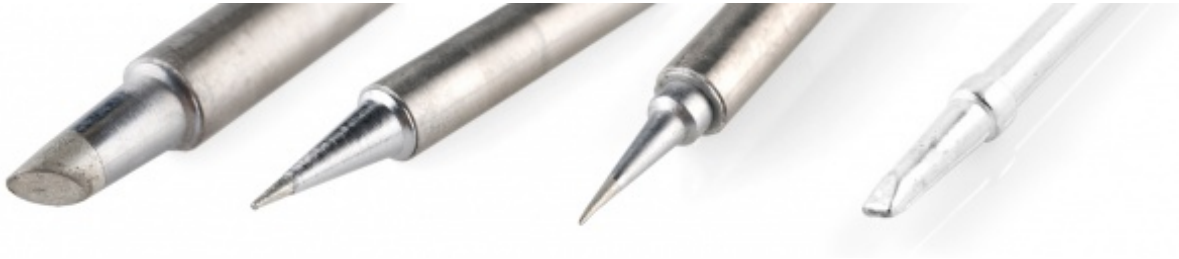
Mỏ hàn là dụng cụ đầu tiên cần phải có trong quá trình hàn mạch in.



Hình 5.12 Mỏ hàn thông dụng

- Mũi hàn - đây là bộ phận được nung nóng và làm chảy chất hàn để kết nối hai bộ phận cần hàn. Hầu hết các mỏ hàn cho phép ta thay mũi hàn để phù hợp với mục đích sử dụng khác nhau. Các loại mỏ hàn rẻ tiền thường không có khả năng điều chỉnh nhiệt độ.
- Hộp điều khiển (tùy loại) cho phép tăng giảm nhiệt độ.
- Chân đế - dùng để gác mỏ hàn trong khi sử dụng. Loại phức tạp có khả năng cắt giảm nhiệt độ khi đặt mỏ hàn lên trong khi loại chân đế thường chỉ đơn giản làm bằng sắt.
- Bụi nhùi đồng/sắt - dùng để chùi mũi hàn khi nó bị bám tạp chất. Có thể sử dụng vải ẩm để chùi mũi hàn nhưng nó sẽ khiến mũi hàn bị thay đổi nhiệt độ đột ngột dẫn đến giảm tuổi thọ.
- Hút chất hàn - loại đầu tiên là một dây đồng bện từ các sợi nhỏ. Đặt dây hút chất hàn lên bề mặt cần loại bỏ chất hàn và nó sẽ thấm chất hàn nóng chảy vào dây. Loại thứ hai là ống hút chất hàn. Làm nóng chảy chất hàn rồi hút vào ống nhờ lực hút chân không.

- Chất tẩy mũi hàn và chất rửa môi hàn - cho phép rửa mũi hàn khi bẩn và tạo ra môi hàn bóng đẹp hơn.
- Một số dụng cụ khác như: tay giữ mạch kèm kính lúp, kìm cắt, kính bảo hộ, ...



Hình 5.13 Các loại mũi hàn



(a) Bùn nhũ đồng



(b) Bút chứa chất hỗ trợ hàn

Hình 5.14 Dụng cụ hỗ trợ hàn



(a) Dây hút chất hàn



(b) Bơm hút chất hàn khi bỏ linh kiện

Hình 5.15 Dụng cụ hỗ trợ hàn



(a) Chất rửa mũi hàn

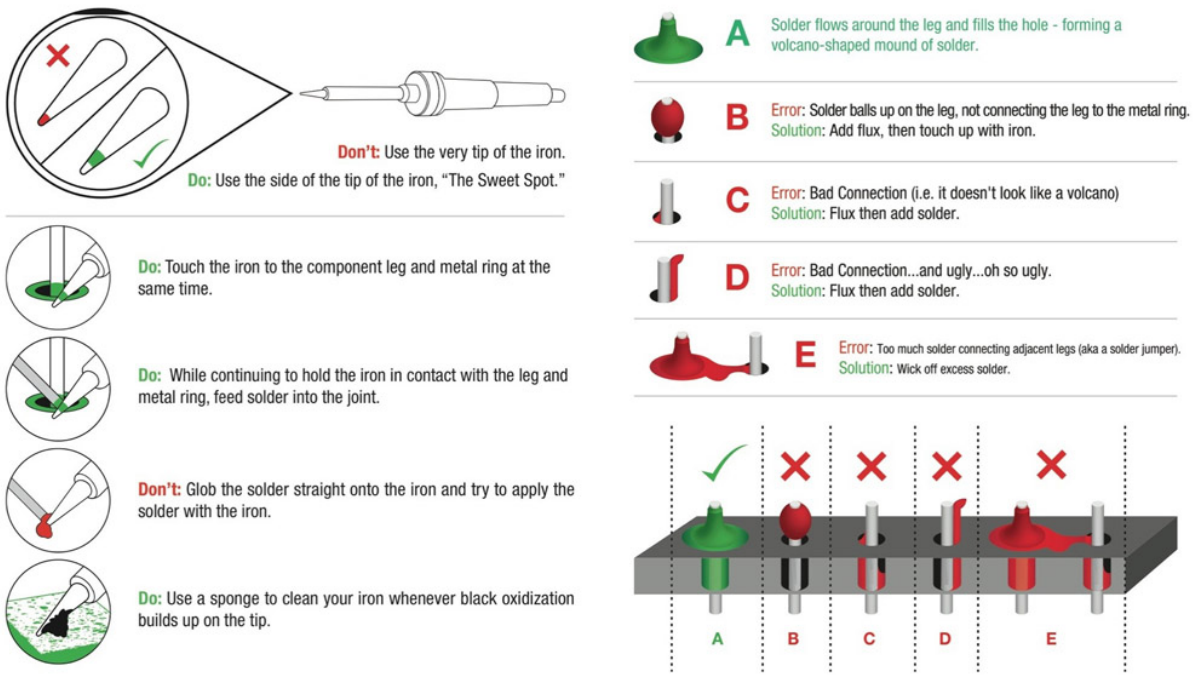


(b) Tay giữ mạch in

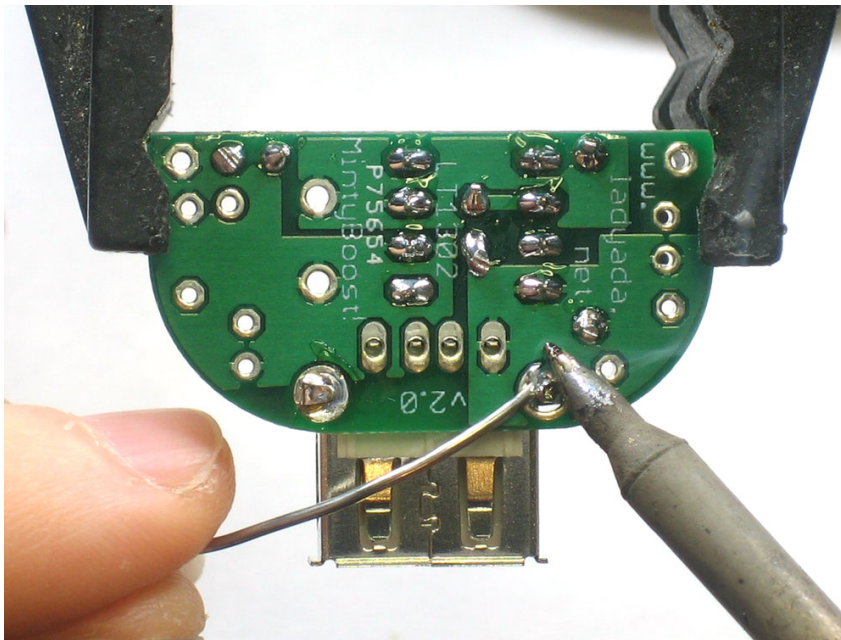
Hình 5.16 Dụng cụ hỗ trợ hàn

Những chú ý khi hàn

- Cần trọng với mỏ hàn nóng.
- Khi cần có thể sử dụng tay giữ mạch để tránh mạch in di chuyển trong khi hàn.
- Nếu có thể điều chỉnh nhiệt độ mỏ hàn, đặt nó ở khoảng $325 - 375^{\circ}\text{C}$.
- Khi quá nhiệt, chất hàn sẽ bốc khói. Cần giảm hoặc tạm thời tắt mỏ hàn.
- Trước khi hàn, trong quá trình gia nhiệt cho mỏ hàn nên chấm một ít chất hàn vào đầu mỏ hàn để dễ sử dụng.
- Điểm tiếp xúc khi hàn là phía bên cạnh của mũi hàn chứ không phải đầu mũi nhọn của mỏ hàn.
- Khi hàn, gia nhiệt đồng thời cho cả hai thành phần cần hàn. Ví dụ như chân điện trở và lỗ mạch in.
- Khi chất hàn tan chảy vừa đủ quanh mối hàn thì rút dây chất hàn ra trước rồi mỏ hàn ra sau.
- Mối hàn đẹp khi tạo ra hình chóp nhọn bao quanh chân linh kiện, không vón cục, không thiếu hoặc thừa chất hàn, không lan ra xung quanh.
- Cách đơn giản nhất để có mối hàn đẹp là thực hành thật nhiều. Trong quá trình làm việc ta sẽ rút ra được nhiều kinh nghiệm và rèn luyện kỹ năng hàn.



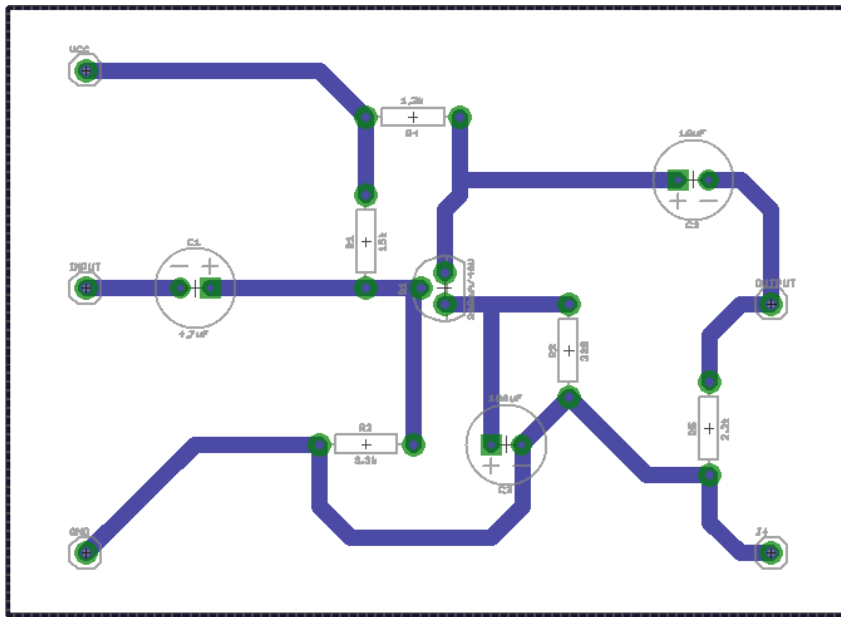
Hình 5.17 Những chú ý khi hàn



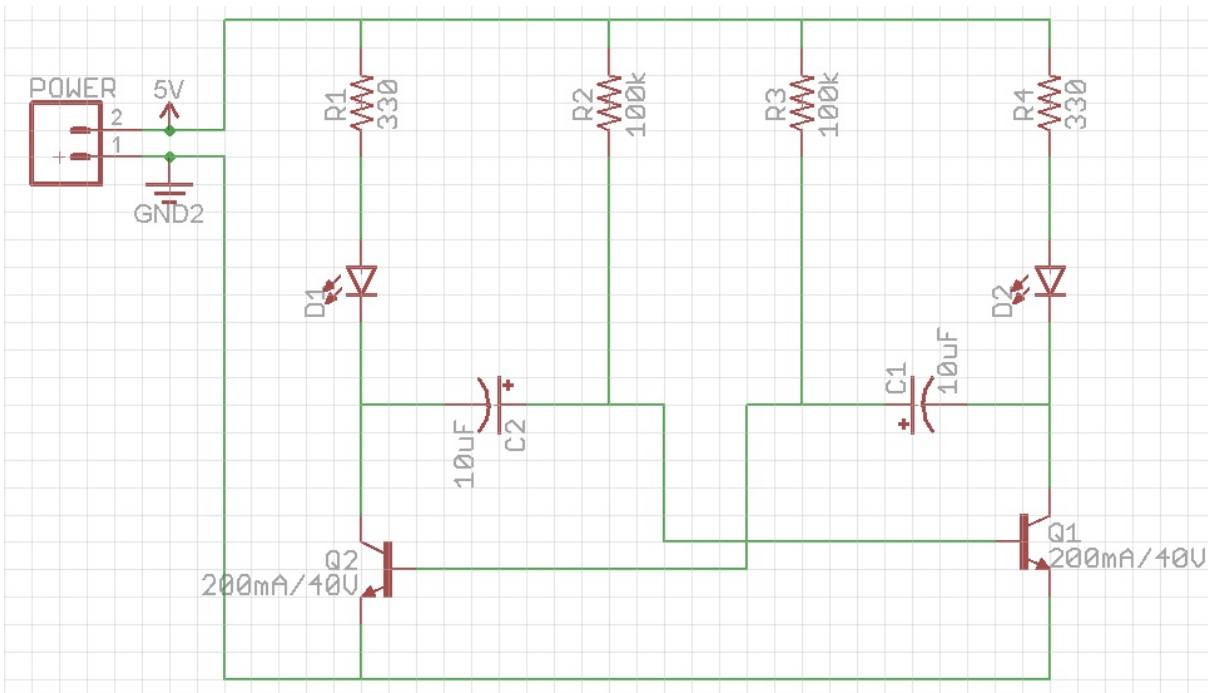
Hình 5.18 Hàn linh kiện xuyên lỗ trên mạch in

Làm sạch mạch in

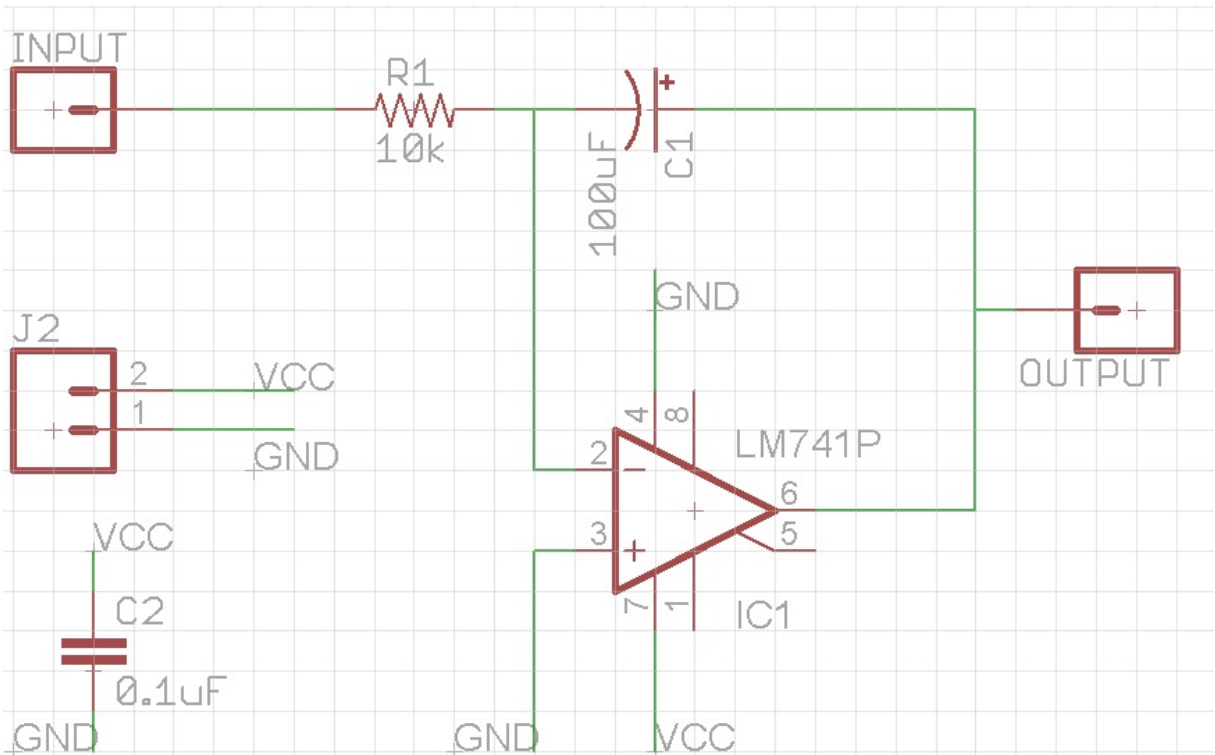
Trong quá trình sử dụng chất hàn không chứa chì, chất hỗ trợ hàn dư thừa sẽ có khả năng làm hư hỏng mạch nếu không được tẩy rửa kỹ. Cách làm sạch đơn giản nhất là dùng bàn chải đánh răng và cồn tẩy rửa để đánh sạch mạch in sau khi hàn.



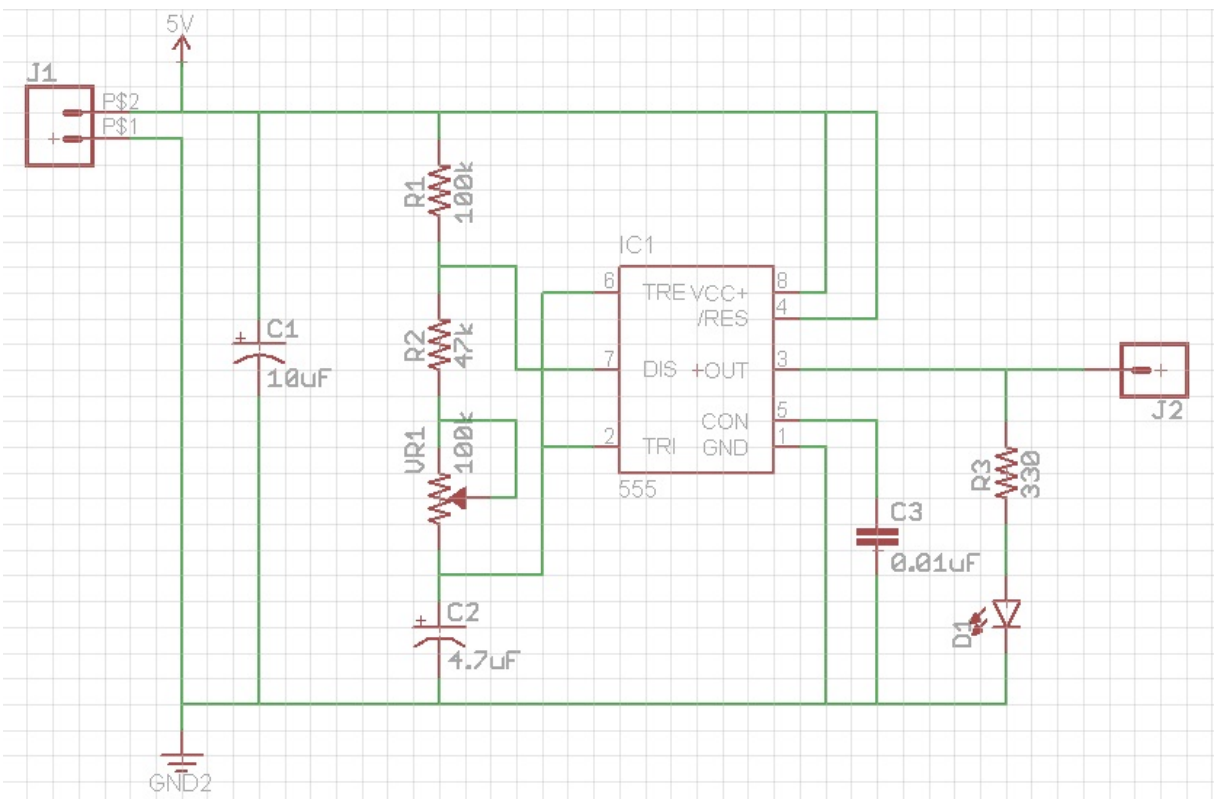
Hình 5.20 Mạch khuếch đại dùng BJT



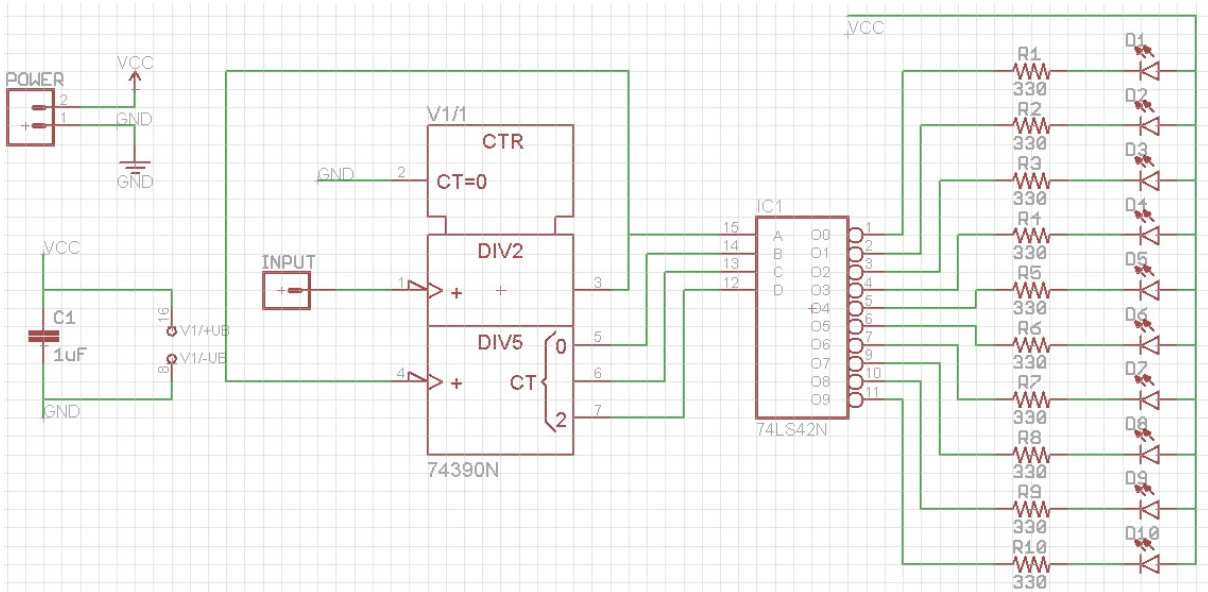
Hình 5.21 Mạch dao động đa tần dùng BJT



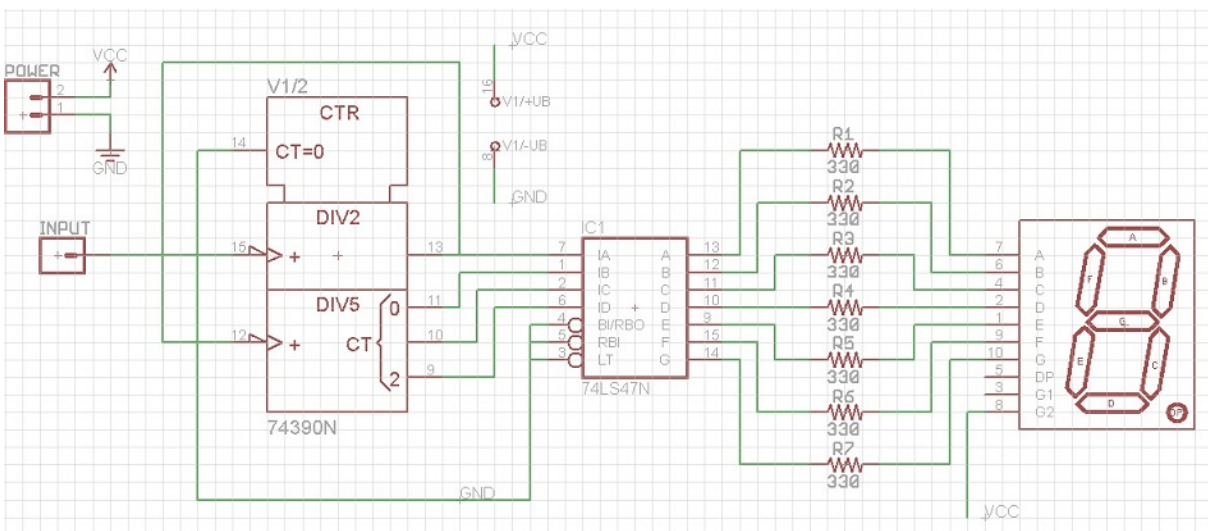
Hình 5.22 Mạch tích phân dùng khuếch đại thuật toán



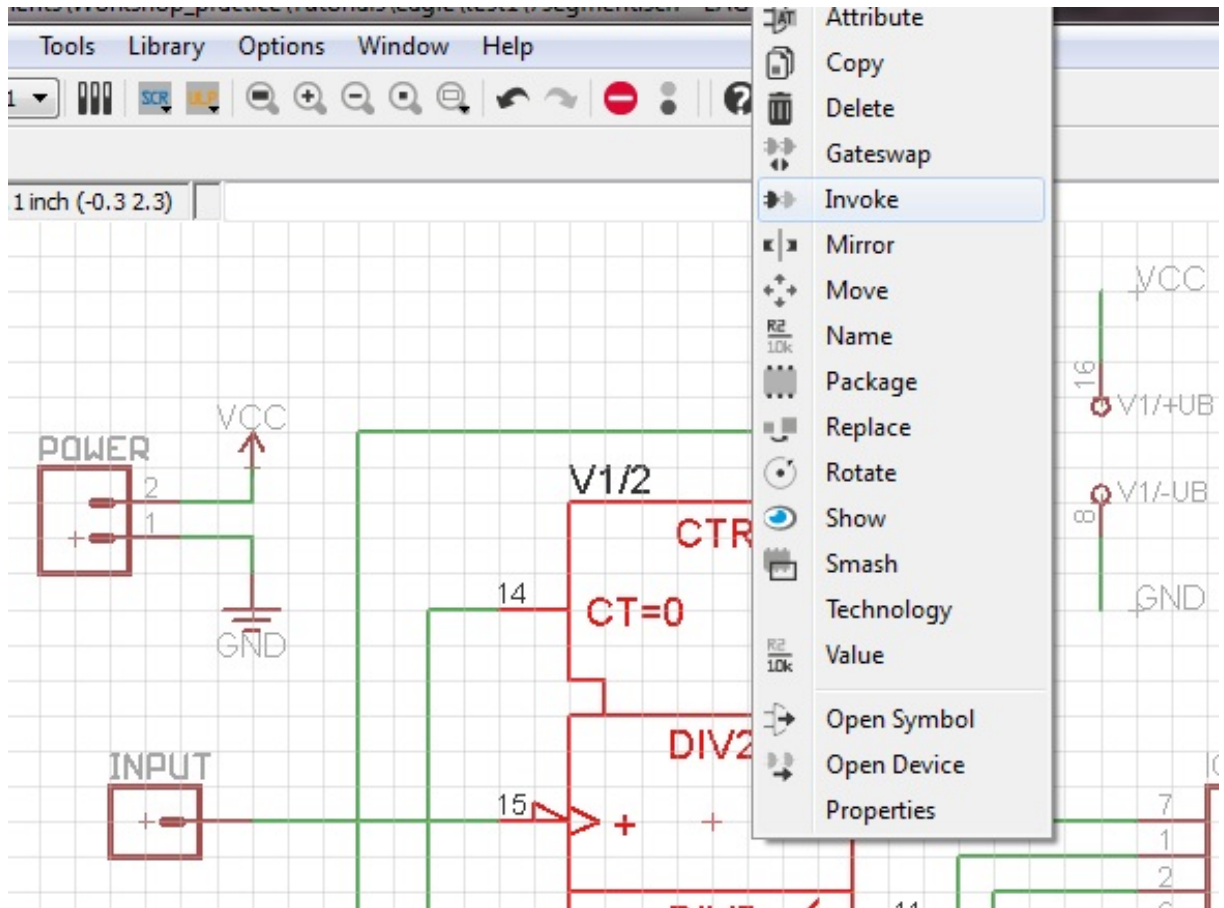
Hình 5.23 Mạch phát xung dùng IC 555



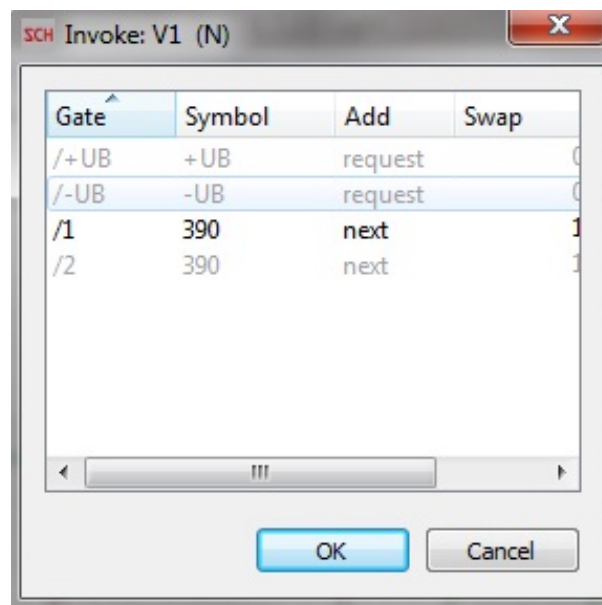
Hình 5.24 Mạch giải mã BCD-thập phân



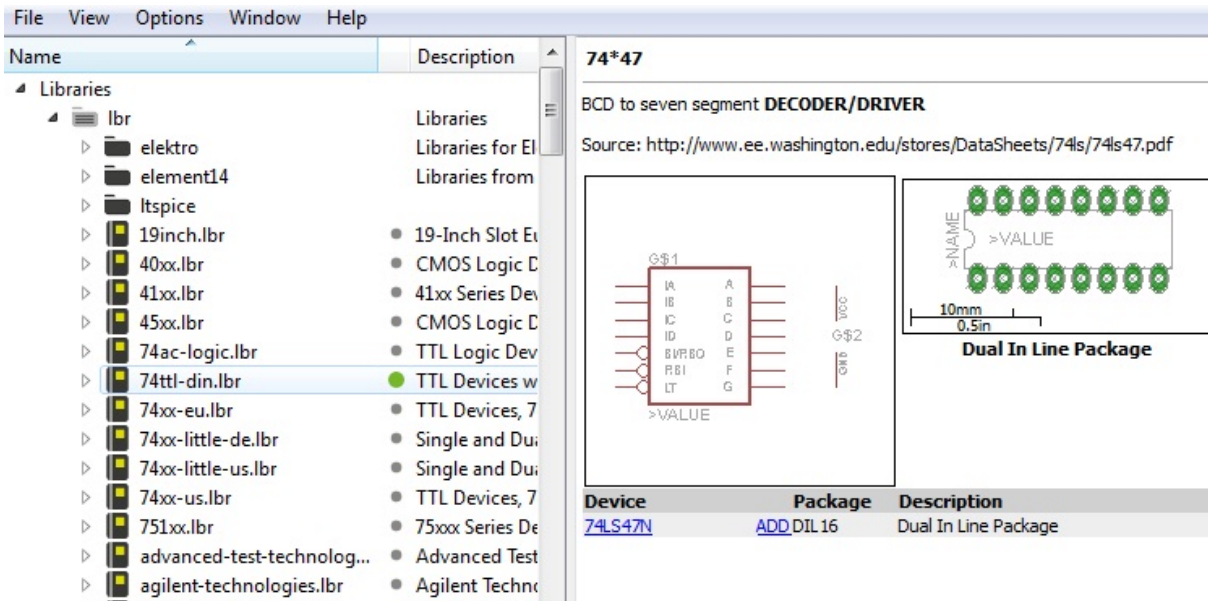
Hình 5.25 Mạch giải mã sang LED 7 đoạn



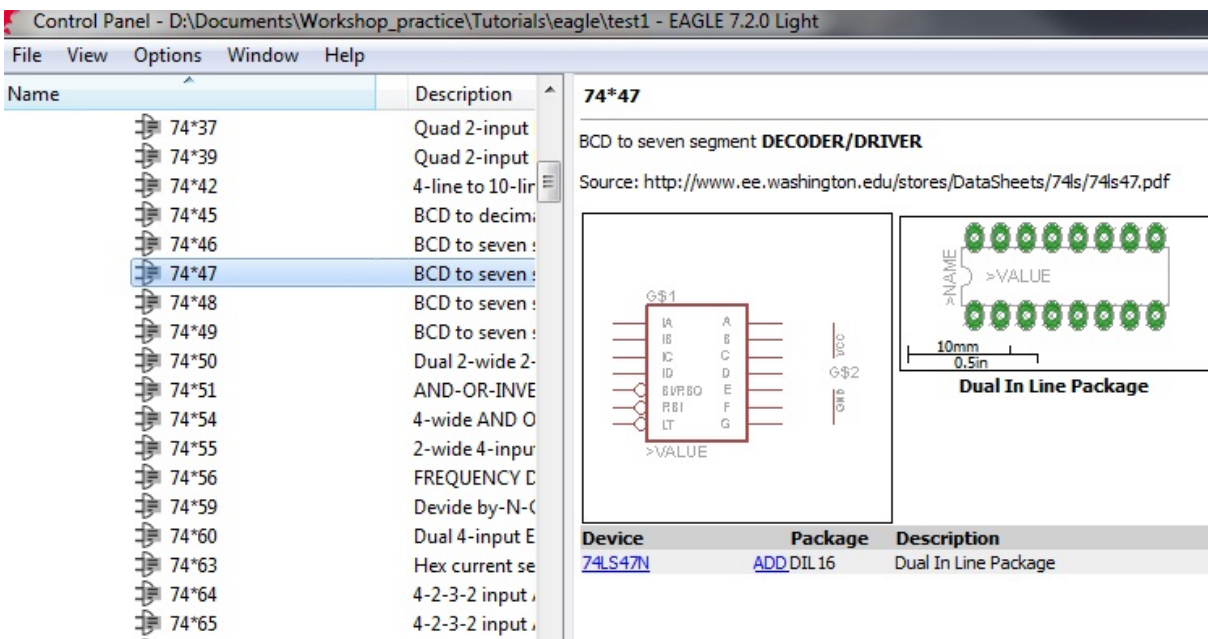
Hình 5.26 Hiện thị chân linh kiện bị đầu



Hình 5.27 Chân nguồn ký hiệu đặc biệt +UB, -UB



Hình 5.28 Thư viện linh kiện họ TTL



Hình 5.29 IC 74LS47

Control Panel - D:\Documents\Workshop_practice\Tutorials\eagle\test1 - EAGLE 7.2.0 Light

File View Options Window Help

Name	Description
74*353	Dual 4-to-1 lin
74*354	8-to 1 line dat
74*356	8-to 1 line dat
74*365	Hex BUS DRIVE
74*366	Hex BUS DRIVE
74*367	Hex BUS DRIVE
74*368	Hex BUS DRIVE
74*373	Octal D type tr
74*374	Octal D type tr
74*375	4-bit bistable l
74*377	Octal D type F
74*378	Hex D type FLI
74*379	Quad D type F
74*386	Quadruple 2-i
74*390	Dual 4-bit dec
74*393	Dual 4-bit dec
74*490	Dual 4-bit dec
74*533	Inverting 8-bit
74*534	8-bit D type FL
74*540	Octal BUFFER
74*541	Octal BUFFER

74*390

Dual 4-bit decade and binary **COUNTER**

Device	Package	Description
74390N	ADD DIL 16	Dual In Line Package

Hình 5.30 IC 74390

