

**ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5**  
**TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG**

---



**GIÁO TRÌNH**  
**Chế tạo mạch in và**  
**hạn linh kiện**

**Nghề: Điện tử công nghiệp**  
**TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

TPHCM - 2019



## LỜI GIỚI THIỆU

Để đáp ứng yêu cầu giảng dạy chương trình đào tạo nghề “Điện tử công nghiệp” cũng như việc cung cấp tài liệu giúp cho sinh viên học tập, khoa Điện tử chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “Chế tạo mạch in và hàn linh kiện”.

Giáo trình này giúp các bạn có thêm kỹ năng:

- Hàn và tháo được các mối hàn trong mạch điện, điện tử an toàn.
- Chế tạo được các mạch in đơn giản đúng thiết kế và đạt chất lượng tốt.

Đây là công trình được viết bởi đội ngũ giáo viên đã và đang công tác tại trường TCN KTCN Hùng Vương cùng với sự góp ý và phản biện của các doanh nghiệp trong lĩnh vực liên quan, tuy vậy, cuốn sách chắc chắn vẫn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

*Quận 5, ngày 30 tháng 8 năm 2012*

*Biên soạn*

*Bùi Quốc Trường*



## MỤC LỤC

<b>ĐỀ MỤC</b>	<b>TRANG</b>
<b>GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN.....</b>	<b>1</b>
<b>Bài 1: KỸ THUẬT HÀN.....</b>	<b>2</b>
1. Giới thiệu bộ dụng cụ cầm tay.....	2
1.1. Tổng quan.....	2
1.2. Dụng cụ.....	2
2. Phương pháp hàn và tháo hàn.....	4
2.1. Kỹ thuật hàn nối , ghép.....	4
2.2. Kỹ thuật hàn xuyên lỗ.....	4
2.3. Kỹ thuật hàn công nghệ cao.....	7
<b>Bài 2: THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MẠCH IN .....</b>	<b>9</b>
1. Thiết kế mạch in.....	9
1.1. Cài đặt phần mềm vẽ mạch điện tử Orcad 92.....	9
1.2. Sơ đồ bố trí linh kiện.....	16
1.3. Sơ đồ mạch in.....	37
2. Chế tạo mạch in.....	62
2.1. Chuẩn bị thiết bị - vật tư.....	62
2.2. Các bước chế tạo.....	62
2.3. Hoàn thiện mạch in.....	65
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>66</b>



## GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN

### **Vị trí, tính chất của mô đun**

\* Vị trí của mô đun: Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các môn học cơ bản chuyên môn như linh kiện điện tử, đo lường điện tử, mạch điện tử và học trước khi học các mô đun chuyên sâu như PLC...

\* Tính chất của mô đun: Là mô đun bắt buộc

### **Mục tiêu của mô đun**

Sau khi học xong mô đun này người học có năng lực:

\* Hàn và tháo được các mối hàn trong mạch điện, điện tử an toàn.

\* Chế tạo được các mạch in đơn giản đúng thiết kế và đạt chất lượng tốt.

\* Rèn luyện thái độ nghiêm túc, cẩn thận, chính xác trong học tập và thực hiện công việc

### **Nội dung chính của mô đun**

1. Kỹ thuật hàn
2. Chế tạo mạch in

## Bài 1: KỸ THUẬT HÀN

### 1. Giới thiệu bộ dụng cụ cầm tay

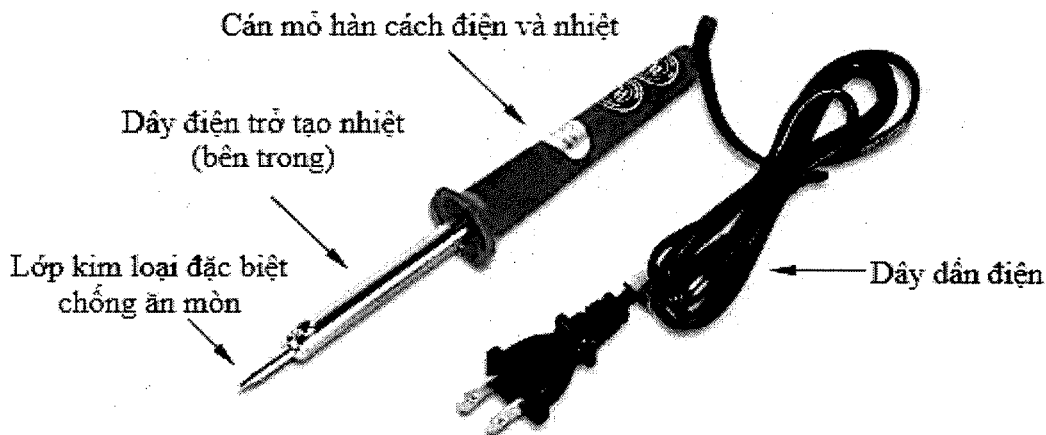
#### 1.1. Tổng quan

- Để hàn linh kiện lên board mạch in người ta có thể dùng nhiều cách như hàn trực tiếp bằng mỏ hàn hoặc dùng phương pháp nhúng chì trong các xí nghiệp lắp ráp board mạch với số lượng lớn.
- Đối với người thợ sửa chữa điện tử kỹ năng tháo, ráp linh kiện là rất quan trọng. Trong quá trình tháo ráp linh kiện phải bảo đảm sao cho không làm hư linh kiện và mạch điện. Để đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật khi hàn ráp ta cần phải hiểu các thông số kỹ thuật các dụng cụ dùng để hàn và các vật liệu như thiếc, chì, nhựa thông v ..v..

#### 1.2. Dụng cụ

##### 1.2.1. Mỏ hàn

###### a. Cấu tạo



Hình 1: Cấu tạo mỏ hàn

- **Đầu mỏ hàn** bằng kim loại dùng để truyền nhiệt nên dễ bị oxy hóa trong không khí rất mau mòn. Vì vậy, khi sản xuất người ta thường tráng 1 lớp mỏng kim loại đặc biệt xung quanh **đầu mỏ hàn** như Niken hoặc Crôm để chống ăn mòn, khi sử dụng ta tránh làm tróc lớp kim loại này.

- **Dây điện trở tạo nhiệt** là các dây điện trở khi cho dòng điện đi qua sẽ tạo ra nhiệt độ đốt nóng đầu mỏ hàn, thông thường nhiệt độ này khoảng  $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ .

- **Cán mỏ hàn** thường được làm bằng nhựa hoặc gỗ có tác dụng cách nhiệt và cách điện.

- **Dây dẫn điện** dùng để dẫn điện từ ổ cắm điện đến **dây điện trở tạo nhiệt**.

- Chú ý: sau khi sử dụng xong để mỏ hàn nguội dần, nếu muốn mau nguội ta có thể đến nơi thoáng hoặc quạt máy không được nhúng nước sẽ làm chập các dây điện trở bên trong ở lần sử dụng sau.



## b. Các thông số kỹ thuật của mỏ hàn:

- **Điện thế làm việc** Thông thường các mỏ hàn có điện thế làm việc là  $220V_{AC}$ , tuy nhiên cũng có các mỏ hàn sử dụng điện  $110V_{AC}$  hoặc  $12V_{DC}$  do đó khi mua mỏ hàn phải chọn loại có điện thế phù hợp với nguồn điện tại nơi làm việc.

- **Công suất mỏ hàn:** Công suất thông thường là 40W phù hợp cho việc hàn linh kiện điện tử. Ngoài ra còn có mỏ hàn có công suất 60W thường dùng để hàn các dây dẫn lớn hoặc hàn vào vỏ thiết bị có độ tản nhiệt lớn.

### 1.2.2. Nhựa thông

- Được lấy từ cây thông có tác dụng khử oxit chì làm cho tiếp xúc giữa mạch đồng và chân linh kiện tốt hơn, nhựa thông có hai dạng:

+ Dạng thô: còn nguyên chưa được pha chế được lấy trực tiếp từ nhựa cây thông.

+ Dạng lỏng: đã được lọc bỏ các tạp chất sau đó pha trộn với chất làm hoà tan .



Hình 2: Nhựa thông



Hình 3: Dây chì



Hình 4: Chì cuộn

### 1.2.3. Chì hàn

- Được chế tạo thành sợi quấn vào 1 lõi bên trong có chứa nhựa thông có tác dụng khử oxit chì để khi hàn độ tiếp xúc giữa mạch đồng và chân linh kiện tốt hơn.

- Nhiệt độ nóng chảy của chì khoảng  $113^{\circ}C - 300^{\circ}C$  .

- Hình dạng các cuộn chì hàn.

### 1.2.4. Hút chì

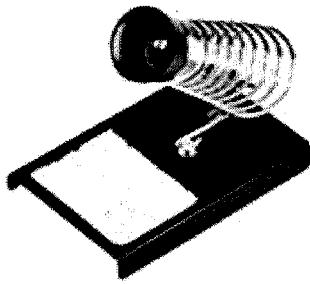
- Dùng để hút chì ra khỏi board mạch hoặc chân linh kiện.

### 1.2.5. Đế gác mỏ hàn

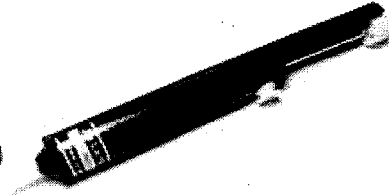
- Dùng để gác mỏ hàn để bảo đảm an toàn khi sử dụng, tránh gây cháy hoặc gây phỏng.

### 1.2.6. Máy khò

- Được dùng để hàn hoặc xả linh kiện dán (SMD) ra khỏi mạch.



Hình 5: Đế gác mỏ hàn



Hình 6: Hút chì

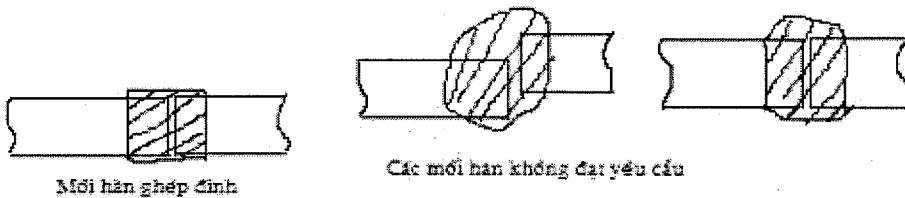


Hình 7: Máy khò

## 2. Phương pháp hàn và tháo hàn

### 2.1. Kỹ thuật hàn nối, ghép

Phương pháp này được dùng khi muốn tạo các dây dẫn hình đa giác hoặc có thể nối dài hai dây dẫn ngắn. Tuy nhiên, mối hàn này khó thực hiện và có độ bền cơ kém hơn kiểu khác



### 2.2. Kỹ thuật hàn xuyên lỗ

#### 2.2.1. Các bước chuẩn bị

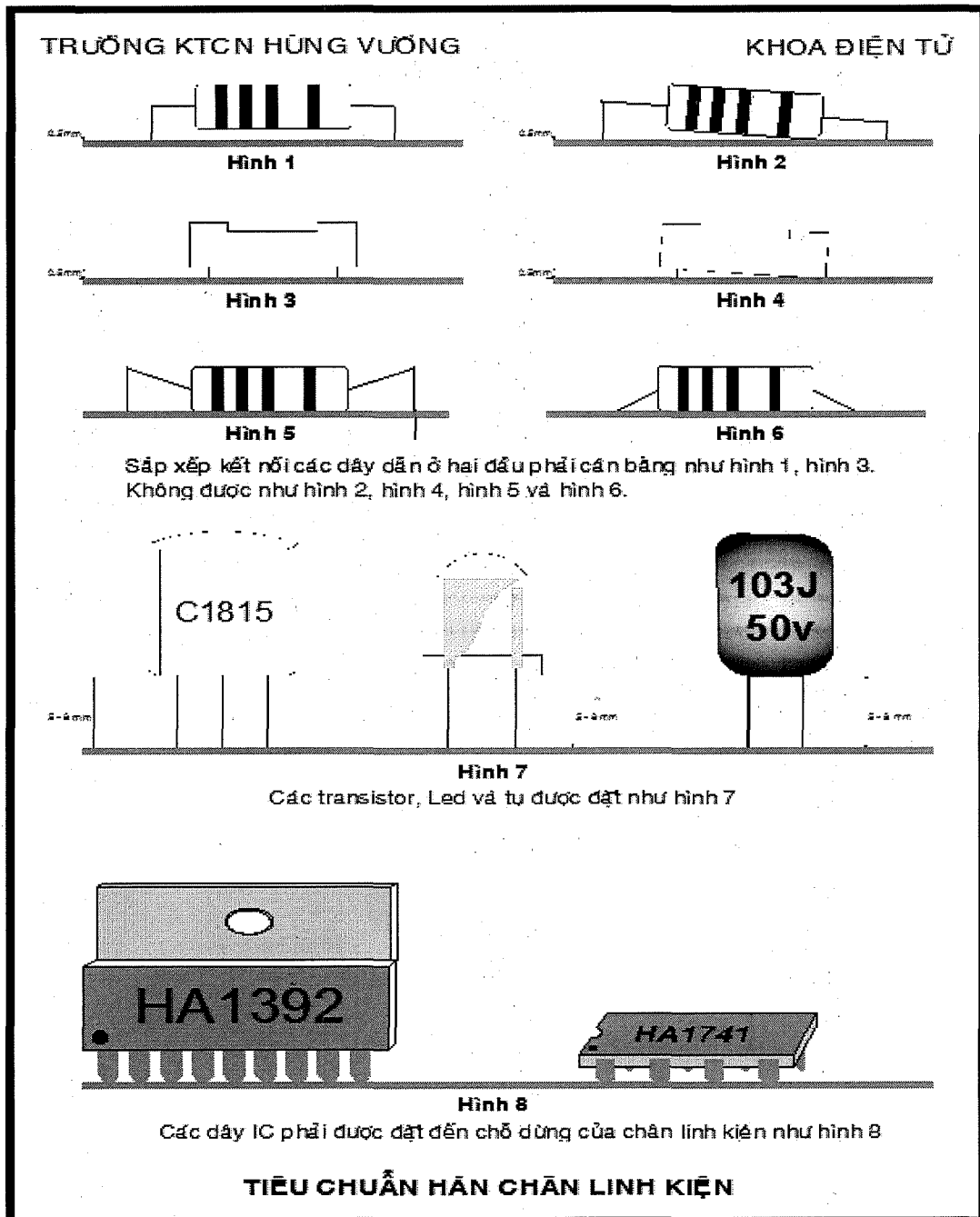
<p><b>Bước 1 :</b> Cắm mỏ hàn vào nguồn điện cho đến khi nóng đủ làm chảy nhựa thông</p>	<p><b>Bước 2 :</b> Nhúng đầu mỏ hàn vào nhựa thông</p>	<p><b>Bước 3 :</b> Đưa chì vào đầu mỏ hàn xoay đều đầu mỏ hàn sao cho chì bám toàn bộ đầu mỏ hàn.</p>

#### 2.2..2. Các bước ráp linh kiện

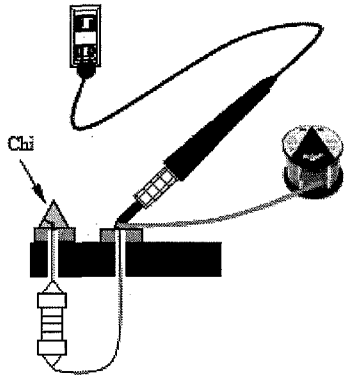
- **Bước 1:** Cắm linh kiện lên board mạch, bề ghép hai chân linh kiện theo chiều ngang hoặc chiều đứng tùy theo mạch in thiết kế. Lưu ý cố gắng bề vuông góc các chân linh kiện.

- **Bước 2:** Cắm linh kiện vào board mạch.

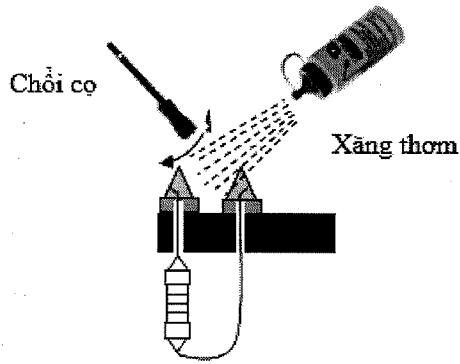
- Lưu ý: đối với các linh kiện có công suất lớn nên cắm linh kiện cao hơn bề mặt mạch in khoảng 1cm để thoát nhiệt tốt, không làm nóng mạch in như hình sau:



- **Bước 3:** Cắt chân linh kiện: ta có thể dùng các loại kềm cắt để cắt chân linh kiện, chú ý cắt chân linh kiện phải cao hơn mạch in khoảng 1mm đến 2mm.
- **Bước 4:** Hàn chì vào chân linh kiện: đặt mỏ hàn nghiêng 1 góc khoảng  $45^{\circ}$  so với mặt phẳng ngang của mạch in (xem hình bước 4) sau đó đưa chì vào đầu mỏ hàn cho chì chảy đều, đảm bảo sao cho chì phải bao đều chân linh kiện.
- **Bước 5:** Vệ sinh board mạch: dùng xăng thơm xịt lên board mạch và dùng chổi hoặc cọ rửa sạch nhựa thông bám quanh chân linh kiện sau khi hàn (xem hình bước 5).

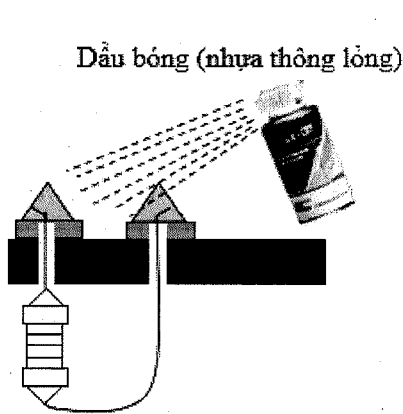


Hình bước 4

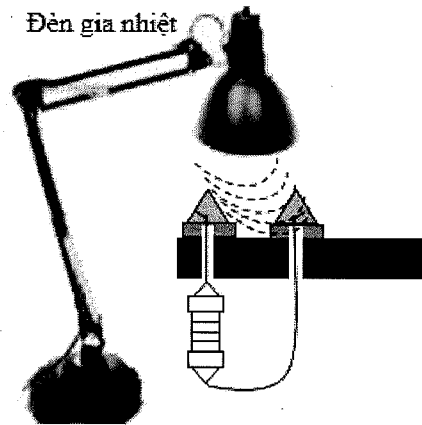


Hình bước 5

- **Bước 6:** Chống oxy hóa bằng cách dùng dầu bóng hoặc nhựa thông lỏng xịt phủ lên mạch in để bảo vệ mạch đồng và chì hàn không bị oxy hoá (xem hình bước 6).
- **Bước 7:** Dùng đèn gia nhiệt sấy khô lớp dầu bóng hoặc nhựa thông lỏng (hình 7).



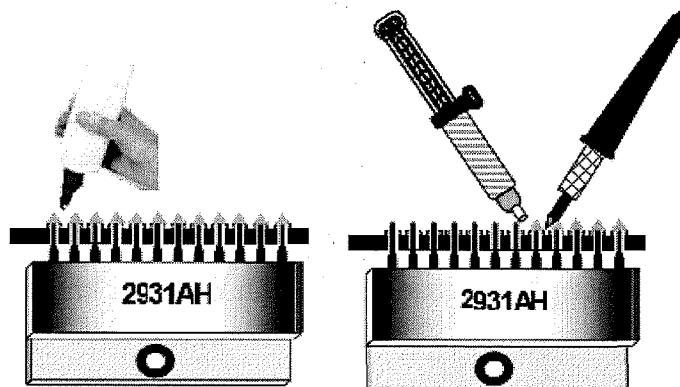
Hình bước 6



Hình bước 7

### 2.2.3. Các bước tháo linh kiện

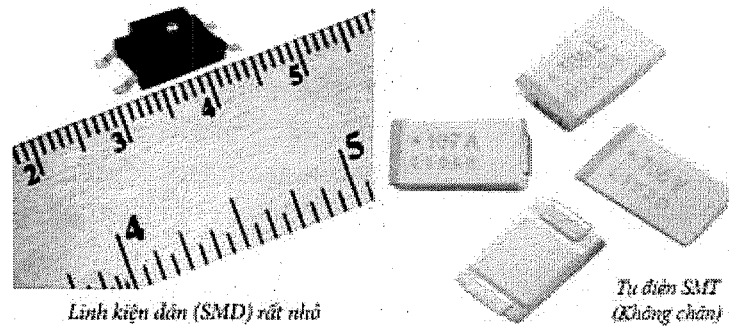
- Nhấn cần đẩy để piton được gài vào chốt gài.
- Tráng nhựa thông lỏng lên chân linh kiện nếu là IC, nếu là linh kiện rời ta chỉ cần nhúng đầu mỏ hàn vào nhựa thông.
- Đặt mỏ hàn và cây hút chì như hình dưới đây, chờ cho chì chảy hết, đặt cây hút chì sát xuống mạch và bấm chốt gài có thể làm nhiều lần như trên cho đến khi sạch chì bám vào chân linh kiện và mạch đồng.



### 2.3. Kỹ thuật hàn công nghệ cao

SMT là công nghệ lắp ráp linh kiện điện tử bằng cách dán trực tiếp linh kiện lên bề mặt BM mà không cần khoan lỗ.

Linh kiện dùng cho công nghệ SMT gọi là linh kiện dán - SMD (Surface Mount Device). Bất cứ linh kiện xuyên lỗ nào cũng có linh kiện dán tương ứng. SMD nhỏ và nhẹ, cố định lên BM bằng một chấm kem hàn rất nhỏ, cho phép tăng mật độ và độ phức tạp của các vi mạch trên BM nhiều lần.



Khi thế hệ linh kiện điện tử to cũ bị thay thế bởi những con chip chỉ nhỏ bằng 1/10 hạt gạo thì công nghệ SMT cũng “soán ngôi” công nghệ xuyên lỗ nhờ tính năng ưu việt của nó:

- Ưu điểm đầu tiên, dễ thấy nhất của SMT là không cần khoan lỗ BM.
- Quá trình tự động hóa cao, có thể tự hiệu chỉnh những lỗi nhỏ gặp phải.
- Có thể gắn linh kiện lên cả hai mặt BM.
- Bền hơn so với xuyên lỗ, đặc biệt trong điều kiện bị rung, lắc, va đập với cường độ không quá cao.
- Giá linh kiện dán rẻ hơn linh kiện xuyên lỗ.
- Năng suất cao và rất linh động khi thay đổi model BM.
- Ưu điểm lớn nhất của SMT vẫn là chế tạo được BM nhỏ gọn với cấu trúc vi mạch phức tạp. Tuy nhiên, đây cũng là nhược điểm bởi BM quá nhỏ nên khó thao tác hơn.

Nhờ điều khiển, xử lý bằng máy tính hiện đại, các máy SMT ngày nay đảm bảo quá trình tự động hóa cao, sai sót cực nhỏ, giảm chi phí lao động và tăng năng suất đáng kể. Kích thước và trọng lượng BM nhỏ hơn từ 2 đến 5 lần so với loại xuyên lỗ, và giảm từ ¼ đến hơn một nửa chi phí vật liệu. Mặt khác, nếu so sánh năng suất của một máy xuyên lỗ tự động là 12.000 linh kiện/giờ và một máy SMT gia công trên 42.000 linh kiện/giờ với sự chính xác gần như tuyệt đối, có thể hình dung SMT như một công nghệ “hái ra tiền”.

Một số ít trường hợp vẫn cần đến phương pháp xuyên lỗ, chủ yếu dùng cho linh kiện kích thước lớn, thường xuyên chịu áp lực cơ học, có điện áp cao, cần tháo lắp liên tục... Tùy thiết kế BM, người ta có thể chọn lựa giữa xuyên lỗ và SMT, hoặc kết hợp cả hai phương pháp.

Nhìn chung, quá trình dán linh kiện lên BM bằng công nghệ SMT gồm 4 bước cơ bản:

1. *Quét kem hàn (Solder Paste) lên bề mặt BM ở vị trí cần gắn linh kiện.* Kem hàn quét qua lỗ của một mặt nạ kim loại (metal mask hoặc stencil) được đặt trên BM để tránh dính vào nơi không mong muốn (lỗ trên mặt nạ kim loại được đục thủng ở ngay vị trí cần dán của BM). Kem hàn có dạng bột nhão, tính bám dính cao, thành phần thay đổi tùy công nghệ và đối tượng hàn. Sau đó, BM chuyển sang máy gắn linh kiện.

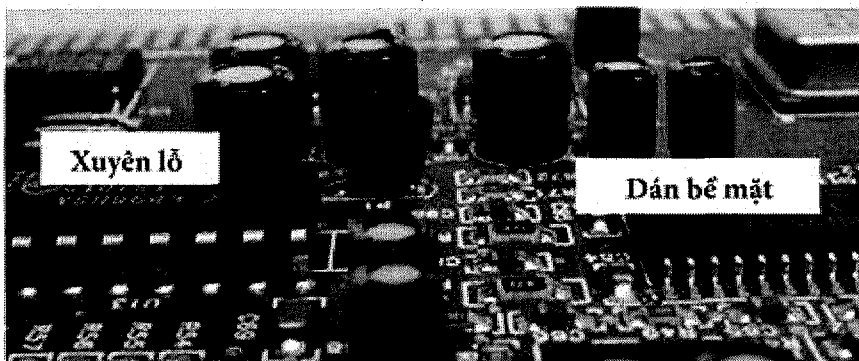
2. *Gắn linh kiện.* Máy gắn linh kiện tự động gỡ linh kiện từ băng chuyền hoặc khay và đặt vào vị trí tương ứng đã được quét kem hàn. Sau khi sấy khô nhanh kem hàn bằng nhiệt hoặc tia UV, BM được lật mặt và quá trình gắn lặp lại. Khi hoàn tất cả hai mặt, BM chuyển sang lò sấy. Công nghệ SMT mới còn cho phép gắn linh kiện cùng lúc cả hai mặt

3. *Gia nhiệt.* Tại lò sấy, BM đi qua các khu vực với nhiệt độ tăng dần để linh kiện có thể thích ứng. Ở nhiệt độ đủ lớn, kem hàn nóng chảy, dán chặt linh kiện lên BM. BM sau đó được rửa bằng một số hóa chất, dung môi và nước để làm sạch vật liệu hàn rồi dùng khí nén làm khô nhanh.

4. *Kiểm tra và sửa lỗi sản phẩm.*

Khó khăn khi ứng dụng vào sản xuất là SMT đòi hỏi sự chính xác tuyệt đối và trình độ quản lý cao trong quá trình gia công. Đầu tư ban đầu cho máy móc thiết bị cũng tương đối lớn và mất nhiều thời gian, bởi kích thước linh kiện quá nhỏ, nếu quá trình tự động hóa không đạt chuẩn sẽ gây sai sót lớn và tốn chi phí.

**Mặt trên bo mạch**



**Mặt dưới bo mạch**



*So sánh BM làm theo phương pháp xuyên lỗ (trái) và dán bề mặt (phải): linh kiện dùng cho SMT nhỏ, gọn và gắn được nhiều hơn.*

## Bài 2: THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MẠCH IN

### 1. Thiết kế mạch in

#### 1.1. Cài đặt phần mềm vẽ mạch điện tử Orcad 92

##### 1.1.1 Các yêu cầu tối thiểu của hệ thống máy tính

###### ❖ *Yêu cầu về bộ nhớ, chủng loại máy vi tính*

Để cài đặt phần mềm vẽ mạch điện tử OrCAD 9.2 thì yêu cầu về chủng loại máy tính là phần mềm được cài đặt trên một máy tính IBM, Pentium hoặc một máy tính cá nhân tương thích. Yêu cầu có một ổ đĩa chứa chương trình cài đặt (ổ cứng hoặc ổ CDuROM). Yêu cầu về bộ nhớ là bộ nhớ phải có dung lượng 128Mbyte.

###### ❖ *Yêu cầu về hệ điều hành và không gian trống của ổ đĩa*

Hệ điều hành sử dụng Win9x, Win me hoặc Win NT. Không gian trống của đĩa đủ cho trình ứng dụng mà chúng ta cần cài đặt.

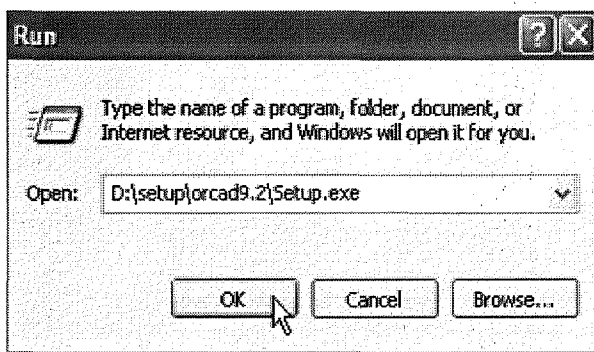
###### ❖ *Yêu cầu về chuẩn card màn hình*

Trước khi cài đặt phần mềm, phải cần biết loại Card màn hình mà chúng ta đang dùng, OrCAD 9.2 tương thích hơn cả với chuẩn VGA.

##### 1.1.2 Các bước cài đặt phần mềm vẽ mạch điện tử Orcad

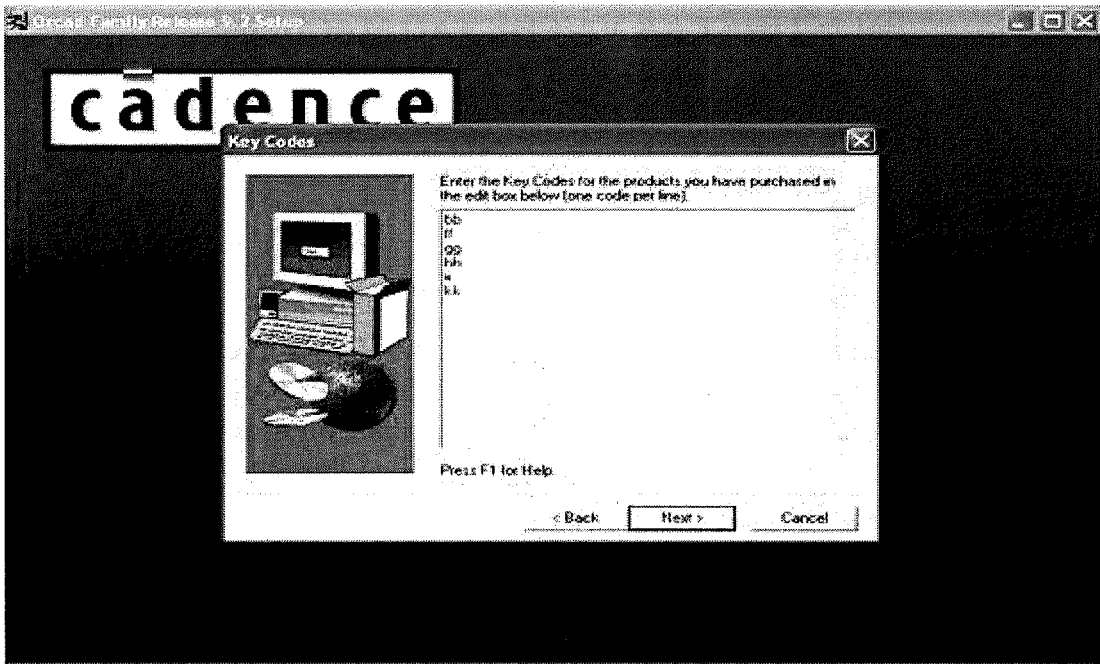
###### ❖ *Chạy tập tin setup*

Muốn cài đặt bất kỳ một phần mềm trên máy tính thì bước đầu tiên chúng ta phải chạy tập tin setup để bắt đầu cài đặt. Có nhiều phương pháp cài đặt phần mềm OrCAD 9.2, có thể là chúng ta cài đặt phần mềm từ ổ đĩa CDuROM hoặc là cài phần mềm từ ổ đĩa cứng. Đối với phương pháp nào đi nữa thì cũng phải bắt buộc chạy tập tin Setup. Để thực hiện chạy tập tin setup chúng ta nhấp chuột vào Start > Run hoặc chúng ta mở chương trình OrCAD 9.2 tại nơi chứa chương trình cài đặt và nhấp đúp chuột vào biểu tượng Setup lúc này tập tin setup đã được chạy

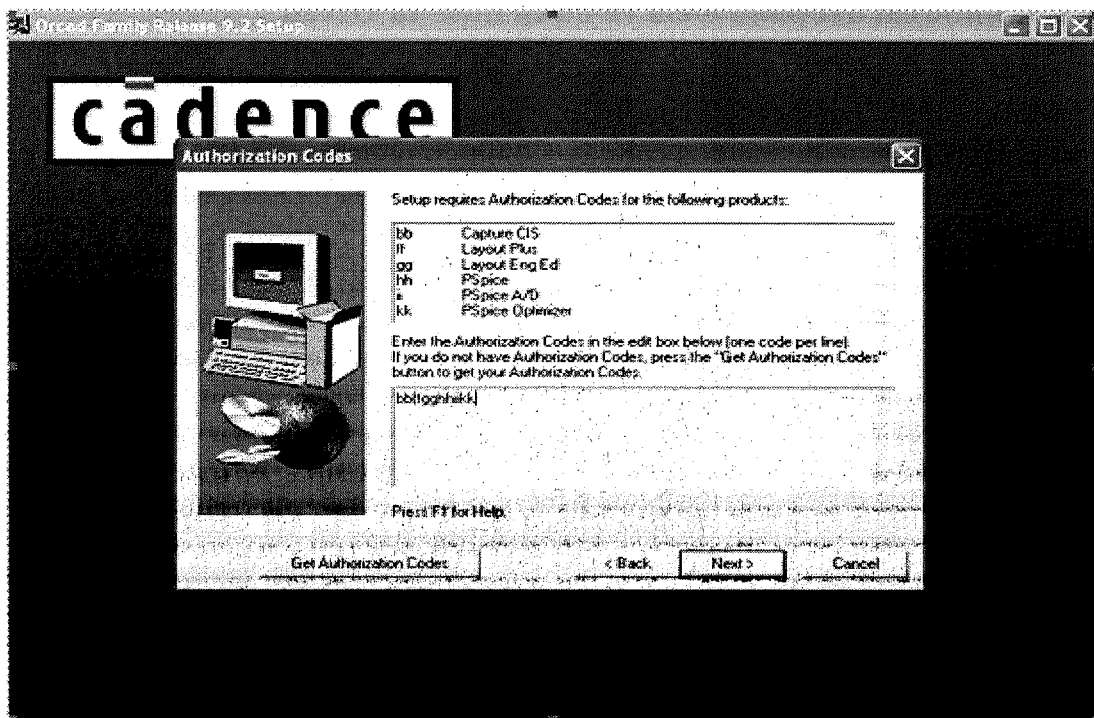


###### ❖ *Nhập mã sản phẩm và mã tác giả*

Khi chạy tập tin setup thì chương trình yêu cầu nhập mã sản phẩm và mã tác giả. Nếu chúng ta không nhập vào thì phần mềm sẽ không được cài đặt. Mã sản phẩm của phần mềm OrCAD 9.2 được nhập vào mục mã sản phẩm như hình:



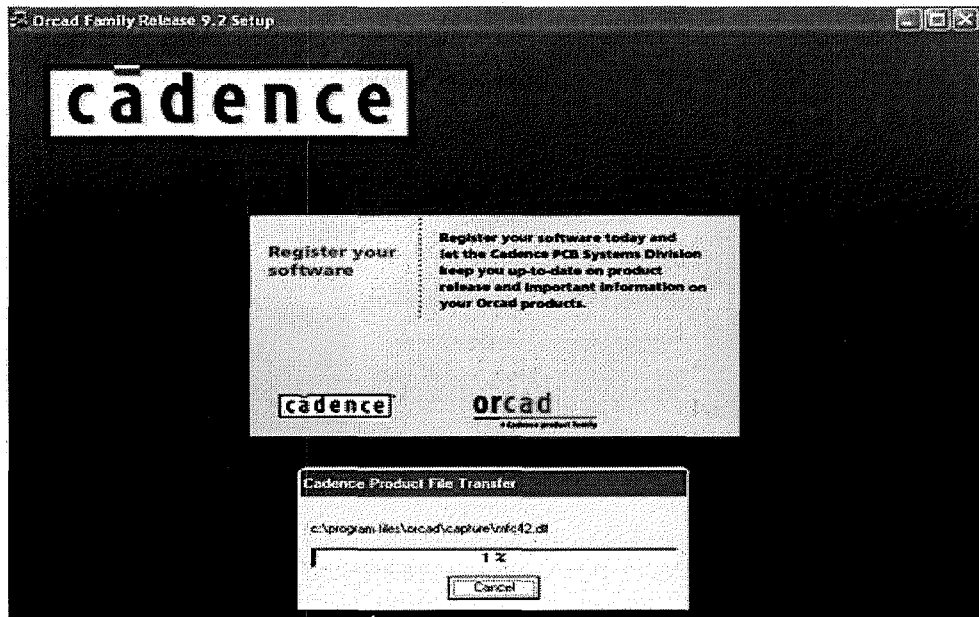
Mã tác giả của phần mềm OrCAD 9.2 được nhập vào mục mã tác giả như hình:



#### ❖ *Chạy setup sao chép các tập tin cần cài đặt*

Khi chúng ta nhập mã sản phẩm và mã tác giả thì chương trình tự chạy setup để sao chép các tập tin cần cài đặt.





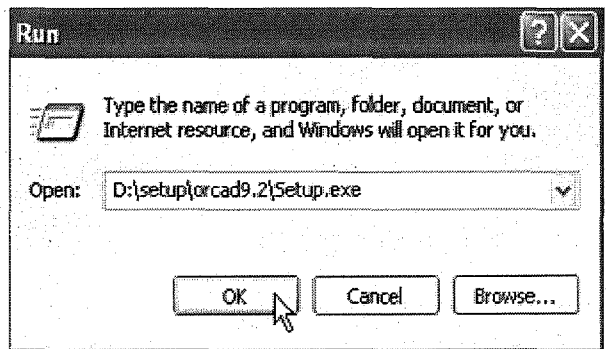
❖ *Chạy setup sao chép các tập tin Acrobat, Readme*

Phần mềm OrCAD 9.2 có các File hướng dẫn ở dạng .pgf muốn đọc được các file đó thì phải có chương trình Acrobat do đó chúng ta phải cài chương trình Acrobat trên máy tính.

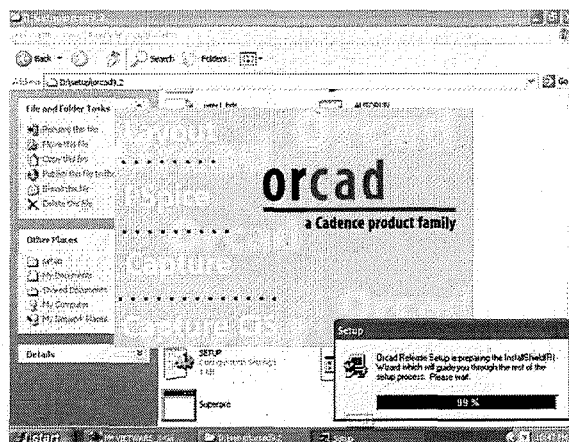
1.1.3. Thực hành cài đặt phần mềm vẽ mạch điện tử OrCAD 9.2 trên máy tính

❖ *Chạy tập tin setup*

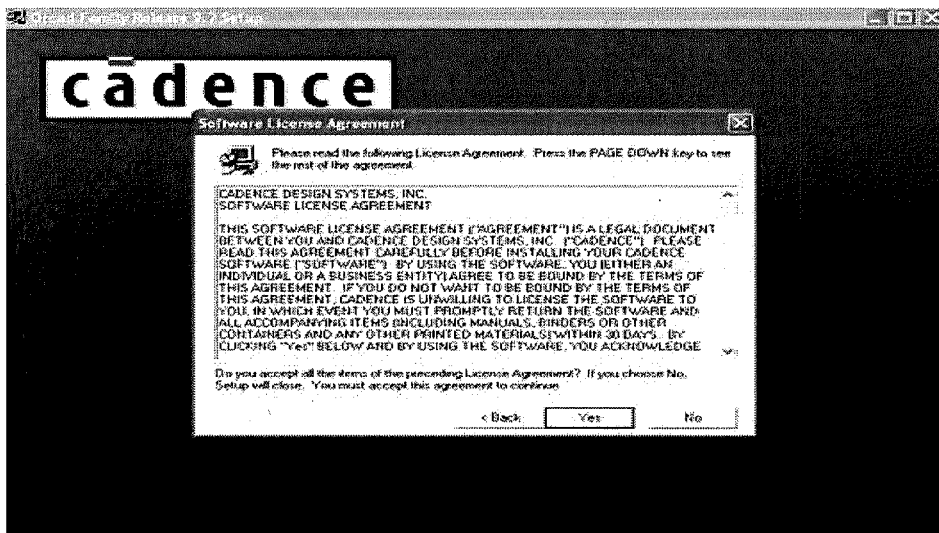
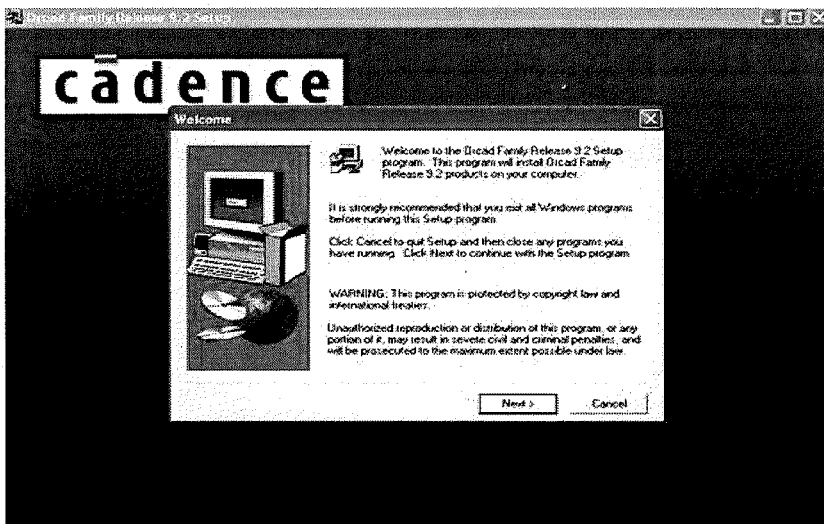
Để thực hiện chạy tập tin setup chúng ta nhấp chuột vào Start > Run và chọn địch chỉ lưu chương trình OrCAD 9.2 trên ổ đĩa cứng, lúc này tập tin setup đã được chạy:



Màn hình thông báo Setup xuất hiện để chuẩn bị cho việc cài đặt, chương trình sẽ tự động chạy cho đến 100% như hình:

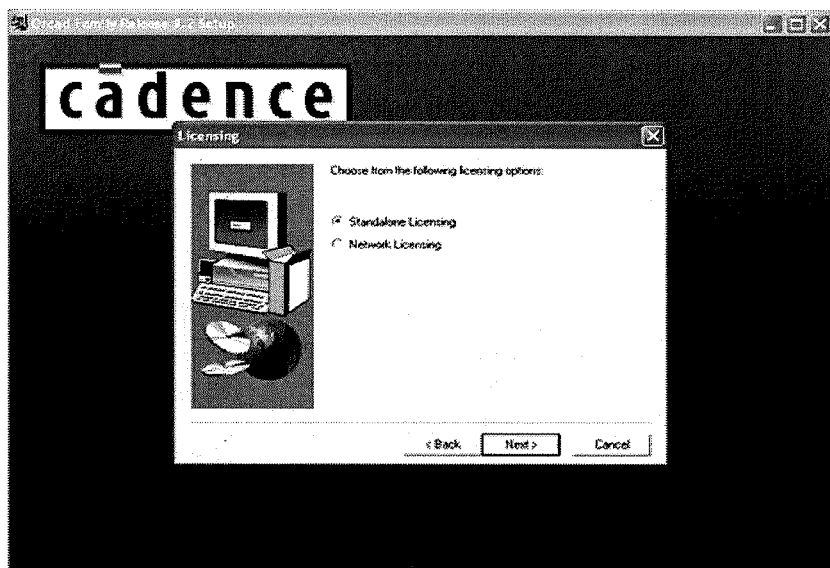


Nhấp chuột vào nút Next để qua trang kế tiếp.

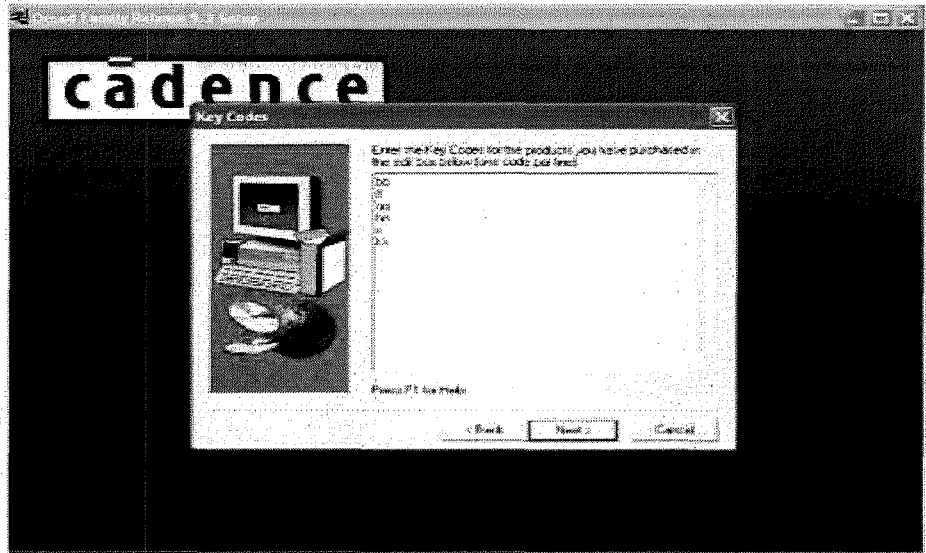


Chương trình hiện ra bảng License Agreement thông báo về đăng ký bản quyền, nhấn Yes để tiếp tục quá trình cài đặt.

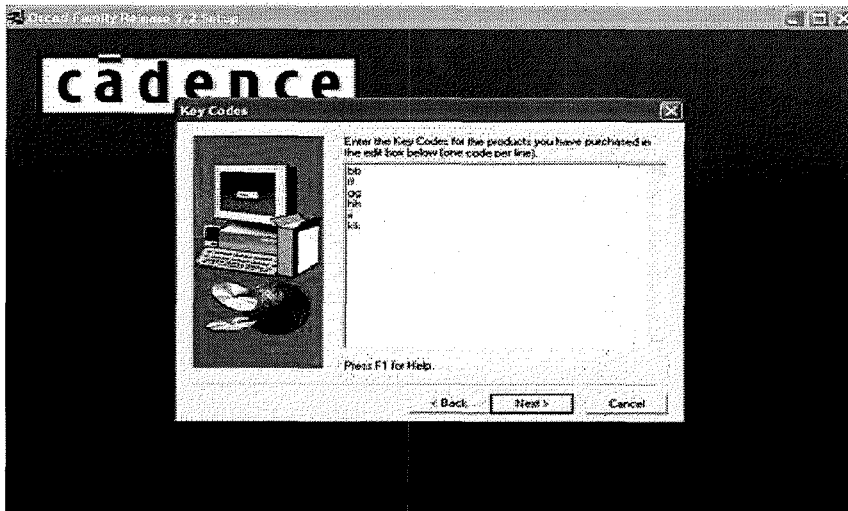
Màn hình hiện thông báo cài đặt từ máy hay cài từ mạng, nhấp chuột vào Standalone Licensing sau đó nhấp chuột vào nút Next để tiếp tục cài đặt



Lúc này màn hình hiện thông báo nhập mã sản phẩm của phần mềm OrCAD 9.2. chúng ta nhập bb ff gg hh ii kk sau đó nhấp chuột vào nút Next

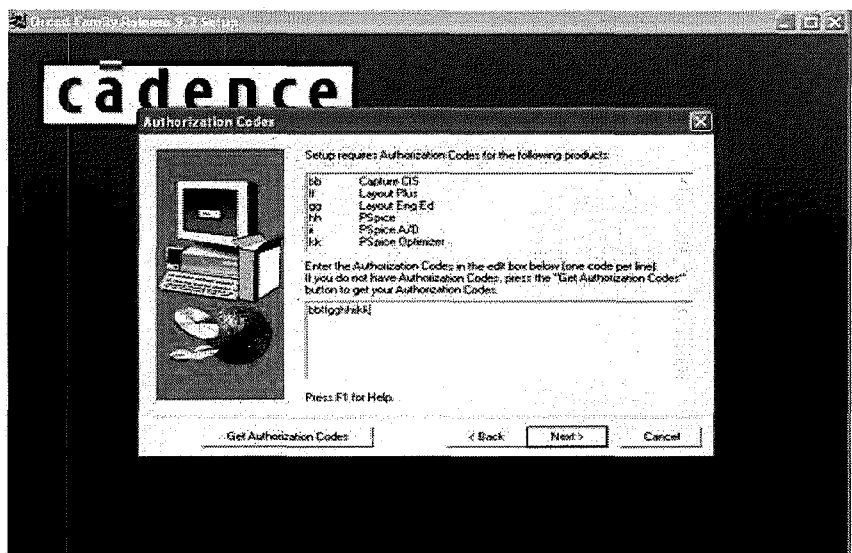


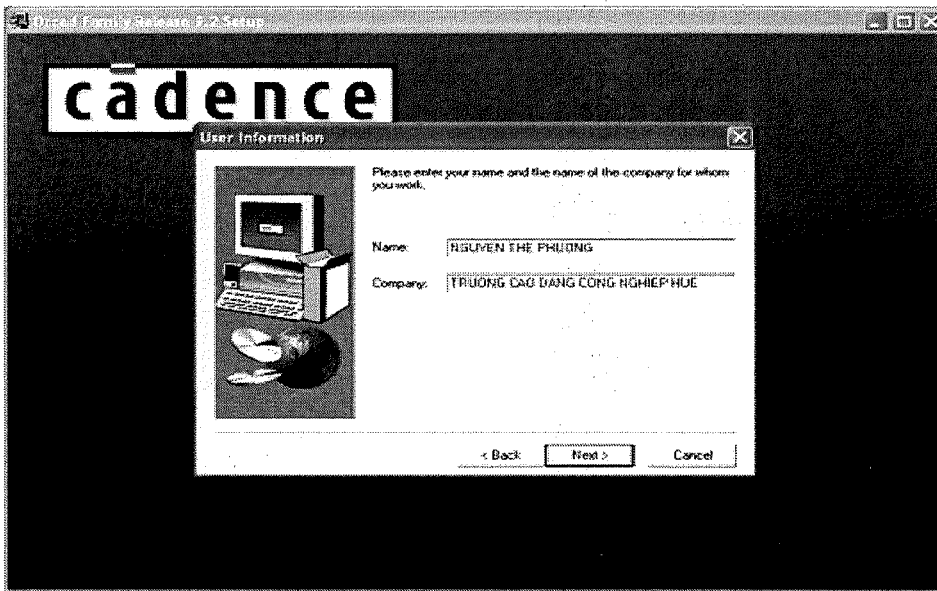
### ❖ Nhập mã sản phẩm và mã tác giả



Khi chạy tập tin setup thì chương trình yêu cầu nhập mã sản phẩm và mã tác giả. Nếu chúng ta không nhập vào thì phần mềm sẽ không được cài đặt. Mã sản phẩm của phần mềm OrCAD 9.2 được nhập vào mục mã sản phẩm như hình

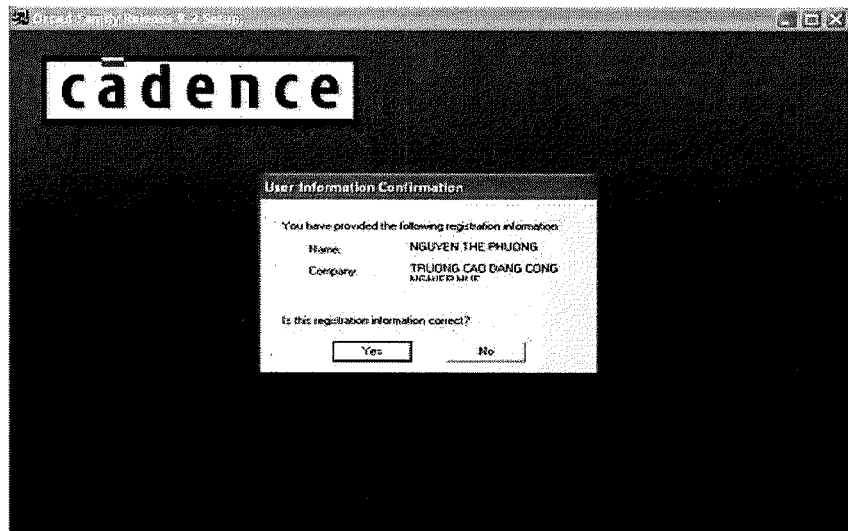
Mã tác giả của phần mềm OrCAD 9.2 được nhập vào mục mã tác giả bbffggghhiikk sau đó nhấp chuột vào nút Next



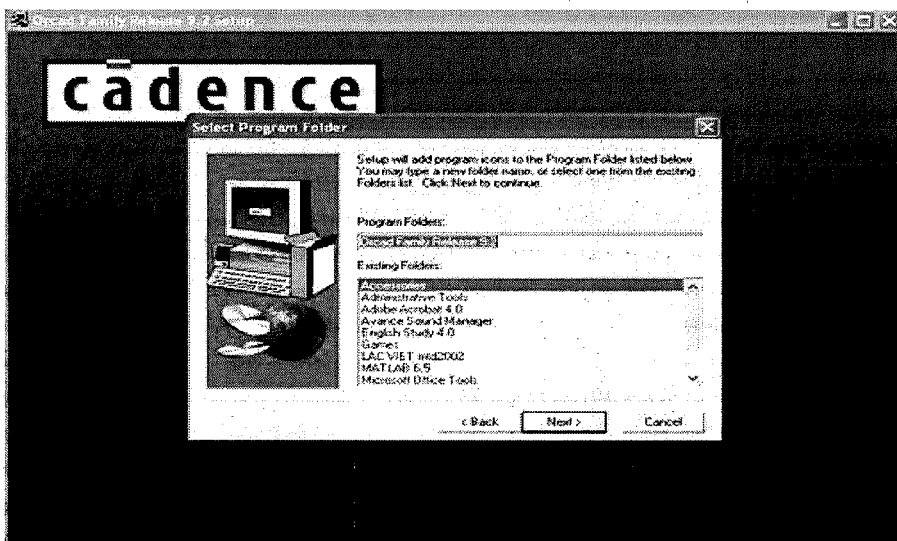


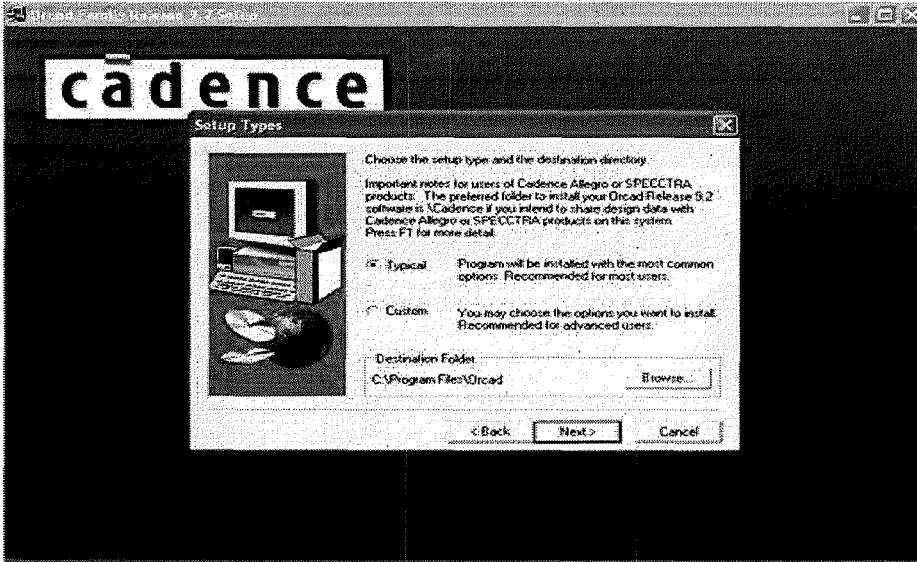
Chương trình hiện ra bảng User Information, chúng ta nhập tên người sử dụng và nhập tên công ty, sau đó nhấp chuột vào nút Next

Chúng ta nhấp chuột vào nút Yes để xác nhận thông tin về người sử dụng



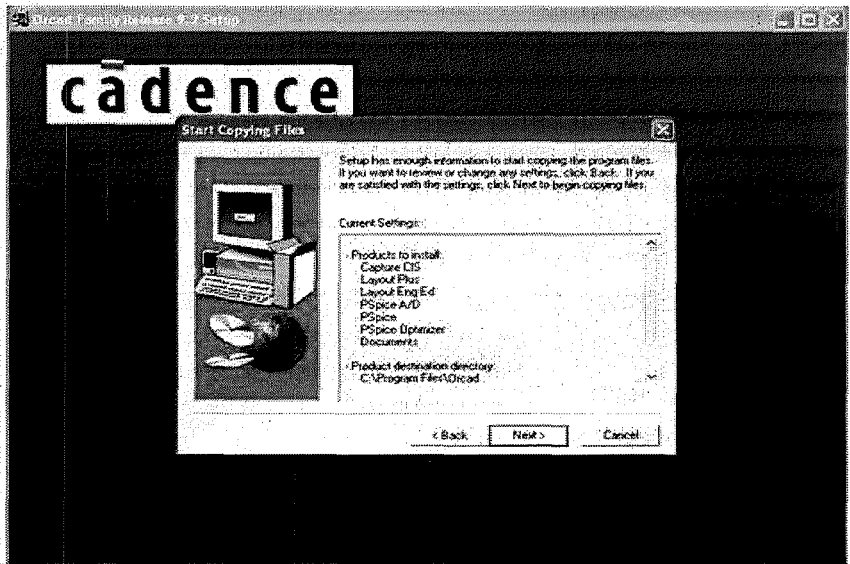
Màn hình Setup Type xuất hiện, nhấp chuột vào nút Typical sau đó nhấp vào nút Next để tiếp tục cài đặt.



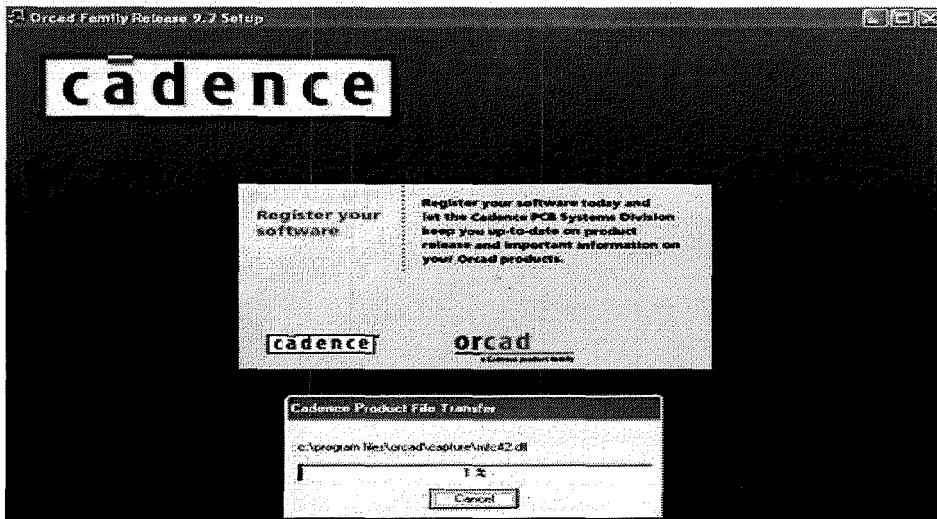


Màn hình Select Program Folder xuất hiện, lựa chọn đường dẫn nơi phần cài đặt mới. Khi đã xác định xong, nhấp chuột vào nút Next

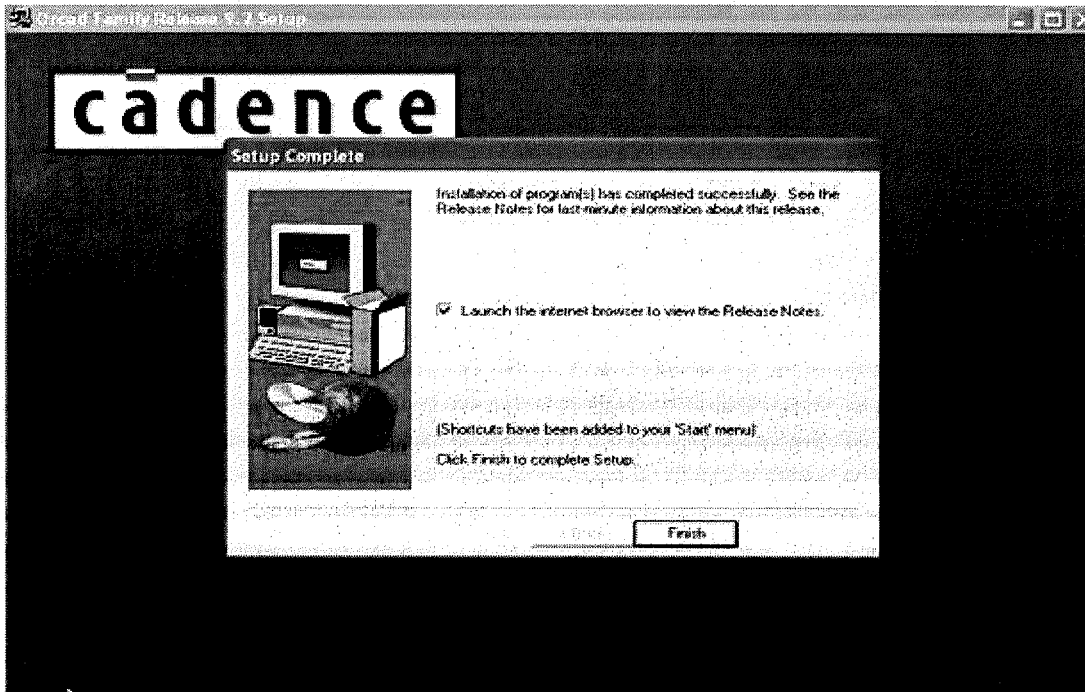
Màn hình Start Copy Files xuất hiện báo bắt đầu cài đặt chương trình, nhấp chuột vào nút Next



Quy trình cài đặt tiên hành



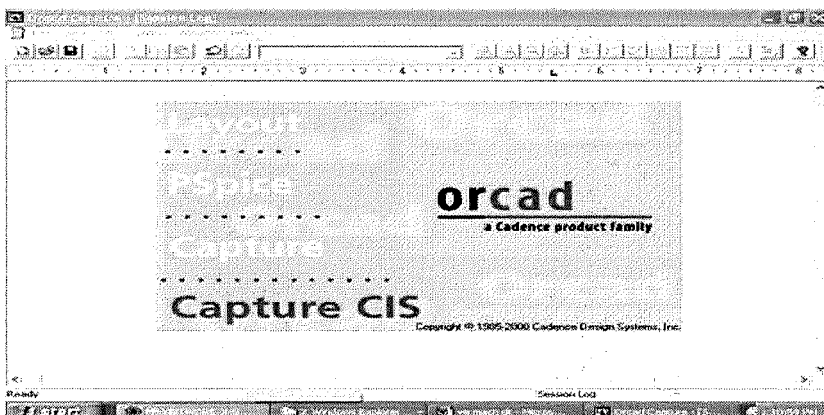
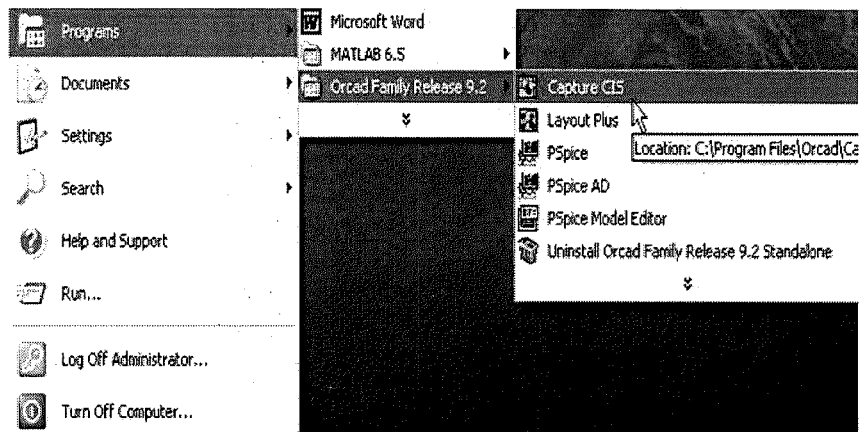
Khi quá trình cài đặt xong thì màn hình Setup Complete xuất hiện, nhấp chuột vào nút Finish để kết thúc quá trình cài đặt.



## 1.2. Sơ đồ bố trí linh kiện

### 1.2.1 Tạo bản vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý mới

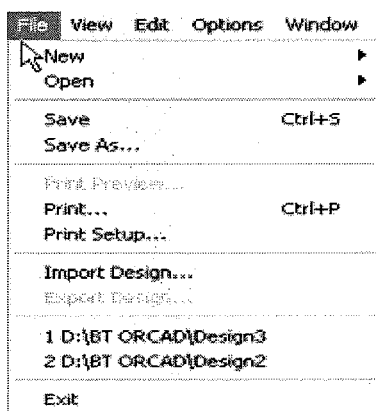
Để tạo một bản vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý, chúng ta phải mở chương trình Orcad capture từ Orcad 9.2.



Từ chương trình Orcad Capture, chúng ta tìm hiểu về các lệnh menu:

## FILE

Hiện menu xổ chứa các lệnh liên quan đến việc tạo mới bản thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý, quản lý và in bản thiết kế.



### New

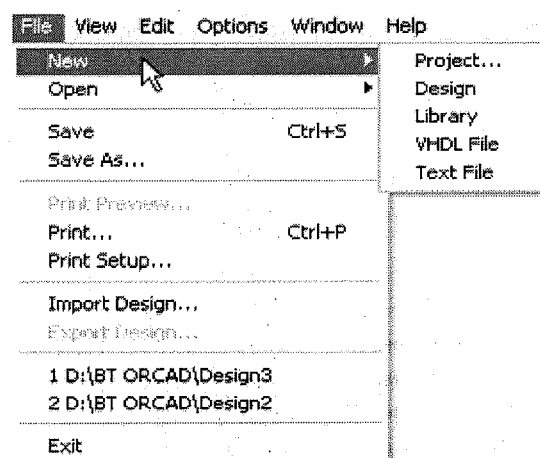
Mở bản thiết kế hoặc thư viện mới. Sau khi kích chọn. Lệnh hiện hai lệnh con gồm Design và Library.

### Design

Mở trang thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch mới trong khung cửa sổ Design Manager. Đây là môi trường chúng ta quản lý và các trang liên kết. Do bản thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch mới kế thừa các đặc tính từ sơ đồ mạch mẫu, chúng ta nên kiểm tra lại kỹ trước khi thiết kế sơ đồ mạch.

Nếu như chúng ta lưu sơ đồ nguyên lý mạch lần đầu, khung thoại Save As hiện ra, tạo cho bạn cơ hội tạo đường dẫn và thay thế tên tập tin mà hệ thống đã kích hoạt.

Để thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch, từ menu **File** trong **Design Manager**, chọn **New** và chọn **Design** từ menu xổ. Khung cửa sổ **Design Manager** hiện lên màn hình chứa trang thiết kế mới. Biểu tượng sơ đồ nguyên lý mạch được đánh dấu bằng dấu số ngược để xác định đây là sơ đồ nguyên lý mạch gốc. Tất cả văn kiện đều có tên do hệ thống kích hoạt.



Kích biểu tượng **Maximum** của khung cửa sổ thiết kế để phóng to trang thiết kế trọn màn hình.

### Library

Dùng lệnh này để mở linh kiện hoặc ký hiệu linh kiện mới trong khung cửa sổ **Part Editor**.

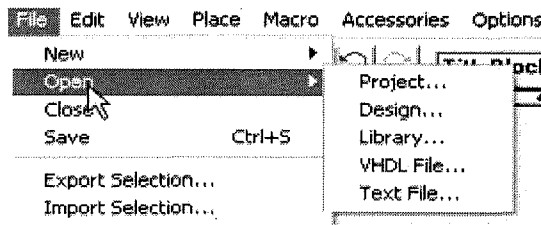
Khung cửa sổ thiết kế mạch nguyên lý mới chứa một trang vẽ mạch nguyên lý và một sơ đồ nguyên lý mà Capture mở trong trang thiết kế mạch. Trang thư viện mới không chứa linh kiện hoặc ký hiệu linh kiện bất kỳ.

Số lượng khung cửa sổ bạn mở trong Capture chỉ giới hạn theo cách dùng các nguồn tài nguyên trong hệ thống. Bạn có thể dùng lệnh Window để chuyển qua lại trong số các khung cửa sổ trong chương trình Capture.

Ngoài ra, chúng ta cũng có thể các bản thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý cũ với lệnh Open từ menu File hoặc kích biểu tượng **Open** từ thanh công cụ.

### Open

Mở trang sơ đồ thiết kế mạch nguyên lý hoặc thư viện trong khung cửa sổ mới. Sau khi kích chọn lệnh, màn hình xổ hai lệnh: **Design** và **Library**.



### Design

Hiện khung danh sách **Open Design** để chọn mở tập tin sơ đồ mạch nguyên lý trong khung cửa sổ **Design Manager** để xử lý. Đây chính là nơi bạn quản lý bản sơ đồ nguyên lý mạch chi tiết và những trang kết nối.

### Library

Hiện khung danh sách **Open Library** để chọn mở thư viện từ danh mục. Số lượng khung cửa sổ bạn mở trong Capture chỉ giới hạn theo cách dùng các nguồn tài nguyên trong hệ thống. Bạn có thể dùng lệnh Window để chuyển qua lại trong khung cửa sổ trong chương trình Capture.

## 1.2.2 Chọn và đặt linh kiện lên bản vẽ

### PLACE

Hiện menu xổ chứa các lệnh liên quan đến việc đặt các linh kiện trong trang thiết kế sơ đồ mạch điện cũng như nối nhiều trang sơ đồ mạch nguyên lý từ những trang rời nhau liên kết thành một bản thiết kế mạch hoàn chỉnh.

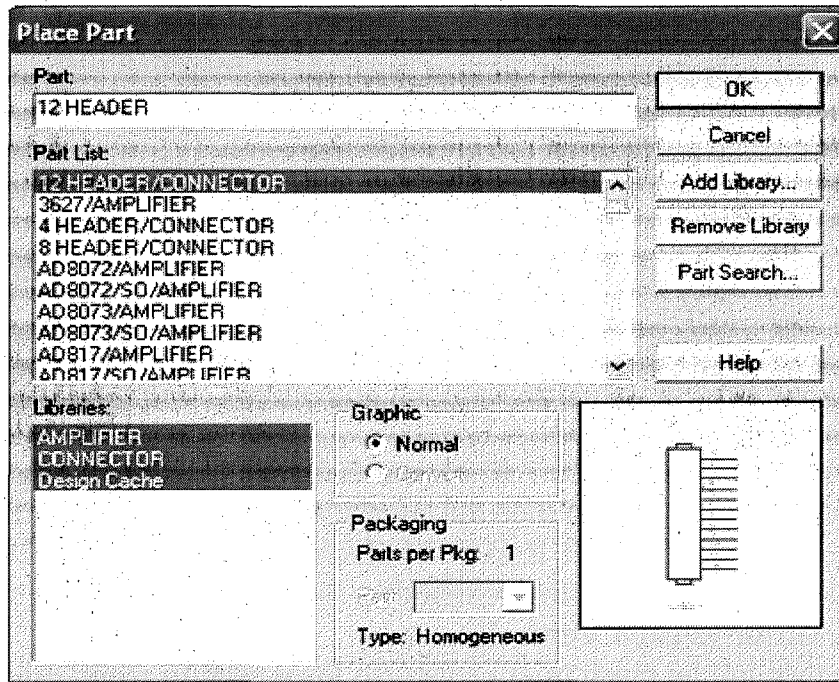




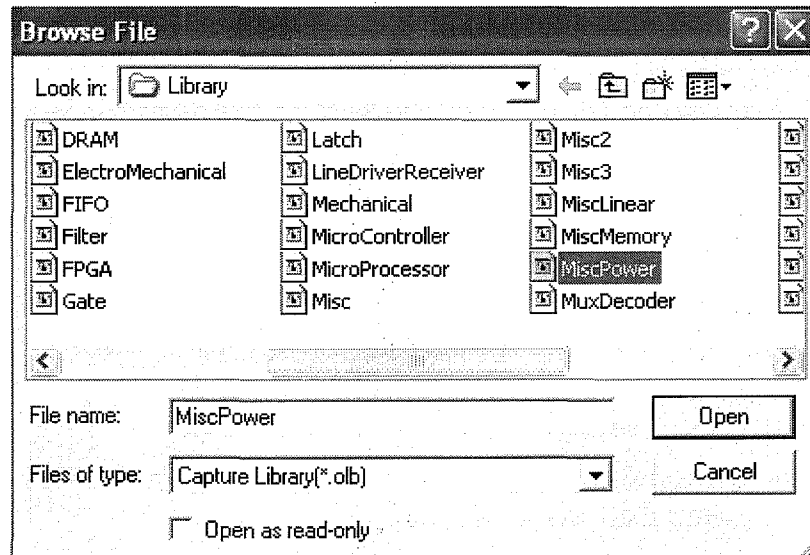
Lệnh **menu** chỉ hiện ra khi trang thiết kế mới nằm trong khung cửa sổ Design Manager.

### Part

Hiện danh mục linh kiện muốn chọn đặt trong trang thiết kế mạch nguyên lý hiện hành. Có thể kích công cụ **Part** từ thanh công cụ đồ họa để thực hiện khung danh sách **Place Part**.



Trong khung danh mục **Place Part**, chúng ta chọn linh kiện bằng cách chọn các thư mục từ khung danh mục **Libraries** để quan sát trước. Bạn có thể chọn linh kiện từ thư viện Capture hoặc SDT. Nếu bạn chọn linh kiện từ thư mục SDT, Capture sẽ biên dịch thư viện giúp bạn.



Để chọn linh kiện và đặt vào trang thiết kế mạch:

- Khởi động chương trình. Từ menu File, chọn New và chọn Design. Màn hình hiện khung cửa sổ Design Manager trắng. Nếu cần thiết, kích biểu tượng Maximum để phóng to khung cửa sổ Design Schematic cho trọn màn hình.
- Từ menu Place chọn Part hoặc kích biểu tượng Part từ thanh công cụ đồ họa để hiện khung danh mục Place Part.
- Trong phần Libraries, kích chọn thư mục có chứa linh kiện muốn chọn và danh sách linh kiện trong thư mục vừa chọn hiện trong khung Part. Kích chọn linh kiện trong phần Part và quan sát ký hiệu linh kiện trong khung quan sát.
- Sau khi tìm đúng linh kiện theo sơ đồ nguyên lý (vẽ trên giấy), kích OK. Khung danh mục linh kiện Place Part biến mất, trả bạn về khung cửa sổ Design.
- Lúc này, linh kiện bám theo con trỏ. Tìm vị trí để đặt linh kiện và kích nút trái mouse. (Nếu muốn đặt tiếp linh kiện thứ hai ở vị trí khác, tìm vị trí thích hợp và kích tiếp nút trái mouse).
- Sau khi đặt xong linh kiện, kích nút phải mouse và chọn End Mode từ menu xổ để kết thúc lệnh.
- Lặp lại bước 2 đến bước 7 để đặt các linh kiện khác vào trang thiết kế. Nếu cần phải xoay linh kiện theo hướng 90 độ bất kỳ, kích chọn lại linh kiện và ấn Ctrl + R (hoặc ấn Ctrl + R trước khi kích nút trái mouse để đặt linh kiện).
- Để lật ngược linh kiện theo chiều dọc, kích chọn linh kiện và từ menu Edit, kích Mirror và chọn Vertically.
- Tạm thời lưu lại mạch thiết kế vừa tạo bằng cách từ menu File, chọn Save và đặt tên mạch trong khung thoại Save As. Thí dụ, daodong. Kích OK để lưu và thoát.

### 1.2.3. Sắp xếp lại các linh kiện trên bản vẽ mạch điện nguyên lý

Khi đã chọn các linh kiện phục vụ cho công việc vẽ mạch điện nguyên lý, công việc tiếp theo là bố trí các linh kiện sao cho hợp lý và có tính thẩm mỹ cao. Để di chuyển các linh kiện chúng ta phải dùng chuột nhấp trái vào linh kiện và di chuyển linh kiện đến vị trí mong muốn.

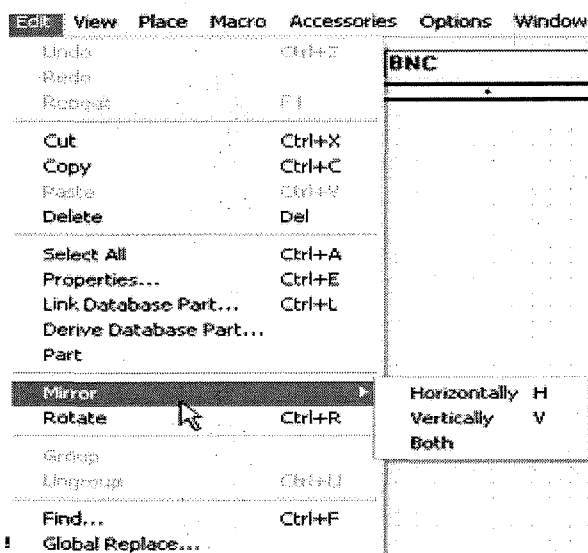
Trong quá trình bố trí linh kiện chúng ta có thể dùng các lệnh Mirror và lệnh Rotate để xoay và lật linh kiện theo ý muốn của mình.

#### Mirror

Lật ngược đối tượng đã chọn trong trang thiết kế mạch hoặc sửa đổi linh kiện. Bạn có thể lật ngược đối tượng theo chiều ngang, dọc hoặc cả hai, tùy vào chọn lệnh từ menu xổ. Bạn không thể lật ngược các đối tượng khác như hình ảnh bitmap, ký tự.

Để lật ngược đối tượng:

- ✓ Kích chọn đối tượng
- ✓ Từ menu Edit, chọn Mirror



- ✓ Từ menu xổ, chọn Vertical, Horizontal hoặc Both.

### Rotale

Xoay đối tượng đã chọn mỗi lần 90 độ theo tâm đặt của đối tượng.

Để thực hiện:

- ✓ Kích chọn đối tượng muốn xoay
- ✓ Từ menu Edit, chọn Rotate. Đối tượng sẽ xoay theo chiều nghịch 90 độ. Mỗi lần kích lệnh Rotate, đối tượng sẽ xoay 90 độ theo tâm xoay.
- ✓ Nếu như đây là đối tượng mới được chọn lệnh Part (hoặc kích biểu tượng Part trên thanh công cụ linh kiện), khi linh kiện còn bám theo con trỏ, chọn vị trí để đặt linh kiện (khoan kích nút trái mouse vôi), ấn CTRL+R. linh kiện sẽ xoay theo 90 độ.

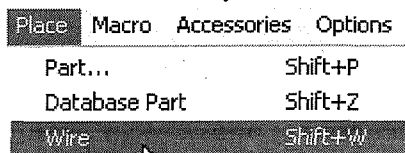
### 1.2.4. Nối mạch điện và vẽ đường dây Bus

#### Wire

Vẽ đường nối các linh kiện lại với nhau để hình thành mạng mạch dẫn tín hiệu giữa các linh kiện.

Để vẽ đường mạch:

- ✓ Mở lại tập tin vừa tạo
- ✓ Khi các linh kiện đã được bố trí xong, từ menu Place, chọn Wire hoặc kích biểu tượng Place Wire từ thanh đồ họa. Con trỏ đổi thành hình chữ thập nhỏ.
- ✓ Đặt con trỏ mouse vào một đầu linh kiện, kích nút trái mouse và kéo đến đầu linh kiện thứ hai.
- ✓ Kích đúp nút trái mouse hoặc ấn phím ESC để kết thúc đường mạch thứ nhất và vẽ tiếp những đường mạch khác ấn tiếp ESC hoặc kích nút phải mouse và chọn End Mode từ menu xổ để kết thúc lệnh
- ✓ Nếu vẽ sai, trong khi đường mạch còn trong tình trạng chọn, ấn phím Del để xóa và vẽ lại.



## Bus

Đặt khối mạch dẫn linh kiện. Khi đặt khối mạch, kích nút trái để chọn vị trí đầu tiên của đường mạch. Kích nút trái mouse để đổi hướng đường mạch hoặc tạo đường nối với khối mạch khác. Kích đúp nút trái mouse hoặc ấn phím **ESC** để kết thúc lệnh và đặt đường mạch dẫn khác, ấn tiếp phím **ESC** để thoát lệnh.

Place	Macro	Accessories	Options
Part...			Shift+P
Database Part			Shift+Z
Wire			Shift+W
Bus			Shift+B

## Junction

Gán điểm nối để nối hai đường mạch điện hoặc tách rời chúng. Lệnh chỉ thực hiện việc nối giữa hai đường mạch điện hoặc hai khối mạch điện với nhau, không kết nối từ đường mạch với khối mạch.

Để thực hiện:

- ✓ Trong khi sơ đồ nguyên lý mạch còn hiện diện trên màn hình, từ menu Place, chọn Junction hoặc kích công cụ Place Junction trên thanh đồ họa. Một điểm tròn đen nhỏ bám theo con trỏ.
- ✓ Chuyển con trỏ đến điểm nối giữa hai đường mạch điện và kích nút trái mouse để tạo điểm nối.
- ✓ Tiếp tục tạo những điểm nối khác trên hệ thống mạng mạch điện.
- ✓ Sau khi nối đến điểm cuối cùng trên đường mạch, kích nút phải mouse và chọn Edit Mode từ menu xổ để kết thúc lệnh.

Place	Macro	Accessories	Options
Part...			Shift+P
Database Part			Shift+Z
Wire			Shift+W
Bus			Shift+B
Junction			Shift+J

## Bus Entry

Đặt đường mạch dẫn trên sơ đồ nguyên lý mạch.

Để hình thành hệ thống khối mạch dẫn, bạn gán nhãn khối mạch, nhãn các đường tín hiệu của đường mạch dẫn đó và gán thông tin giả lập cho từng ngõ vào và ngõ ra của linh kiện đó. Mỗi tín hiệu đều mang một thông tin nằm trong phạm vi của đường mạch dẫn đó.

Place	Macro	Accessories	Options
Part...			Shift+P
Database Part			Shift+Z
Wire			Shift+W
Bus			Shift+B
Junction			Shift+J
Bus Entry			Shift+E

Trong Capture, bạn có thể dùng thông tin giả lập này để nối đường tín hiệu từ một khu vực của trang sơ đồ nguyên lý với khối mạch nằm trong trang khác mà không cần đặt cả khối mạch dẫn giữa hai khu vực.

Tạo sự liên kết giữa các khối mạch dẫn với nhau, bạn có thể nối đường tín hiệu vào khối mạch theo hệ vật lý. Điều thuận tiện trong việc dùng khối mạch dẫn này là hai khối mạch có thể nối với nhau tại một điểm trên khối mạch mà không cần phải nối các đường tín hiệu. Nếu hai đường mạch dẫn đều chạy thẳng vào khối mạch cùng một vị trí, các đường tín hiệu đó sẽ được nối lại với nhau.

Để nối các mạng mạch vào khối mạch :

- ✓ Vẽ khối mạch và gán tên cho khối mạch dẫn đó.
- ✓ Từ menu Place, chọn Bus Entry. Ký hiệu khối mạch dẫn sẽ bám theo con trỏ. (đường gạch chéo ngược ngấn).
- ✓ Nếu đường dẫn khối mạch không nằm đúng ngay góc mong muốn, từ menu Edit, chọn Rotate để xoay cho đúng chiều.
- ✓ Kích nút trái mouse để đặt điểm cuối cùng của đường dẫn khối mạch.
- ✓ Lặp lại bước 4 cho đến khi toàn bộ đường dẫn khối mạch đã được đặt vào những vị trí thích hợp.
- ✓ Từ menu Place, chọn Wire hoặc kích công cụ Place Wire trên thanh đồ họa và vẽ một đường nối từ đường dẫn khối mạch đến một chân linh kiện.
- ✓ Lặp lại bước 6 để vẽ các đường mạch khác.

### Net Alias

Hiện khung thoại Net Alias để đặt tên cho khối dẫn đường mạch cũng như gán các thuộc tính và hướng xoay của chúng.

Place	Macro	Accessories	Options
Part...			Shift+P
Database Part			Shift+Z
Wire			Shift+W
Bus			Shift+B
Junction			Shift+J
Bus Entry			Shift+E
Net Alias...			Shift+N

Một mạng mạch điện gồm một hay nhiều đường mạch mang tính vật lý để nối với khối dẫn đường mạch, điểm nối giữa hai khối mạch nằm trên những trang sơ đồ mạch khác nhau hoặc đường nối sang trang thiết kế thứ hai. Ngoài ra, cũng tương tự như việc đặt tên các chân tiếp nguồn, các đối tượng nguồn và những đường tiếp mạch hoặc mạch rẽ.

Bạn có thể sửa đổi các đường mạch hoặc cả khối đường dẫn mạch. Ngoài ra, bạn cũng có thể sửa đổi hoặc thêm các thuộc tính vào nhiều hệ thống mạng nối mạch.

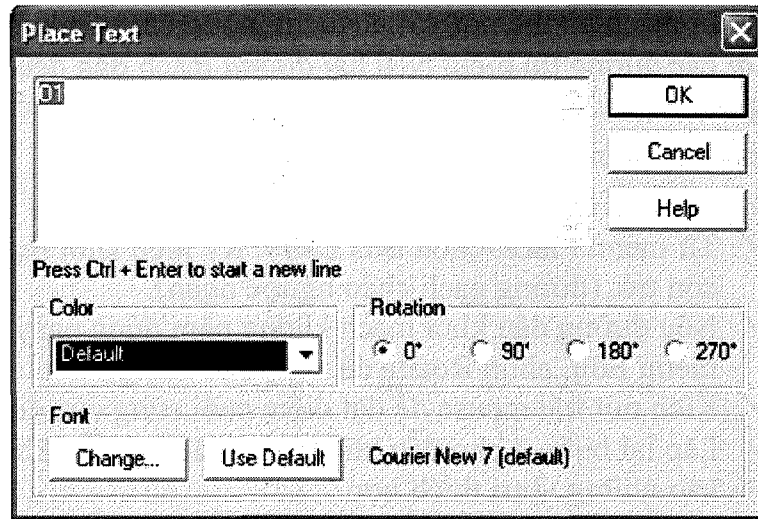
### 1.2.5 Gán tên đối chiếu và giá trị cho linh kiện

Gán thông tin chú giải, minh họa, điểm đo thử hoặc phần bất kỳ vào những điểm cần lưu ý như đầu ra, đầu vào của tín hiệu, trị số của linh kiện,.. trong sơ đồ mạch nguyên lý logic device.

Để gán các thông tin cho linh kiện:

- ✓ Sau khi vẽ xong sơ đồ nguyên lý, từ menu Place, chọn Text. Màn hình hiện khung thoại Text.
- ✓ Nhập ký tự minh họa vào khung thông tin. Nếu cần thiết, chọn phong ký tự với thước lệnh Change cùng hướng xoay với Rotation và màu sắc minh họa với Color.
- ✓ Sau khi kích OK, khung ký tự nhỏ bám theo con trỏ. Tìm vị trí cần minh họa và kích nút trái mouse để định vị.

- ✓ Lặp lại các bước trên để đặt các thông tin khác vào những điểm tương ứng.

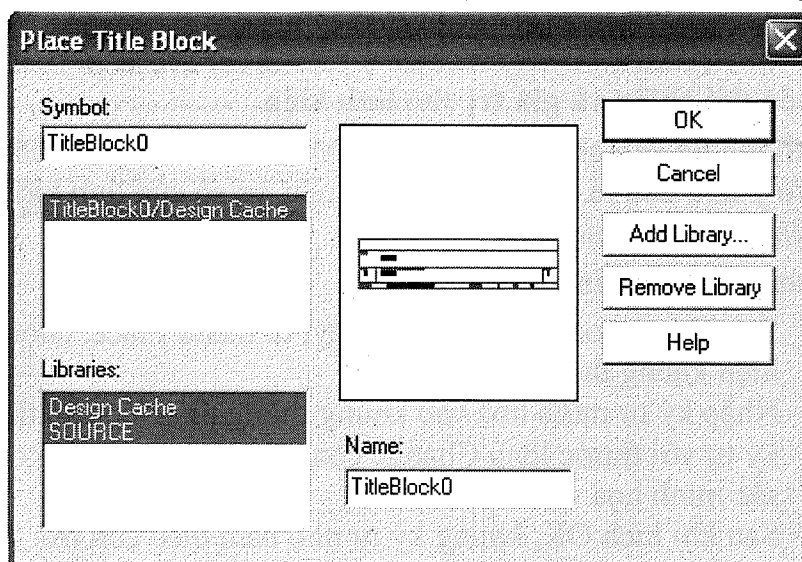


### 1.2.6 Tạo khối tiêu đề cho trang thiết kế

Đặt nhãn thông tin cho trang sơ đồ nguyên lý mạch. Bạn có thể cho hiện nhãn thông tin này trong các khung thông tin Design Template và Schematic Page Properties.

Để thực hiện:

- ✓ Mở trang sơ đồ mạch nguyên lý muốn gán nhãn thông tin.
- ✓ Từ menu Place, chọn Title Block. Màn hình hiện khung danh sách Place Title Block. Kích chọn thể loại ký hiệu và kích chọn OK.
- ✓ Sau khi về lại trang thiết kế với ký hiệu khối tiêu đề bấm theo con trỏ, kích nút trái mouse để đặt khung ngay vị trí đã chọn.
- ✓ Kích nút phải mouse và chọn End Mode để kết thúc lệnh.
- ✓ Để gán những thông tin mouse có vào khung tiêu đề, trước tiên kích chọn và ấn phím Del để xóa những từ mouse định của chương trình muốn thay đổi. Sau đó dùng lệnh Place/Text và nhập thông tin mouse có vào khung thoại.



## 1.2.7 Lưu trữ sơ đồ mạch điện

### Close

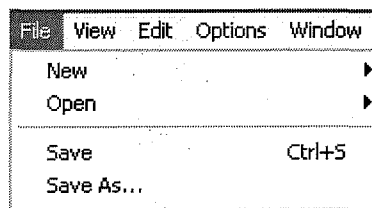
Đóng khung cửa sổ thiết kế sơ đồ nguyên lý, thư viện, trang thiết kế mạch hoặc sửa đổi linh kiện hiện hành. Nếu cần thiết, Capture sẽ hiện khung thông tin yêu cầu bạn lưu những thay đổi trước khi thoát.

Nếu bạn mở khung cửa sổ Part Editor qua lệnh Part từ menu Edit, thay đổi chi tiết linh kiện và sau đó thoát khỏi khung cửa sổ hiện hành, Capture sẽ hiện khung thông tin hỏi bạn có cập nhật linh kiện đã thay đổi hiện hành hay không, cập nhật tất cả linh kiện của loại này trong trang thiết kế, bỏ qua những thay đổi hoặc huỷ lệnh Close.

### Save

Lưu những thay đổi trong bản sơ đồ nguyên lý mạch cũ được mở với lệnh Open theo tên cũ.

Trong khung cửa sổ Design Manager, bạn có thể lưu tất cả bản thiết kế sơ đồ nguyên lý và các thư viện đã mở để thay đổi với lệnh Save All từ menu File.

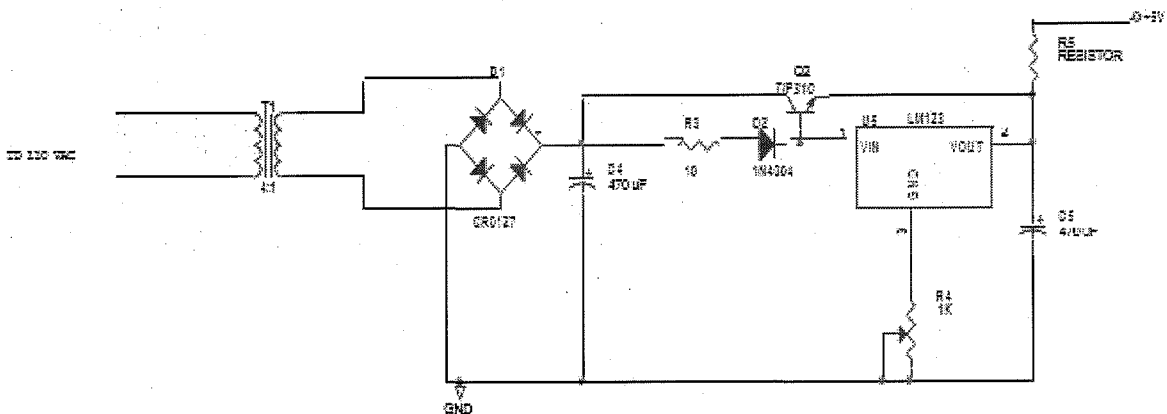


### Save As

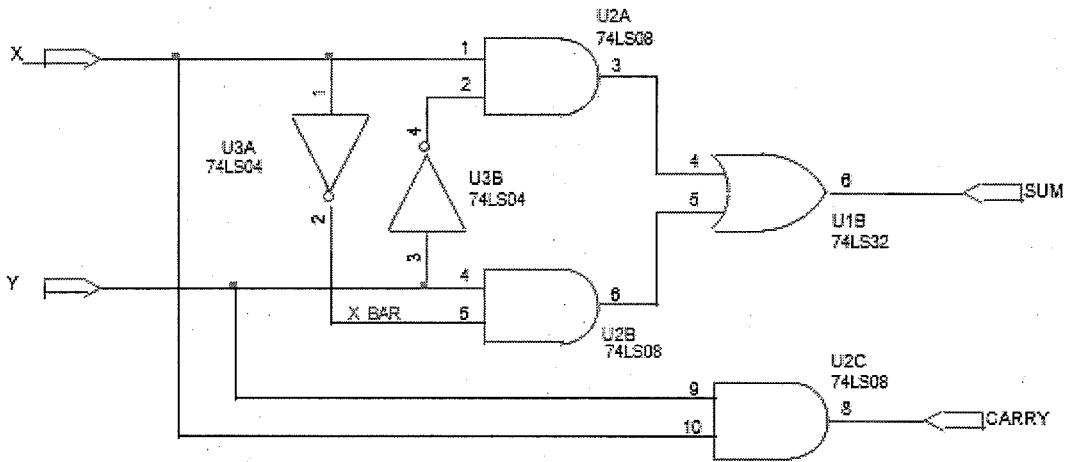
Hiện khung thoại Save As để lưu trang thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý, thư viện với một tên mới được mở với lệnh Open hoặc lệnh New. Ngoài ra, bạn có thể lưu tất cả bản thiết kế sơ đồ nguyên lý và các thư viện đã mở để thay đổi với lệnh Save All từ menu File.

## ❖ Bài tập

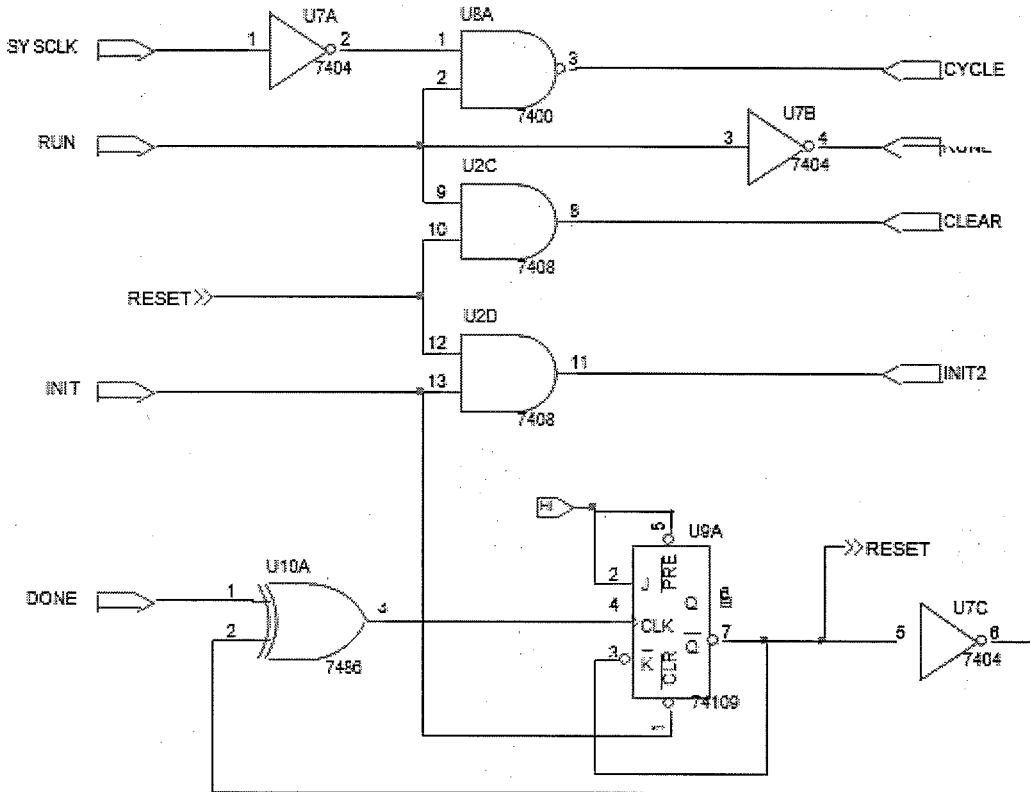
**Bài 1:** Vẽ mạch điện như hình vẽ. Hãy cho biết chức năng của mạch điện.



**Bài 2:** Vẽ mạch điện như hình vẽ. Hãy cho biết chức năng của mạch điện.



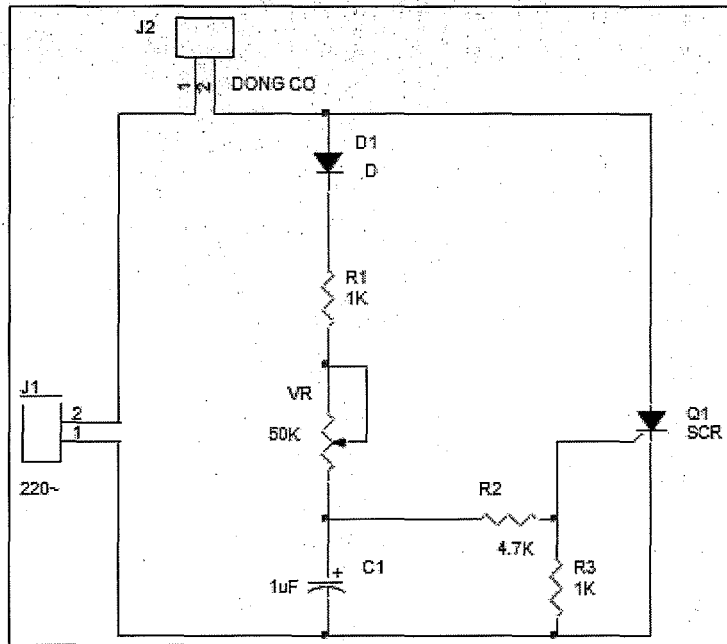
**Bài 3:** Vẽ mạch điện như hình vẽ. Hãy cho biết chức năng của mạch điện.





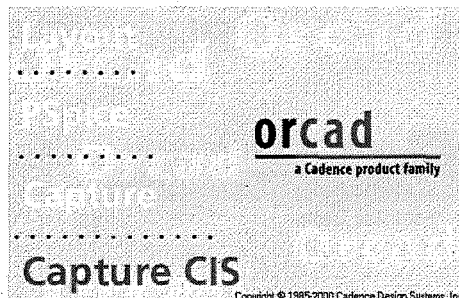
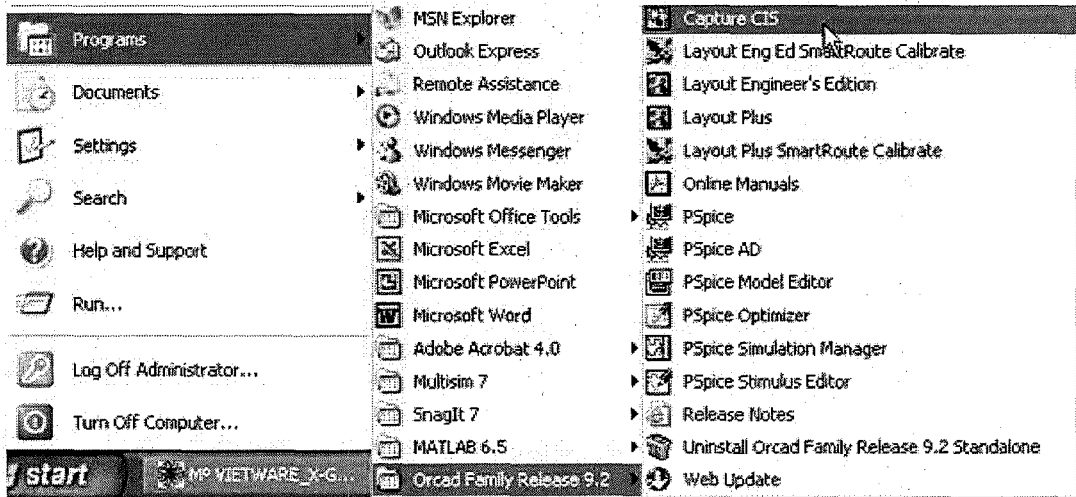
**1.2.8. Thực hành vẽ mạch nguyên lý của mạch điều chỉnh và ổn định tốc độ động cơ**

Sơ đồ nguyên lý của mạch điều chỉnh và ổn định tốc độ động cơ:

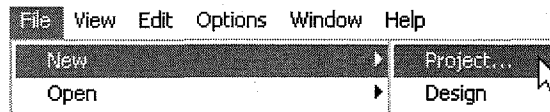


❖ **Tạo bản vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý mới**

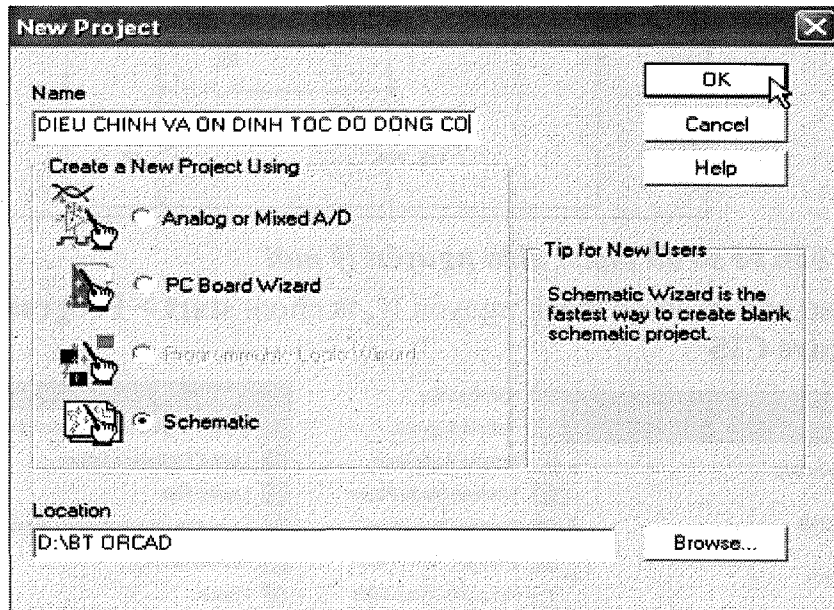
Để tạo bản vẽ sơ đồ mạch nguyên lý, ta chọn: **start > Programs > Orcad 9.2 > Capture CIS**



Khi đó cửa sổ Orcad Capture xuất hiện, trong cửa sổ này chọn File > New > Project để tạo sơ đồ mạch nguyên lý mới.



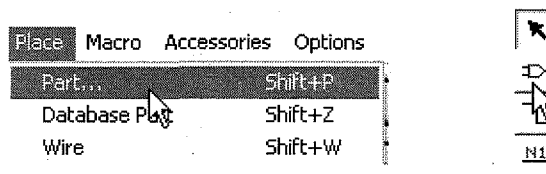
Hộp thoại **New Project** xuất hiện, tại mục Name nhập vào tên sơ đồ mạch nguyên lý mới. Tại mục **Create a New Using** nhấp chọn Schematic. Nhấp vào nút Browse hoặc nhấp vào mục **Location** trên đường dẫn chức tập tin mới sau đó nhấp chuột vào nút **OK**. Tên của mạch nguyên lý : **DIEU CHINH VA ON DINH TOC DO DONG CO** và được lưu vào địa chỉ **D:\BT ORCAD**



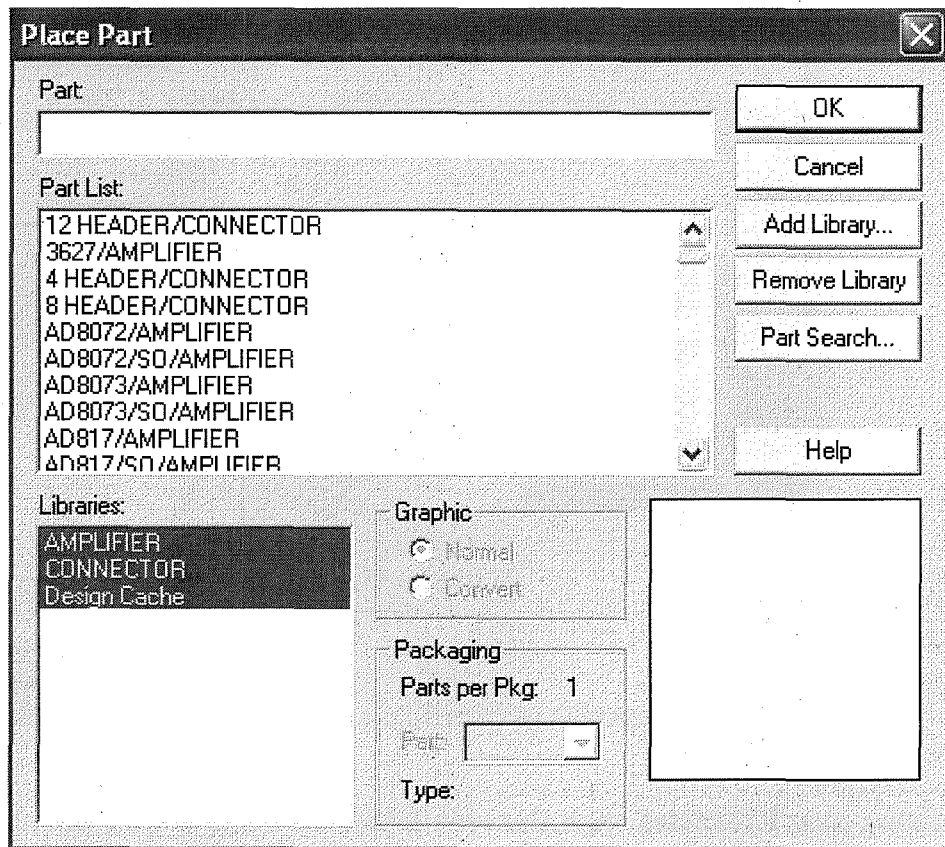
Cửa sổ **Orcad Capture** dùng để vẽ mạch nguyên lý xuất hiện, trong cửa sổ này ta thấy thanh công cụ dùng để vẽ sơ đồ nguyên lý nằm dọc ở góc phải màn hình làm việc.

### 3.2.2 Chọn và đặt các linh kiện diode, điện trở, biến trở, tụ điện, SCR, Động cơ lên bản vẽ mạch điện nguyên lý điều khiển và ổn định tốc độ động cơ

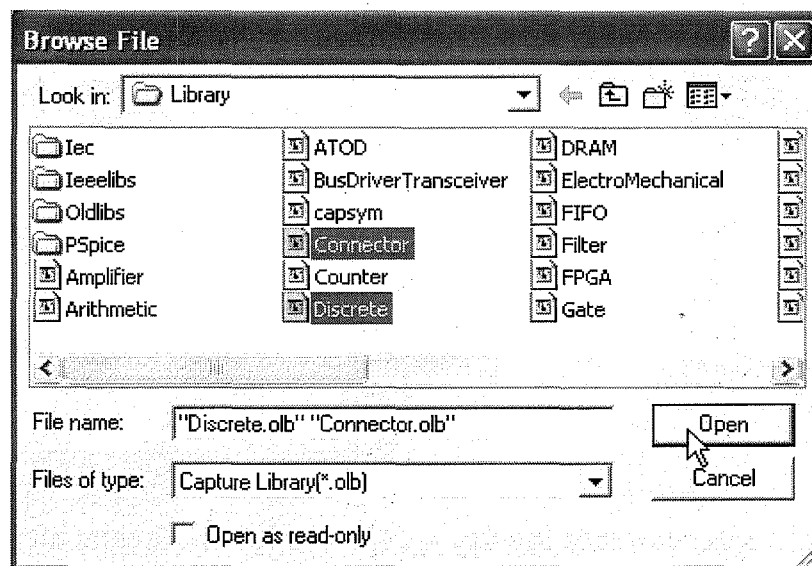
Để chọn các linh kiện đặt lên bản vẽ chúng ta nhấp chọn Place > Part trên thanh công cụ, hoặc nhấp vào biểu **Place part** trên thanh công cụ hoặc dùng tổ hợp phím <Shift+P>



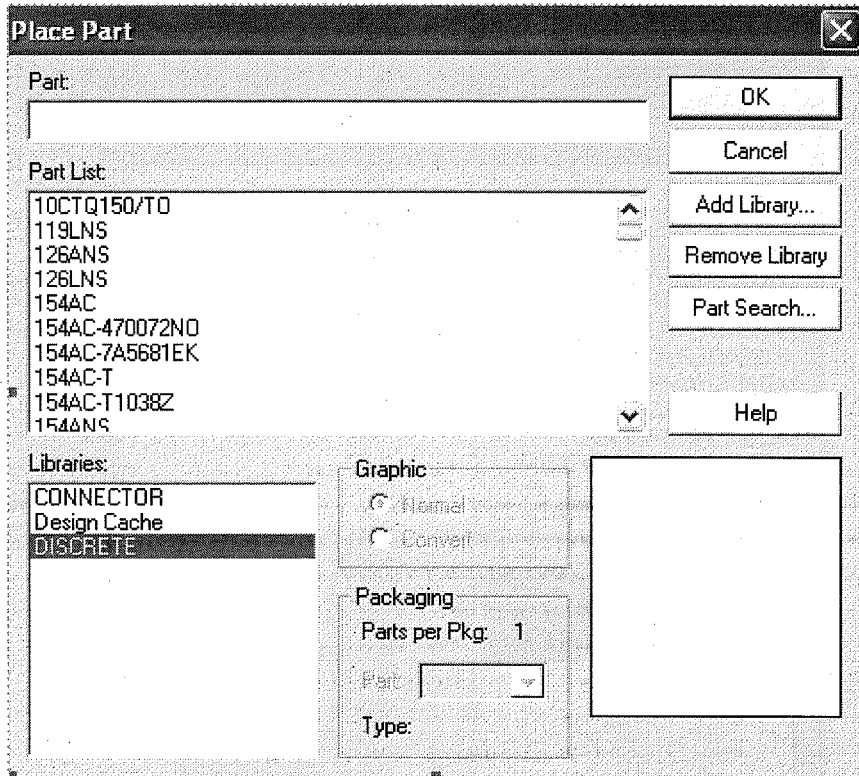
## Hộp thoại Place Part xuất hiện



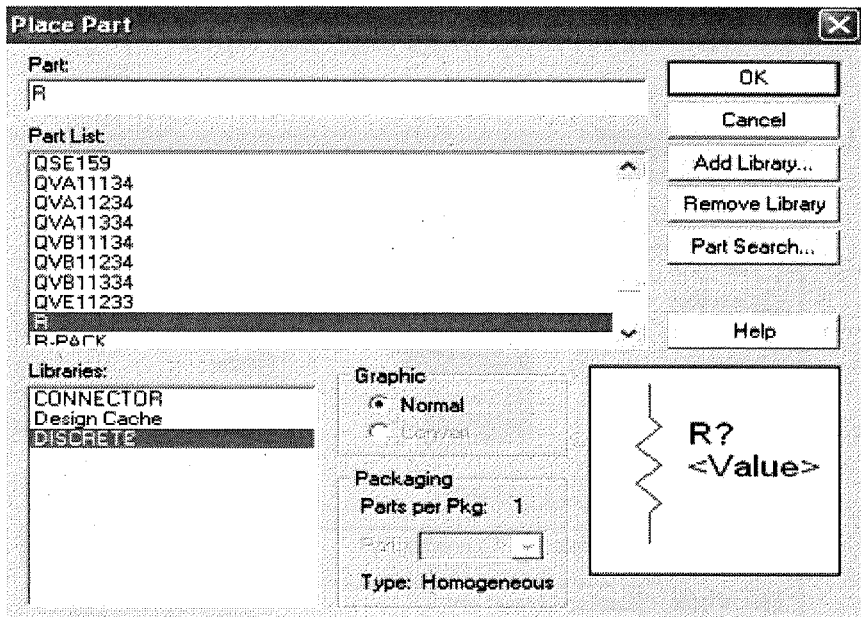
Chúng ta nhấp chuột vào **Add Library** xuất hiện hộp thoại **Browse File**, nhấp chuột vào thư viện **Connector** rồi nhấn phím **Ctrl** trên bàn phím và tiếp tục nhấp chuột vào mục **Discrete** rồi nhấp chuột chọn nút **Open**



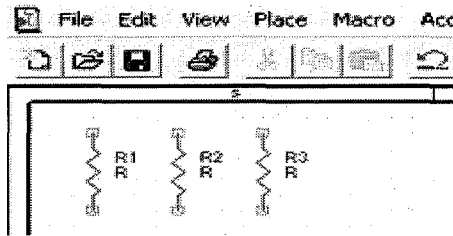
Khi đó hộp thoại Place Part xuất hiện



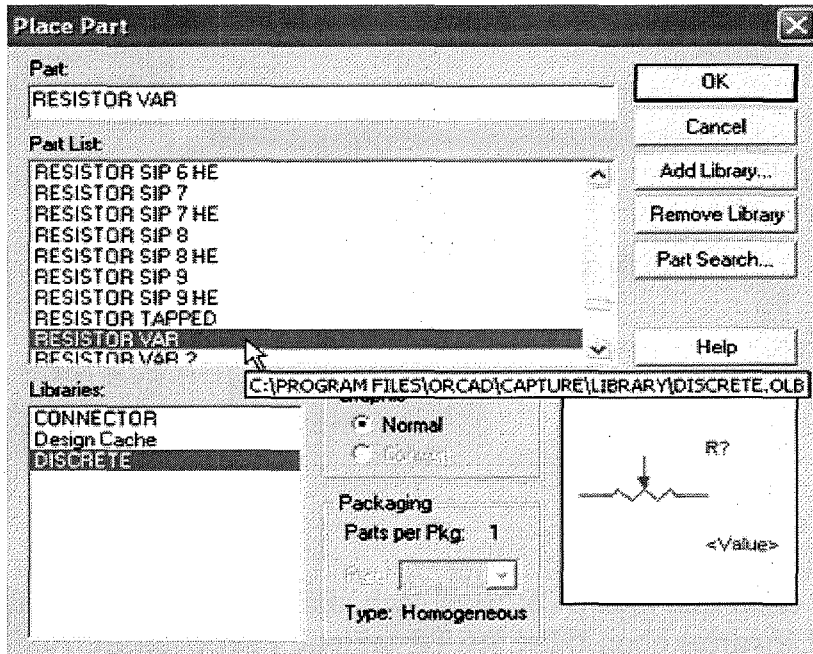
Trong mục **Libraries** chọn thư viện **DISCRETE** tại mục **Part** nhập vấp ký tự **R** hoặc nhấp chuột vào thanh trượt kéo lên xuống để chọn **R**. Chọn xong nhấp chuột vào nút **OK** để chọn linh kiện.



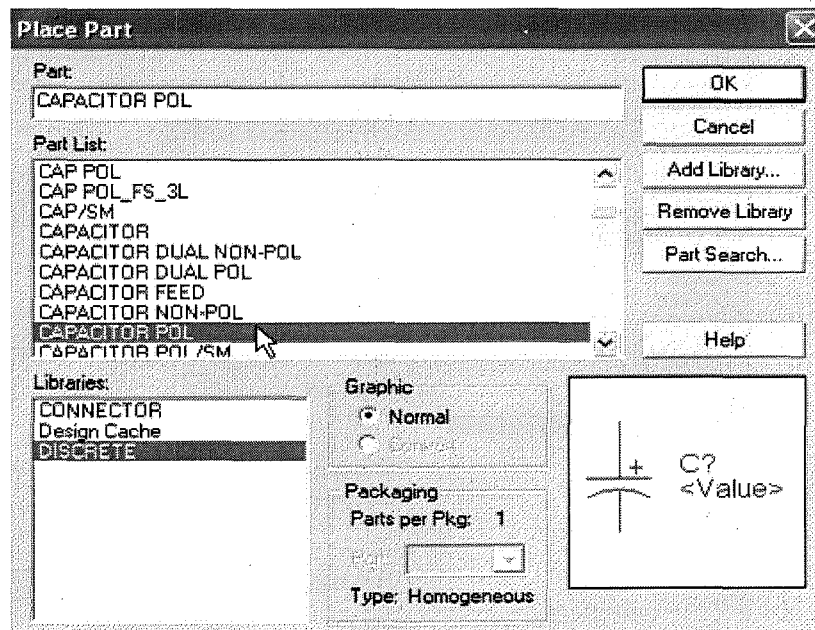
Tại màn hình làm việc lúc này tại đầu con trỏ chuột xuất hiện hình dạng linh kiện điện trở **R**. Nhấp chuột vào 3 vị trí khác nhau trên màn hình làm việc để chọn 3 điện trở **R** sau đó ấn phím **Esc** trên bàn phím để kết thúc việc lấy điện trở **R**.



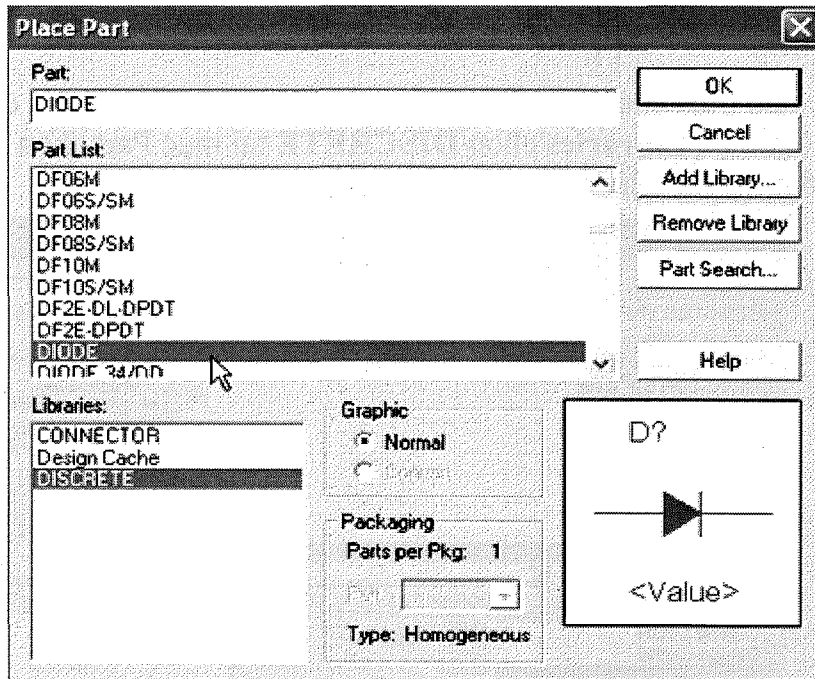
Bước tiếp theo chúng ta chọn biến trở bằng cách nhấp chuột để mở hộp thoại **Place Part**, tại mục **Libraries** chọn **DISCRETE** tại mục **Part** chọn **RESISTOR VAR** sau đó nhấp **OK** để lấy linh kiện.



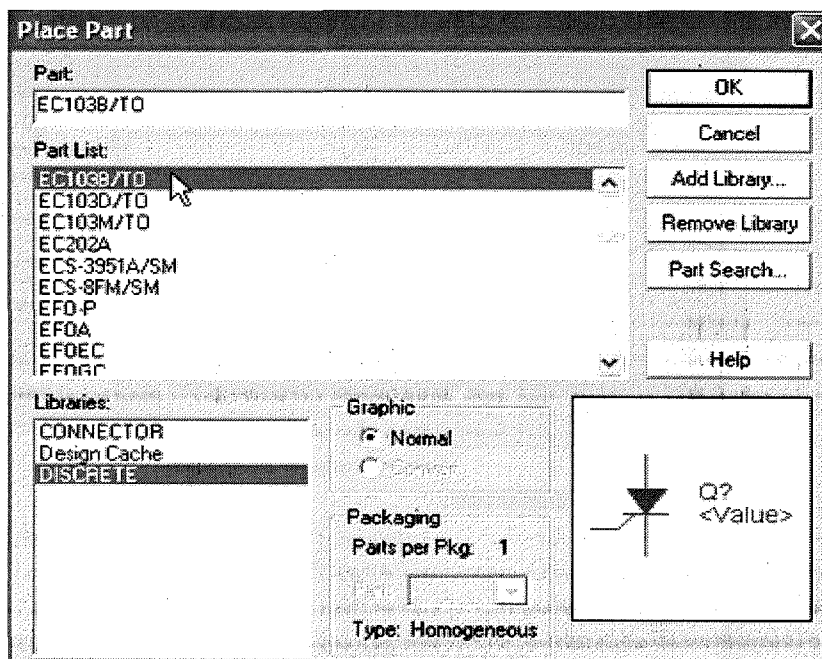
Tiếp tục chúng ta chọn linh kiện tụ điện C bằng cách nhấp chuột để mở hộp thoại **Place Part**, tại mục **Libraries** chọn **DISCRETE** tại mục **Part** chọn **CAPACITOR POL** sau đó nhấp **OK** để lấy linh kiện.



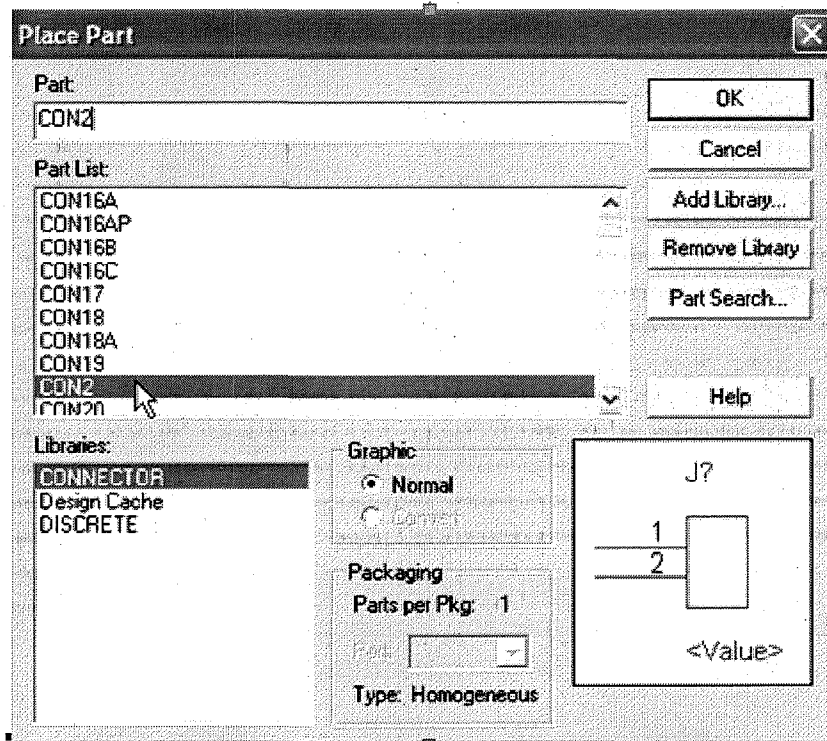
Tiếp tục chúng ta chọn linh kiện **Diode** bằng cách nhấp chuột để mở hộp thoại **Place Part**, tại mục **Libraries** chọn **DISCRETE** tại mục **Part** chọn **DIODE** sau đó nhấp **OK** để lấy linh kiện.



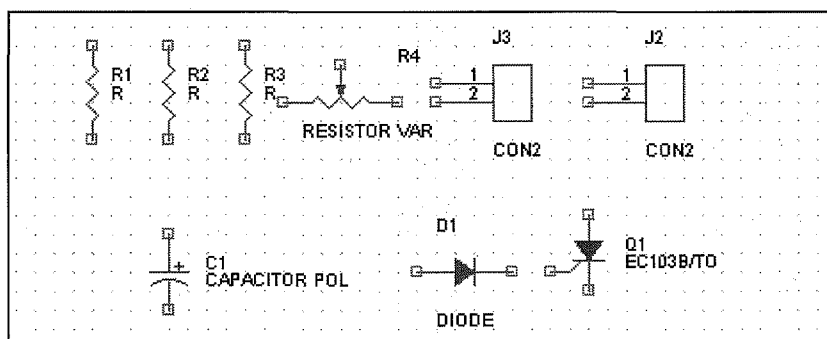
Tiếp tục chọn linh kiện **SCR** bằng cách nhấp chuột để mở hộp thoại **Place Part**, tại mục **Libraries** chọn **DISCRETE** tại mục **Part** chọn **EC103M/TO** sau đó nhấp **OK** để lấy linh kiện.



Bước tiếp theo là chọn hai chân cắm trong thư viện **CONNECTOR** bằng cách nhấp chuột để mở hộp thoại **Place Part**, tại mục Libraries chọn **CONNECTOR** tại mục **Part** chọn **CON2** sau đó nhấp **OK** để lấy linh kiện.

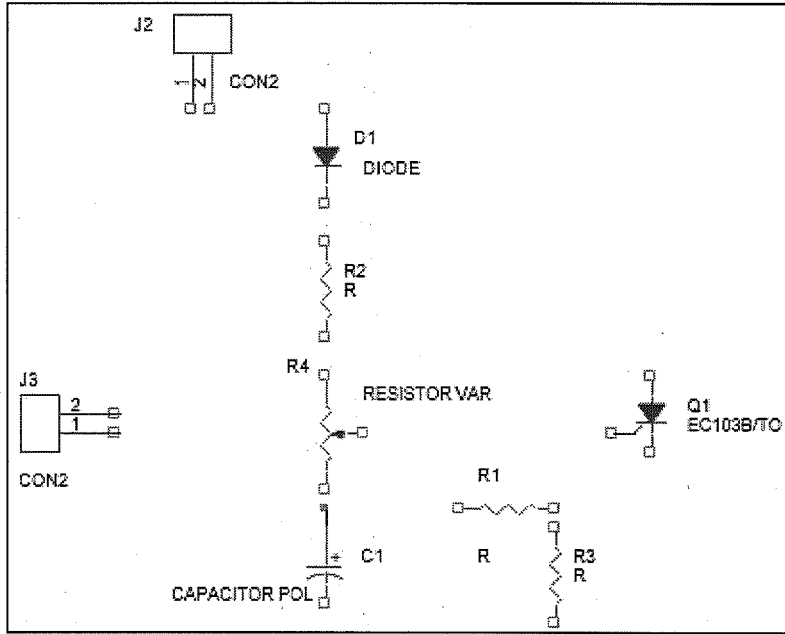


Sau khi kết thúc việc lấy linh kiện thì trên màn hình gồm các linh kiện như sau:



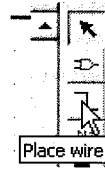
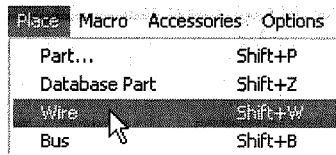
❖ **Sắp xếp lại các linh kiện trên bản vẽ mạch điện nguyên lý điều khiển và ổn định tốc độ động cơ**

Nhấp chuột vào biểu tượng linh kiện, lúc này linh kiện đổi màu, sau đó giữ và di chuyển linh kiện đến vị trí thích hợp, nhấp chuột để đặt linh kiện. Trong quá trình sắp xếp linh kiện, chúng ta dùng lệnh **Rotate** hoặc lệnh **Mirror Horizontally** hay **Mirror Vertically** để xoay và lật các linh kiện làm cho mạch điện nguyên lý có tính thẩm mỹ và hợp lý.

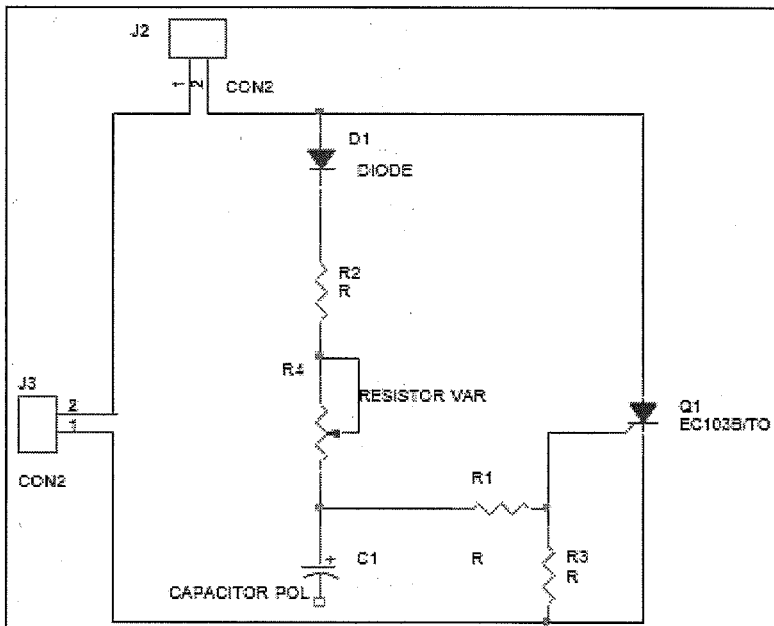


❖ *Nối mạch điện*

Sau khi sắp xếp các linh kiện xong chúng ta tiến hành nối mouseạch điện theo đúng sơ đồ nguyên lý Bookmartảng Componentsách chọn **Place > Wire** hoặc nhấp vào biểu tượng **Place wire** trên thanh công cụ.



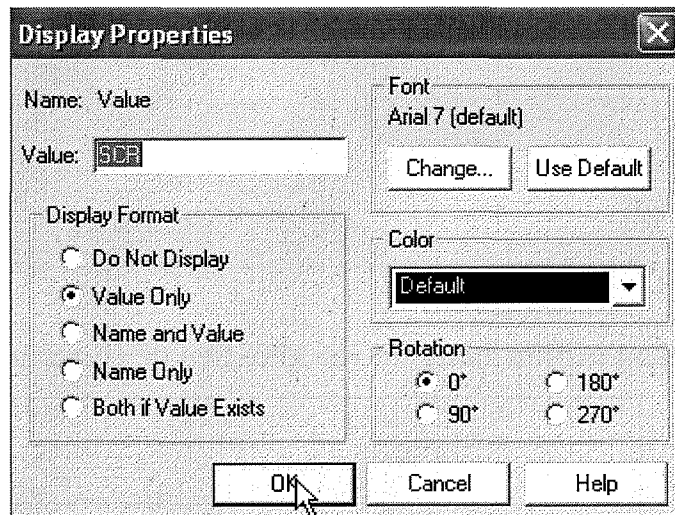
Nối dây xong ta được sơ đồ nguyên lý sau:



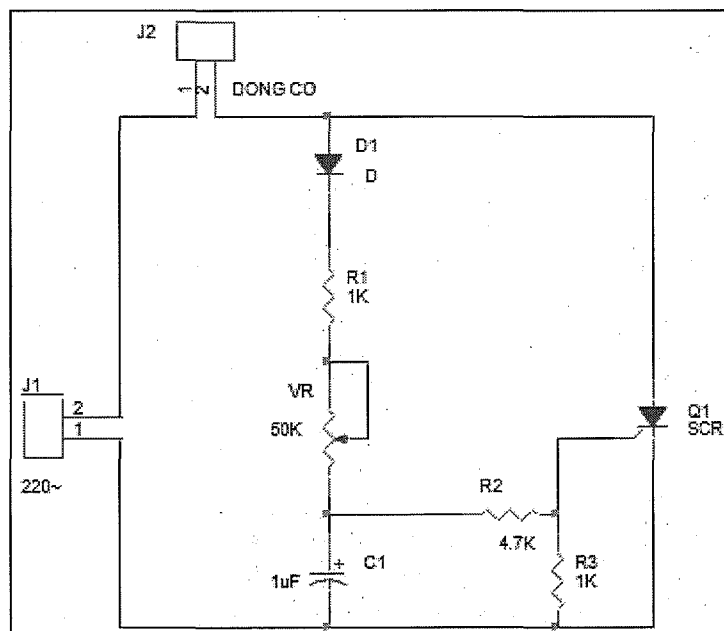


### ❖ Gán tên đối chiếu và giá trị cho linh kiện

Để gán tên cho linh kiện ta nhấp đúp chuột vào linh kiện khi đó hộp thoại **Display Properties** xuất hiện, chúng ta nhập giá trị cần thay đổi, ta có thể thay đổi Font, màu sắc và vị trí của tên giá trị sau đó nhấp chuột vào nút **OK** để chấp nhận các thiết đặt mới này.

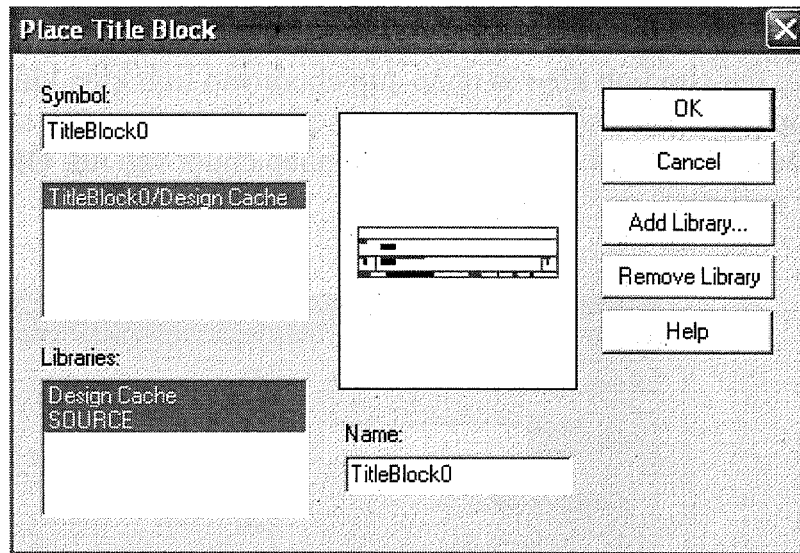


Cuối cùng ta có được sơ đồ mạch điện nguyên lý của mạch điều chỉnh và ổn định tốc độ động cơ như hình:

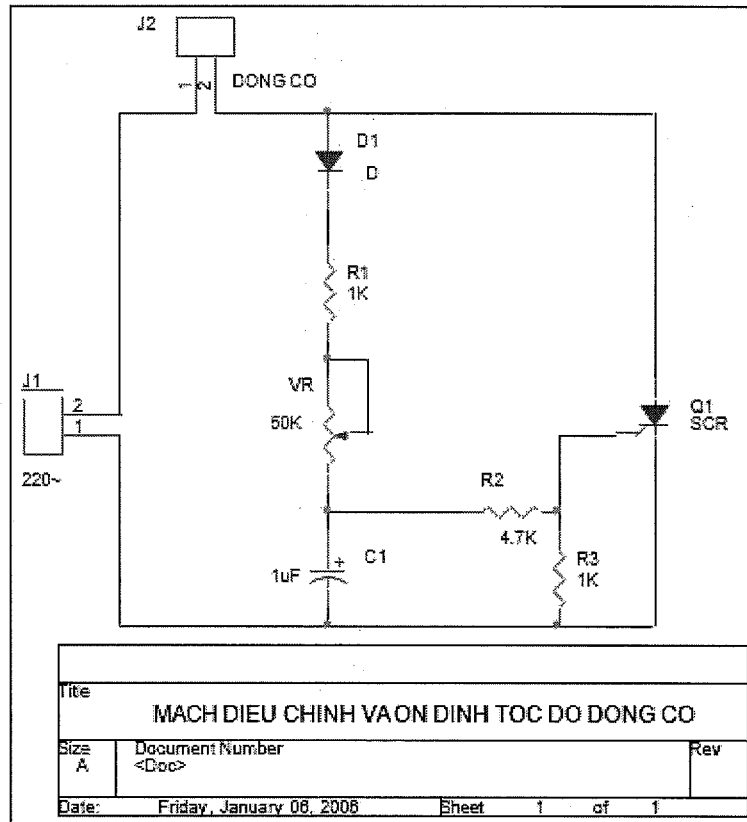


### ❖ Tạo khối tiêu đề cho trang thiết kế

Để tạo khối tiêu đề cho trang thiết kế ta nhấp chuột vào **Place > Title Block** xuất hiện hộp thoại **Place Title Block** chọn **Symbol** và nhấp chuột vào nút **OK**.



Sau đó chúng ta điền thông tin vào khối tiêu đề cho trang thiết kế.



### ❖ Lưu trữ sơ đồ mạch điện

Để lưu sơ đồ mạch điện nguyên lý chúng ta nhấp vào biểu tượng Save Document trên thanh công cụ để lưu lại sơ đồ vừa vẽ. Lúc này chúng ta đã hoàn thành sơ đồ nguyên lý mạch điều chỉnh và ổn định tốc độ động cơ.

### 1.3. Sơ đồ mạch in

#### 1.3.1. Chuẩn bị bản thiết kế Capture để dùng với Layout

Để chuẩn bị bản thiết kế mạch điện dùng cho Layout, trước tiên chúng ta phải vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý trong chương trình Capture để gán những thuộc tính đặc biệt để chuyển sang chương trình Layout.

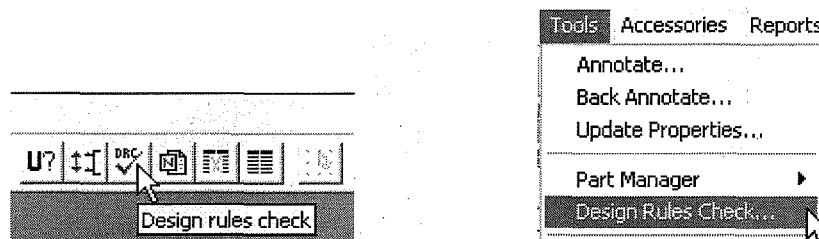
#### 1.3.2. Vẽ mạch điện nguyên lý dùng cho vẽ mạch in

Để vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý chúng ta mở chương trình OrCAD Capture, sau đó nhấp chuột vào File > New > Project để mở trang vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý. Để vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý chúng ta dùng các công cụ để vẽ như đã hướng dẫn ở phần 1.2.

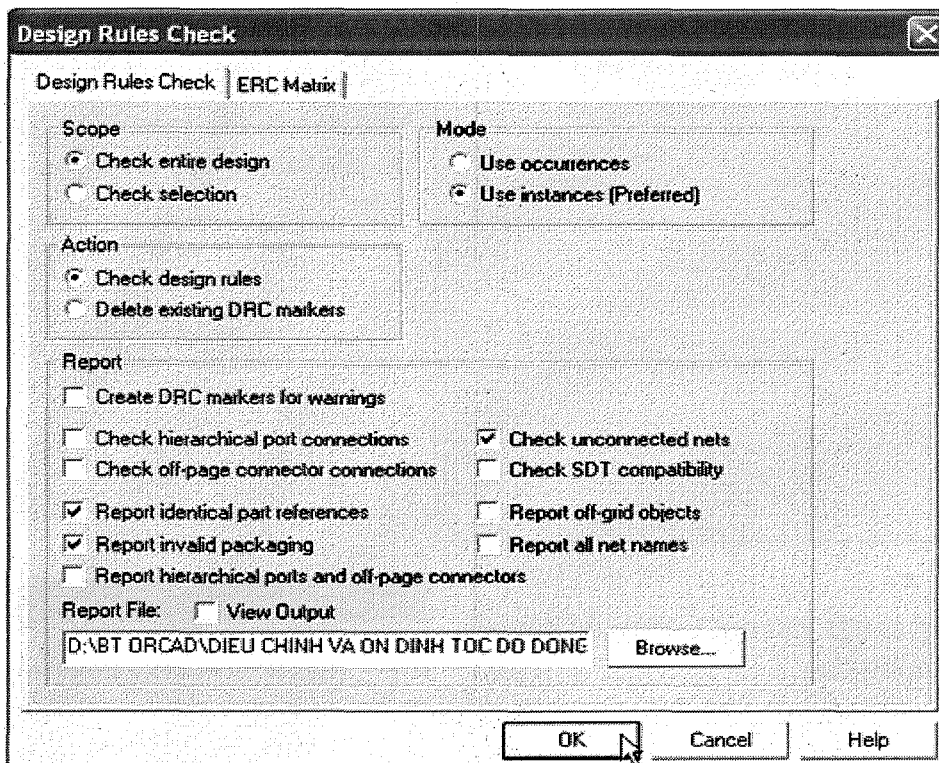
#### 1.3.3. Kiểm tra mạch điện với đặc tính DRC

Khi chúng ta vẽ xong bản vẽ sơ đồ mạch điện nguyên lý, bước tiếp theo là chúng ta kiểm tra lại mạch xem có lỗi hay không.

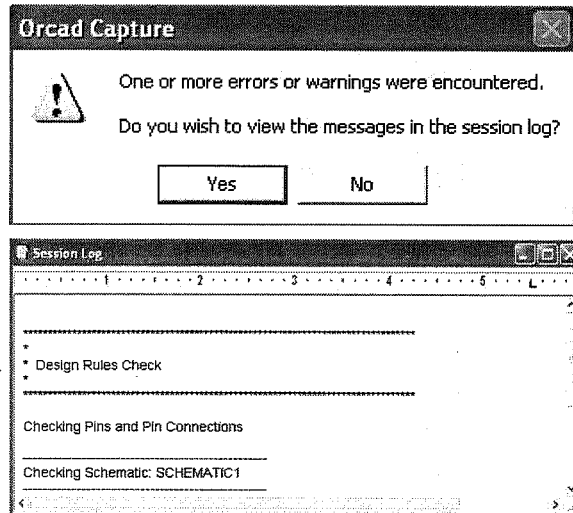
Để kiểm tra mạch điện chúng ta nhấp chuột vào Tool > Design Rules Check hoặc nhấp chuột vào công cụ Design rules check trên thanh công cụ.



Lúc này hộp thoại Design Rules Check xuất hiện, lúc này chúng ta nhấp chuột vào những mục cần để kiểm tra và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn



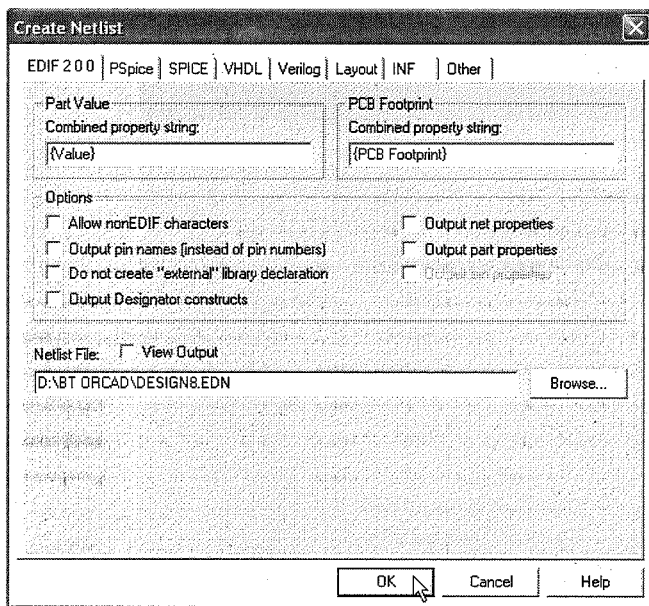
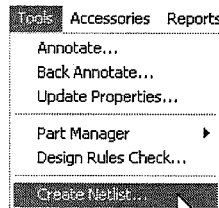
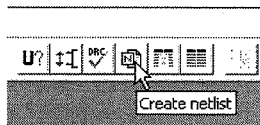
Nếu mạch điện không có lỗi thì coi như quá trình kiểm tra mạch điện đã xong, còn nếu mạch điện bị lỗi thì sẽ xuất hiện thông báo như hình. Lúc này chúng ta nhấp chuột vào nút Yes để xem thông tin chi tiết về các lỗi trong mạch điện. Quá trình cứ tiếp tục cho đến khi không có báo lỗi thì coi như chúng ta đã vẽ xong mạch điện nguyên lý.



### 1.3.4. Tạo tập tin Netlist có phần mở rộng MNL. dùng cho Layout

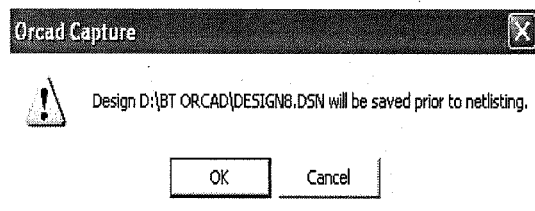
Sau khi kiểm tra lỗi và khắc phục, tạo hệ thống mạng nối mạch để chuyển sang chương trình Layout để thiết kế mạch in.

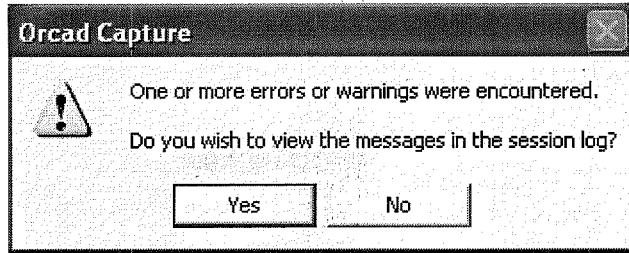
Để tạo tập tin Netlist chúng ta nhấp chuột vào Tool > Create Netlist hoặc nhấp chuột vào công cụ Create Netlist để lựa chọn.



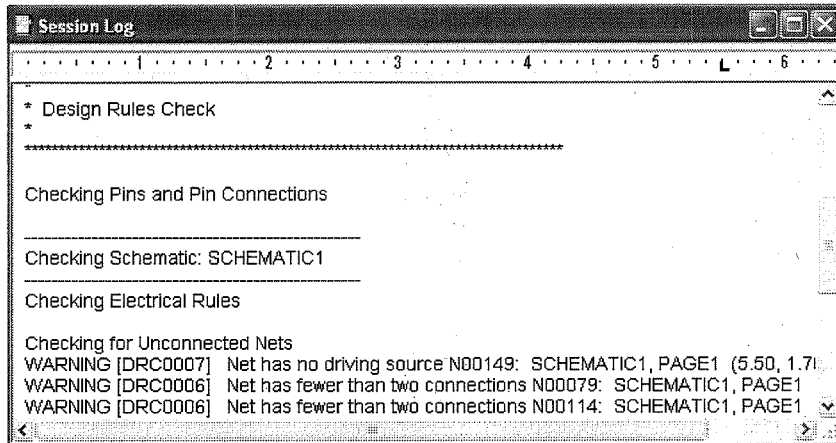
Lúc này hộp thoại Create Netlist xuất hiện và chúng ta nhấp chuột chọn những phương pháp tạo Netlist và nhấp chuột vào nút OK. Nếu vẫn bị lỗi, màn hình hiện thông tin chi tiết về các lỗi trong mạch điện.

Nhấp chuột vào nút Cancel lúc này sẽ xuất hiện thông báo





Nhấp chuột vào nút Yes để xem thông tin chi tiết về các lỗi trong mạch điện

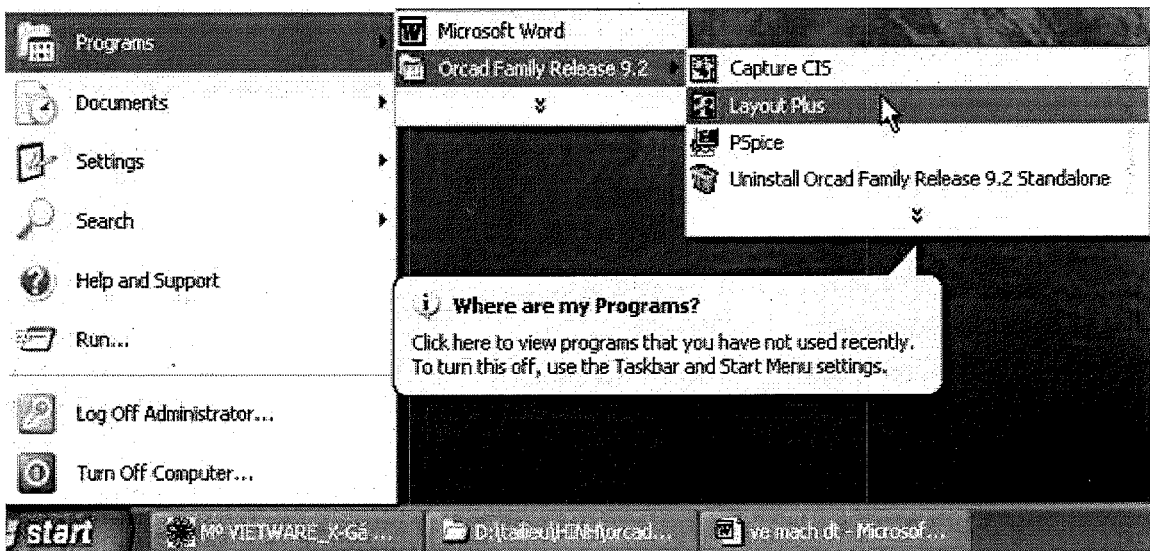


Lúc này chúng ta quay trở về màn hình thiết kế để sửa lỗi. Sau khi kết thúc kiểm tra lại mạch và tiếp tục cho đến khi hoàn chỉnh mạch.

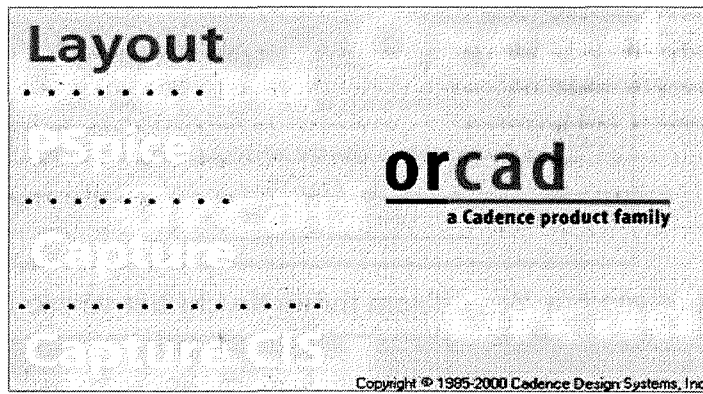
### 1.3.5. Các bước vẽ mạch in trong môi trường Layout

#### ❖ Tạo tập tin bảng mạch in mới

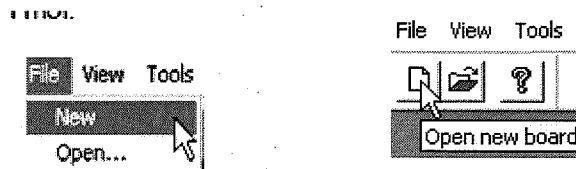
Để tạo mạch in bằng chương trình Layout chúng ta phải khởi động chương trình OrCAD Layout bằng cách nhấp chuột vào Start > Programs > OrCad 9.2 > Layout Plus.



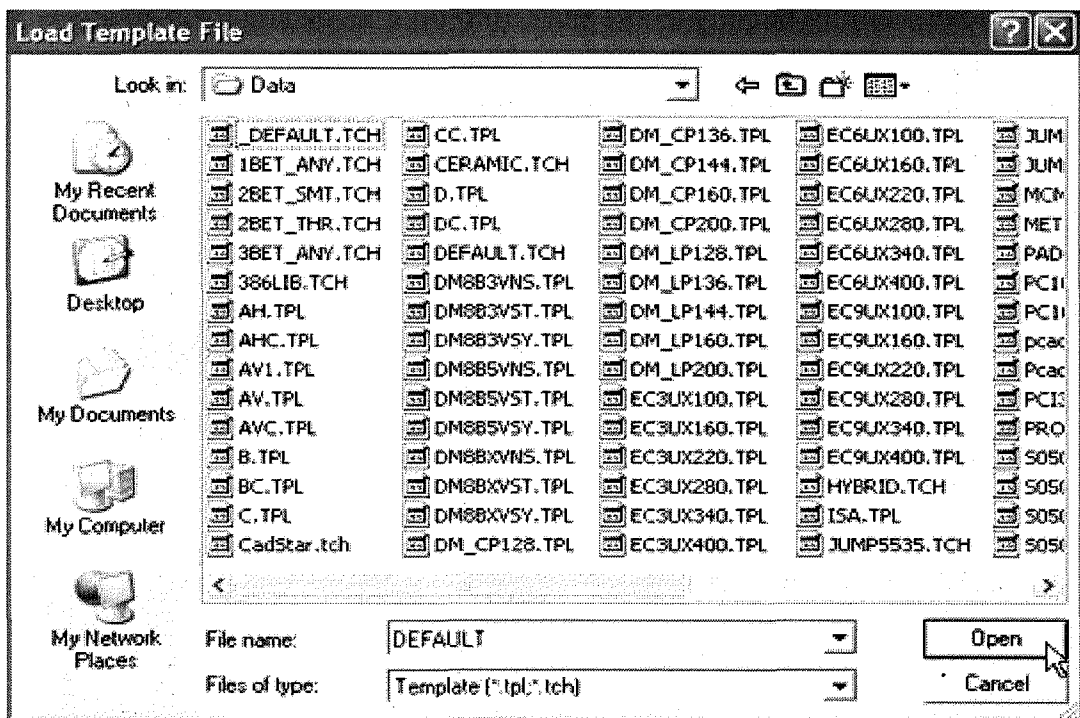
Màn hình Layout xuất hiện



Trong màn hình chọn File > New hoặc nhấp vào biểu tượng Open new board trên thanh công cụ để tạo bảng mạch in mới



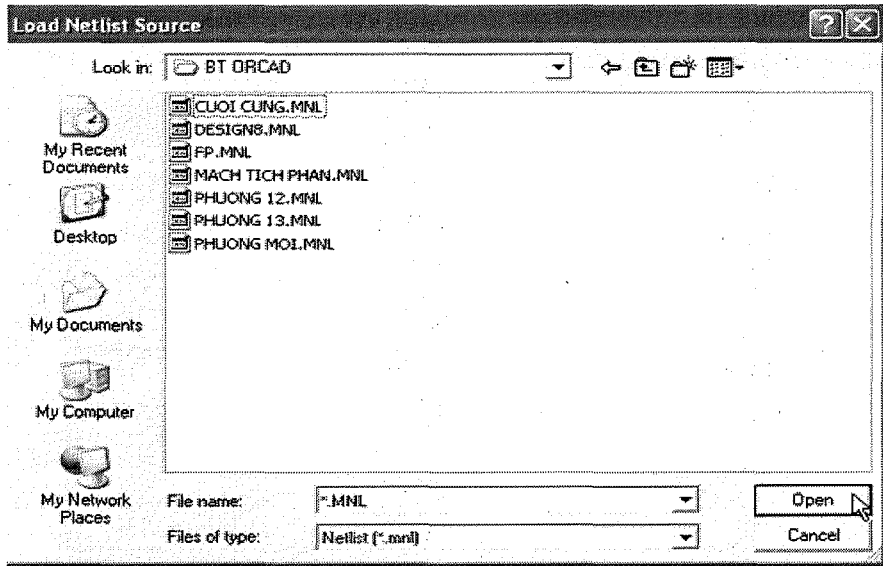
Hộp thoại Load Template File xuất hiện, bên trong hộp thoại là danh sách các tập tin bảng mạch với các kích thước mẫu. Để có thể tự định kích thước cho mạch in chúng ta nhấp chuột chọn tập tin DEFAULT chứa trong thư mục Data sau đó nhấp chuột vào nút Open để mở tập tin này.



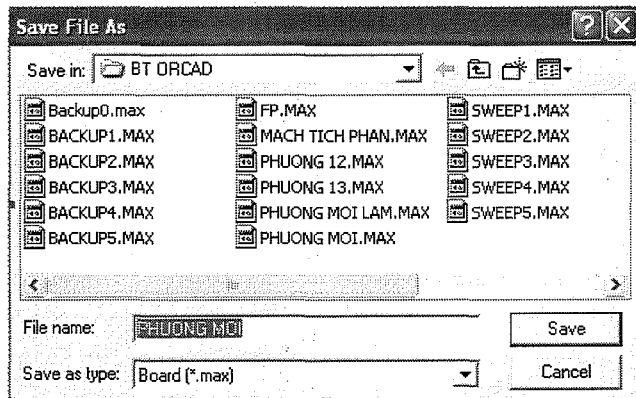
Tập tin DEFAULT chứa các thông số:

62umil pads  
12umil tracks  
12umil spacing

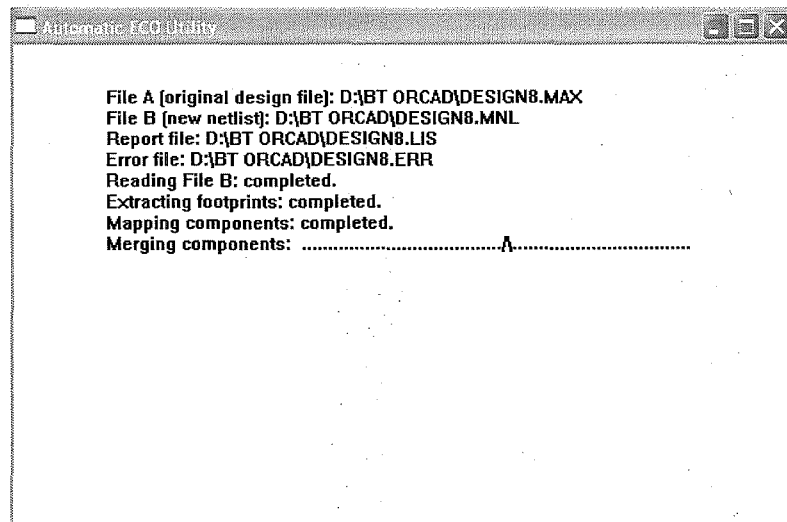
Khi nhấp chuột vào nút Open thì hộp thoại Load Netlist Source xuất hiện, trong hộp thoại này chọn tên tập tin .MNL đã tạo trong sơ đồ vẽ mạch nguyên lý.



Chọn nhấp chuột vào nút Open, lúc này hộp thoại Save File As xuất hiện yêu cầu chúng ta nhập tên để lưu bảng mạch in sắp được tạo ra.

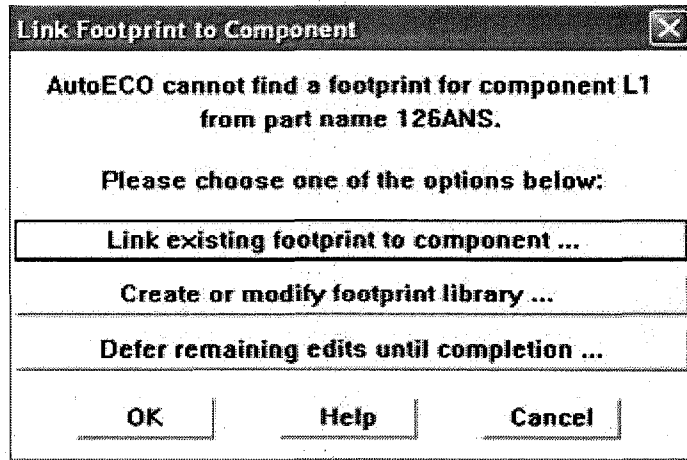


Nhập tên xong nhấp chuột vào nút Save để lưu lúc này thành phần Automatic ECO Utility tự động cập nhật các chân linh kiện của sơ đồ nguyên lý vào mạch in.

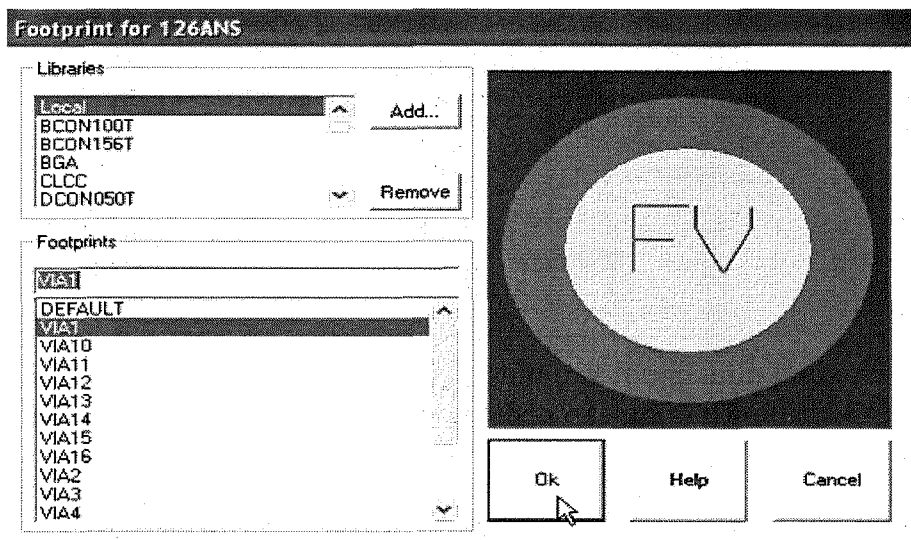


### ❖ Tạo chân kết nối mạch in của linh kiện trong môi trường Layout

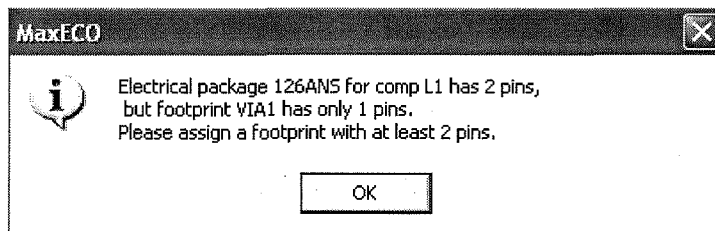
Khi quy trình xử lý với thành phần AutoECO không có khả năng truy tìm linh kiện nằm trong bản thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý, khung thoại Link Footprint to Component hiện lên màn hình



Khung thoại Link Footprint to Component báo linh kiện chưa được cập nhật do đó để cập nhật chúng ta nhấp chuột vào Link existing footprint component và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn, lúc này xuất hiện khung thoại Footprint for.....



Chúng ta lựa chọn chân cắm hợp lý cho linh kiện, khi chọn xong nhấp chuột vào nút OK. Nếu chọn chân cắm chưa thích hợp, ví dụ linh kiện có 2 chân mà chúng ta chọn chân cắm có 1 chân thì sẽ có bảng báo lỗi

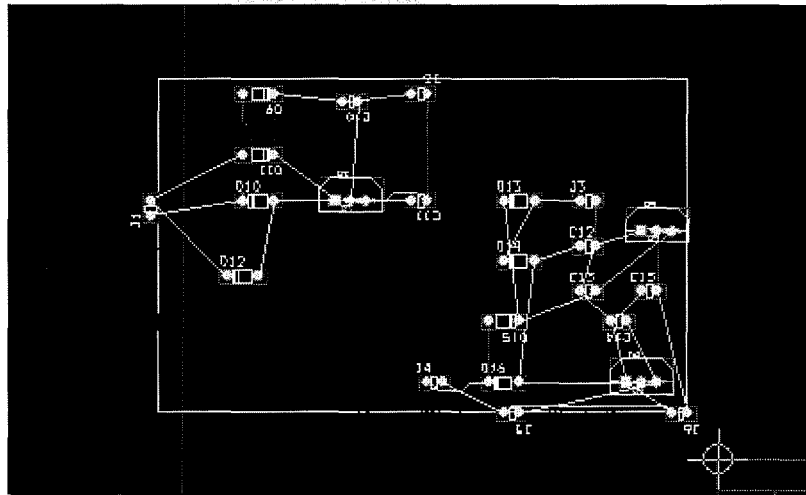


Kích chuột vào nút OK để lựa chọn lại.



### ❖ Sắp xếp lại các linh kiện trên bảng vẽ

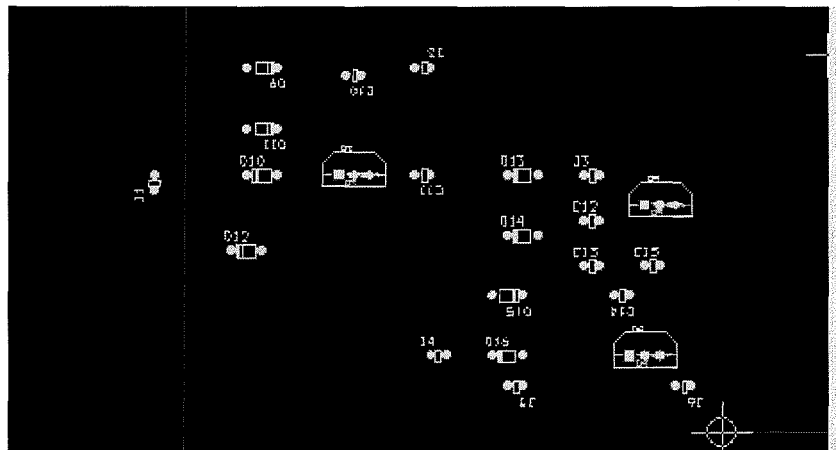
Khi các chân linh kiện đã được chọn xong thì trên màn hình Layout hiện thị các chân linh kiện và dây nối



Để giấu đi các dây nối giữa các chân linh kiện chúng ta nhấp chuột vào biểu tượng Reconnect Mode trên thanh công cụ



Lúc này trên màn hình Layout chỉ xuất hiện các chân linh kiện như hình

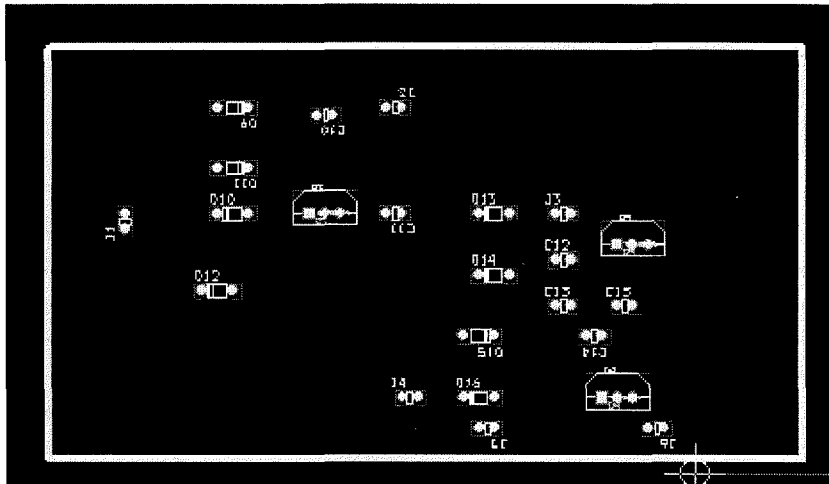


Sau đó chúng ta sắp xếp các chân linh kiện cho hợp lý bằng cách nhấp chuột vào biểu tượng Component Tool trên thanh công cụ



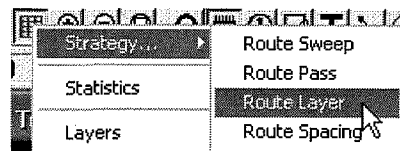
### ❖ Định khung mạch in

Để định khung mạch in chúng ta nhấp chuột vào biểu tượng Obstacle Tool trên thanh công cụ để vẽ khung mạch in. nhấp chuột tại vị trí cần vẽ rồi di chuyển đến điểm khác cần vẽ và nhấp chuột. Cứ thế tiếp tục cho đến khi bảng mạch in như



### ❖ Định số lớp mạch in

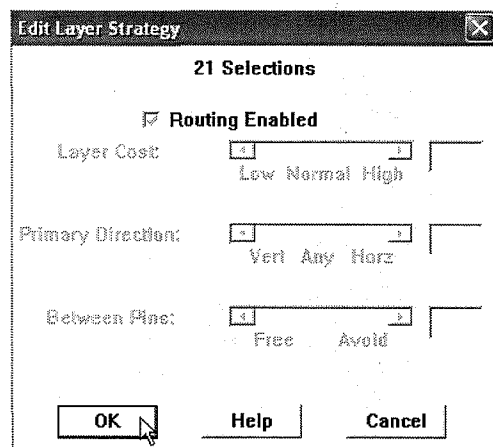
Để chọn lớp vẽ mạch in ta nhấp chuột vào biểu tượng View Spreadsheet trên thanh công cụ sau đó chọn lệnh Strategy >Route Layer từ menu dropdown



Hộp thoại Route Layer xuất hiện, trong hộp thoại này tại mục Enable chọn các lớp không vẽ mạch in, sau đó nhấp phải chuột và chọn lệnh Properties từ menu dropdown

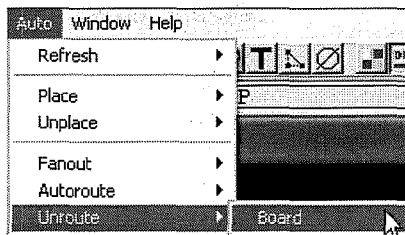
Sweep/Layer Name	Enabled	Cost	Direction	Between
INNER1	Yes	50	20 Vert.	30
INNER2	Yes	50	80 Horz.	30
<b>1 Preliminary Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	0
BOTTOM	Yes	50	20 Vert.	0
INNER1	Yes	50	20 Vert.	0
INNER2	Yes	50	80 Horz.	0
<b>2 Maze Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	30
BOTTOM	Yes	50	20 Vert.	30
INNER1	Yes	50	20 Vert.	30
INNER2	Yes	50	80 Horz.	30
<b>3 Next 1</b>				

Khi đó hộp thoại Edit Layer Strategy xuất hiện, trong hộp thoại này bỏ chọn mục Routing Enabled, sau đó nhấp OK để chấp nhận thiết đặt mới. Trên hình vẽ này chúng ta chọn vẽ một lớp mạch in

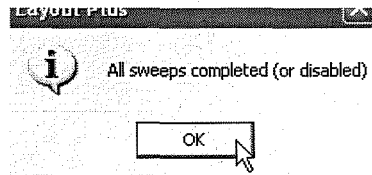


### ❖ *Chạy chương trình vẽ mạch in tự động*

Khi chúng ta đã xác định số lớp của bảng vẽ mạch in thì cho chạy chương trình vẽ mạch in tự động bằng cách nhấp chuột vào Auto > Unroute > Board



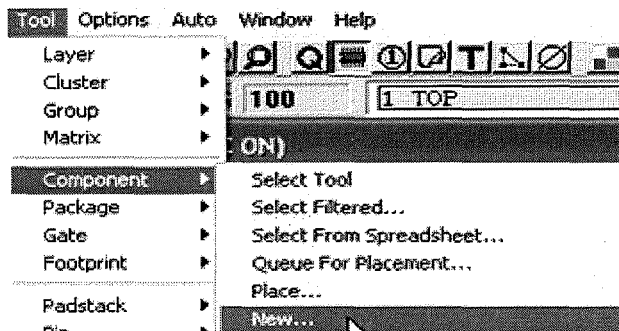
Khi đã vẽ xong mạch in, một hộp thoại xuất hiện thông báo việc vẽ mạch in đã hoàn tất, nhấp chuột vào nút OK để tiếp tục.



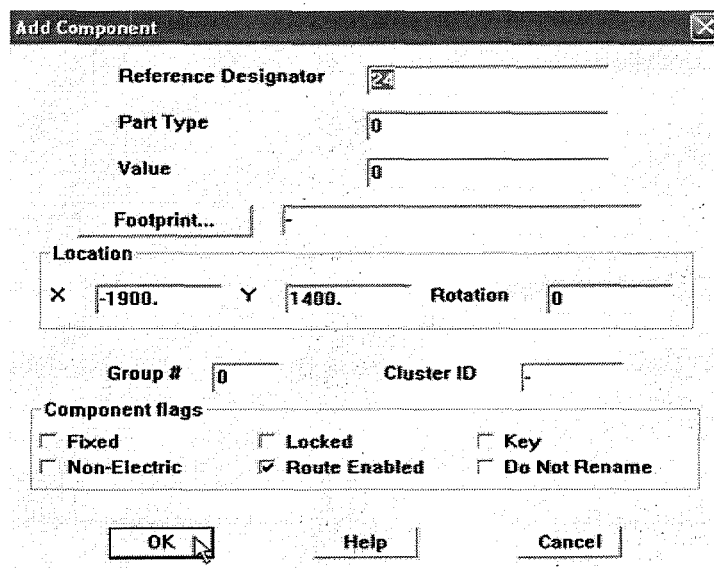
### ❖ *Tạo lỗ bắt vít trên mạch in*

Chúng ta có thể thêm các lỗ bắt vít vào bảng mạch in. Sau khi thêm các lỗ bắt vít vào bảng mạch, xác định chúng không thuộc chân linh kiện của bảng mạch.

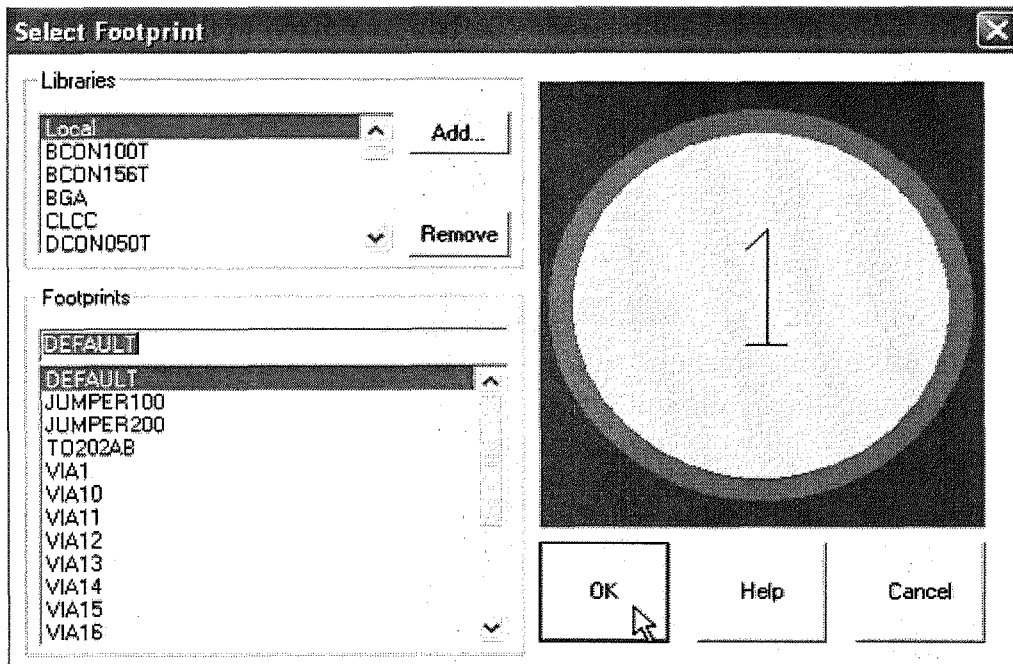
Để thực hiện chúng ta nhấp chuột chọn Tool > Component > New



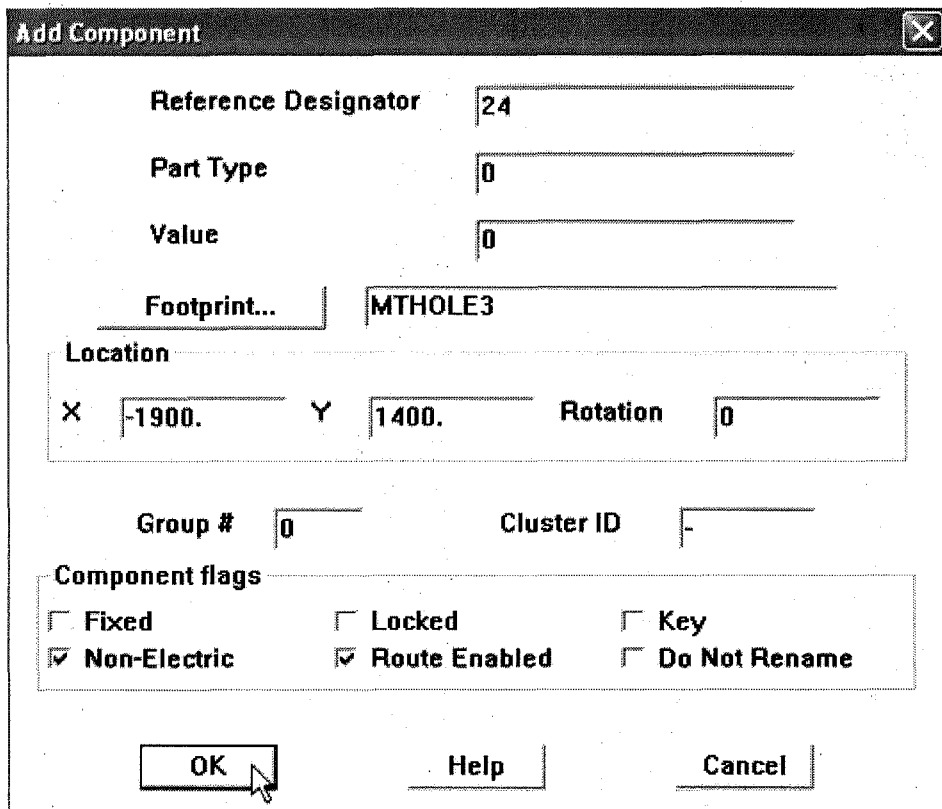
Lúc này hộp thoại Add Component xuất hiện



Nhấp chuột vào nút lệnh Footprint, hộp thoại Select Footprint xuất hiện

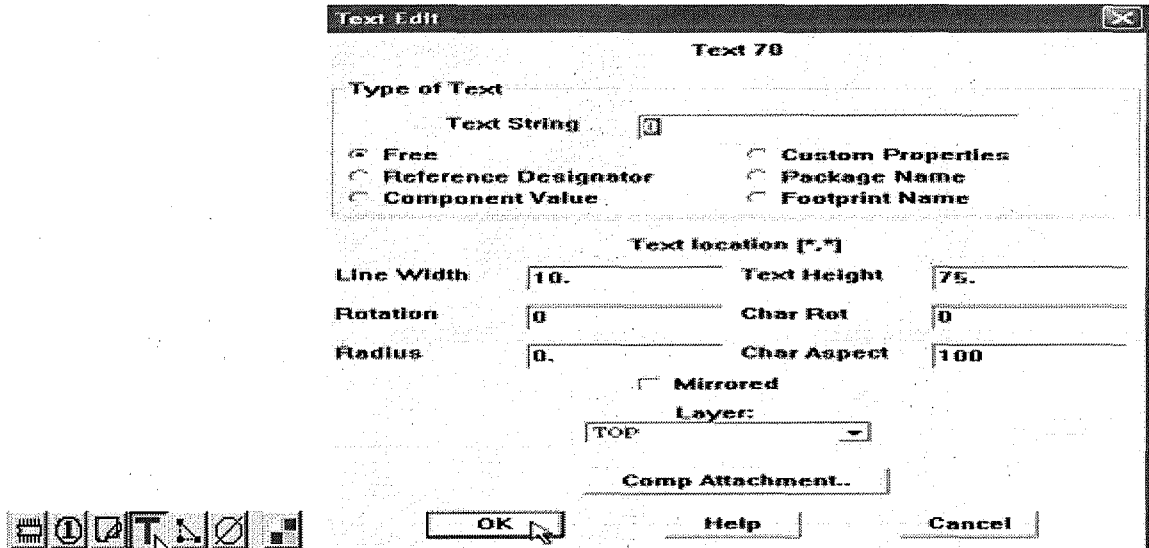


Trong mục Libraries chọn Layout, các lỗ bắt vít dùng trong bảng mạch in thường dùng 3 loại: MTHOLE1, MTHOLE2 và MTHOLE3. Kích OK sau đó tại khung thoại Select Footprint chọn thành phần NonuElectric và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn



### ❖ Đặt tên cho bản mạch in

Để đặt tên lên bảng mạch in, chúng ta nhấp vào biểu tượng Text Tool trên thanh công cụ rồi nhấp phải chuột tại vị trí bất kỳ trên màn hình sau đó chọn lệnh New từ menu đổ xuống. Lúc này hộp thoại Text Edit xuất hiện



Nhập tên của bảng mạch in vào mục Text String và thay đổi các đặc tính của tên bảng mạch in trên khung thoại, sau đó nhấp vào nút OK để lựa chọn

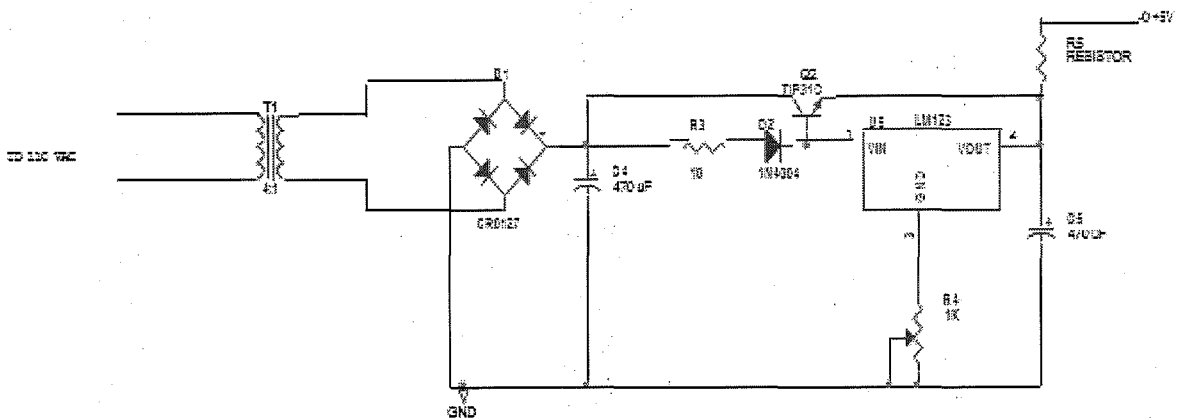
### ❖ Lưu trữ chương trình

Khi đã vẽ xong hoàn chỉnh thì chúng ta lưu lại bảng mạch in bằng cách chọn biểu tượng Save trên thanh công cụ.

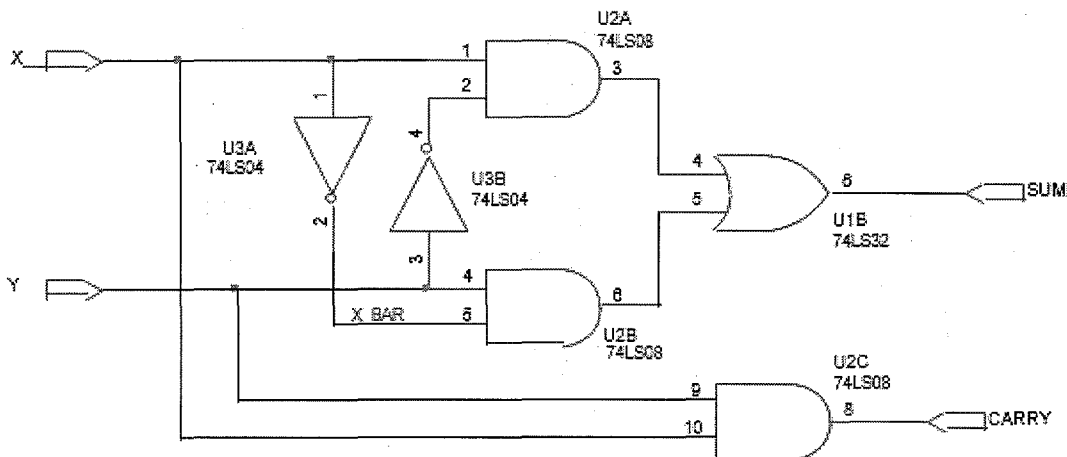


### ❖ Bài tập

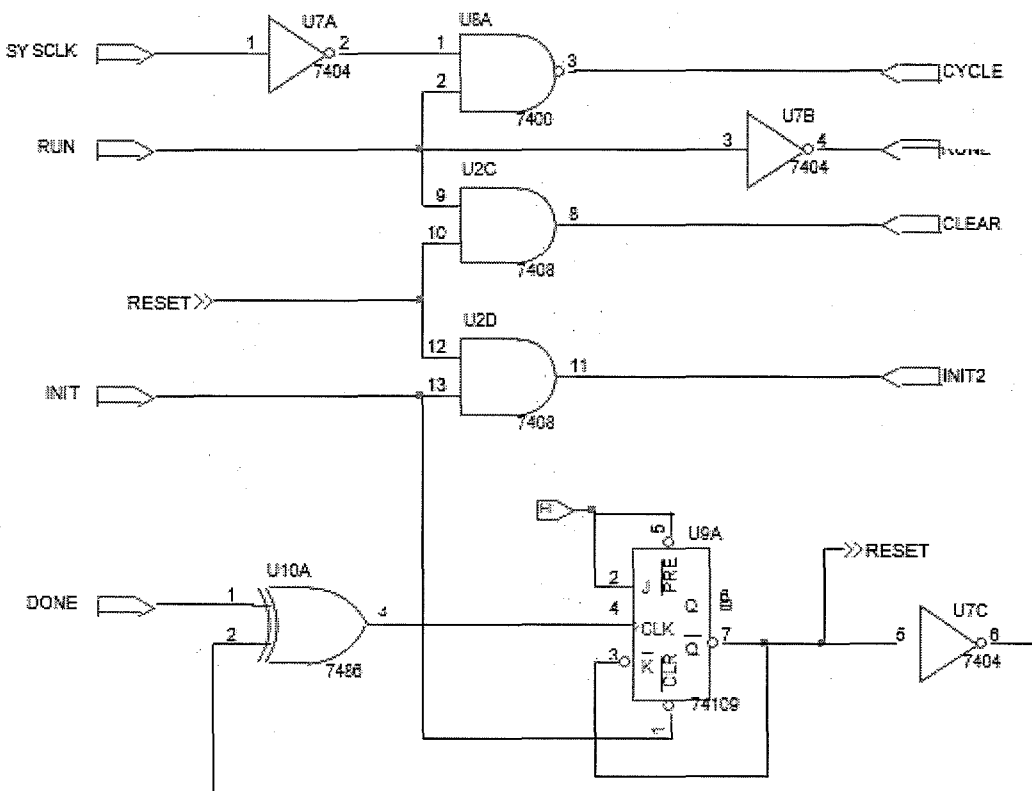
**Bài 1:** Vẽ mạch in của mạch điện nguyên lý như hình vẽ.



**Bài 2:** Vẽ mạch in của mạch điện nguyên lý như hình vẽ.



**Bài 3:** Vẽ mạch in của mạch điện nguyên lý như hình vẽ.



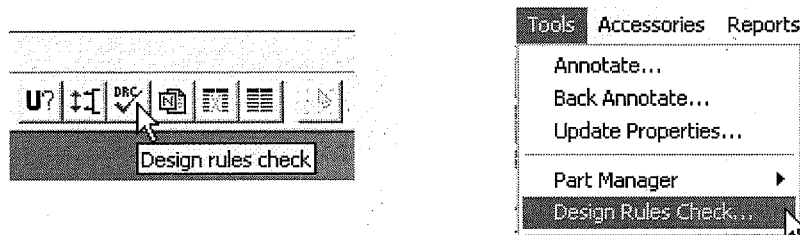
**1.3.6. Vẽ mạch in của mạch điều khiển tốc độ động cơ DC**

❖ *Vẽ mạch điện nguyên lý của mạch điều khiển ổn định tốc độ động cơ DC*

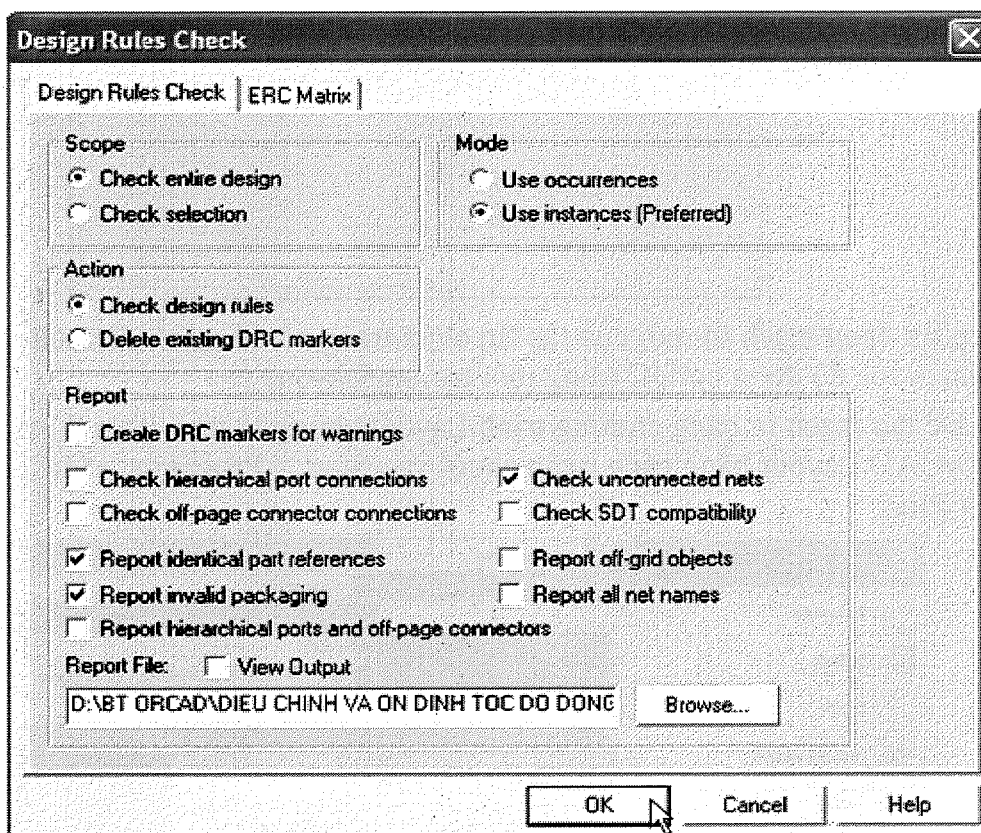
Mạch điện của mạch nguyên lý mạch điều khiển ổn định tốc độ động cơ DC được vẽ trong chương trình vẽ mạch điện nguyên lý đã học ở bài 3.

❖ *Kiểm tra mạch điện với đặc tính DRC*

Để kiểm tra mạch điện chúng ta nhấp chuột vào Tool > Design Rules Check hoặc nhấp chuột vào công cụ Design rules check trên thanh công cụ.

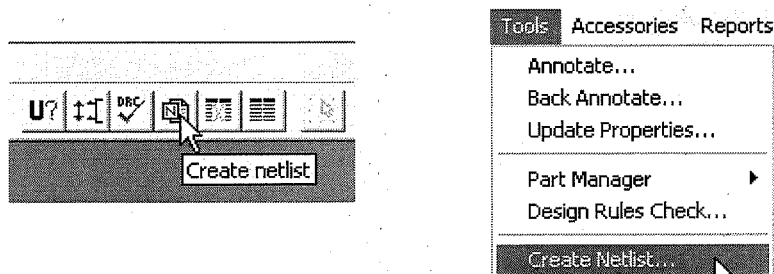


Lúc này hộp thoại Design Rules Check xuất hiện, lúc này chúng ta nhấp chuột vào những mục cần để kiểm tra và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn

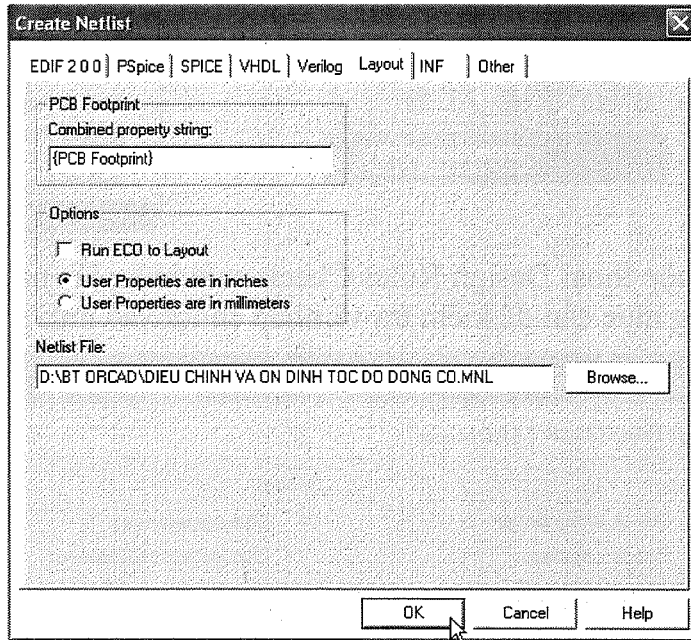


#### ❖ Tạo tập tin Netlist có phần mở rộng MNL. dùng cho Layout

Để tạo tập tin Netlist chúng ta nhấp chuột vào Tool > Create Netlist hoặc nhấp chuột vào công cụ Create Netlist để lựa chọn.

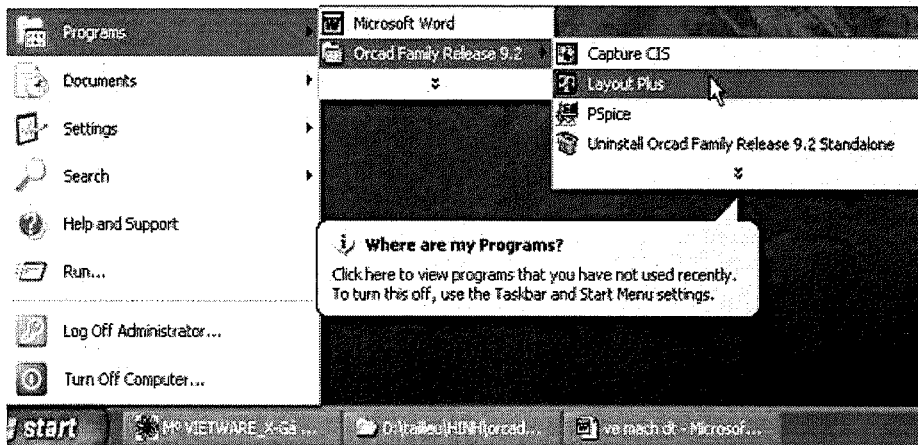


Lúc này hộp thoại Create Netlist xuất hiện và chúng ta nhấp chuột chọn mục Layout và nhấp chuột vào nút OK để tạo Netlist

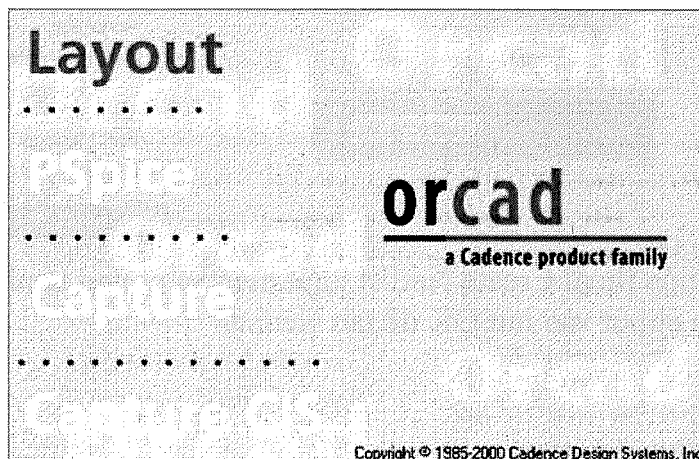


Tạo tập tin bảng mạch in mới của tập tin chứa trang sơ đồ mạch điện của mạch điều khiển tốc độ động cơ DC trong môi trường Layout

Để tạo mạch in bằng chương trình Layout chúng ta phải khởi động chương trình OrCAD Layout bằng cách nhấp chuột vào Start > Programs > OrCad 9.2 > Layout Plus.

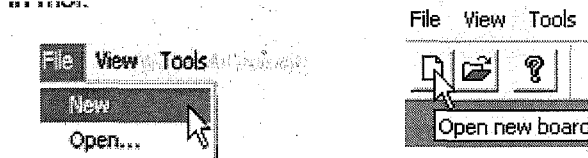


Màn hình Layout xuất hiện

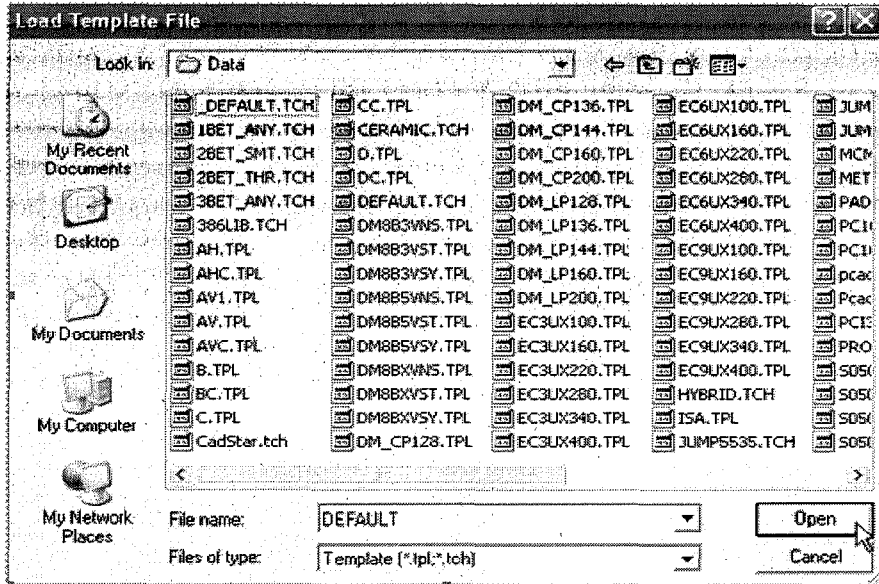




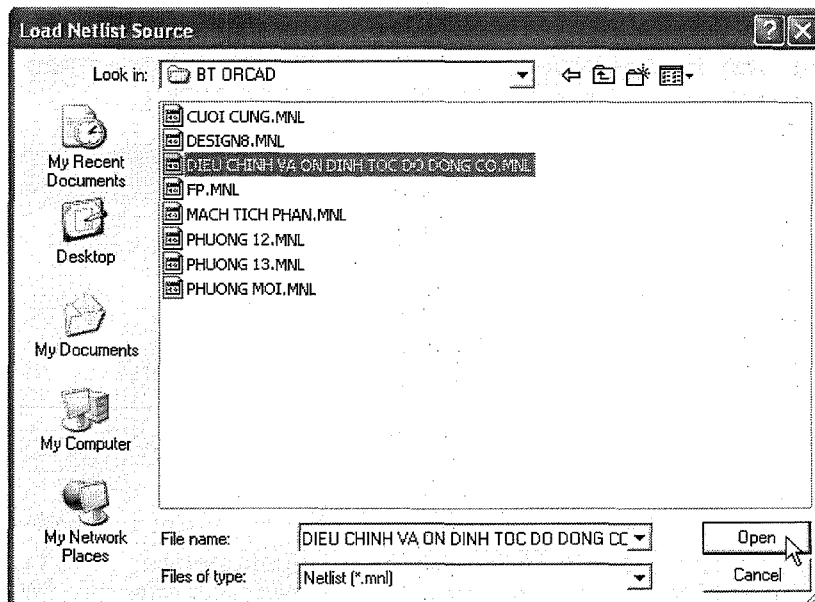
Trong màn hình chọn File > New hoặc nhấp vào biểu tượng Open new board trên thanh công cụ để tạo bảng mạch in mới.



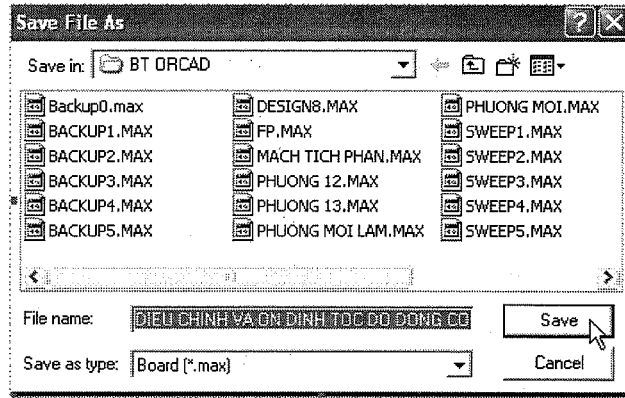
Hộp thoại Load Template File xuất hiện, chúng ta nhấp chuột chọn tập tin DEFAULT chứa trong thư mục Data sau đó nhấp chuột vào nút Open để mở tập tin này.



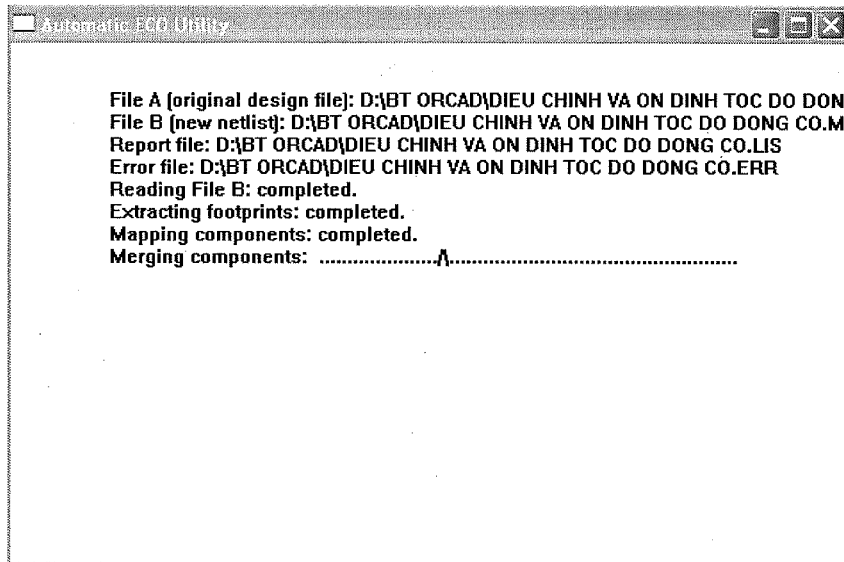
Khi nhấp chuột vào nút Open thì hộp thoại Load Netlist Source xuất hiện, trong hộp thoại này chọn tên tập tin .MNL đã tạo trong sơ đồ vẽ mạch nguyên lý.



Nhấp chuột chọn DIEU CHINH VA ON DINH TOC DO DONG CO.MNL sau đó nhấp chuột vào nút Open, lúc này hộp thoại Save File As xuất hiện

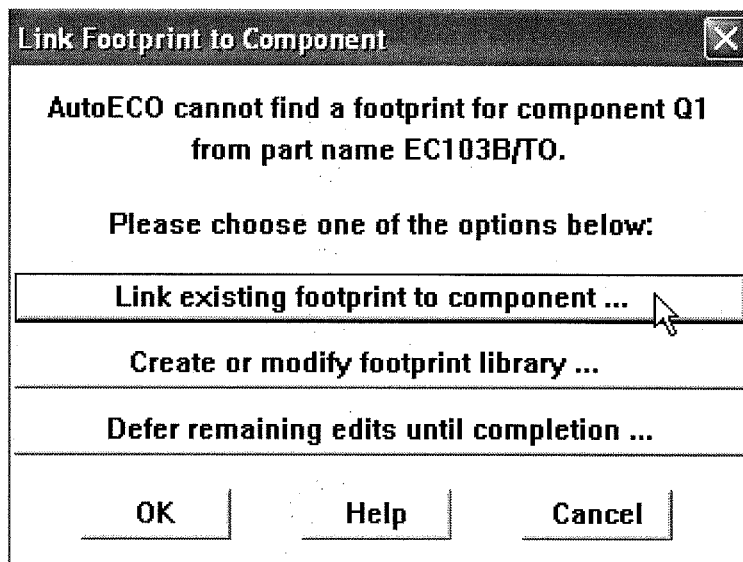


Nhấp chuột vào nút Save để lưu lúc này thành phần Automatic ECO Utility tự động cập nhật các chân linh kiện của sơ đồ nguyên lý vào mạch in.

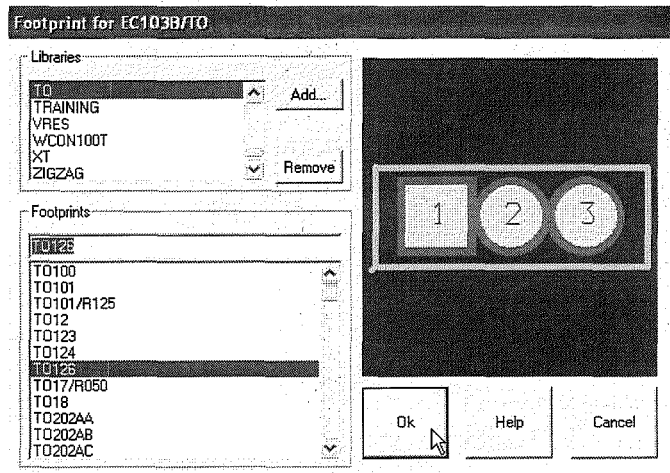


### ❖ Tạo chân kết nối mạch in của linh kiện trong môi trường Layout

Hộp thoại Link Footprint to Component xuất hiện và thông báo linh kiện Q1 chưa được cập nhật chân linh kiện

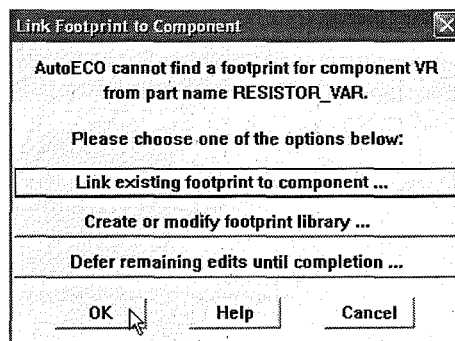


Để cập nhật chân linh kiện chúng ta nhấp chuột vào Link existing footprint component và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn, lúc này xuất hiện khung thoại Footprint for EC103B/TO

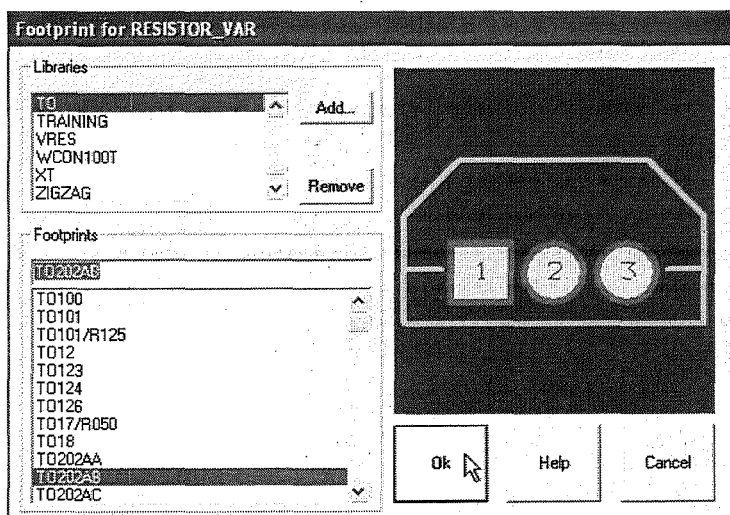


Tại mục Libraries chọn TO, Tại mục Footprint chọn chân TO126 sau đó nhấp chuột vào nút OK để chọn.

Hộp thoại Link Footprint to Component xuất hiện và thông báo linh kiện VR chưa được cập nhật chân linh kiện

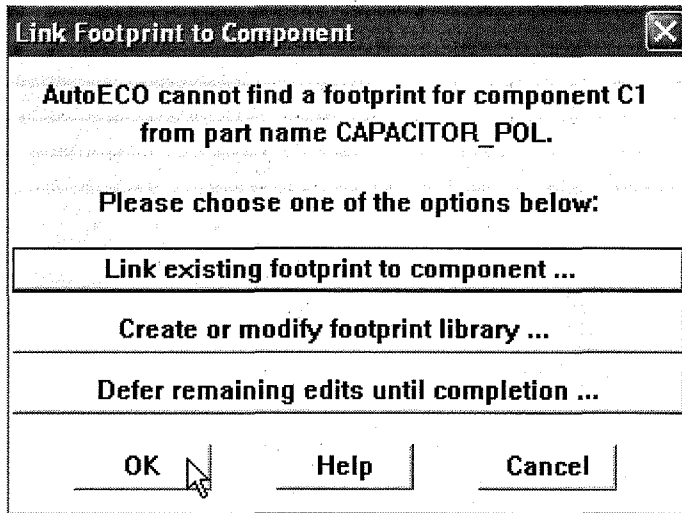


Để cập nhật chân linh kiện chúng ta nhấp chuột vào Link existing footprint component và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn, lúc này xuất hiện khung thoại Footprint for RESISTOR\_VAR

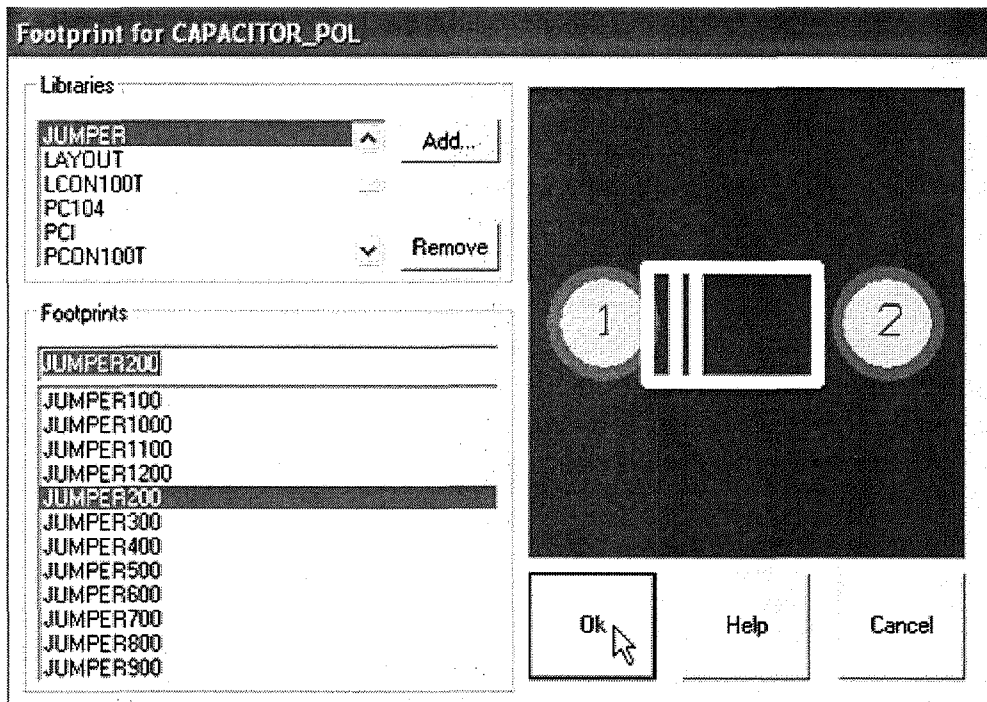


Tại mục Libraries chọn TO, Tại mục Footprint chọn chân TO202AB sau đó nhấp chuột vào nút OK để chọn

Hộp thoại Link Footprint to Component xuất hiện và thông báo linh kiện VR chưa được cập nhật chân linh kiện



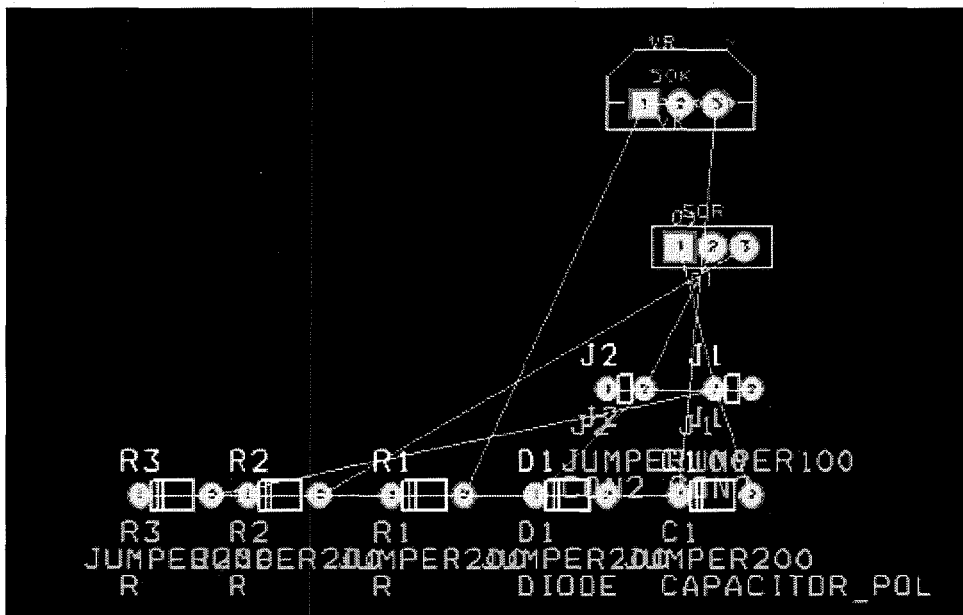
Để cập nhật chân linh kiện chúng ta nhấp chuột vào Link existing footprint component và nhấp chuột vào nút OK để lựa chọn, lúc này xuất hiện khung thoại Footprint for CAPACITOR\_POL



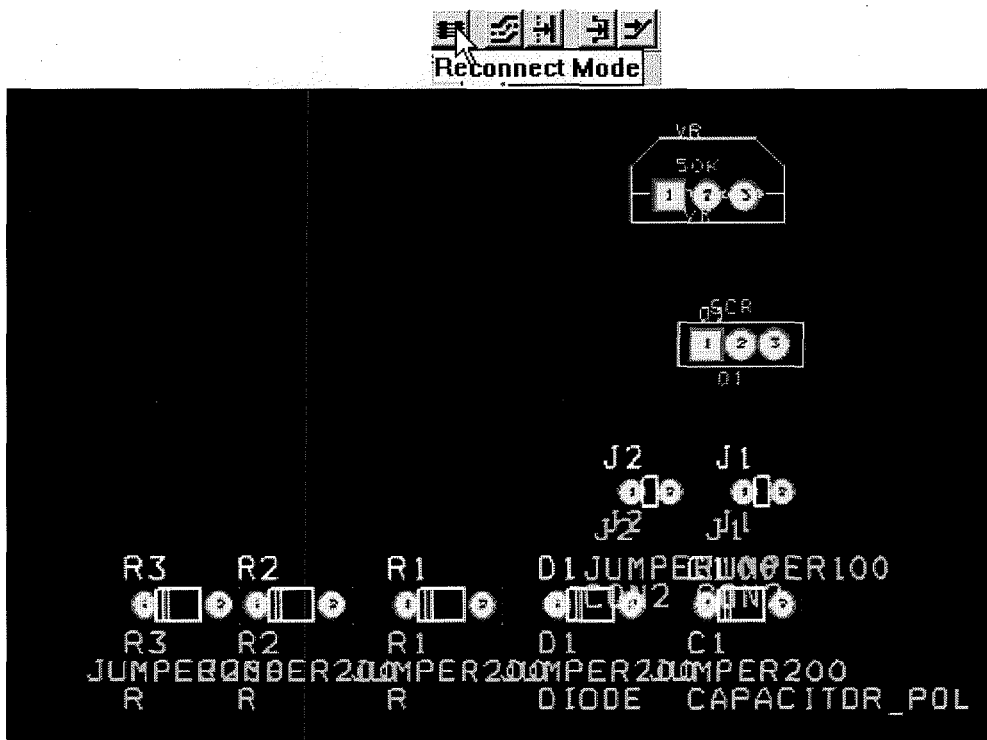
Tại mục Libraries chọn JUMPER, Tại mục Footprint chọn chân JUMPER200 sau đó nhấp chuột vào nút OK để chọn

### ❖ Sắp xếp lại các linh kiện trên bảng vẽ

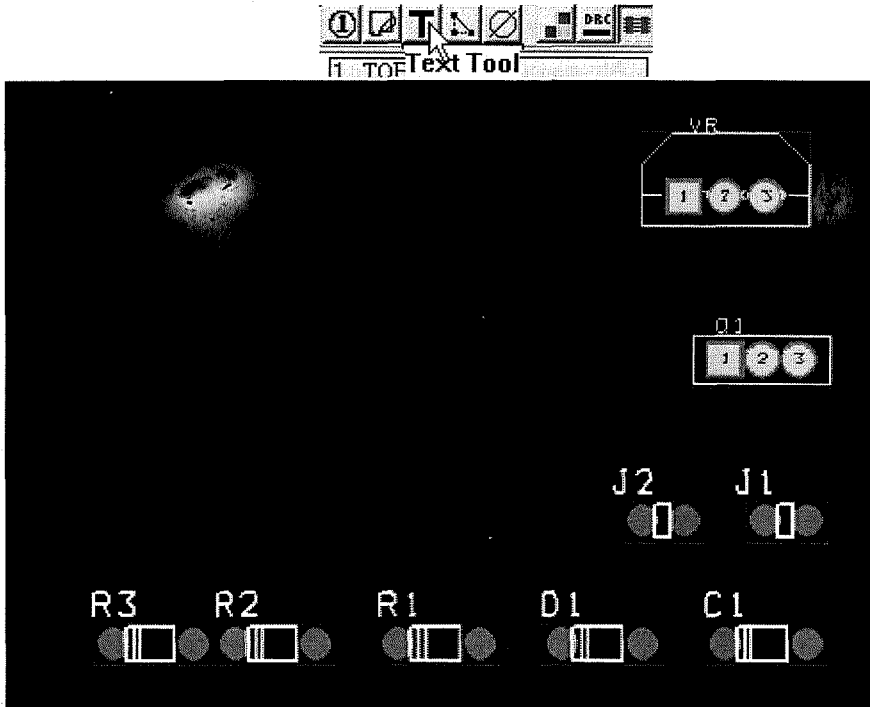
Khi các chân linh kiện đã được chọn xong thì trên màn hình Layout hiện thị các chân linh kiện và dây nối



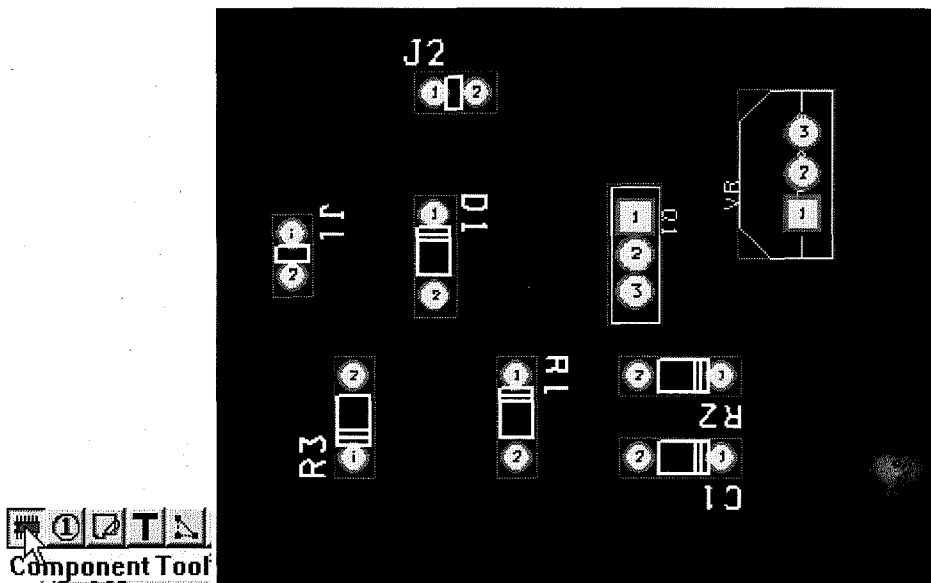
Để giấu đi các dây nối giữa các chân linh kiện chúng ta nhấp chuột vào biểu tượng Reconnect Mode trên thanh công cụ. Lúc này trên màn hình Layout chỉ xuất hiện các chân linh kiện như hình



Để xóa bớt các văn bản, chúng ta nhấp vào biểu tượng Text Tool trên thanh công cụ sau đó chọn các văn bản cần xóa rồi nhấn phím Delete trên bàn phím để xóa.

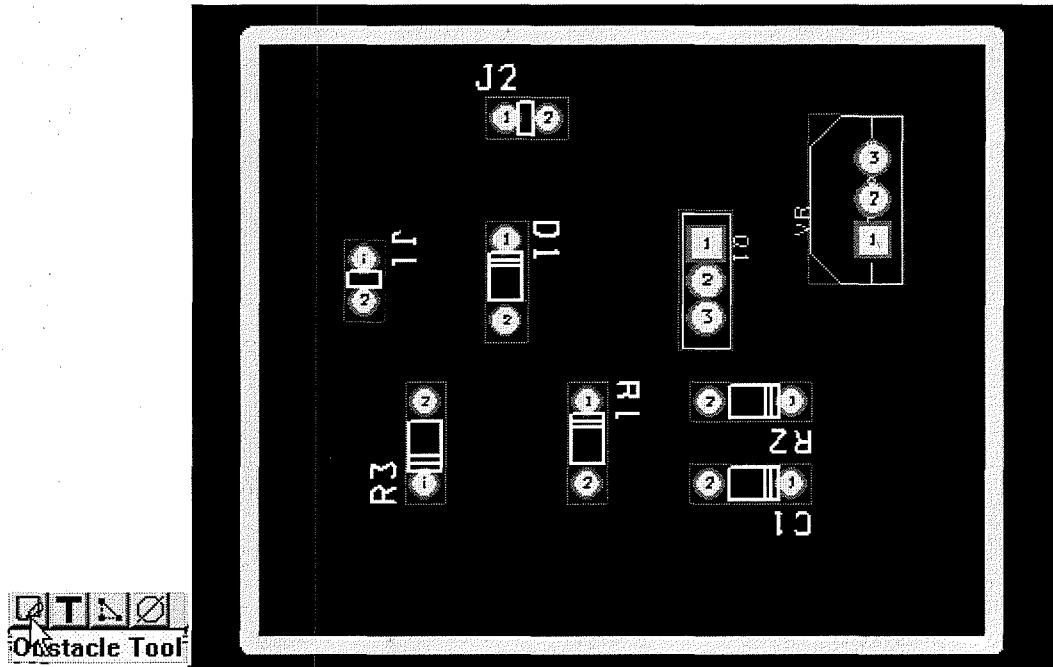


Sau đó chúng ta sắp xếp các chân linh kiện cho hợp lý bằng cách nhấp chuột vào biểu tượng Component Tool trên thanh công cụ. Nhấp chuột vào linh kiện rồi di chuyển và có thể xoay linh kiện bằng cách nhấn phím R để bố trí các linh kiện cho hợp lý và có tính thẩm mỹ. Cuối cùng chúng ta bố trí được linh kiện như hình



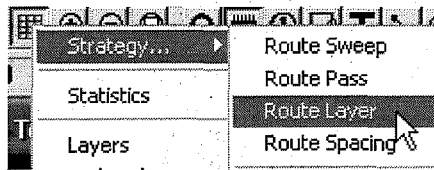
#### ❖ Định khung mạch in

Để định khung mạch in chúng ta nhấp chuột vào biểu tượng Obstacle Tool trên thanh công cụ để vẽ khung mạch in. nhấp chuột tại vị trí cần vẽ rồi di chuyển đến điểm khác cần vẽ và nhấp chuột. Cứ thế tiếp tục cho đến khi bảng mạch in như hình



### ❖ Định số lớp mạch in

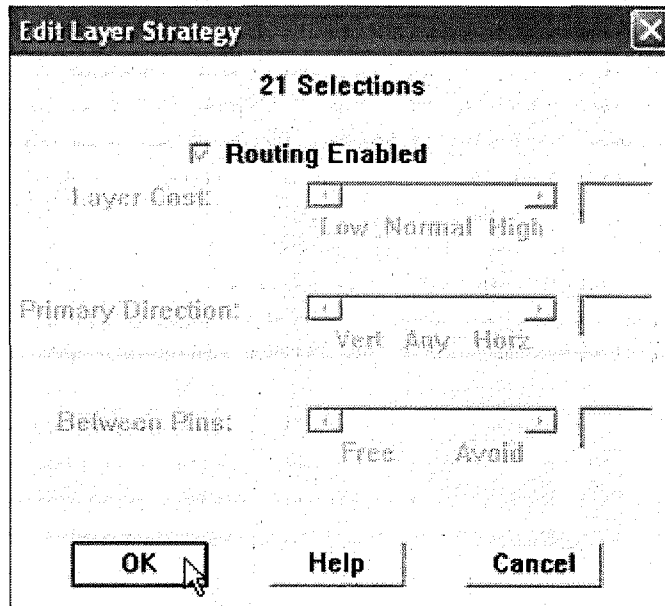
Để chọn lớp vẽ mạch in ta nhấp chuột vào biểu tượng View Spreadsheet trên thanh công cụ sau đó chọn lệnh Strategy > Route Layer từ menu đổ xuống



Hộp thoại Route Layer xuất hiện, trong hộp thoại này tại mục Enable chọn các lớp không vẽ mạch in, sau đó nhấp phải chuột và chọn lệnh Properties từ menu đổ xuống

Sweep/Layer Name	Enabled	Cost	Direction	Between
<b>Win/Comp/Manual</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	30
BOTTOM	Yes	50	20 Vert.	30
INNER1	Yes	50	20 Vert.	30
INNER2	Yes	50	20 Vert.	30
<b>1 Preliminary Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	0
BOTTOM	Yes	50	20 Vert.	0
INNER1	Yes	50	20 Vert.	0
INNER2	Yes	50	80 Horz.	0
<b>2 Maze Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	30
BOTTOM	Yes	50	20 Vert.	30

Khi đó hộp thoại Edit Layer Strategy xuất hiện, trong hộp thoại này bỏ chọn mục Routing Enable, sau đó nhập OK để chấp nhận thiết đặt mới. Chúng ta chọn vẽ một lớp mạch in

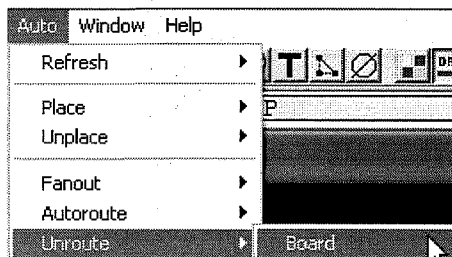


Sau khi nhấp chuột vào nút OK ta thấy hộp thoại Route Layer các lớp đ-ọc chọn chuyển từ Yes sang No

Sweep/Layer Name	Enabled	Cost	Direction	Between
<b>Win/Comp/Manual</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	30
BOTTOM	No	50	20 Vert.	30
INNER1	No	50	20 Vert.	30
INNER2	No	50	80 Horz.	30
<b>1 Preliminary Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	0
BOTTOM	No	50	20 Vert.	0
INNER1	No	50	20 Vert.	0
INNER2	No	50	80 Horz.	0
<b>2 Maze Route</b>				
TOP	Yes	50	80 Horz.	30
BOTTOM	No	50	20 Vert.	30

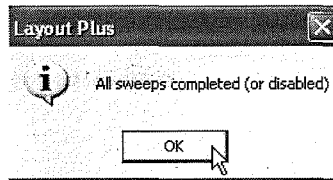
#### ❖ *Chạy chương trình vẽ mạch in tự động*

Khi chúng ta đã xác định số lớp của bảng vẽ mạch in thì cho chạy chương trình vẽ mạch in tự động bằng cách nhấp chuột vào Auto > Unroute > Board

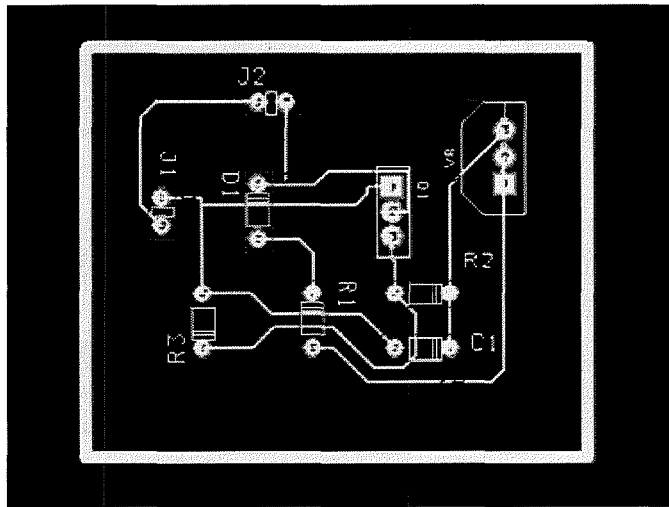




Khi đã vẽ xong mạch in, một hộp thoại xuất hiện thông báo việc vẽ mạch in đã hoàn tất, nhấp chuột vào nút OK để tiếp tục.



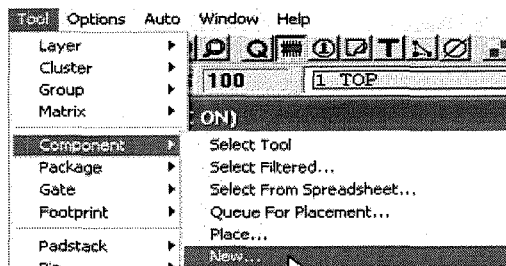
Sau khi thực hiện các thao tác trên ta đ-ợc bảng mạch in nhusau



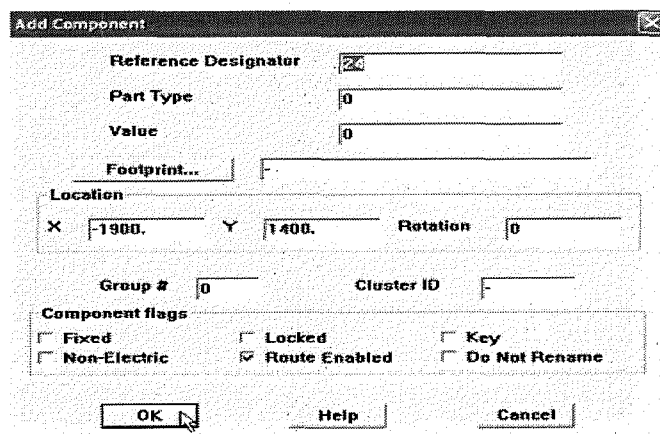
#### ❖ Tạo lỗ bắt vít trên mạch in

Chúng ta có thể thêm các lỗ bắt vít vào bảng mạch in. Sau khi thêm các lỗ bắt vít vào bảng mạch, xác định chúng không thuộc chân linh kiện của bảng mạch.

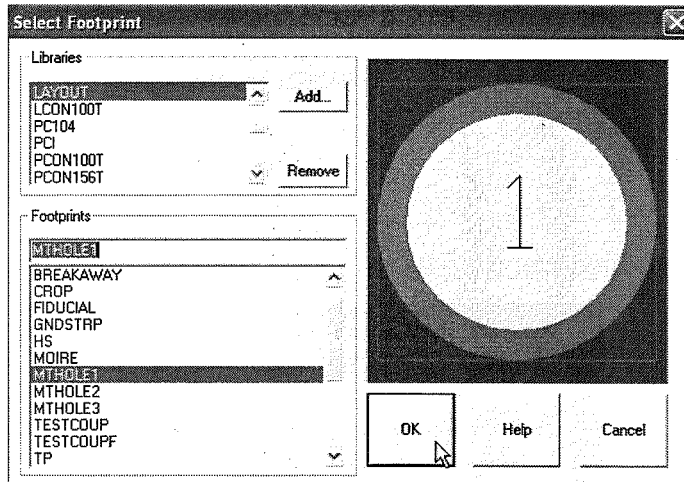
Để thực hiện chúng ta nhấp chuột chọn Tool > Component > New



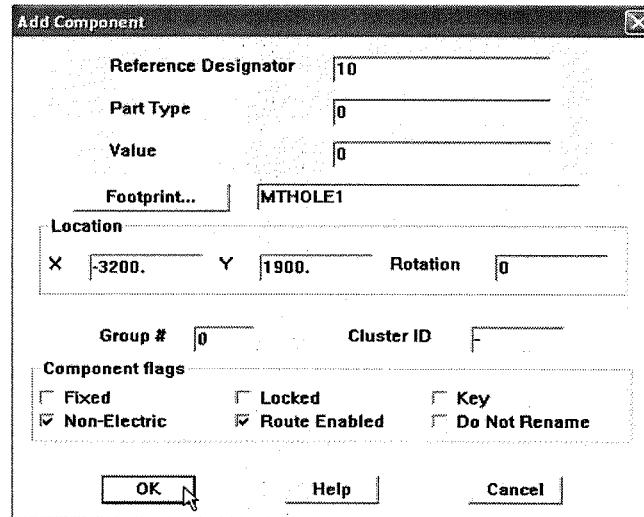
Lúc này hộp thoại Add Component xuất hiện



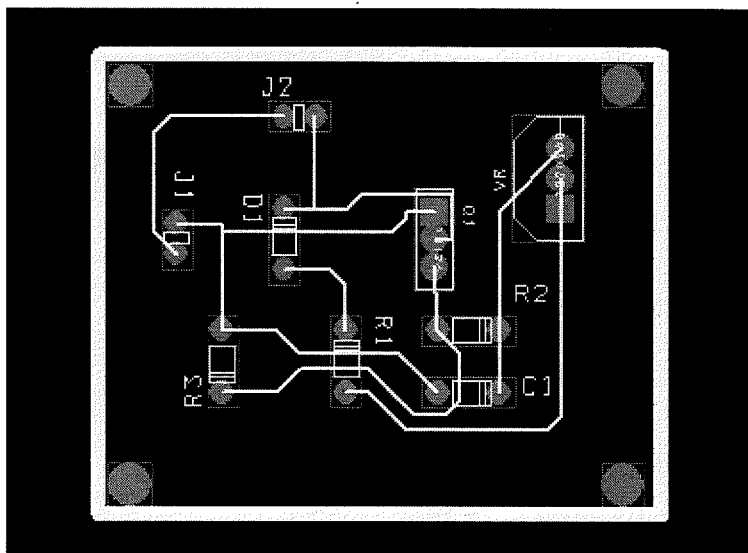
Nhấp chuột vào nút lệnh Footprint, hộp thoại Select Footprint xuất hiện



Trong mục Libraries chọn Layout, trong mục Footprint chọn MTHOLE1. Kích OK sau đó tại khung thoại Select Footprint chọn thành phần Non-Electric và nhấp chuột vào nút OK để lực chọn

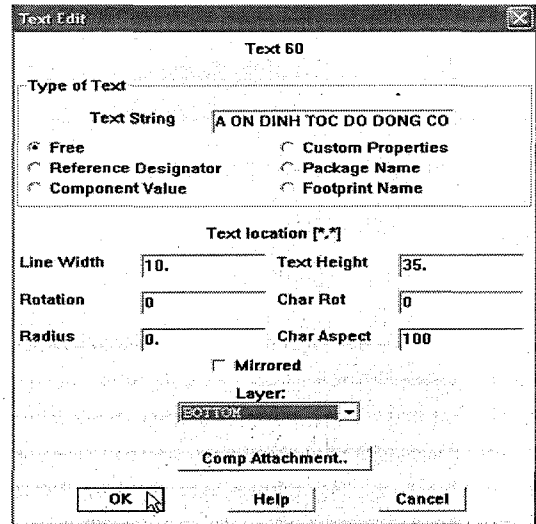


Sau khi thêm các lỗ bắt vít vào 4 góc của bảng mạch in ta đ-ợc như hình vẽ

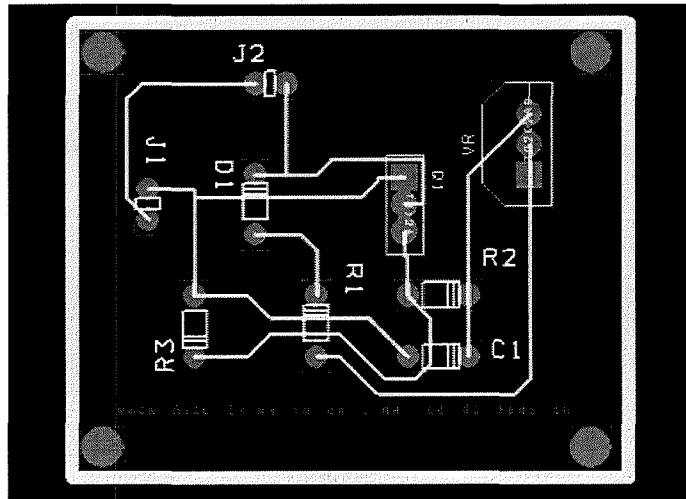


### ❖ Đặt tên cho bản mạch in

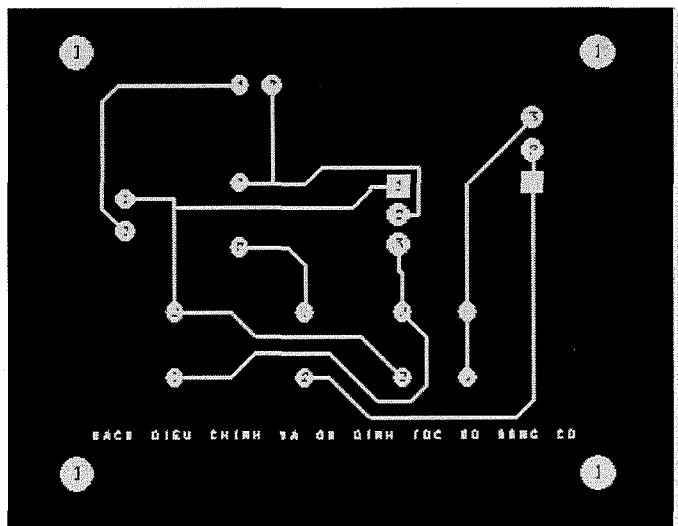
Để đặt tên lên bảng mạch in, chúng ta nhấp vào biểu tượng Text Tool trên thanh công cụ rồi nhấp phải chuột tại vị trí bất kỳ trên màn hình sau đó chọn lệnh New từ menu đổ xuống. Lúc này hộp thoại Text Edit xuất hiện



Nhập tên MACH DIEU CHINH VA ON DINH TOC DO DONG CO vào mục Text String sau đó nhấp vào nút OK để lựa chọn và chúng ta được bảng mạch in như hình vẽ.



Cuối cùng chúng ta muốn hiển thị lớp mạch in bằng cách nhấp phím Backspace sau đó nhấn phím 1 thì lớp mạch in được hiển thị như hình



### ❖ Lưu trữ chương trình

Khi đã vẽ xong hoàn chỉnh thì chúng ta lưu lại bảng mạch in bằng cách chọn biểu tượng Save trên thanh công cụ.



## 2. Chế tạo mạch in

### 2.1. Chuẩn bị thiết bị - vật tư

- Phíp đồng – một tấm nhựa được tráng đồng một mặt hay hai mặt (ta dùng loại một mặt).
- Giấy thuốc đã in mạch in (sẽ trình bày ở dưới).
- Nhựa thông lỏng .
- Gói thuốc ngậm mạch ( $FeCl_3$  dạng khan).
- Dao cắt mica .
- Bàn ủi.
- Hộp nhựa (không được dùng hộp kim loại), dùng để đựng  $FeCl_3$ . Một đôi đũa nhựa dùng để khuấy dung dịch và cốt mạch in lên.
- Khoan mạch cầm tay cùng adapter 12V (khoảng 40k – chưa tính tiền adapter), mũi khoan 0.7 - 0.8mm (cho lỗ 30 mil), 1mm (cho lỗ 40 mil). Cùng một cuốn sách cũ để kê lên khoan.
- Cọ vẽ hay bông ngoáy tai để quét nhựa thông.
- Miếng chùi nồi bằng inox và miếng rửa chén bằng mút vàng (sử dụng mặt nhám màu xanh lá đằng sau)

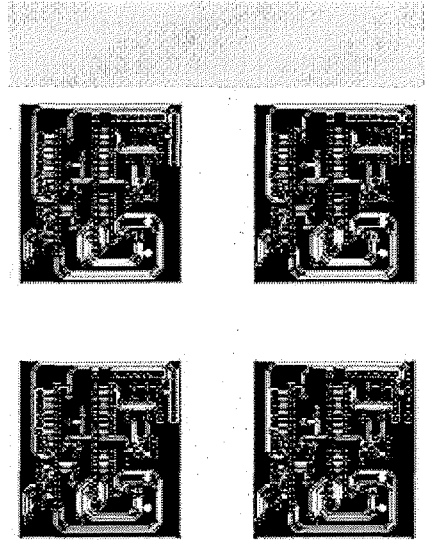
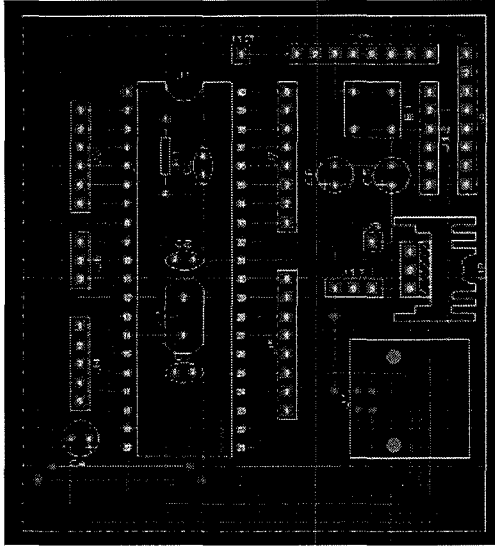
**Chú ý:**  $FeCl_3$  là hóa chất ăn mòn mạnh, có tính axit, không được dũa vào mắt, hay uống. Không được đựng trong đồ kim loại vì sẽ ăn mòn kim loại, chỉ đựng trong hũ nhựa. Khi hòa tan muối khan vào nước sẽ tỏa nhiệt rất mạnh và nước có thể sôi. Khi dính vào quần áo, **không thể tẩy ra**. Khi chạm vào tay, tay sẽ hơi bị khô, cần rửa sạch với nước, không nên để lâu.

### 2.2. Các bước chế tạo

#### 2.2.1. In mạch

Bạn cần có một file mạch in như hình, có thể thiết kế bằng Orcad, Altium hay Proteus..., sau đó hãy dùng tính năng xuất file PDF, để xuất lớp **Bottom** theo đúng chiều (không Mirror) và kích thước 100%. Dùng Adobe Illustrator để copy nhiều bản trên 1 trang giấy để tiết kiệm khi in.

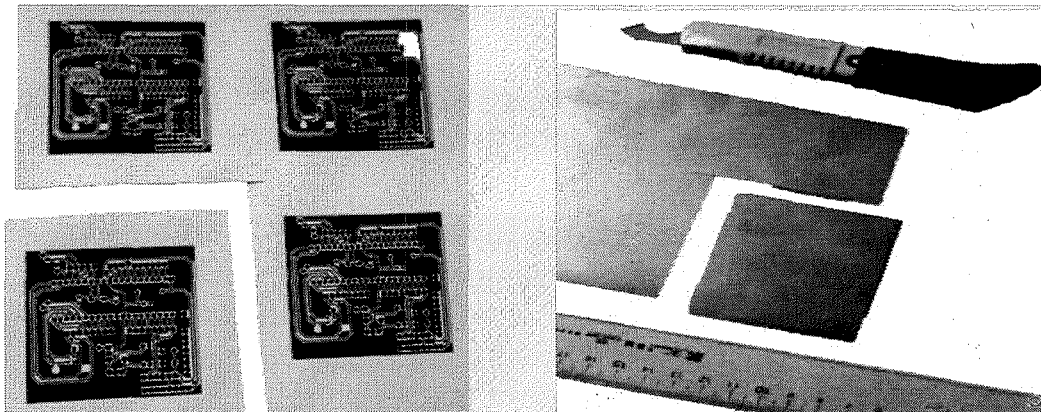
Sau đó, ra tiệm in Lam Sơn (46 Đồng Nai, Phường 15, Quận 10, TPHCM), in file PDF và in trên giấy thuốc. Mạch phải được in bằng mực laser, trên mặt láng của giấy thuốc, in đậm màu, đường mạch rõ nét, liên tục (giá là 2 ngàn 1 tờ). Cắt phần nào cảm thấy tốt nhất, dùng để làm mạch.



### 2.2.2. Cắt mạch

Đo kích thước của board cần làm, sau đó thêm 1mm mỗi cạnh (để phòng hồ). Sau đó, dùng bút lông dầu (bút ghi đĩa CD) vẽ lên phíp đồng trên 2 mặt (mặt đồng lẫn mặt nhựa).

Dùng dao rọc mica, cắt 2 mặt sâu xuống 1/3 đến 1/2 chiều dày board. Ban đầu hãy dùng thước nhựa cứng hay thước sắt để định nét cắt. Khi đã có vết cắt rồi thì bỏ thước ra để rọc cho nhanh. Phải rọc cả 2 mặt. Khi đã rọc đủ, hãy dùng tay bẻ nhẹ board theo 2 phía, sao cho đến khi board đứt ra khỏi phíp.



Hãy dùng mặt nhám miếng rửa chén (phần màu xanh lá của miếng mút vàng) để chà hết đồng oxide. Chà cho đến khi thấy board thật sáng bóng. Dùng miếng giấy đã in hình mạch in, gói board đồng vừa cắt ra sao cho bị trí mạch in đúng với vị trí board. Mặt in mạch của giấy (mặt láng) áp với mặt đồng của board. Gấp lại cho chắc chắn (đảm bảo không bị xô dịch).

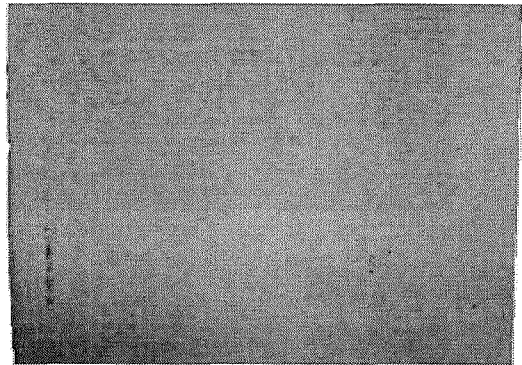
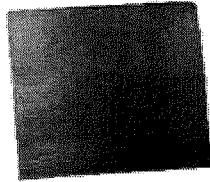
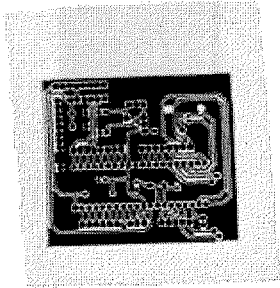
### 2.2.3. Ủ mạch

Hãy đảm bảo mạch không bị xô dịch bên trong giấy thuốc. Sau đó hãy dùng bàn ủi, chỉnh nhiệt độ cao nhất, vào ủi ở mặt nhám của giấy thuốc (không ủi mặt nhựa của board).

Hãy ủ từ 5 đến 10 phút, tùy vào kích thước board. Hãy ủ kỹ các góc cạnh, vì phần đó nằm phía rìa nên lượng nhiệt thường tới ít hơn. Sau khi ủ xong, hãy để nguội từ từ, **không ngâm nước**.

Sau khi để nguội một thời gian, hãy bóc từ từ lớp giấy thuốc ra, không bóc nhanh, có thể làm tróc mực.

Với những chỗ có màu đen, không phải màu xám (do không có giấy bám vào), hãy đồ lại bằng bút lông dầu.



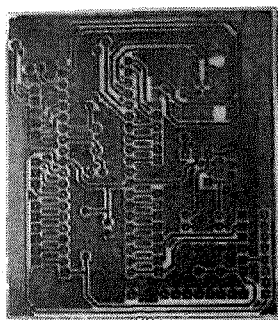
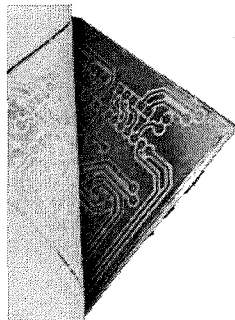
#### 2.2.4. Ngâm mạch

Hãy đổ nguyên gói  $\text{FeCl}_3$  vào hộp nhựa, rồi sau đó hãy đổ nước khoảng 50ml (không cho nước vào trước vì  $\text{FeCl}_3$  khan háo nước rất mạnh, sẽ làm nước bắn vào mắt). Khi đó, dung dịch còn rất nóng, có thể làm nước sôi, nên hãy cẩn thận.

Khuấy đều dung dịch bằng đũa, ngay sau đó hãy cho board đồng đã được ủ và lột giấy vào dung dịch khi còn nóng (dung dịch nguội cũng được nhưng dung dịch nóng sẽ ăn đồng nhanh hơn).

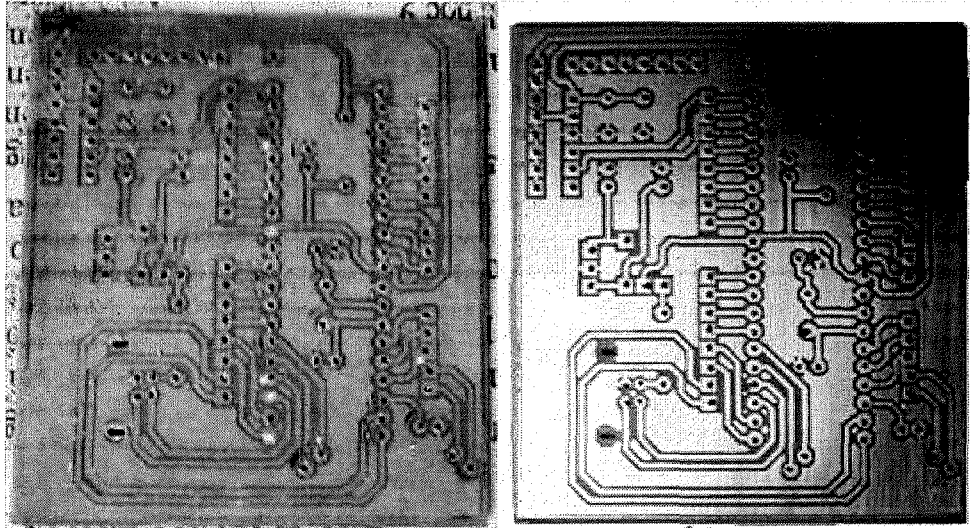
Khi đó,  $\text{FeCl}_3$  sẽ tác dụng với Cu trên board tạo  $\text{CuCl}_2$  và  $\text{FeCl}_2$  hòa tan vào dung dịch, tuy nhiên nó lại không tác dụng được với phần đồng được lớp mực bảo vệ.

Hãy khuấy đều và kiểm tra board thường xuyên (khoảng 2 - 3 phút một lần). Nếu board đồng đã được ăn hết đồng (trên board ngoài những vùng mực bảo vệ thì chỉ còn lại màu nhựa, màu đồng đã biến mất hoàn toàn (kể cả màu xanh lá của muối). Khi đó cần vớt mạch ra ngay (bằng đũa hay dụng cụ gấp bằng nhựa hay gỗ, không dùng tay vì  $\text{FeCl}_3$  sẽ ăn tay), nếu không vớt mạch kịp thời,  $\text{FeCl}_3$  sẽ ăn tới phần đồng được mực bảo vệ, có thể làm đường mạch loang lỗ, hay thậm chí đứt mạch. Sau khi vớt mạch, rửa lại với nước (chưa tẩy lớp mực đi).



### 2.2.5. Khoan mạch

Khi mạch đang còn ướt khi vừa mới rửa với nước, hãy tranh thủ khoan mạch. Hãy dùng khoan máy nhỏ chuyên dùng khoan mạch in, lắp mũi khoan và cắm điện. Kê mạch lên 1 cuốn sách để dễ khoan.



Với lỗ 30 mil (30 th, 1 mil = 1 th = 1/1000 inch), hãy chọn mũi khoan 0.8 hay 0.7mm. Với lỗ 40mil, hãy chọn mũi 1mm.

Cầm khoan thẳng đứng, mắt hãy chú ý xem khoan có thẳng hay chưa (khoan không thẳng, linh kiện khó cắm vào được). Để mũi khoan vào lỗ chính xác. Vì ở giữa lỗ, có một phần đồng bị ăn nên tạo ra một chỗ lõm xuống giúp chúng ta dễ khoan hơn.

Sau đó hãy bấm nút để khoan, khi khoan hết mặt bên kia thì dừng lại rồi rút khoan ra. Tiếp tục khoan cho đến hết các lỗ có cùng kích thước.

Khi đã khoan hết lỗ cùng kích thước, rút điện và thay mũi khoan có kích thước khác. Sau đó cắm điện và tiếp tục khoan cho đến hết.

Sau khi khoan hết, hãy dùng miếng chùi nồi bằng inox để tẩy hết mực in. Sau đó dùng mặt nhám màu xanh của miếng mút rửa chén đánh mịn board lại lần nữa cho đẹp. Nhớ đánh cả 2 mặt vì mặt nhựa còn có thể có các phần nhựa thừa ra khi khoan.

### 2.3. Hoàn thiện mạch in

#### ❖ Phủ nhựa thông

Sau khi tẩy hết lớp mực, hãy dùng giấy chùi cho board khô. Sau đó hãy bắt đầu hàn mạch. Các linh kiện cần được hàn theo thứ tự từ thấp đến cao. Sau khi đã hàn xong, hãy dùng cọ vẽ hay bông khoáng tại để chấm nhựa thông lỏng. Sau đó hãy quét lên board một lớp mỏng. Không được chừa chỗ nào, tuy nhiên chỉ quét một lớp mỏng thôi.

Nếu không quét kỹ, phần không được nhựa thông bao bọc sẽ nhanh chóng bị oxi hóa thành màu đen và dẫn điện không tốt.

Nếu quét quá nhiều, nhựa thông lỏng có thể chảy qua bên kia và len lỏi vào linh

kiện, làm cho các linh kiện cơ học như công tắc sẽ bị dính các cơ cấu bên trong, không còn làm việc được nữa.

Sau khi quét hãy để nhựa thông khô (khi đã khô, nhựa thông không còn dính nữa, khoảng vài tềng nhựa thông mới khô hoàn toàn). Có thể dùng máy sấy để rút ngắn thời gian.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**



- [1] Sổ tay linh kiện điện tử cho người thiết kế mạch (R. H. WARRING - người dịch KS. Đoàn Thanh Huệ - nhà xuất bản Thống kê)
- [2] Giáo trình linh kiện điện tử và ứng dụng (TS Nguyễn Việt Nguyên - Nhà xuất bản Giáo dục)
- [3] Kỹ thuật mạch điện tử (Phạm Xuân Khánh, Bô Quốc Bảo, Nguyễn Việt Tuyền, Nguyễn Thị Phước Vân - Nhà xuất bản Giáo dục)
- [4] Kỹ thuật điện tử - Đỗ Xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2005 (Đỗ Xuân Thụ - NXB Giáo dục)
- [5] Sổ tay tra cứu các tranzito Nhật Bản (Nguyễn Kim Giao, Lê Xuân Thế)

