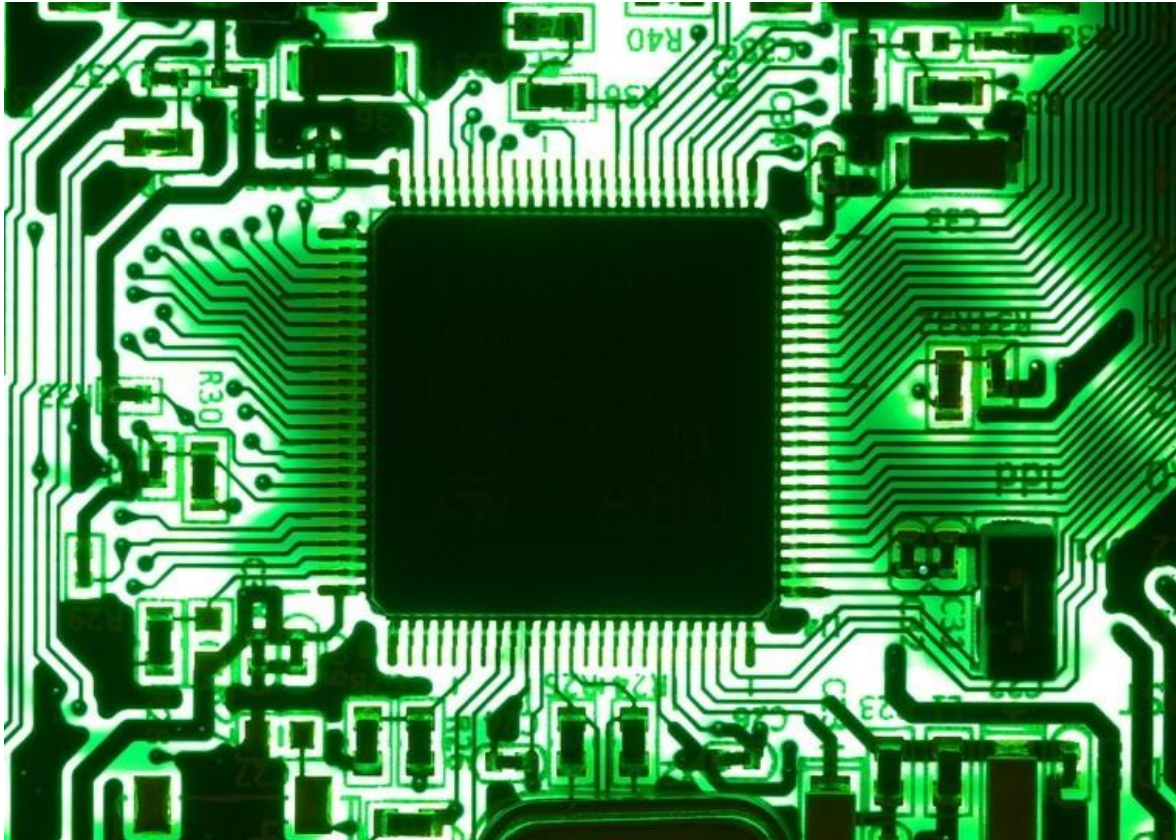


Định tuyến

The Routing

Làm việc hài hòa với vị trí thành phần, định tuyến là yếu tố quan trọng khác trong sự thành công của thiết kế PCB của bạn. Altium Designer bao gồm một số tính năng định tuyến tương tác trực quan để giúp bạn định tuyến hiệu quả và chính xác bảng của mình, từ bảng hai mặt đơn giản đến bảng nhiều lớp mật độ cao, tốc độ cao. Nó cũng bao gồm một bộ định tuyến cặp vi sai và điều chỉnh độ dài tương tác của cả tuyến đơn và tuyến vi sai. Nếu thiết kế của bạn có số lượng thực cao, bạn có thể muốn khám phá máy tính tự động tô pô, tạo ra kết quả giống như của một nhà thiết kế bảng.

Trước khi bạn bắt đầu định tuyến, điều quan trọng là bo mạch đã sẵn sàng. Sử dụng bài viết này như một danh sách kiểm tra để giúp bạn xác định xem bảng của bạn đã sẵn sàng chưa, sau đó tham khảo các bài viết cấp thấp hơn để tìm hiểu thêm về các cách tiếp cận khác nhau để định tuyến.



Nó đã sẵn sàng để định tuyến chưa?

Có một câu nói rằng thiết kế PCB là 90% vị trí và 10% định tuyến. Mặc dù bạn có thể tranh luận về tỷ lệ phần trăm của mỗi loại, nhưng thường được chấp nhận rằng vị trí thành phần tốt là khía cạnh quan trọng nhất để thiết kế bo mạch tốt. Hãy nhớ rằng bạn cũng có thể cần điều chỉnh vị trí khi định tuyến, có thể chạy thử nghiệm tự động định tuyến trên một khu vực dày đặc trước để xem liệu nó có thể định tuyến hay không. Nếu máy tính tự động có thể hoàn thành hơn 80% lưới, thì bạn sẽ có thể định tuyến nó một cách tương tác với số lớp đó.

Nếu thiết kế bao gồm các lưới tốc độ cao, thì việc bố trí các bộ phận càng trở nên quan trọng hơn. Bây giờ bạn phải xem xét việc tách các mạng ồn ào, chẳng hạn như đồng hồ, khỏi các lưới yên tĩnh, chẳng hạn như đường dữ liệu. Bạn cũng phải xem xét việc phân bổ nguồn điện trên bo mạch - được gọi là Mạng phân phối điện (PDN) - và lập kế hoạch nơi các đường trở lại quan trọng đó cho tín hiệu tốc độ cao sẽ chảy. Là một phần của quá trình này, việc bố trí các tụ điện phân tách và rẽ nhánh là rất quan trọng. Đối với việc định tuyến vào và ra khỏi các thành phần, các nhà sản xuất thường bao gồm các hướng dẫn bố trí trong biểu dữ liệu thiết bị - hãy làm theo các hướng dẫn này khi chúng có sẵn.

Ưu tiên định tuyến

Bạn hỏi bắt đầu từ đâu? Máy tính tự động thường định tuyến từng kết nối một, trong khi con người có thể xem xét tác động của nhiều kết nối đồng thời. Để máy tính tự động có hy vọng, nó phải thực hiện tốt công việc sắp xếp các kết nối để định tuyến. Nó sẽ sử dụng các yếu tố như độ dài kết nối, mật độ kết nối, chỉ định hướng cho các lớp định tuyến, sự liên kết của hướng kết nối với các hướng định tuyến, v.v. Và nếu nó là tốt, nó sẽ xem xét đơn đặt hàng liên tục khi nó hoạt động. Một con người cũng sẽ xem xét các yếu tố này, nhưng cũng sẽ sử dụng các kỹ năng bậc cao hơn, chẳng hạn như *bộ 16 tuyến đường này sẽ đi qua giữa hai thành phần đó, nếu các mạng nhiễu này được định tuyến trên một cặp lớp riêng biệt từ các lưới nhạy cảm này*, và Sớm.

Tuyến đường đầu tiên hoặc quạt ra khỏi lưới điện. Sau lưới nguồn, hãy xem xét các tín hiệu quan trọng, chẳng hạn như bộ dao động, cặp vi sai, giao diện tốc độ cao, sau đó là lưới yên tĩnh.

Tìm mạng trên bảng

Một bảng không được định tuyến có thể có vẻ đáng sợ - một loạt các đường kết nối đan chéo nhau trên khắp bảng. Một cách tiếp cận tốt để định tuyến là làm việc từ giản đồ, nơi bạn có thể dễ dàng xác định vị trí các thành phần quan trọng và lưới quan trọng. Bạn có thể chọn chéo và thăm dò chéo trực tiếp từ các thành phần và lưới sơ đồ, làm nổi bật mục tương đương trên PCB. Để tìm hiểu thêm, hãy tham khảo bài viết [Làm việc giữa lược đồ và bảng](#).

Bạn cũng có thể kiểm soát việc hiển thị các đường kết nối bằng cách che hoặc ẩn các lưới mà bạn không quan tâm. Đặt màu của các đường kết nối quan trọng cũng sẽ giúp bạn quản lý quá trình định tuyến. Các phần sau đây thảo luận về cách kiểm soát hiển thị và màu sắc của lưới.

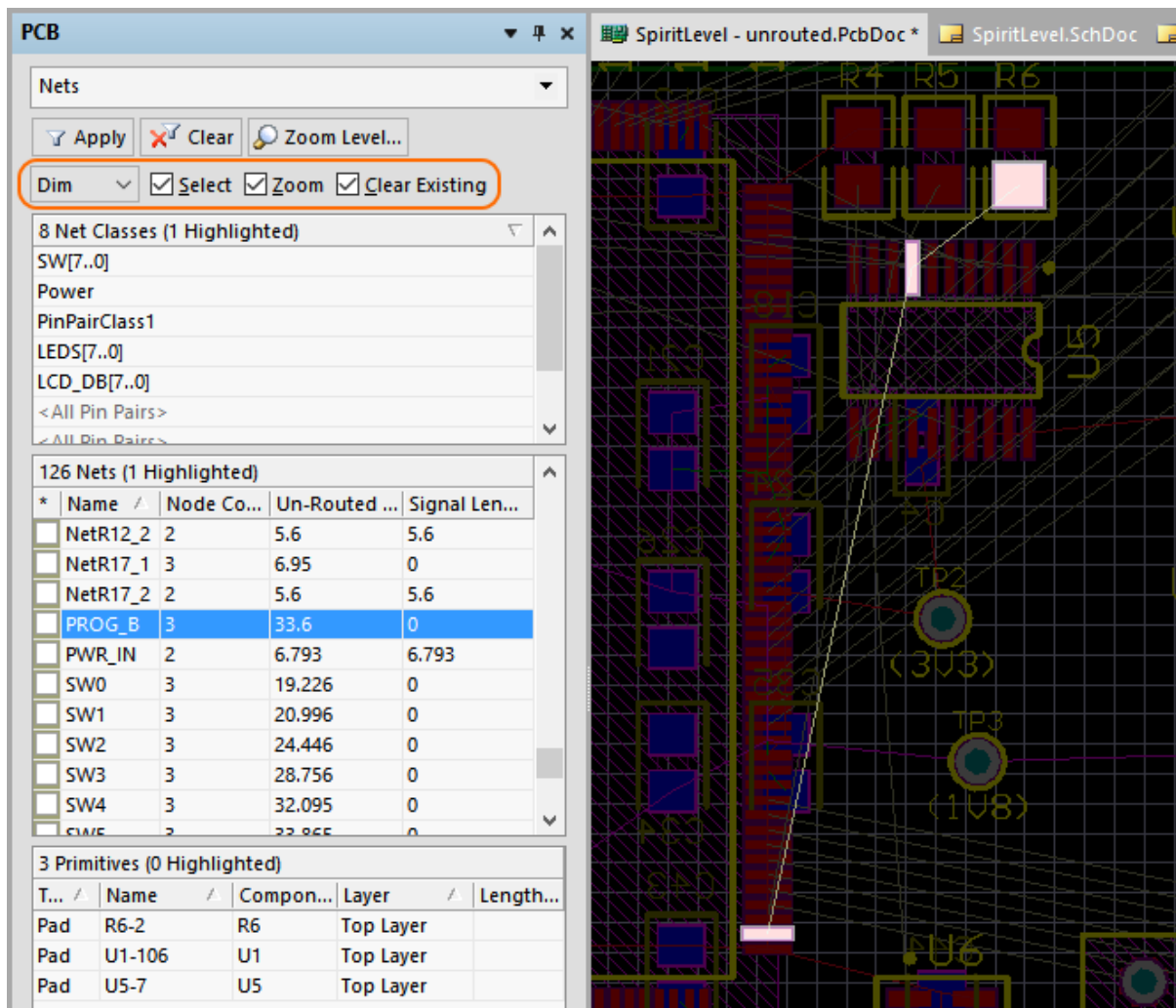
Sử dụng bảng PCB để xác định mạng

Một tính năng đáng giá là khả năng che hoặc làm mờ các đối tượng trong không gian làm việc của PCB Editor. Tính năng lọc này sẽ làm mờ mọi thứ, ngoại trừ (các) đối tượng đi qua bộ lọc. Hình ảnh dưới đây cho thấy một mạng lưới duy nhất đã được chọn, với hệ thống lọc được đặt thành Làm mờ tất cả các đối tượng không vượt qua bộ lọc.

Để khám phá điều này, hãy đặt chế độ của [bảng PCB thành Nets](#), điều này sẽ hiển thị danh sách các lưới trên bảng. Sử dụng menu thả xuống để đặt chế độ bộ lọc

thành **Dim** hoặc **Mask** , sau đó bật tùy chọn **Chọn** và **Thu phóng** , như thể hiện trong hình dưới đây.

Khi bạn nhấp vào tên mạng trong bảng điều khiển, màn hình không gian làm việc sẽ thay đổi, thu phóng để hiển thị các nút trong mạng và làm mờ mọi thứ ngoại trừ các miếng đệm và đường kết nối trong mạng - kéo mạng đó ra khỏi phần còn lại của bảng một cách hiệu quả . Lưu ý rằng ngay cả khi bạn nhấp vào không gian làm việc, bộ lọc vẫn còn, mạng được chọn vẫn hiển thị rõ ràng, giúp bạn dễ dàng kiểm tra hoặc định tuyến.



Sử dụng tính năng bộ lọc để giúp tìm net hoặc lớp net dễ dàng hơn.

Nhấp vào nút **Xóa** ở dưới cùng bên phải của không gian làm việc để xóa bộ lọc và khôi phục toàn bộ không gian làm việc về độ sáng bình thường.

Lưu ý rằng cũng như một mạng riêng lẻ, bạn có thể lọc ra một lớp lưới (nếu có bất kỳ lớp nào được xác định) và cũng làm điều đó cho nhiều lưới (bằng cách giữ **phím CTRL** khi bạn nhấp vào bảng điều khiển **PCB** để chọn tên mạng).

Ở trên cùng của bảng điều khiển **PCB** có một menu thả xuống, có thể được sử dụng để chọn **Bình thường** ,

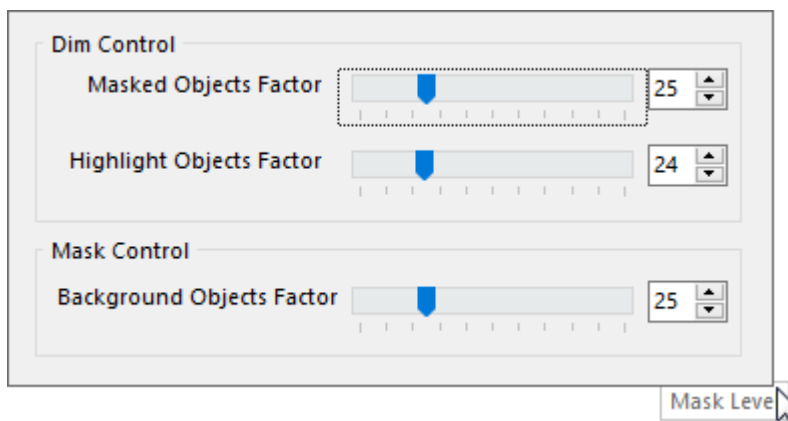
Làm mờ hoặc **Mặt nạ** .

Dim và **Mask** là các chế độ lọc hiển thị, trong đó mọi thứ khác với (các) đối tượng quan tâm đều bị mờ, chỉ để lại (các) đối tượng đã chọn ở cường độ hiển thị bình thường. Chế độ **Dim**

áp dụng bộ lọc nhưng vẫn cho phép chỉnh sửa tất cả các đối tượng trong không gian làm việc (các đối tượng bị mờ vẫn giữ nguyên màu của chúng), chế độ **Mặt nạ** lọc ra tất cả các đối tượng khác trong không gian làm việc, chỉ cho phép (các) đối tượng chưa được lọc (các đối tượng bị che được hiển thị trong vảy xám).

Số lượng màn hình bị mờ được kiểm soát bởi các điều khiển thanh trượt **Dim** và **Mask** , nhấp vào nút **Mask Level** ở phía dưới bên phải để hiển thị các thanh trượt. Thử nghiệm những điều này khi bạn áp dụng chế độ **Mặt nạ** hoặc chế độ **Làm mờ** .

Để xóa bộ lọc, bạn có thể nhấp vào nút **Xóa** (bên cạnh nút **Cấp mặt nạ**) hoặc nhấn phím tắt **Shift + C** . Tính năng lọc này rất hiệu quả trong không gian làm việc bận rộn và cũng có thể được sử dụng trong bảng **PCB** và *bảng Bộ lọc PCB* .

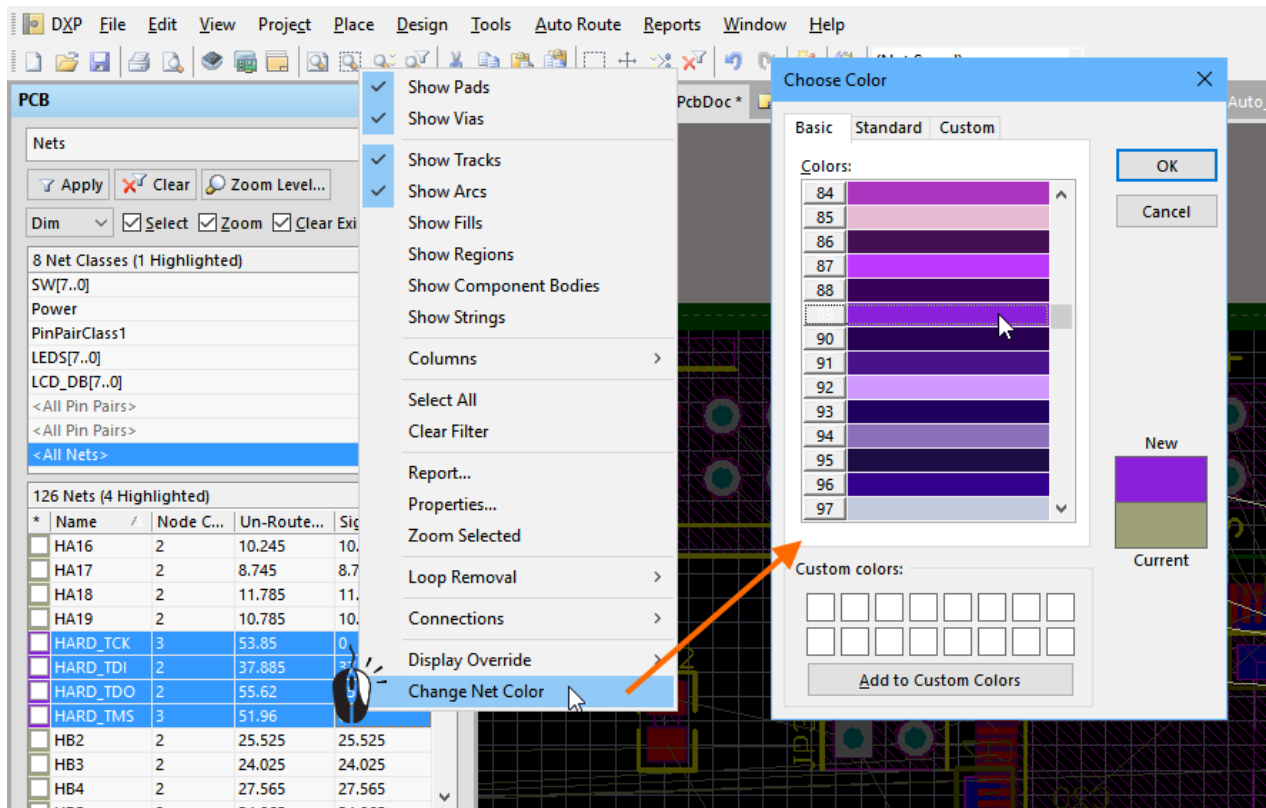


Thay đổi màu đường kết nối

Khi thiết kế được chuyển từ giản đồ vào không gian làm việc PCB, các cài đặt màu và lớp mặc định được áp dụng. Là một phần của quá trình này, tất cả các đường kết nối được chỉ **định Màu mặc định cho Nets Mới** , như được xác định bởi tùy chọn màu đó trong tab **Lớp và Màu** của hộp thoại *Cấu hình Dạng xem* (**Thiết kế »Lớp & Màu của Bảng** [phím tắt **L**]) . Các cấu hình xem có sẵn để sử dụng trong cả không gian làm việc 2D và 3D, đồng thời có thể được lưu và sử dụng lại.

Một cách dễ dàng để làm cho các lưới quan trọng nổi bật trong quá trình định tuyến là thay đổi màu của các đường kết nối của chúng. Để thực hiện việc này, hãy nhấp

đúp vào tên mạng trong bảng *PCB* để mở hộp thoại *Chỉnh sửa Mạng* , nơi bạn có thể chỉnh sửa màu đường kết nối (đặt bảng thành chế độ **Nets**). Ngoài ra, để thay đổi màu của một hoặc nhiều lưới, trước tiên hãy chọn các lưới cần thiết trong bảng *PCB* , sau đó nhấp chuột phải vào một lưới đã chọn và chọn lệnh **Change Color** .



Trong bảng *PCB*, nhấp chuột phải vào các lưới đã chọn để thay đổi màu của đường kết nối của chúng.

Hiển thị các đường kết nối bằng cách sử dụng màu của lớp

Cũng như cài đặt màu đường kết nối cho các lưới riêng lẻ, bạn cũng có thể hiển thị các đường kết nối bằng cách sử dụng màu của lớp bắt đầu và lớp kết thúc mà đường kết nối đi qua. Các đường kết nối này được hiển thị dưới dạng đường đứt nét, sử dụng màu của cả lớp bắt đầu và lớp kết thúc.

Tính năng này lý tưởng khi bạn định tuyến một bảng nhiều lớp, vì nó bạn có thể dễ dàng cho lớp mục tiêu biết rằng kết nối đang được định tuyến phải đến được. Lưu ý rằng việc ghi đè màu gạch ngang này chỉ được áp dụng cho các lưới đi từ lớp này sang lớp khác, nếu kết nối bắt đầu và kết thúc trên cùng một lớp thì nó vẫn giữ nguyên màu đã xác định của nó.

Để sử dụng tính năng từng **lớp màu** , hãy bật tùy chọn **Sử dụng Màu sắc Lớp** cho **Bản vẽ Kết nối** trong **tab Tùy chọn Dạng xem** của hộp thoại **Cấu hình Dạng xem**, như được hiển thị bên dưới.

Board Layers And Colors Show / Hide **View Options** Transparency

Display Options

☐ Convert Special Strings

Single Layer Mode

Not In Single Layer Mode

Other Options

Net Names on Tracks Display: Single and Centered

Plane Drawing: Solid Net Colored

Show

☐ Test Points

☒ Status Info

☒ Origin Marker

☐ Component Reference Point

☒ Show Pad Nets

☒ Show Pad Numbers

☒ Show Via Nets

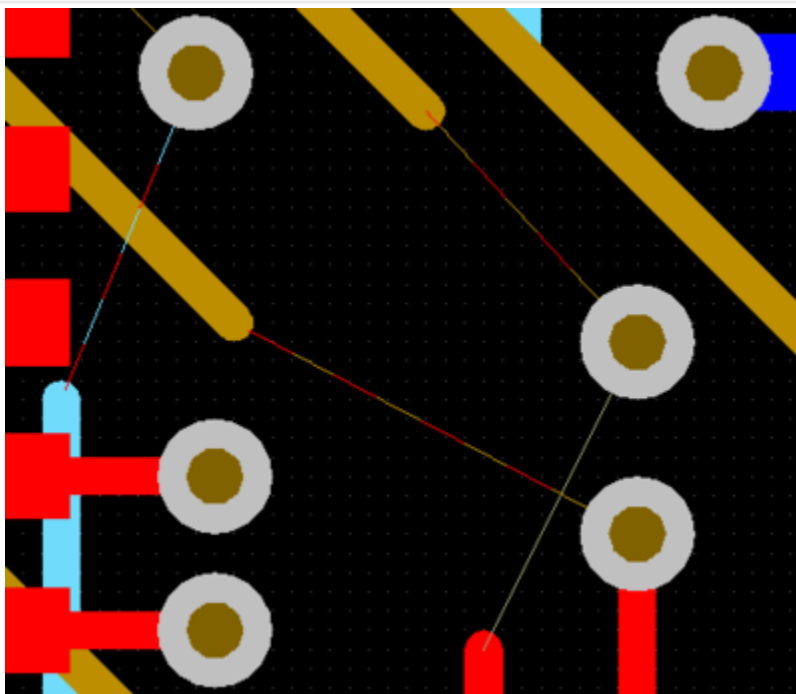
☒ Show All Connections In Single Layer Mode

☒ Use Layer Colors For Connection Drawing

Solder Masks

☐ Show Top Positive Opacity: [Slider]

☐ Show Bottom Positive Opacity: [Slider]



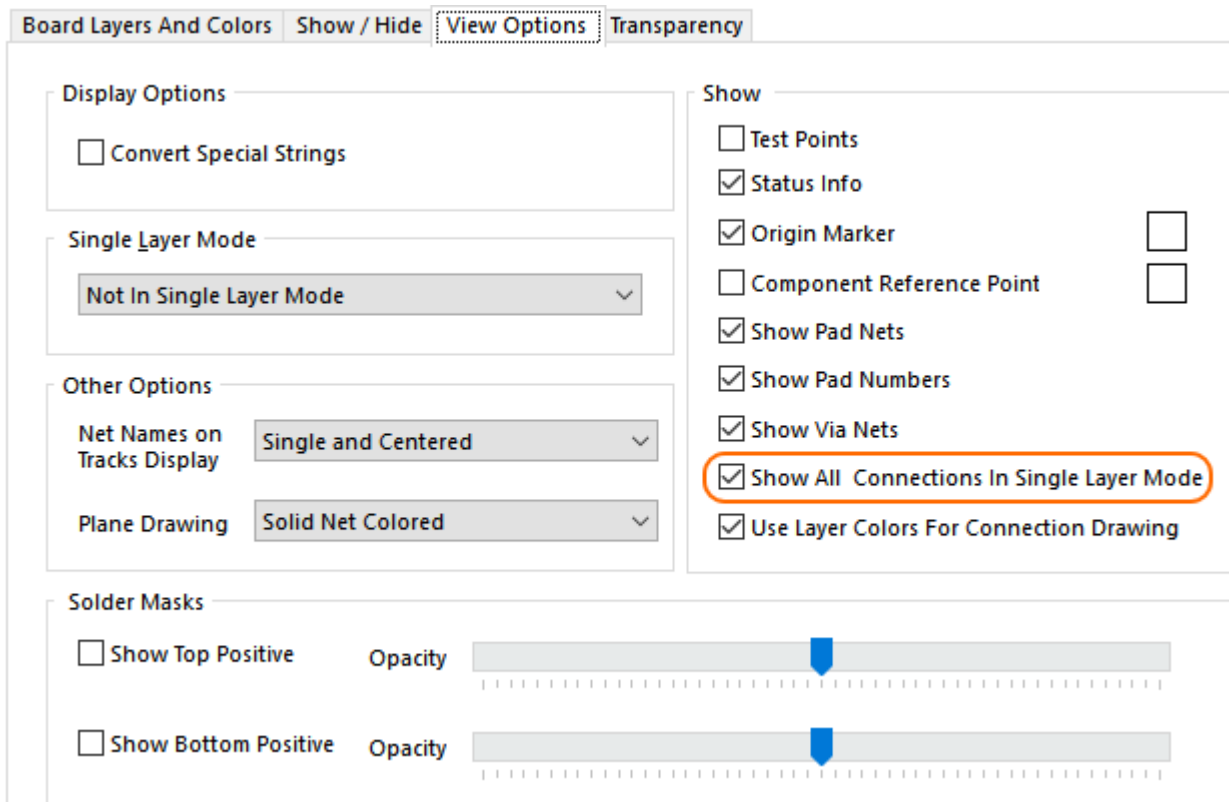
Các đường kết nối có thể được hiển thị bằng màu lớp bắt đầu và kết thúc của

chúng. Trong hình bên phải, một số lưới đã bị loại bỏ các đoạn định tuyến để hiển thị cách các đường kết nối hiển thị.

Hiển thị các đường kết nối ở chế độ một lớp

Một bảng nhiều lớp dày đặc về mặt trực quan, gây khó khăn cho việc giải thích những gì đang xảy ra. Để trợ giúp việc này, bạn có thể dễ dàng chuyển hiển thị lớp từ các lớp đã bật sang chế độ Lớp đơn bằng cách nhấn phím tắt **Shift + S**.

Thông thường, khi bạn làm điều này, tất cả các đường kết nối không bắt đầu hoặc kết thúc trên lớp hiện tại cũng bị ẩn, vì người ta cho rằng chúng không liên quan. Để luôn hiển thị các đường kết nối, hãy bật tùy chọn **Hiển thị Tất cả Kết nối ở Chế độ Lớp Đơn** trong tab **Tùy chọn Chế độ xem** của hộp thoại *Cấu hình Chế độ xem*, như được hiển thị bên dưới.



Kiểm soát việc hiển thị các đường kết nối trong chế độ Lớp đơn.

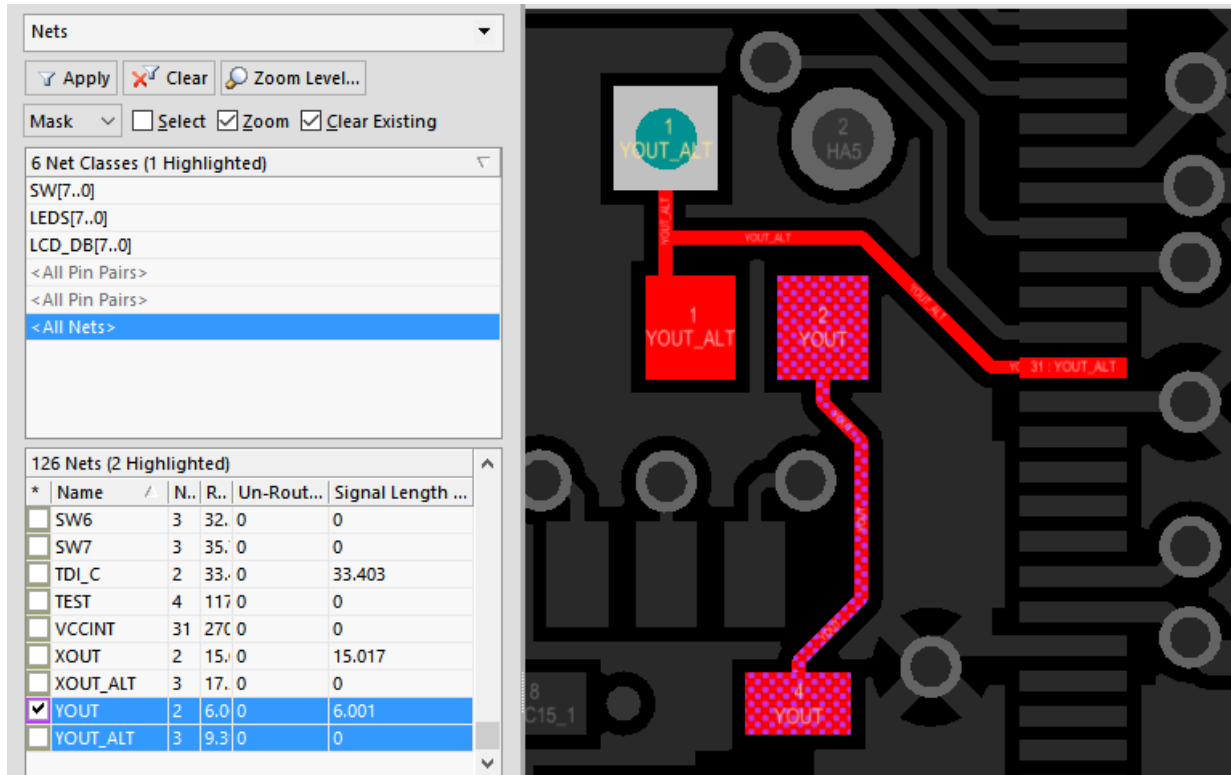
Ẩn / Hiển thị đường kết nối

Đề thay thế cho lưới lọc qua bảng *PCB*, bạn hoàn toàn có thể ẩn một, nhiều hoặc tất cả các đường kết nối. Có một số lệnh để điều khiển việc hiển thị các đường kết nối

trong menu con **Xem »Kết nối** . Bạn cũng có thể truy cập các lệnh này khi đang làm việc bằng cách nhấn phím tắt **N**.

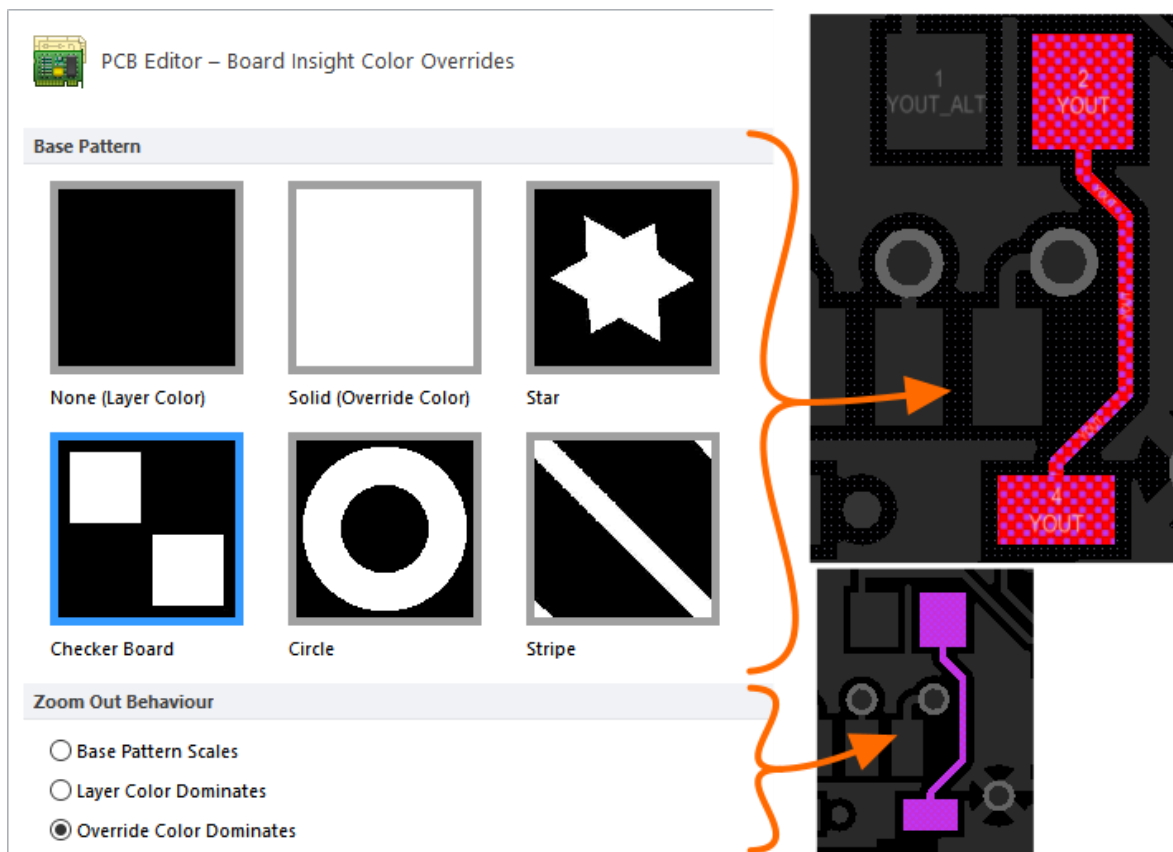
Sử dụng màu lưới trên lưới định tuyến

Bạn biết cách thay đổi màu lưới và cách cấu hình các tùy chọn để sử dụng màu lưới cho các đường kết nối. Bạn cũng có thể sử dụng màu thực cho lưới được định tuyến bằng cách bật tính năng **Màu ghi đè mạng**.



Bảng được đặt thành **Mặt nạ** không có lựa chọn và 2 lưới đã được chọn. YOUT đã bật tính năng ghi đè màu, dẫn đến việc định tuyến được hiển thị dưới dạng bàn cờ.

Tính năng này được kích hoạt bằng hộp kiểm bên cạnh mỗi tên mạng trong bảng PCB. Khi nó được bật, màu thực sẽ ghi đè lên màu của lớp, phù hợp với cài đặt **Ghi đè màu** được định cấu hình trong trang **PCB Editor - Board Insight Color Overrides** của hộp thoại *Preferences* .



Sử dụng tính năng Ghi đè màu để ghi đè các lưới được định tuyến nổi bật.

Khi phóng to, bất kỳ mạng nào có hộp kiểm Màu ghi đè được bật sẽ hiển thị trong **Mẫu cơ sở** đã chọn, trong hình ảnh ví dụ ở trên, đó là sự kết hợp bàn cờ của màu lớp và màu lưới. Các **hành vi Zoom Out** trong hình trên là dành cho ghi đè (net) màu sắc để chiếm ưu thế.

Sử dụng menu chuột phải để bật hoặc tắt tính năng Ghi đè màu cho nhiều lưới.

Các quy tắc thiết kế có được xác định không?

Trước khi bắt đầu định tuyến, bạn cần định cấu hình các quy tắc thiết kế định tuyến áp dụng. Chọn **Thiết kế »Quy tắc** từ menu để hiển thị hộp thoại *Trình chỉnh sửa Quy tắc và Ràng buộc PCB*. Cây bên trái của hộp thoại hiển thị 10 loại quy tắc (Điện, cho đến Tính toán vận tín hiệu). Trong mỗi danh mục có một số loại quy tắc, ví dụ: có tám loại quy tắc định tuyến khác nhau mà bạn có thể xác định.

Chọn một loại quy tắc sẽ hiển thị tất cả các quy tắc của loại đó hiện được xác định. Hình ảnh dưới đây cho thấy bốn quy tắc độ rộng định tuyến được xác định cho một bảng. Lưu ý mức độ ưu tiên của quy tắc, điều này xác định mức độ ưu tiên mà các quy tắc được áp dụng, với 1 là mức cao nhất. Công cụ quy tắc tìm kiếm quy tắc

áp dụng cao nhất khi một đối tượng đang được kiểm tra xem có tuân thủ quy tắc hay không.

Name	Priority /	Ena...	Type	Category	Scope	Attributes
Net_GND	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Width	Routing	InNet('GND')	Pref Width = 0.3mm Min Width = 0.1mm Max Width = 3mm
Rocket IO Width	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Width	Routing	InNetClass('ROCKET_IO_LINES')	Pref Width = 0.3mm Min Width = 0.2mm Max Width = 0.6mm
Width	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Width	Routing	All	Pref Width = 0.2mm Min Width = 0.125mm Max Width = 5mm

Ba quy tắc độ rộng định tuyến đã được xác định cho bảng này.

Nhập vào tên quy tắc riêng lẻ trong cây ở bên trái hộp thoại để hiển thị cài đặt cho quy tắc đó. Có hai phần riêng biệt đối với mọi quy tắc thiết kế, ràng buộc - *yêu cầu của tôi là gì ?*, và phạm vi - *tôi muốn quy tắc này nhắm mục tiêu điều gì?* Sử dụng quy tắc thiết kế chiều rộng định tuyến làm ví dụ, chúng ta hãy xem xét điều này chi tiết hơn.

Nhấp chuột phải vào một loại quy tắc, ví dụ: Chiều rộng, để thêm quy tắc mới của loại đó

Ràng buộc quy tắc

Ràng buộc quy tắc chỉ định cài đặt hoặc giới hạn bạn muốn áp dụng cho các đối tượng được nhắm mục tiêu bởi quy tắc này.

Đối với quy tắc Chiều rộng, các ràng buộc xác định chiều rộng tối thiểu, ưu tiên và tối đa của các đoạn đường dẫn tạo nên định tuyến. Lưu ý rằng cài đặt tối thiểu / ưu tiên / tối đa cũng có thể được xác định cho từng lớp của bo mạch, một tính năng quan trọng để định tuyến trở kháng có kiểm soát. Một tính năng hữu ích là khả năng thay đổi độ rộng định tuyến khi bạn định tuyến, giữa cài đặt tối thiểu và tối đa, hãy đọc về điều này trong phần **Thay đổi độ rộng tuyến đường trong khi định tuyến tương tác** của bài viết [Định tuyến tương tác](#) .

Các ràng buộc quy tắc xác định các yêu cầu của quy tắc này. Quy tắc này chỉ định rằng chiều rộng định tuyến cho các lưới mà quy tắc này nhắm mục tiêu, phải từ 0,1mm đến 3mm.

Altium Designer có một hệ thống định nghĩa quy tắc mạnh mẽ và linh hoạt, giúp bạn có thể chỉ định chính xác các yêu cầu thiết kế, dù chúng có thể phức tạp đến đâu. Thay vì xác định các yêu cầu định tuyến là thuộc tính của các đối tượng, các quy tắc thiết kế được xác định riêng biệt, sau đó nhắm mục tiêu các đối tượng mà chúng áp dụng, thông qua phạm vi của quy tắc dọc theo dòng 'Tôi muốn *quy tắc này áp dụng cho các đối tượng đó*'.

Phạm vi của quy tắc được chỉ định bằng cách nhập truy vấn xác định đối tượng mà quy tắc này sẽ nhắm mục tiêu.

Hệ thống xác định phạm vi quy tắc sử dụng công cụ lọc làm nền tảng cho trình chỉnh sửa PCB, để nhắm mục tiêu các đối tượng mà nó áp dụng. Cuối cùng thì mỗi phạm

vi quy tắc sẽ trở thành một truy vấn, nhưng đối với nhiều phạm vi quy tắc, bạn có thể xác định nó bằng cách chọn các tùy chọn từ danh sách thả xuống. Ví dụ, trong hình trên, truy vấn đang nhắm mục tiêu GNDmạng - điều này thực sự trở thành một truy vấn có dạng InNet('GND'). Khi không có tùy chọn phù hợp trong trình đơn thả xuống, bạn hãy chọn **tùy chọn Truy vấn tùy chỉnh**, sau đó sử dụng Trình tạo **truy vấn** để thực hiện quá trình tạo truy vấn hoặc tự mình viết trực tiếp **truy vấn bằng Trình trợ giúp truy vấn** nếu cần.

Đó là khả năng xác định phạm vi chính xác của từng quy tắc, kết hợp với khả năng chỉ định mức độ ưu tiên của từng quy tắc giúp bạn kiểm soát hoàn toàn các yêu cầu thiết kế PCB.

Quy tắc chiều rộng

Quy tắc định tuyến cơ bản nhất là quy tắc Chiều rộng định tuyến, quy tắc này xác định chiều rộng mà lưới sẽ được định tuyến. Tối thiểu, thiết kế của bạn sẽ có một quy tắc chiều rộng, nhắm mục tiêu tất cả các lưới trên bảng.

Thực tiễn thiết kế không tốt nếu chỉ có một quy tắc chiều rộng cho một bảng, với chiều rộng tối thiểu được đặt thành chiều rộng định tuyến nhỏ nhất mà bạn cần trên bảng và đặt tối đa cho tuyến rộng nhất mà bạn cần. Một cách tiếp cận tốt hơn là có một quy tắc nhắm mục tiêu đến số lượng lưới lớn nhất, với phạm vi **Tất cả**. Sau đó, bạn thêm các quy tắc bổ sung nhắm mục tiêu các mạng hoặc lớp lưới riêng lẻ, chẳng hạn như mạng GND hoặc lớp mạng PowerNets (nếu một lớp như vậy đã được tạo). Đặt các quy tắc này để có mức độ ưu tiên cao hơn, vì vậy bất cứ khi nào bạn bắt đầu định tuyến một trong các mạng này, quy tắc có mức độ ưu tiên cao hơn sẽ ghi đè quy tắc Tất cả lưới, cung cấp cho bạn chiều rộng định tuyến chính xác. Quy tắc Chiều rộng phù hợp cần được xác định trước khi bạn bắt đầu định tuyến.

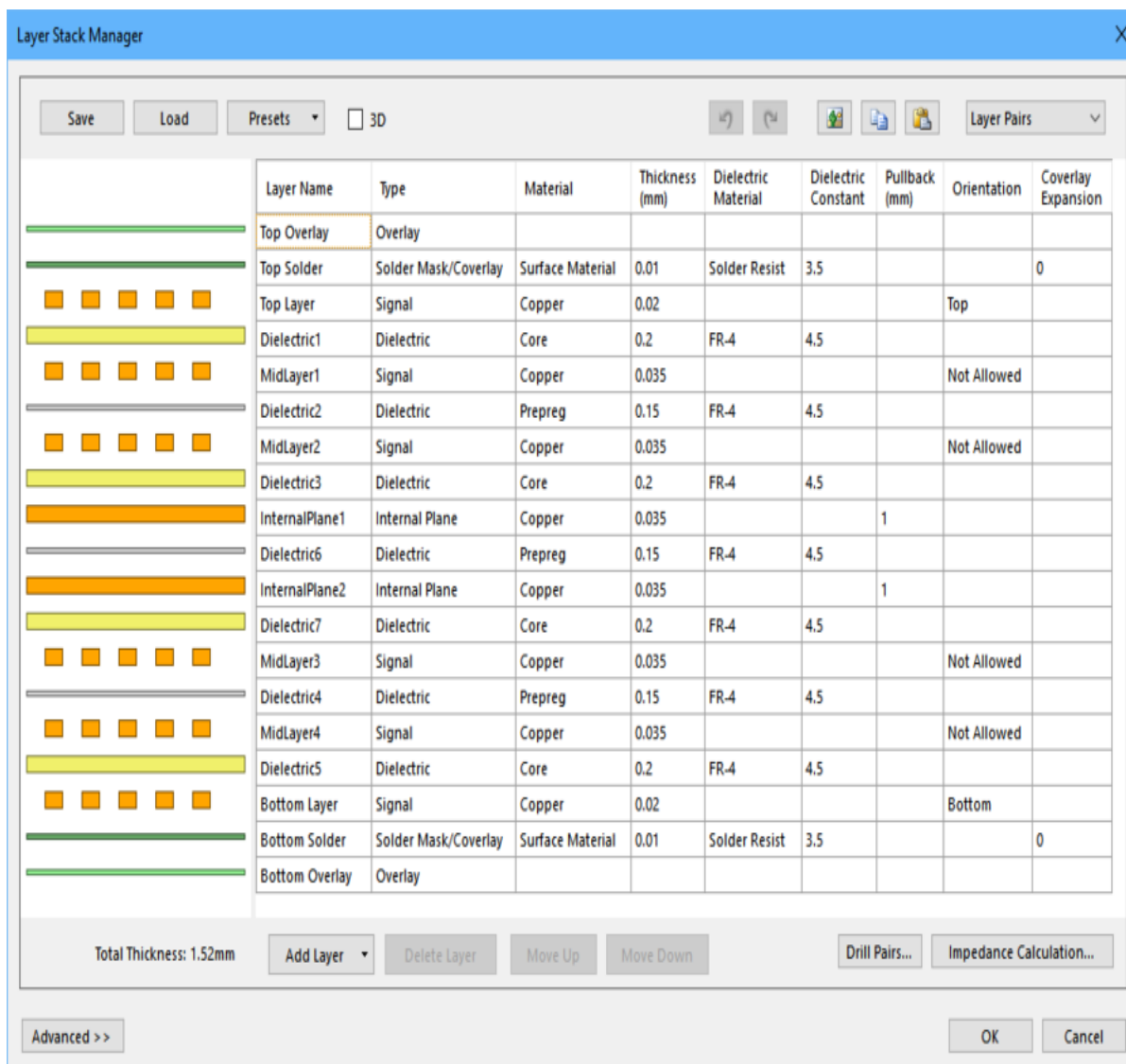
Ràng buộc Giải phóng mặt bằng

Đối tác với quy tắc chiều rộng là ràng buộc giải phóng mặt bằng, xác định mức độ gần mạng mà bạn đang định tuyến được phép đến các đối tượng khác trên bảng. Một lần nữa, bạn có thể xác định nhiều ràng buộc giải phóng mặt bằng, để giữ lưới điện áp cao hơn hoặc lưới cặp vi sai tránh xa định tuyến khác, để giữ cho đa giác đồ một khoảng cách cụ thể so với định tuyến, v.v. Các Ràng buộc Giải phóng mặt bằng Thích hợp cần được xác định trước khi bạn bắt đầu định tuyến.

Tham khảo Tham khảo [Quy tắc Thiết kế PCB](#) để tìm hiểu thêm về các quy tắc thiết kế.

Thiết lập các lớp định tuyến

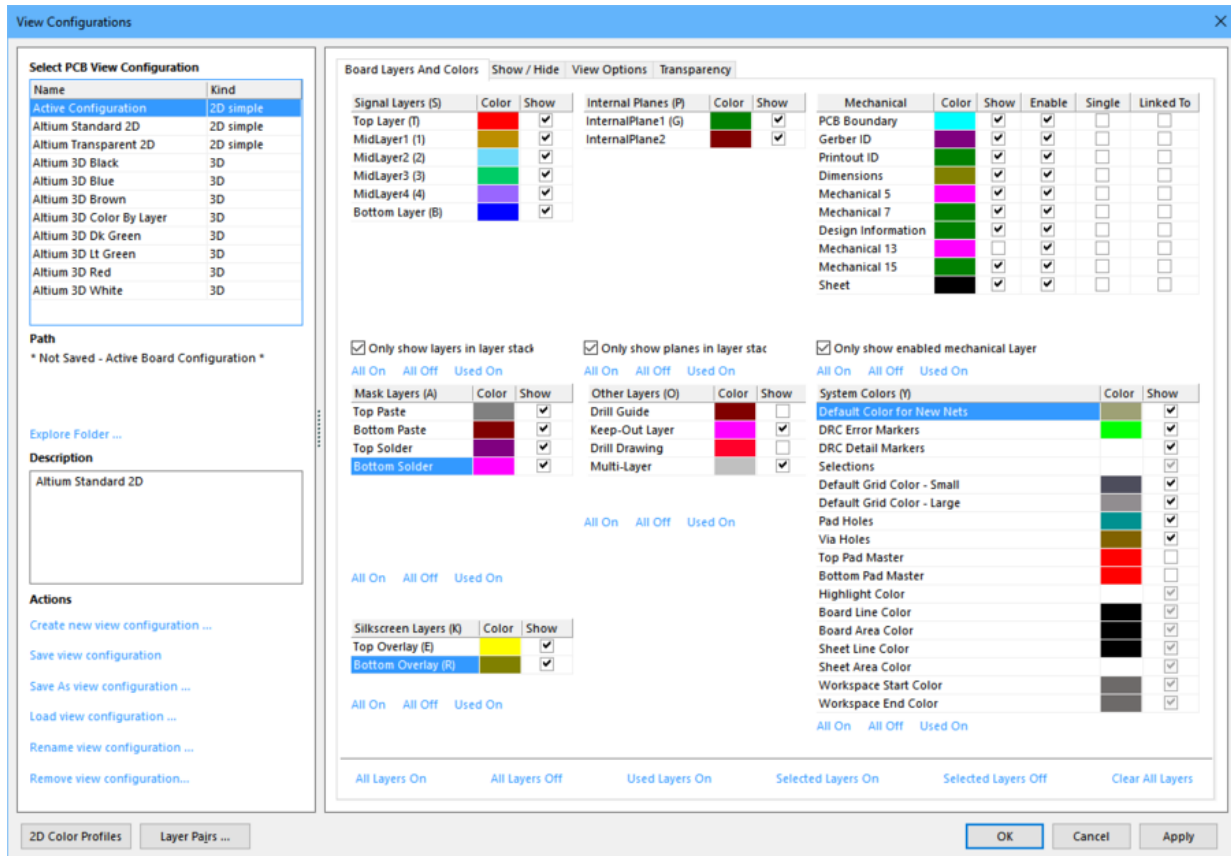
Các lớp định tuyến, còn được gọi là lớp tín hiệu, được thiết lập trong hộp thoại *Trình quản lý ngăn xếp lớp* (**Design »Trình quản lý ngăn xếp lớp**), như được hiển thị bên dưới. Sử dụng các điều khiển hộp thoại để thêm các lớp và đặt vị trí của chúng trong ngăn xếp lớp.



Các lớp điện được thêm vào hộp thoại Trình quản lý ngăn xếp lớp.

Kiểm tra [hộp thoại Layer Stack Manager](#) để tìm hiểu thêm về cách định cấu hình các lớp chế tạo.

Việc hiển thị tất cả các lớp và việc bổ sung các lớp cơ học, được điều khiển trong hộp thoại *Cấu hình Chế độ xem* (phím tắt **L**) \ được hiển thị bên dưới.



Việc hiển thị tất cả các lớp được điều khiển trong hộp thoại Cấu hình Dạng xem.

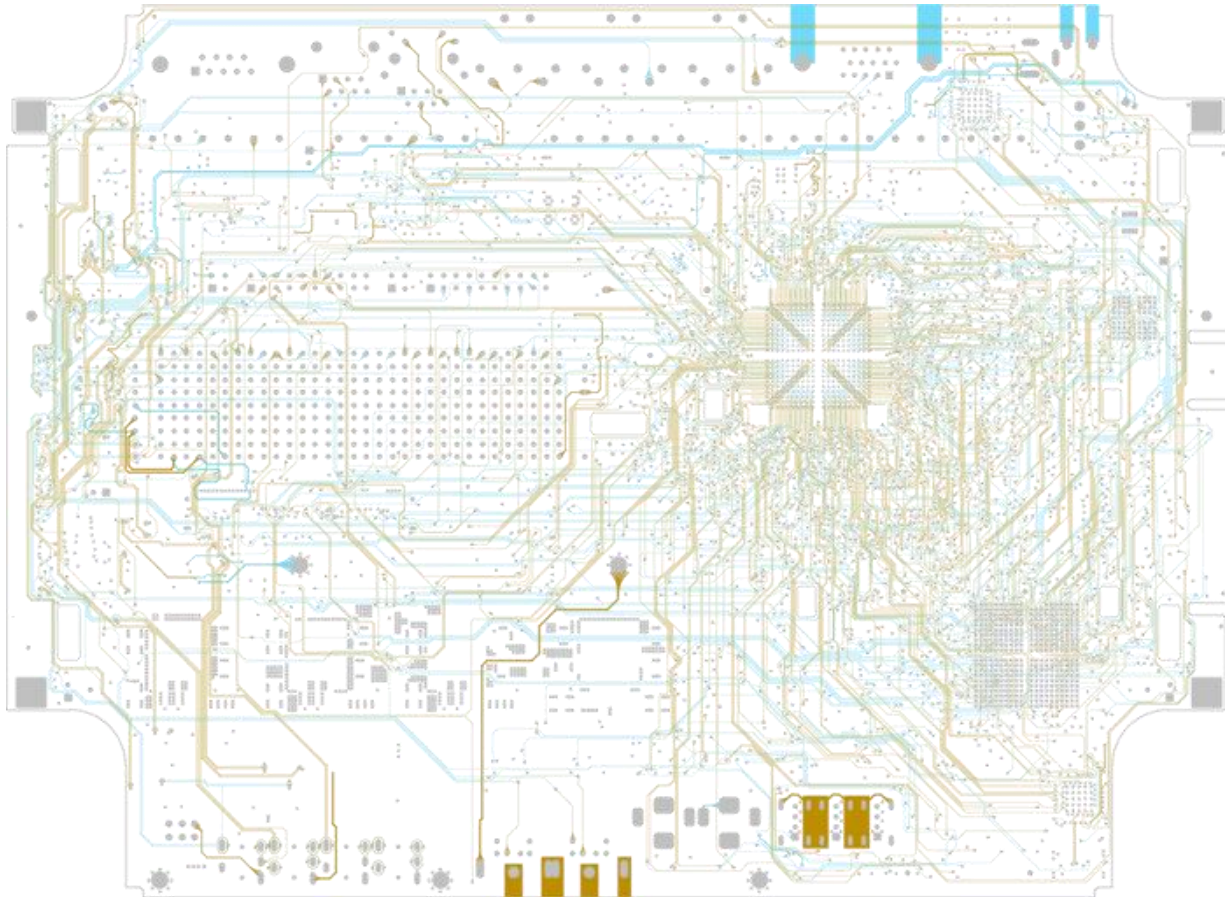
Kiểm tra [hộp thoại Cấu hình dạng xem](#) để tìm hiểu thêm về cách định cấu hình hiển thị các lớp.

Tự động định tuyến theo cấu trúc liên kết

Định tuyến các kết nối trên bảng mạch in là một hoạt động phức tạp và tốn thời gian. Trên các bo mạch lớn hoặc dày đặc, quá trình định tuyến có thể mất thời gian đáng kể của nhà thiết kế - thời gian ngày càng trở nên hiếm hoi khi vòng đời ống dẫn chuyên nghiệp rút ngắn. Bộ định tuyến tự động hỗ trợ một nhà thiết kế trong quá trình định tuyến bằng cách tự động đặt các tuyến đường và vias trên bảng để tạo kết nối. Tự động định tuyến là một quy trình phức tạp và chuyên sâu về số lượng, để thực sự hữu ích, phải kết hợp việc tuân thủ các quy tắc thiết kế liên quan, đạt được mức hoàn thành định tuyến cao hoặc 100% và cung cấp chất lượng định tuyến tốt.

Trong khi nhiều bộ định tuyến tự động thế hệ hiện tại đáp ứng từng yêu cầu này ở một mức độ nào đó, các phương pháp tiếp cận dựa trên lưới, dựa trên hình dạng hoặc hình học mà chúng thực hiện để lập bản đồ không gian định tuyến có những hạn chế nghiêm trọng với các công nghệ đóng gói thành phần dày đặc hơn, không trực giao

và không đều về mặt hình học - công nghệ ngày càng trở nên phổ biến trong thiết kế bảng hiện đại. Các bộ định tuyến tự động thể hệ hiện tại, do những hạn chế về hình học của chúng, cũng có xu hướng tạo ra các kết quả "trông tự động", dẫn đến việc làm lại thủ công nhiều. Thật vậy, nhiều nhà thiết kế né tránh việc sử dụng bộ định tuyến tự động chỉ vì giới hạn này.



2

trong số các lớp bên trong của bảng đã được tự động định tuyến theo cấu trúc liên kết.

Máy tính tự động SitusTM của Altium không bị những hạn chế này. Nó sử dụng kỹ thuật phân tích tô pô để lập bản đồ không gian bảng, không giống như lập bản đồ hình học hoặc dựa trên hình dạng, không phụ thuộc vào hình dạng hoặc tọa độ chương ngại vật. Lập bản đồ tô pô mang lại sự linh hoạt hơn trong việc xác định đường đi và hướng định tuyến không hạn chế.

Tên Situs xuất phát từ *Phân tích Situs*, một nhánh của toán học nghiên cứu các tính chất của các hình hình học hoặc chất rắn thường không bị ảnh hưởng bởi những thay đổi về kích thước hoặc hình dạng, ngày nay thường được gọi là cấu trúc liên kết.

Mở rộng các phần có thể thu gọn bên dưới để tìm hiểu thêm về tính năng tự động định tuyến theo cấu trúc liên kết hoặc tiếp tục đọc để tìm hiểu cách khai thác tối ưu máy tính tự động.

Các vấn đề với các phương pháp tiếp cận truyền thống để tự động định tuyến

Phương pháp tiếp cận tô pô

Tìm đường dẫn đường

Hoàn thành định tuyến

Tự động định tuyến bảng

Bộ định tuyến tô pô Situs mang đến một cách tiếp cận mới cho thách thức tự động định tuyến. Nó sử dụng ánh xạ tô pô nâng cao để xác định đường dẫn định tuyến trước tiên, sau đó sử dụng nhiều thuật toán định tuyến đã được chứng minh để chuyển đổi đường dẫn 'giống con người' này thành một tuyến đường chất lượng cao. Là một phần không thể thiếu của PCB Editor, nó tuân theo các định nghĩa quy tắc định tuyến và điện PCB.

Thiết lập bảng

Mặc dù Situs dễ thiết lập và chạy, nhưng có một số điểm bạn cần lưu ý để tạo ra định tuyến tối ưu.

Vị trí thành phần

Cuối cùng, vị trí thành phần có tác động đáng kể nhất đến hiệu suất định tuyến. Trình chỉnh sửa PCB của Altium Designer bao gồm một số công cụ, chẳng hạn như các đường kết nối được tối ưu hóa động, cho phép bạn tinh chỉnh vị trí các thành phần. Vị trí thành phần tối ưu là khi các đường kết nối càng ngắn và ít 'rối' nhất có thể.

Các phương pháp thiết kế tốt khác bao gồm việc đặt các thành phần sao cho các tấm lót của chúng nằm trên một lưới thông thường (để tối đa hóa lượng không gian trống giữa các tấm lót để định tuyến), đặt các thành phần gắn kết bề mặt có kích thước tương tự đối diện chính xác với nhau trên các tấm ván hai mặt và tư vấn cho các nhà sản xuất thiết bị để biết các nguyên tắc về vị trí tách rời. Đây không phải là danh sách đầy đủ các cân nhắc về vị trí, chỉ đơn giản là một vài gợi ý.

Keepouts

Bộ định tuyến yêu cầu một ranh giới khép kín, được tạo thành từ các đường và vòng cung trên lớp lưu giữ. Thông thường, ranh giới này theo cạnh của bảng. Các vật thể được đặt sẽ tuân theo quy tắc khe hở áp dụng để đảm bảo rằng chúng cách ranh giới này một khoảng cách thích hợp, để đáp ứng mọi yêu cầu về khe hở cơ hoặc điện mà thiết kế có thể có. Bộ định tuyến cũng sẽ tuân theo các định nghĩa lớp lưu giữ trong ranh giới bên ngoài này, cũng như các lớp lưu giữ cụ thể theo lớp.

Bạn có thể tạo một ranh giới khép kín theo cạnh của hình dạng bảng, bằng cách sử dụng hộp thoại *Line / Arc Prim Original from Board Shape* .

Polygon Pours

Đa giác (hoặc đồng) có thể rắn (lấp đầy một hoặc nhiều vùng đồng) hoặc nở (được xây dựng từ đường ray và vòng cung). Một đường đổ đa giác nở vừa đến lớn bao gồm một số lượng lớn các đường ray và vòng tròn. Trong khi bộ định tuyến có thể định tuyến một bảng bao gồm các khối đa giác như vậy, số lượng đối tượng tuyệt đối mà chúng đưa vào làm tăng độ phức tạp của quá trình định tuyến.

Thông thường, bạn chỉ nên đặt các khối đổ đa giác trước khi định tuyến nếu chúng được yêu cầu, ví dụ, chúng đang được sử dụng để xây dựng định tuyến trước có hình dạng bất thường, có thể là định tuyến nguồn đến hoặc một vùng đất quan trọng. Nếu không, tốt hơn hết là các đường đổ đa giác được thêm vào thiết kế sau khi quá trình định tuyến hoàn tất.

Nó có thể định tuyến không?

Máy tính tự động là nỗ lực của con người để hiểu và mô hình hóa quy trình định tuyến, sau đó sao chép quy trình đó một cách tự động. Nếu bảng chứa một khu vực không thể định tuyến bằng tay, thì bảng đó cũng sẽ không được định tuyến tự động. Nếu bộ định tuyến liên tục bị lỗi trên một thành phần hoặc một phần của bo mạch thì bạn nên cố gắng định tuyến nó một cách tương tác. Có thể có các vấn đề về vị trí hoặc cấu hình quy tắc khiến không thể định tuyến.

Định tuyến trước

Định tuyến trước các mạng quan trọng và nếu điều cần thiết là chúng không bị thay đổi bởi quá trình định tuyến, hãy khóa chúng bằng cách bật tùy chọn **Khóa tất cả các tuyến trước** trong hộp thoại *Chiến lược Định tuyến Situs* . Tránh khóa không cần thiết mặc dù; một số lượng lớn các đối tượng bị khóa có thể làm cho vấn đề định tuyến khó khăn hơn nhiều.

Lưới các cặp vi sai phải được định tuyến và khóa bằng tay trước khi sử dụng máy tính tự động. Nếu bạn không làm như vậy, quá trình định tuyến rất có thể thay đổi và làm thay đổi tính toàn vẹn tín hiệu của cặp vi sai.

Cấu hình các quy tắc thiết kế

Thuật ngữ *quy tắc mặc định* được sử dụng để mô tả quy tắc có phạm vi truy vấn là *Tất cả*.

Nếu quy tắc bao gồm các giá trị Tối thiểu, Ưu thích và Tối đa, thì máy tính tự động sẽ sử dụng giá trị Ưu thích.

Đảm bảo các quy tắc thiết kế định tuyến phù hợp với công nghệ bo mạch mà bạn đang sử dụng. Các quy tắc thiết kế được nhắm mục tiêu kém hoặc không phù hợp có thể dẫn đến hiệu suất tự động định tuyến rất kém. Lưu ý rằng bộ định tuyến tuân theo tất cả các quy tắc thiết kế Điện và Định tuyến, ngoại trừ quy tắc Góc định tuyến.

Các quy tắc được định nghĩa trong hộp thoại *Trình chỉnh sửa Quy tắc và Ràng buộc PCB (Thiết kế » Quy tắc)*, có thể được truy cập trực tiếp từ hộp thoại *Chiến lược Định tuyến Situs*.

Nếu quy tắc bao gồm các giá trị Tối thiểu, Ưu thích và Tối đa, thì máy tính tự động sẽ sử dụng giá trị Ưu thích.

Hệ thống quy tắc của Altium Designer là hệ thống phân cấp. Ý tưởng là bạn bắt đầu với một quy tắc mặc định cho tất cả các đối tượng, sau đó thêm các quy tắc bổ sung để nhắm mục tiêu có chọn lọc các đối tượng khác có yêu cầu khác nhau. Ví dụ: bạn nên có quy tắc mặc định cho độ rộng định tuyến bao gồm độ rộng định tuyến phổ biến nhất được sử dụng trên bảng, sau đó thêm các quy tắc tiếp theo để nhắm mục tiêu có chọn lọc các lưới, lớp lưới khác, v.v.

Để kiểm tra rằng một quy tắc được nhắm mục tiêu theo đúng đối tượng, sao chép Query của quy tắc vào *Lọc* bảng điều khiển và **Áp dụng** nó. Chỉ những đối tượng được nhắm mục tiêu bởi quy tắc mới được đi qua bộ lọc và vẫn được hiển thị ở mức tối đa.

Các quy tắc quan trọng nhất là quy tắc Chiều rộng và Khoảng trống. Các cài đặt công nghệ định tuyến này xác định mức độ chặt chẽ của quá trình định tuyến. Lựa chọn đây là một quá trình cân bằng - các đường ray càng rộng và khoảng trống càng lớn thì việc chế tạo bảng càng dễ dàng; so với đường ray và khe hở càng hẹp thì việc định tuyến bảng càng dễ dàng. Bạn nên tham khảo ý kiến nhà chế tạo của mình để thiết lập 'điểm giá' của họ cho độ rộng và khe hở định tuyến, những giá trị mà nếu bạn đi dưới đây sẽ dẫn đến sản lượng chế tạo thấp hơn và giá PCB cao hơn. Cùng

với việc đáp ứng các yêu cầu về điện của thiết kế, công nghệ định tuyến cũng nên được chọn cho phù hợp với công nghệ thành phần, để cho phép định tuyến từng chân.

Quy tắc thứ ba là một phần của công nghệ định tuyến là Routing Via Style. Nó cũng nên được lựa chọn để phù hợp với rãnh và khe hở đang được sử dụng, đồng thời xem xét chi phí chế tạo của kích thước lỗ đã chọn và vòng hình khuyên.

Bạn cũng nên tránh các quy tắc thừa hoặc không cần thiết - càng nhiều quy tắc, thời gian xử lý càng nhiều, định tuyến càng chậm. Các quy tắc có thể bị vô hiệu hóa nếu không được yêu cầu để tự động định tuyến.

Chiều rộng định tuyến

Đảm bảo có quy tắc Chiều rộng định tuyến với Truy vấn là **tất cả** (quy tắc mặc định) và cài đặt Ưu tiên phù hợp với chiều rộng định tuyến phổ biến nhất mà bạn yêu cầu. Đảm bảo rằng chiều rộng này, kết hợp với quy tắc giải phóng mặt bằng thích hợp, cho phép tất cả các tấm đệm được chuyển đến. Định cấu hình các quy tắc độ rộng định tuyến bổ sung cho các lưới yêu cầu định tuyến rộng hơn hoặc hẹp hơn.

Nếu có các thành phần cao độ tốt có các chân trên lưới với độ rộng định tuyến rộng hơn - ví dụ, lưới nguồn - kiểm tra định tuyến ra từ chân nguồn và cũng định tuyến ra chân ở hai bên để đảm bảo rằng có thể định tuyến các chân này về mặt vật lý.

Ràng buộc thông quan

Kiểm tra các yêu cầu về khe hở đặc biệt, chẳng hạn như các thành phần cao độ mịn có miếng đệm gần hơn khe hở của bảng tiêu chuẩn. Chúng có thể được phục vụ để sử dụng quy tắc thiết kế có phạm vi phù hợp và ưu tiên, như thể hiện trong hình ảnh. Lưu ý rằng mặc dù bạn có thể xác định một quy tắc để nhắm mục tiêu một vùng, nó sẽ không nhắm mục tiêu định tuyến kết nối với vùng đó. Như vừa đề cập trong phần Độ rộng định tuyến, hãy kiểm tra tuyến đường để đảm bảo rằng các chân thành phần có thể định tuyến được.

Định tuyến qua kiểu

Đảm bảo có quy tắc Định tuyến Qua Kiểu với Truy vấn **Tất cả** và cài đặt ưu tiên là phù hợp. Bao gồm các quy tắc ưu tiên cao hơn cho những lưới cần một kiểu thông qua khác với quy tắc mặc định.

Altium Designer hỗ trợ các vias mù và bị chôn vùi, khi chúng sẽ được sử dụng được xác định bởi các định nghĩa cặp khoan được thiết lập trong hộp thoại *Trình quản lý ngăn xếp lớp* (**Thiết kế »Trình quản lý ngăn xếp lớp**). Giống như định tuyến tương

tác, khi máy tính tự động chuyển đổi giữa hai lớp, nó sẽ kiểm tra định nghĩa cặp khoan hiện tại - nếu các lớp này được xác định là một cặp thì via được đặt sẽ có các lớp này là lớp bắt đầu và lớp kết thúc của nó. Điều quan trọng là phải hiểu các hạn chế đối với việc sử dụng vias mù / bị chôn vùi; chúng chỉ nên được sử dụng khi tham khảo ý kiến của nhà chế tạo của bạn. Cũng như những hạn chế do công nghệ xếp chồng chế tạo áp đặt, cũng có những cân nhắc về độ tin cậy và khả năng tiếp cận thử nghiệm. Một số nhà thiết kế coi việc thêm nhiều lớp định tuyến hơn là sử dụng các vias mù / chôn vùi.

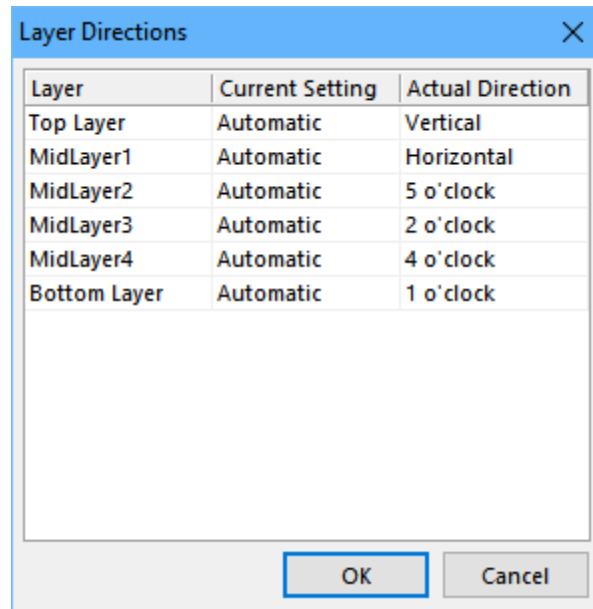
Các lớp định tuyến

Đảm bảo có quy tắc Lớp định tuyến với truy vấn **Tất cả** . Tất cả các lớp tín hiệu đã bật (được xác định trong ngăn xếp lớp) sẽ được liệt kê. Bật các lớp mà bạn muốn cho phép định tuyến theo yêu cầu. Bao gồm các quy tắc ưu tiên cao hơn cho các lưới mà bạn chỉ muốn định tuyến trên các lớp cụ thể.

Nếu bạn muốn loại trừ một mạng (hoặc lớp lưới) cụ thể không được định tuyến bởi máy tính tự động, hãy xác định quy tắc Lớp định tuyến nhắm mục tiêu đến mạng hoặc lớp mạng đó và, trong vùng Ràng buộc cho quy tắc đó, hãy đảm bảo rằng tùy chọn **Cho phép định tuyến** cho mỗi lớp tín hiệu đã bật bị tắt. Mức độ ưu tiên cho quy tắc phải cao hơn mức độ ưu tiên của quy tắc mặc định (quy tắc có truy vấn **Tất cả**).

Hướng lớp

Hướng định tuyến lớp được chỉ định trong hộp thoại *Hướng lớp* , được truy cập từ *Chiến lược định tuyến trang web*hộp thoại. Tất cả các lớp tín hiệu đã bật (được xác định trong ngăn xếp lớp) sẽ được liệt kê. Chọn hướng lớp thích hợp cho phù hợp với lưu lượng của các đường kết nối. Situs sử dụng ánh xạ tô pô để xác định các đường dẫn định tuyến, vì vậy nó không bị giới hạn trong việc định tuyến theo chiều ngang và chiều dọc. Thông thường, tốt nhất là có các lớp bên ngoài theo chiều ngang và chiều dọc. Tuy nhiên, nếu bạn có một bảng nhiều lớp với số lượng lớn các kết nối ở góc '2 O'clock', thì hãy đặt một hoặc nhiều lớp bên trong để có hướng này làm hướng định tuyến ưu tiên. Đặc biệt, đường truyền Mẫu lớp sử dụng thông tin này và việc chọn đúng hướng có thể tạo ra sự khác biệt đáng kể cho hiệu suất định tuyến cả về thời gian và chất lượng. Lưu ý rằng khi bạn sử dụng các lớp có góc cạnh, bạn không cần phải có lớp đối tác chạy ở 90 độ đối với lớp này,



Tránh sử dụng hướng Bất kỳ - lớp được chọn để định tuyến kết nối dựa trên mức độ liên kết chặt chẽ với hướng lớp, vì vậy lớp này trở thành lớp phương sách cuối cùng. Hướng Bất kỳ thường chỉ được sử dụng trên bảng một mặt.

Ưu tiên định tuyến

Sử dụng các quy tắc Ưu tiên định tuyến để đặt mức độ ưu tiên cao hơn cho các mạng khó khăn hoặc những mạng mà bạn muốn có định tuyến sạch sẽ nhất.

Kiểm soát Fanout SMD

Hệ thống truy vấn bao gồm các từ khóa nhắm mục tiêu cụ thể đến các gói thành phần gắn kết bề mặt khác nhau bao gồm IsLCC(Vật mang chip không chì), IsSOIC(IC viên nhỏ), IsBGA(Mảng lưới bóng) và IsSMSIP(Gói nội tuyến đơn gắn trên bề mặt). Các quy tắc mặc định được tạo tự động cho các gói phổ biến nhất và vì các đường chuyển fanout được chạy sớm trong quá trình tự động định tuyến, sẽ có rất ít hình phạt khi giữ các quy tắc không áp dụng cho bất kỳ thành phần nào. Bạn nên có ít nhất một quy tắc thiết kế điều khiển fanout SMD nếu có các thành phần gắn kết bề mặt trên bo mạch - một truy vấn phù hợp cho một quy tắc duy nhất nhắm mục tiêu tất cả các thành phần gắn kết bề mặt sẽ là như vậy IsSMTComponent. Để biết thông tin về cách mỗi từ khóa truy vấn xác định một gói thành phần, hãy mở *Trình trợ giúp truy vấn*, gõ từ khóa cần thiết và nhấn **F1**.

Các quy tắc fanout bao gồm các cài đặt kiểm soát xem các miếng đệm được quạt vào hay ra hoặc kết hợp cả hai. Để giúp làm quen với hành vi của các thuộc tính quy tắc Điều khiển Fanout, lệnh **Thành phần Tự động định tuyến »Fanout»** có thể

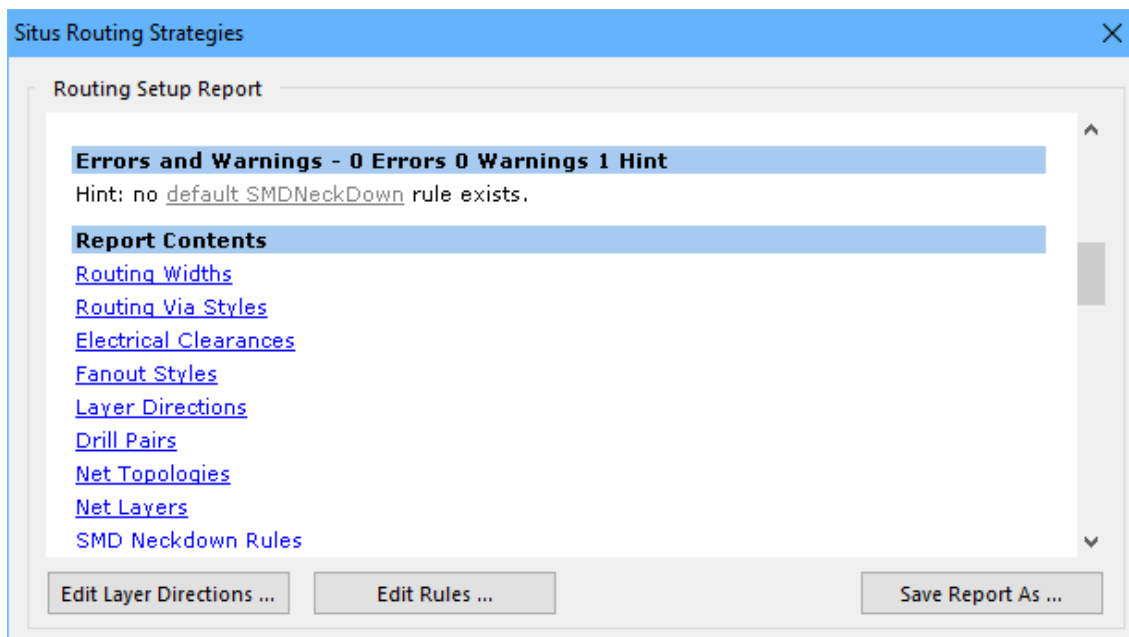
được chạy trên bất kỳ thành phần gắn kết bề mặt nào không có lưới được gán cho nó. Ngoài việc sử dụng công cụ này để kiểm tra mức độ hoạt động của một thành phần với công nghệ định tuyến hiện tại được xác định trong bo mạch, bạn cũng có thể sử dụng nó để quặt ra một thành phần mà bạn muốn giữ trong thư viện dưới dạng dấu chân được quặt trước. Khi nó được tạo ra trong không gian làm việc PCB, hãy sao chép và dán thành phần cũng như các bản nhạc fanout và vias vào một thư viện.

Quy tắc ưu tiên

Mức độ ưu tiên hoặc mức độ ưu tiên của các quy tắc được xác định bởi nhà thiết kế. Mức độ ưu tiên của quy tắc được sử dụng để xác định quy tắc nào sẽ áp dụng khi một đối tượng được bao phủ bởi nhiều hơn một quy tắc. Nếu mức độ ưu tiên không được đặt chính xác, bạn có thể thấy rằng một quy tắc nào đó không được áp dụng.

Ví dụ: nếu quy tắc có truy vấn InNet ('VCC') có mức độ ưu tiên thấp hơn quy tắc có truy vấn là **Tất cả**, thì quy tắc **Tất cả** sẽ được áp dụng cho mạng VCC. Sử dụng nút Ưu tiên trong hộp thoại *Trình chỉnh sửa quy tắc và ràng buộc PCB* để sửa lỗi này. Lưu ý rằng mức độ ưu tiên không quan trọng khi hai phạm vi quy tắc không chồng lên nhau (không nhắm mục tiêu các đối tượng giống nhau). Ví dụ: không có sự khác biệt nào trong hai phạm vi quy tắc này có mức độ ưu tiên cao hơn - InNet('VCC') hoặc InNet('GND').

Quy tắc vàng

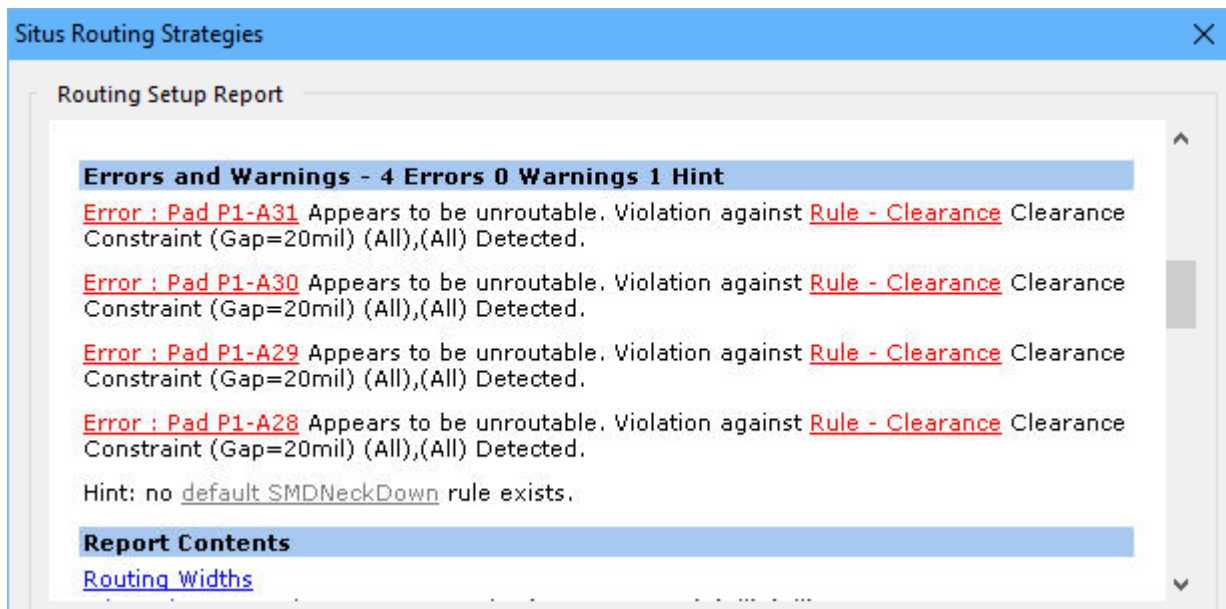


Đảm bảo rằng Báo cáo thiết lập định tuyến sạch sẽ trước khi khởi động máy tính tự động.

Bước quan trọng nhất là thực hiện kiểm tra quy tắc thiết kế (DRC) trước khi khởi động máy tính tự động. Khi sử dụng Tự động định tuyến »**Thiết lập** hoặc Tự động định tuyến » **Tất cả** các lệnh, Situs tiến hành phân tích định tuyến trước của riêng mình và trình bày kết quả dưới dạng báo cáo trong hộp thoại *Chiến lược Định tuyến của Situs* . Báo cáo cung cấp thông tin bao gồm:

- Các quy tắc thiết kế hiện được xác định cho thiết kế sẽ được máy tính tự động tuân thủ (và số lượng đối tượng thiết kế - lưới, thành phần, miếng đệm - bị ảnh hưởng bởi mỗi quy tắc)
- Các hướng định tuyến được xác định cho tất cả các lớp định tuyến tín hiệu
- Định nghĩa cặp lớp khoan

Báo cáo liệt kê các sự cố tiềm ẩn có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của bộ định tuyến. Nếu có thể, các gợi ý được cung cấp để tư vấn trong việc chuẩn bị tốt hơn thiết kế cho việc định tuyến tự động. Bất kỳ lỗi / cảnh báo / gợi ý nào được liệt kê đều phải được xem xét kỹ lưỡng và nếu cần, các quy tắc định tuyến tương ứng sẽ được điều chỉnh, trước khi tiến hành định tuyến thiết kế.



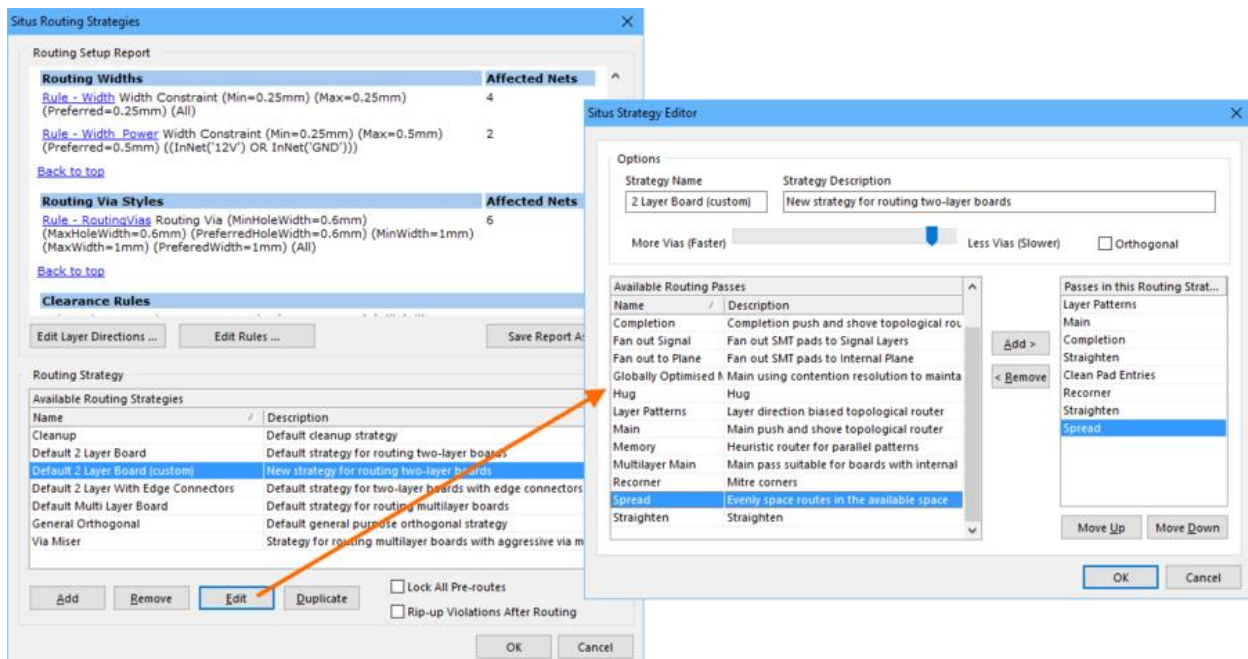
Kiểm tra tất cả các lỗi, cảnh báo và gợi ý để hiểu những vấn đề tiềm ẩn mà máy tính tự động sẽ gặp phải.

Điều cần thiết là mọi vi phạm quy tắc liên quan đến định tuyến phải được giải quyết trước khi khởi động máy tính tự động. Các vi phạm không chỉ có thể ngăn chặn việc định tuyến tại vị trí vi phạm mà còn có thể làm chậm rất nhiều bộ định tuyến vì nó liên tục cố gắng định tuyến một khu vực không thể điều khiển được.

Mẹo chạy bộ định tuyến

- Các lệnh Autorouter nằm trong menu **Auto Route**.
- Cả hai lệnh **Thiết lập Định tuyến Tự động** » **Tất cả** và **Định tuyến Tự động**» mở hộp thoại *Thiết lập Định tuyến Trang web*, sự khác biệt là khi bạn chọn **Tất cả**, hộp thoại bao gồm nút **Định tuyến Tất cả**.
- Đừng ngại thử nghiệm. Nếu kết quả không chấp nhận được, hãy làm gì đó để thay đổi cách tiếp cận của bộ định tuyến. Thêm dọn dẹp trung gian và làm thẳng các đường chuyên, tạo thêm khoảng trống xung quanh các khu vực dày đặc hoặc thay đổi hướng lớp.
- Khi bạn thử nghiệm với bộ định tuyến - tạo các chiến lược của riêng bạn để kiểm soát thứ tự đi qua, thay đổi số lượng vias bằng điều khiển Qua, thay đổi hướng lớp định tuyến, hạn chế bộ định tuyến chỉ với các tuyến trực giao, v.v. - hãy ghi chú kết hợp mà bạn đã thử. Bằng cách đó, bạn sẽ có thể xác định và sử dụng lại cấu hình nào hoạt động tốt nhất với thiết kế của mình.
- Trước tiên hãy tự chạy các đường chuyên fanout và đánh giá chất lượng. Bạn có thể cần phải xử lý thủ công bất kỳ khu vực vấn đề nào.

Tóm tắt các Pass Định tuyến và Chiến lược Định tuyến



Chỉnh sửa chiến lược hiện có do người dùng xác định (không thể chỉnh sửa các chiến lược mặc định), nhấp vào nút Thêm để tạo chiến lược định tuyến của riêng bạn.

Các chiến lược định tuyến hiện đã xác định được liệt kê trong vùng dưới của hộp thoại *Chiến lược định tuyến Situs* . Nhấp **vào** nút **Thêm** để truy cập hộp thoại *Trình chỉnh sửa chiến lược Situs* , từ đó bạn có thể chỉ định các đường chuyển được đưa vào chiến lược mới.

Các thẻ định tuyến sau có sẵn. Các đường chuyển có thể được sử dụng theo bất kỳ thứ tự nào, như một hướng dẫn kiểm tra chiến lược hiện có để xem thứ tự các đường chuyển.

VƯỢT QUA	CHỨC NĂNG
Bộ nhớ liên kết	Một đường chuyển định tuyến mức kết nối. Nó được sử dụng để định tuyến các chân cùng một mạng lưới liên kết yêu cầu quạt ra, với mẫu chữ U đơn giản.
Nhập Pad sạch	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó định tuyến lại từ mỗi tâm pad dọc theo trục dài nhất của pad. Nếu có các thành phần có miếng đệm có kích thước X và Y khác nhau, hãy luôn bao gồm thẻ Mục nhập bảng sạch sau thẻ nhớ.
Hoàn thành	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Về cơ bản, nó giống với Main pass, có chi phí khác nhau để giải quyết xung đột và hoàn thành các kết nối khó khăn. Ví dụ về sự khác biệt chi phí bao gồm vias rẻ hơn và các tuyến đường sai hướng rẻ hơn.
Tín hiệu ra của quạt	Vượt qua mức thành phần, dựa trên cài đặt fanout được xác định bởi Fanout Control. Nó kiểm tra các mẫu trong miếng đệm, xem xét khoảng trống, chiều rộng định tuyến và thông qua kiểu dáng, sau đó chọn cách bố trí quạt phù hợp (hàng nội tuyến, so le, v.v.) để đáp ứng các yêu cầu được xác định trong quy tắc thiết kế. Fanout chỉ để báo hiệu các lớp.

VƯỢT QUA	CHỨC NĂNG
Fan đi máy bay	Vượt qua mức thành phần, dựa trên cài đặt fanout được xác định bởi Fanout Control. Nó kiểm tra các mẫu trong miếng đệm, xem xét khoảng trống, chiều rộng định tuyến và thông qua kiểu dáng, sau đó chọn cách bố trí quạt phù hợp (hàng nội tuyến, so le, v.v.) để đáp ứng các yêu cầu được xác định trong quy tắc thiết kế. Fanout chỉ là một lớp mặt phẳng bên trong.
Chính được Tối ưu hóa Toàn cầu	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó cung cấp định tuyến tối ưu. Nó bỏ qua những nội dung / vi phạm trong lần lặp lại đầu tiên. Sau đó, nó định tuyến lại các kết nối, với chi phí xung đột tăng lên, cho đến khi không còn vi phạm nào. Đường chuyển này, được sử dụng cùng với tùy chọn Trục giao được bật, có thể tạo ra các mẫu được định tuyến độc đáo. Thêm đường chuyển Recorner vào chiến thuật để cung cấp khả năng vào cua tốt.
Ôm	Một thẻ định tuyến mức kết nối định tuyến lại từng kết nối, tuân theo định tuyến hiện có với khoảng trống tối thiểu có thể. Đường ôm được sử dụng để tối đa hóa không gian định tuyến miễn phí. Lưu ý rằng quá trình này rất chậm.
Các mẫu lớp	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó chỉ định tuyến các kết nối phù hợp với hướng lớp (trong phạm vi dung sai). Phải trả chi phí để ôm hoặc tuân theo định tuyến hiện có để tối đa hóa không gian trống.
Chủ yếu	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó sử dụng bản đồ cấu trúc liên kết để tìm đường dẫn định tuyến, sau đó sử dụng bộ định tuyến đẩy và đẩy để chuyển đổi đường dẫn được đề xuất thành định tuyến thực tế. Chỉ nên chỉ định một đường chuyển loại chính cho chiến lược định tuyến - Chính, Chính nhiều lớp hoặc Chính được tối ưu hóa toàn cầu.

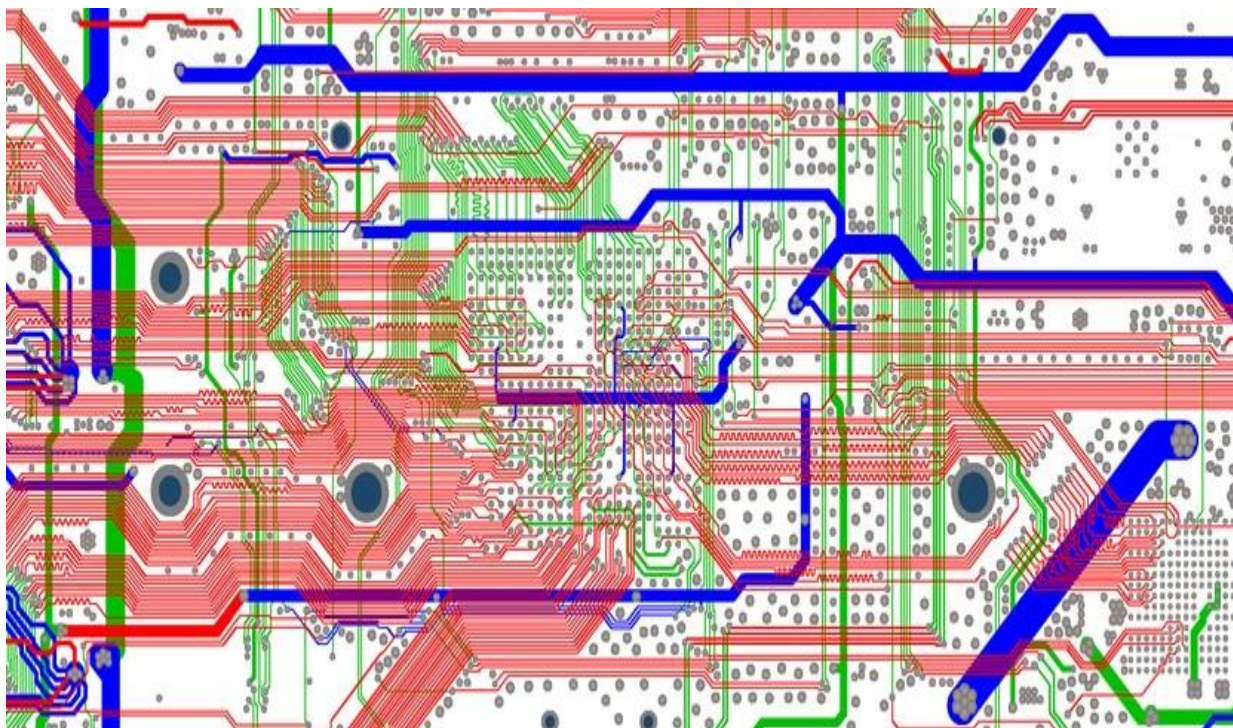
VƯỢT QUA	CHỨC NĂNG
Ký ức	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó kiểm tra hai chân trên các thành phần khác nhau trên cùng một lớp có cùng tọa độ X hoặc Y.
Chính nhiều lớp	Vượt qua định tuyến mức kết nối. Nó tương tự như Main pass, nhưng với chi phí được tối ưu hóa cho bảng nhiều lớp.
Recorner	Một đường chuyển định tuyến mức kết nối được sử dụng để cung cấp các góc được định tuyến. Đường chuyển này được sử dụng khi tùy chọn Trực giao được kích hoạt cho chiến lược - về cơ bản ghi đè nó và cắt các góc của mỗi tuyến đường. Nếu tùy chọn Trực giao bị vô hiệu hóa đối với chiến lược đang được sử dụng, thì không cần bao gồm thẻ Recorner vì máy tính tự động sẽ cắt góc theo mặc định.
Lan	Một thẻ định tuyến mức kết nối định tuyến lại từng kết nối, cố gắng trải rộng định tuyến để sử dụng không gian trống và định tuyến không gian như nhau khi nó đi qua giữa các đối tượng cố định (chẳng hạn như các miếng đệm thành phần). Lưu ý rằng quá trình này rất chậm.
Làm thẳng	Vượt qua định tuyến mức kết nối cố gắng giảm số lượng các góc. Nó thực hiện điều này bằng cách đi dọc theo tuyến đường đến một góc, sau đó từ góc đó thực hiện một thăm dò (ngang / dọc / 45 lên / 45 xuống) để tìm kiếm một điểm được định tuyến khác trên mạng. Nếu một đường được tìm thấy, nó sẽ kiểm tra xem liệu đường dẫn mới này có làm giảm độ dài được định tuyến hay không.

Định tuyến tương tác

Định tuyến là quá trình xác định đường dẫn liên kết giữa các nút trong mỗi mạng. Đường dẫn này được xác định bằng cách đặt các đối tượng thiết kế PCB - chẳng hạn như các bản nhạc, vòng cung và vias - trên các lớp đồng, để tạo ra kết nối liên tục giữa các nút. Thay vì đặt từng đối tượng này một để xây dựng đường dẫn liên kết, bạn *định tuyến* kết nối một cách *tương tác* .

Trong trình soạn thảo PCB, định tuyến tương tác là một quá trình thông minh. Sau khi khởi chạy lệnh, bạn nhấp vào bảng điều khiển để chọn một kết nối được định tuyến, bộ định tuyến tương tác sau đó sẽ cố gắng xác định đường dẫn tuyến từ bảng điều khiển đó, tất cả các cách đến vị trí con trở hiện tại.

Kích thước của đường được đặt được kiểm soát bởi quy tắc thiết kế *chiều rộng định tuyến* áp dụng và cài đặt *Chế độ chiều rộng đường* hiện tại của bạn . Cách bộ định tuyến tương tác phản hồi với các đối tượng hiện có, chẳng hạn như miếng đệm trên các mạng khác, phụ thuộc vào chế độ *Giải quyết xung đột định tuyến* hiện tại . Khi gặp một đối tượng, Bộ định tuyến tương tác xử lý xung đột này bằng cách áp dụng chiến lược Giải quyết xung đột *Walkaround* , *Hug and Push* , *Đẩy* , *Bỏ qua* hoặc *Dừng* .



Định tuyến tương tác có thể được thực hiện trên:

- một mạng duy nhất - **Đặt »Định tuyến tương tác** hoặc trên

- hai lưới được định nghĩa là một cặp vi phân - **Đặt »Định tuyến theo cặp vi phân tương tác** hoặc bật
- một tập hợp các lưới đã chọn - **Nơi »Đa định tuyến tương tác** .

Bài viết này sẽ giải thích quy trình định tuyến tương tác một mạng duy nhất và các cài đặt kiểm soát quy trình đó. Nếu bạn đang tìm kiếm thông tin về các kỹ thuật định tuyến chuyên biệt, chẳng hạn như cặp vi sai hoặc định tuyến trở kháng có điều khiển, hãy tham khảo trang mẹ [Định tuyến](#) .

Định tuyến tương tác trên mạng

Dưới đây là một số mẹo hữu ích để định tuyến tương tác, một số trong số này được minh họa trong hình ảnh động bên dưới:

- Chạy lệnh **Place »Interactive Routing (P , T)**, sau đó nhấp vào đối tượng có thuộc tính net, để bắt đầu định tuyến. Đó có thể là: một tấm đệm, một đường kết nối, một đường truyền hiện có, một đường kết thúc trên mạng được định tuyến một phần, trên thực tế là bất kỳ đối tượng nào thuộc mạng.
- Trình chỉnh sửa PCB sẽ chuyển đến đối tượng điện gần nhất trên mạng đó, chẳng hạn như trung tâm của tấm đệm hoặc phần cuối của đoạn rãnh, và sau đó cố gắng xác định đường dẫn từ đó đến vị trí con trở hiện tại.
- Khả năng của Bộ định tuyến tương tác đạt được vị trí con trở hiện tại phụ thuộc vào chế độ **Giải quyết xung đột định tuyến** hiện tại , được hiển thị trên **thanh Trạng thái** khi lệnh Định tuyến tương tác đang chạy.

Track 45: Walkaround Obstacles [Width From: User Choice] [Via-Size From: Rule Preferred] Gloss: Strong

- Nhấn **Shift + R** để chuyển qua các chế độ giải quyết xung đột có sẵn, bạn có thể định cấu hình chế độ nào có sẵn trong trang **Định tuyến tương tác** của hộp thoại *Tùy chọn* .
- Nếu chế độ được đặt thành Đi bộ, Đẩy và Ôm hoặc Đẩy, Bộ định tuyến tương tác sẽ cố gắng tìm đường đi xung quanh và giữa các đối tượng hiện có, như được hiển thị trong hình ảnh động bên dưới.
- Các đoạn đường dẫn của tuyến đường tiềm năng được hiển thị dưới dạng gạch (được đặt trong làn nhấp tiếp theo) hoặc rỗng (đoạn nhìn về phía trước, sử dụng điều này để tìm ra nơi đoạn trước sẽ đi).
- **Nhấp vào** nút chuột để đặt tất cả các phân đoạn đã nở.
- Nhấn **Phím** cách để chuyển đổi hướng góc.
- Nhấn **Shift + Phím** cách để chuyển qua các chế độ góc có sẵn ([tìm hiểu thêm](#)).

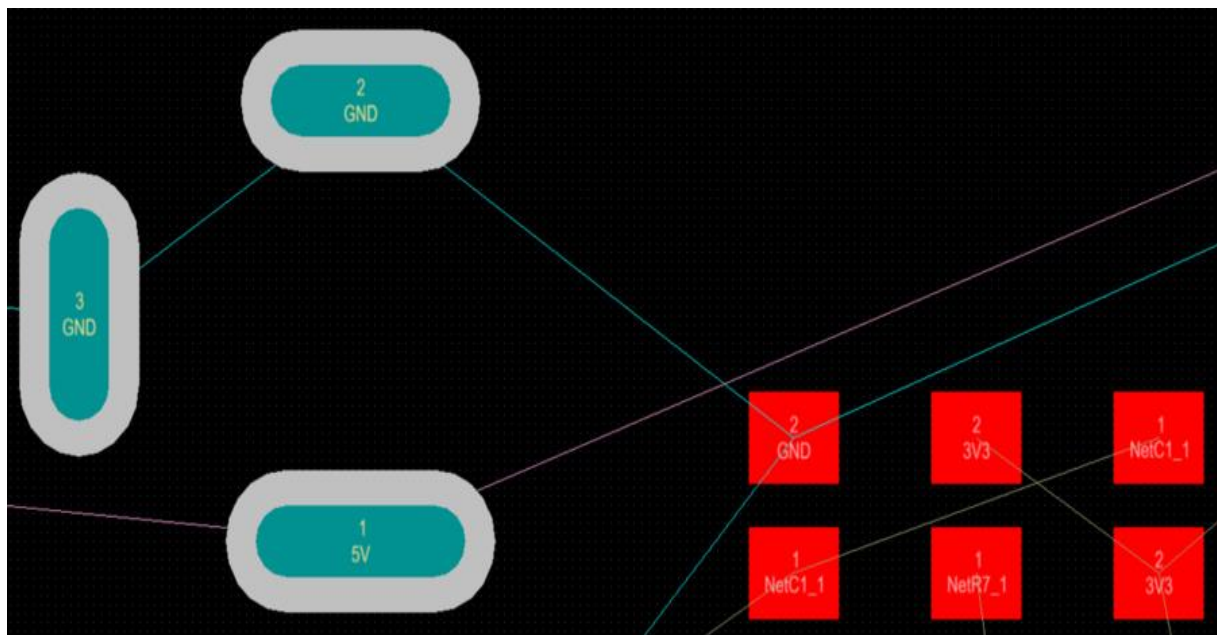
- Nhấn **Backspace** để tách (các) phân đoạn được đặt cuối cùng.
- **Ctrl + Nhấp** để hướng dẫn bộ định tuyến tương tác cố gắng tự động hoàn thành tuyến đường hiện tại. Nếu nó không tự động hoàn thành, điều đó không có nghĩa là kết nối không thể được định tuyến, có thể là do khoảng cách quá xa hoặc có thể là điểm kết thúc nằm trên một lớp khác.
- Nhấn **Shift + F1** để hiển thị danh sách các phím tắt trong lệnh.

Định tuyến kết nối một cách tương tác, sau khi khởi chạy lệnh và nhấp vào đường kết nối, Bộ định tuyến tương tác sẽ tìm thấy một đường dẫn từ bảng điều khiển đến vị trí con trở hiện tại, len lõi xung quanh các đối tượng hiện có. Trong ví dụ này, chế độ giải quyết xung đột là Walkaround. Một cú nhấp chuột sẽ đặt tất cả các đoạn đường đã nở, Ctrl + Nhấp để tự động kết thúc tuyến đường.

Nhấn **Shift + F1** trong khi định tuyến để hiển thị menu các phím tắt trong lệnh có sẵn - bạn có thể sử dụng các phím tắt hoặc chọn lệnh từ menu.

Hiểu kết nối

Một phần quan trọng của việc hiểu bộ định tuyến tương tác trước tiên là hiểu cách kết nối được quản lý trong PCB Editor. Khi các thành phần đã được đặt vào các đường kết nối không gian làm việc PCB được hiển thị, cho biết các miếng đệm nào kết nối với nhau trong mỗi mạng.



Các đường kết nối được tạo tự động giữa mỗi vùng trong mạng, tuân theo quy tắc

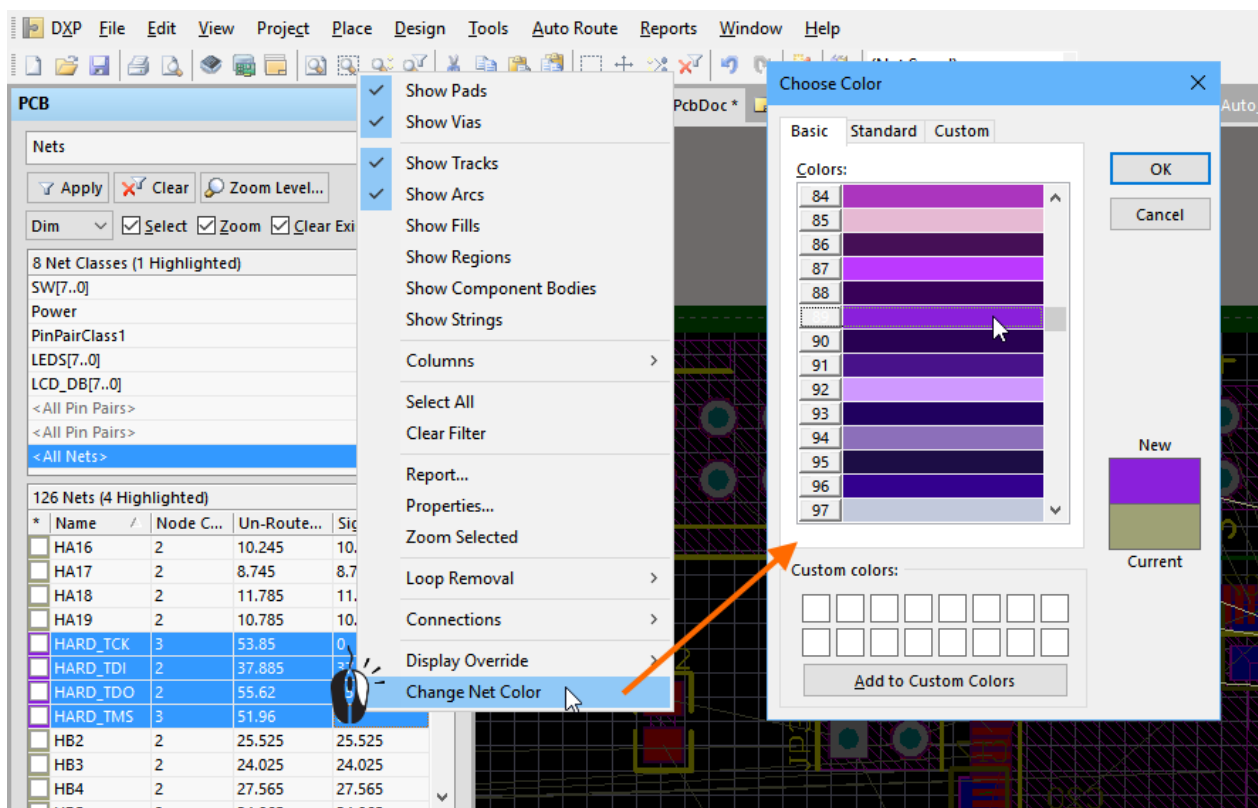
Cấu trúc liên kết định tuyến hiện hành (mặc định là Ngắn nhất). Trong thiết kế này, lưới GND và 5V sử dụng một màu khác cho đường kết nối của chúng.

- Sự sắp xếp, hoặc mẫu của các đường kết nối trong một mạng được gọi là *cấu trúc liên kết*. Cấu trúc liên kết được xác định bởi quy tắc thiết kế **Cấu trúc liên kết định tuyến** áp dụng, với quy tắc mặc định nhằm mục tiêu *Tất cả các* mạng và áp dụng cấu trúc liên kết *Ngắn nhất*.
- PCB Editor bao gồm một bộ phân tích mạng liên tục giám sát vị trí của tất cả các đối tượng trong không gian làm việc và cập nhật các đường kết nối khi bất kỳ đối tượng kiểu mạng nào được chỉnh sửa (bao gồm cả một đối tượng đang được di chuyển). Ví dụ: khi một thành phần được di chuyển, đầu xa của mỗi kết nối từ thành phần đó có thể nhảy từ vùng đích này sang vùng đích khác, khi chúng được cập nhật để duy trì cấu trúc liên kết được xác định bởi quy tắc thiết kế áp dụng. Ví dụ về điều này được hiển thị cho mạng 3V3 trong hình ảnh động bên dưới, có cấu trúc liên kết ngắn nhất.
- Máy phân tích mạng giám sát tất cả các đối tượng được gắn vào mạng, ví dụ khi một kết nối được định tuyến, đường kết nối giữa 2 tấm đệm đó sẽ tự động được máy phân tích mạng loại bỏ. Hoặc nếu một mạng được định tuyến một phần, thì một đường kết nối ngắn hơn sẽ được hiển thị giữa hai điểm tuyến gần nhất trên mạng.
- Sẽ không có vấn đề gì nếu bạn chọn bỏ qua đường kết nối và định tuyến mạng từ / đến một vị trí khác, ngay sau khi kết thúc định tuyến, trình phân tích mạng sẽ chạy và loại bỏ đường kết nối nếu nó không còn được yêu cầu, như được hiển thị trong hoạt hình bên dưới.
- Bởi vì sự sắp xếp của các đường kết nối được xác định bởi quy tắc thiết kế cấu trúc liên kết định tuyến, có thể đường kết nối sẽ không gắn vào cuối bản nhạc, thay vào đó gắn vào một số điểm khác trong mạng gần với một điểm khác trong mạng. . Nếu được ưu tiên, có thể buộc các đường kết nối đến đoạn kết thúc bằng cách bật tùy chọn **Kết thúc đoạn đường thông minh** trong **Chỉnh sửa PCB - Trang chung** của *Tùy chọn* hộp thoại. Hình ảnh động dưới đây chứng minh điều này. Lưu ý rằng bạn có thể buộc trình phân tích mạng chạy và cập nhật các đường kết nối bằng cách thực hiện một hành động mà phần mềm nhìn thấy khi bạn chỉnh sửa một đối tượng thuộc mạng đó. Các hành động chỉnh sửa bao gồm: di chuyển một đối tượng, nhấp và giữ vào một đối tượng hoặc nhấp đúp để mở hộp thoại thuộc tính của đối tượng đó.

Tìm mạng và kiểm soát màu của đường kết nối

Một bảng không được định tuyến có thể có vẻ đáng sợ - một loạt các đường kết nối đan chéo nhau trên khắp bảng. Một cách tiếp cận tốt để định tuyến là làm việc từ giản đồ, nơi bạn có thể dễ dàng xác định vị trí các thành phần quan trọng và lưới quan trọng. Bạn có thể chọn chéo và thăm dò chéo trực tiếp từ các thành phần và lưới sơ đồ, làm nổi bật mục tương đương trên PCB. Để tìm hiểu thêm, hãy tham khảo bài viết [Làm việc giữa lược đồ và bảng](#).

Bạn cũng có thể kiểm soát việc hiển thị các đường kết nối bằng cách che hoặc ẩn các lưới mà bạn không quan tâm. Đặt màu của các đường kết nối quan trọng cũng sẽ giúp bạn quản lý quá trình định tuyến. Tham khảo phần [Tìm mạng trên bảng](#) của bài viết [Định tuyến](#) để tìm hiểu thêm.



Trong bảng PCB, nhấp chuột phải vào các lưới đã chọn để thay đổi màu của đường kết nối của chúng.

Kiểm soát chiều rộng định tuyến và kích thước thông qua khi bạn định tuyến

Interactive Routing Width Sources

☒ Pickup Track Width From Existing Routes

Track Width Mode Rule Preferred

Via Size Mode Rule Preferred

Favorites

Favorite Interactive Routing Widths

Khi bạn chạy lệnh Định tuyến tương tác và nhấp để bắt đầu định tuyến, một loạt các đối tượng theo dõi được tạo từ bảng điều khiển gần nhất cho đến vị trí con trỏ hiện tại. Chiều rộng của các rãnh này được xác định bởi cài đặt **Chế độ** chiều rộng rãnh hiện tại, được hiển thị trên thanh trạng thái trong quá trình định tuyến.

Có bốn cài đặt Nguồn độ rộng Định tuyến có thể có:

- chiều rộng ưa thích của nhà thiết kế (Lựa chọn của người dùng); hoặc là
- quy tắc thiết kế Chiều rộng định tuyến áp dụng - bạn chọn giữa các giá trị tối thiểu, ưu tiên hoặc tối đa.

Việc lựa chọn các tài *Choice / Min quy tắc / quy tắc Preferred / quy tắc Max* được lưu trữ trong, và có thể được lựa chọn sử dụng, **theo dõi Width Chế độ** thả xuống trong **PCB Editor - Interactive Routing** trang của *Preferences* thoại, như thể hiện trong hình ảnh liên kề.

Thay đổi chế độ chiều rộng đường đi trong khi định tuyến

Bạn có thể chuyển qua 4 tùy chọn độ rộng định tuyến bằng cách nhấn phím tắt **3** trong quá trình định tuyến tương tác. Chế độ hiện tại được hiển thị trên thanh Trạng thái. Nếu bạn quên bất kỳ phím tắt nào trong lệnh, hãy nhấn **Shift + F1** để hiển thị danh sách trong khi chạy lệnh.

Khi bạn thay đổi chế độ chiều rộng rãnh, bạn sẽ di chuyển giữa các giá trị được xác định trong quy tắc thiết kế áp dụng (tối thiểu / ưu tiên / tối đa) và lựa chọn của người dùng.

Nếu bạn chọn Lựa chọn của người dùng, chiều rộng rãnh sẽ là:

- chiều rộng của định tuyến hiện có, nếu tùy chọn **Chiều rộng Đường đón từ Định tuyến Hiện tại** được bật và vị trí nhấp chuột nằm trên định tuyến hiện có hoặc

- chiều rộng được sử dụng cuối cùng, do người dùng lựa chọn, nếu nó nằm trong phạm vi được xác định bởi quy tắc áp dụng cho mạng mà bạn đang định tuyến. Nếu không, chiều rộng sẽ được cắt đến giá trị gần nhất nằm trong phạm vi được quy tắc cho phép.

Thay đổi chiều rộng định tuyến do người dùng lựa chọn trong khi định tuyến

Choose Width					
Imperial		Metric		System Units	
Width	Units	Width	Units	Units	
5	mil	0.127	mm	Imperial	
6	mil	0.152	mm	Imperial	
8	mil	0.203	mm	Imperial	
10	mil	0.254	mm	Imperial	
12	mil	0.305	mm	Imperial	
20	mil	0.508	mm	Imperial	
25	mil	0.635	mm	Imperial	
50	mil	1.27	mm	Imperial	
100	mil	2.54	mm	Imperial	
3.937	mil	0.1	mm	Metric	
7.874	mil	0.2	mm	Metric	
11.811	mil	0.3	mm	Metric	
15.748	mil	0.4	mm	Metric	
19.685	mil	0.5	mm	Metric	
29.528	mil	0.75	mm	Metric	
39.37	mil	1	mm	Metric	
<input checked="" type="checkbox"/> Apply To All Layers					

Để thay đổi độ rộng trong khi định tuyến, các phím tắt sau được sử dụng. Lưu ý rằng nếu tùy chọn **Nguồn có độ rộng định tuyến tương tác** được đặt thành một trong các tùy chọn độ rộng dựa trên quy tắc, thì tùy chọn đó sẽ được thay đổi **thành Lựa chọn của người dùng** bất cứ khi nào một trong các phím tắt này được sử dụng.

- **Shift + W** - sử dụng phím tắt này trong quá trình định tuyến để bật lên hộp thoại *Chọn chiều rộng* . Nhấp vào chiều rộng mới để đóng hộp thoại và tiếp tục định tuyến ở chiều rộng đã chọn. Có thể chỉnh sửa độ rộng có sẵn bằng cách nhấp vào nút **Độ rộng Định tuyến Tương tác Yêu thích** trong **PCB Editor - Trang Định tuyến Tương tác** của hộp thoại *Tùy chọn* .
- **Tab** - sử dụng phím tắt này nếu chiều rộng yêu cầu không được xác định là yêu thích. Nhấn Tab sẽ bật lên hộp thoại *Định tuyến tương tác cho mạng* , như được hiển thị thêm bên dưới trang. Hộp thoại mở ra với chiều rộng hiện tại được chọn, chỉ cần nhập giá trị mới và nhấn **Enter** để đóng hộp thoại và tiếp tục định tuyến theo chiều rộng mới.

Hãy nhớ rằng, nếu bạn sử dụng một trong những kỹ thuật này để thay đổi chiều rộng trong quá trình định tuyến, **Chế độ Chiều rộng Đường đi** sẽ tự động thay đổi **thành Lựa chọn của Người dùng**.

Chiều rộng rãnh định tuyến phải nằm giữa các giá trị tối thiểu và tối đa được chỉ định trong quy tắc thiết kế Chiều rộng định tuyến hiện hành. Nếu bạn cố gắng thay đổi chiều rộng thành một giá trị nằm ngoài phạm vi được xác định bởi cài đặt Tối thiểu và Tối đa của quy tắc, phần mềm sẽ tự động cắt nó trở lại trong phạm vi Min-Max.

Thay đổi lớp và thêm Via trong khi định tuyến

Có hai cách tiếp cận để thay đổi tương tác các lớp trong quá trình định tuyến:

- Bấm phím * trên bàn phím số. Mỗi lần nhấn phím đó sẽ chuyển bạn xuống lớp tín hiệu có sẵn tiếp theo.
- Sử dụng tổ hợp phím tắt **Ctrl + Shift + Wheel Scroll**. Giữ Ctrl + Shift, sau đó cuộn con lăn chuột về phía trước để di chuyển xuống qua các lớp tín hiệu có sẵn, cuộn con lăn chuột về phía sau để di chuyển lên trên qua các lớp tín hiệu có sẵn. Lưu ý rằng phím tắt này có thể được sử dụng bất kỳ lúc nào để thay đổi các lớp, nếu bạn hiện không định tuyến thì tổ hợp phím tắt này sẽ đi qua tất cả các lớp được bật.

Một dấu qua được tự động thêm vào ở góc cuối cùng, nơi phân đoạn được nở cuối cùng gặp phân đoạn rộng nhìn về phía trước. Giống như với chiều rộng định tuyến, kích thước của qua được xác định bởi **Chế độ kích thước qua** hiện tại được chọn trong tùy chọn **Nguồn có chiều rộng định tuyến tương tác**, như được hiển thị trong hình ảnh động bên dưới.

Thay đổi Chế độ Kích thước Qua khi Định tuyến

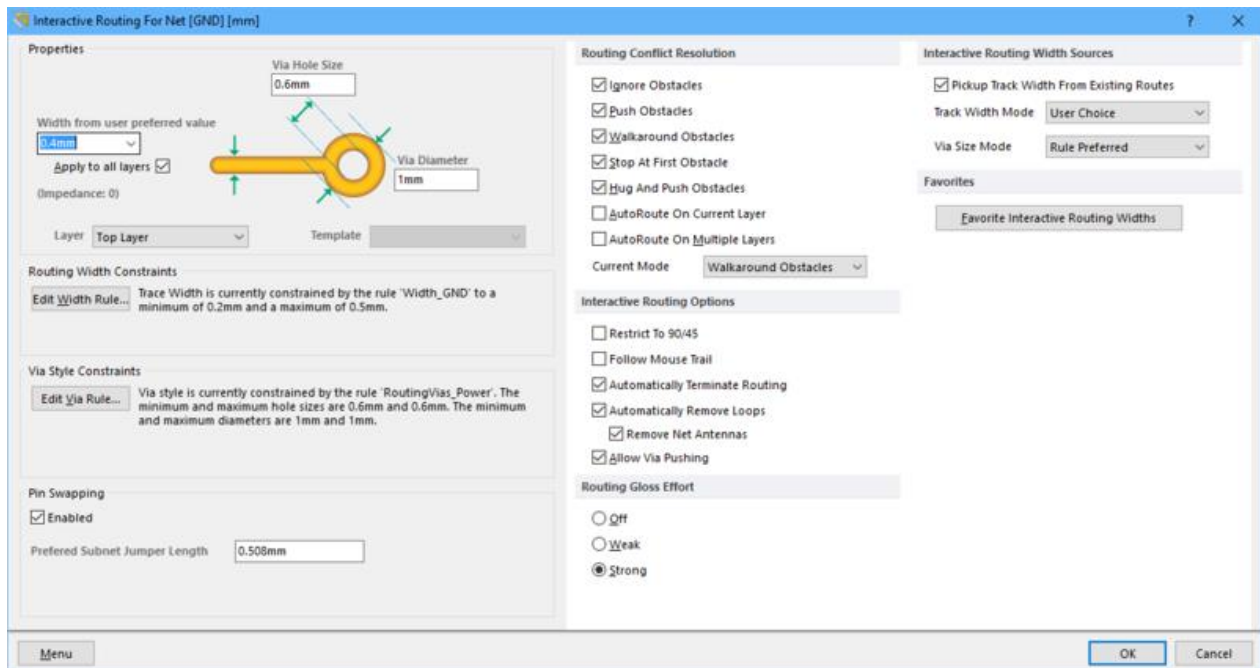
Như với chiều rộng định tuyến, có 4 kích thước có thể có mà phần mềm có thể chọn trong quá trình định tuyến tương tác:

- ưa thích của nhà thiết kế thông qua kích thước (Lựa chọn của người dùng); hoặc là
- các áp dụng Routing Via Phong cách nguyên tắc thiết kế - bạn lựa chọn giữa mức tối thiểu, ưa thích, hoặc giá trị tối đa.

Bạn có thể chuyển qua 4 tùy chọn kích thước bằng cách nhấn phím tắt **4** trong quá trình định tuyến tương tác. Chế độ hiện tại được hiển thị về phía cuối bên phải của thanh Trạng thái, như được hiển thị trong hình ảnh động ở trên.

Thay đổi lựa chọn của người dùng thông qua kích thước trong khi định tuyến

Cũng như thay đổi chiều rộng rãnh trong quá trình định tuyến, khi bạn nhấn Tab để mở hộp thoại *Định tuyến tương tác cho mạng*, bạn cũng có thể thay đổi kích thước qua. Cũng như chiều rộng đường đi, kích thước bạn nhập phải nằm trong khoảng giá trị tối thiểu và tối đa được xác định trong quy tắc thiết kế [Định tuyến qua Kiểu hiển hình](#).



Nhấn Tab để chỉnh sửa chiều rộng định tuyến và kích thước trong khi định tuyến.

Tự động thay đổi chiều rộng định tuyến khi bạn định tuyến

Một thách thức chung với công nghệ thành phần hiện đại là cần định tuyến một mạng ở các độ rộng khác nhau khi bạn định tuyến trên bảng. Ví dụ, định tuyến vào hoặc ra khỏi BGA thường sẽ yêu cầu các đường thoát hẹp hơn, chuyển sang độ rộng ưu tiên ở rìa của dấu chân BGA.

Điều này có thể đạt được theo cách thủ công trong quá trình định tuyến tương tác, sử dụng các kỹ thuật được mô tả trước đó trên trang này. Bạn cũng có thể tự động hóa hành vi chuyển đổi chiều rộng này, bằng cách thêm phòng vị trí và quy tắc chiều rộng định tuyến dựa trên phòng. Khi điều này đã được thực hiện, các bản nhạc sẽ tự động co và mở rộng khi phòng được vào hoặc ra.

Tính năng hoạt động bởi:

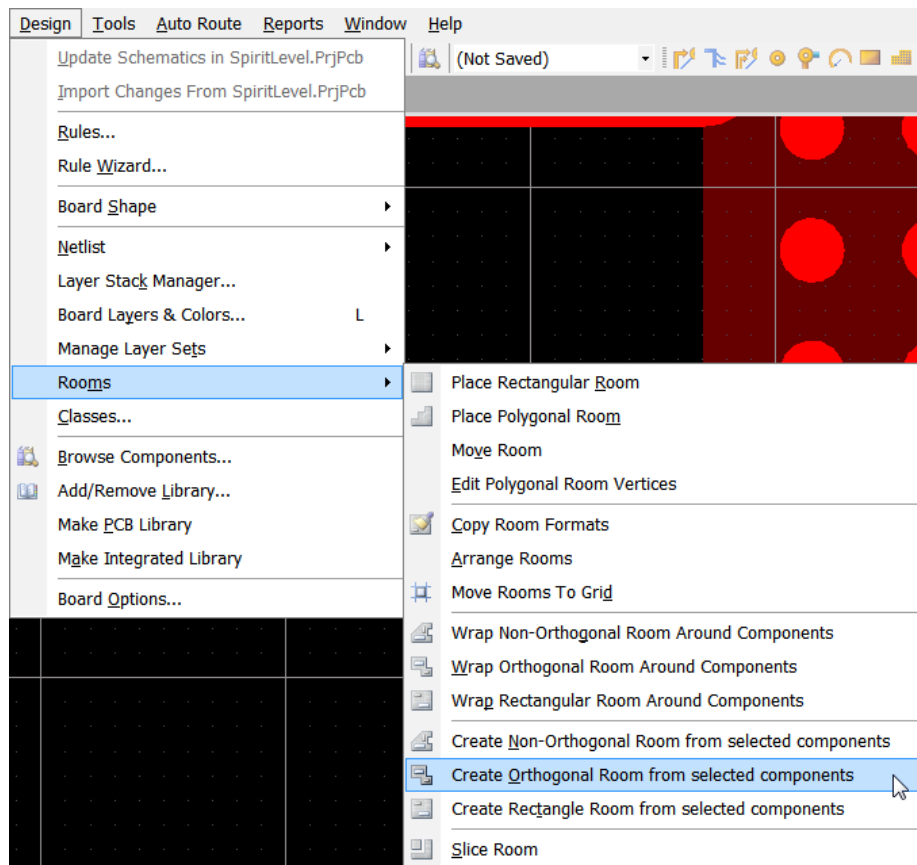
- Xác định quy tắc **Phòng Vị trí** cho khu vực của bảng yêu cầu các tuyến đường hẹp hơn.
- Xác định quy tắc **Ràng buộc chiều rộng** , có mức độ ưu tiên cao hơn, xác định chiều rộng của các tuyến đường trong phòng. Quy tắc này sẽ sử dụng phạm vi TouchesRoom, như được thảo luận bên dưới.

Khi điều này đã được thực hiện, chiều rộng sẽ tự động thay đổi khi bạn đi vào hoặc ra khỏi phòng vị trí, như được hiển thị trong hình ảnh động bên dưới.

Định tuyến dựa trên phòng yêu cầu phải xác định phòng vị trí trước. Một phòng sắp xếp cũng là quy tắc thiết kế. Trong khi bạn có thể tạo quy tắc và sau đó xác định phòng từ hộp thoại quy tắc thiết kế, có thể hiệu quả hơn nếu làm theo cách khác, tạo phòng một cách tương tác và Altium Designer tạo quy tắc thiết kế cho bạn.

Tạo Quy tắc Phòng

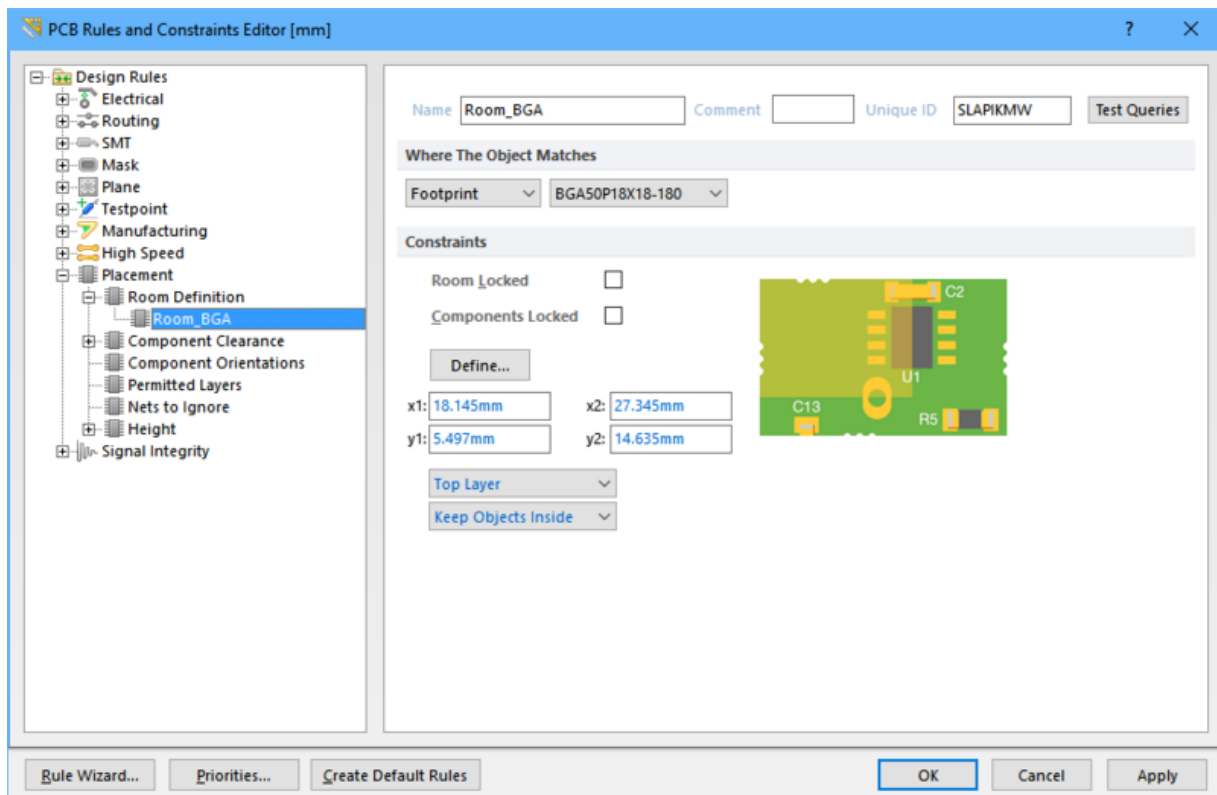
Các **thiết kế »Phòng** menu con có một số lệnh định nghĩa phòng.



Phòng là một tính năng hữu ích để kiểm soát vị trí các thành phần được đặt và cũng để kiểm soát những quy tắc nào được áp dụng trong khu vực đó của bảng.

Một căn phòng được tạo xung quanh các thành phần được chọn sẽ dẫn đến kết quả sau:

1. Một Lớp Thành phần của các thành phần đã chọn được tạo. Xem lại lớp (**Thiết kế »Lớp**) và cập nhật **Tên** Lớp Thành phần khi bạn yêu cầu.
2. Quy tắc thiết kế Định nghĩa Phòng Vị trí được tạo. Quy tắc được xác định phạm vi để nhắm mục tiêu Lớp thành phần được tạo ở bước 1, nếu bạn đã thay đổi tên Lớp thành phần thì phạm vi quy tắc (**Truy vấn đầy đủ**) phải được cập nhật để phù hợp.
3. Quy tắc thiết kế Định nghĩa Phòng Vị trí cũng được đặt tên tự động. Cập nhật tên theo yêu cầu và ghi chú tên, vì căn phòng sẽ được tham chiếu trong các quy tắc thiết kế khác theo **Tên** của nó .
4. Nếu cần, hãy thay đổi kích thước phòng. Để thực hiện việc này, hãy nhấp một lần để chọn nó, sau đó nhấp và giữ vào một đỉnh để di chuyển một góc hoặc một cạnh. Sau khi nhấp vào một đỉnh để di chuyển nó, bạn cũng có thể nhấn **Shift** để thực hiện thay đổi kích thước đối xứng.



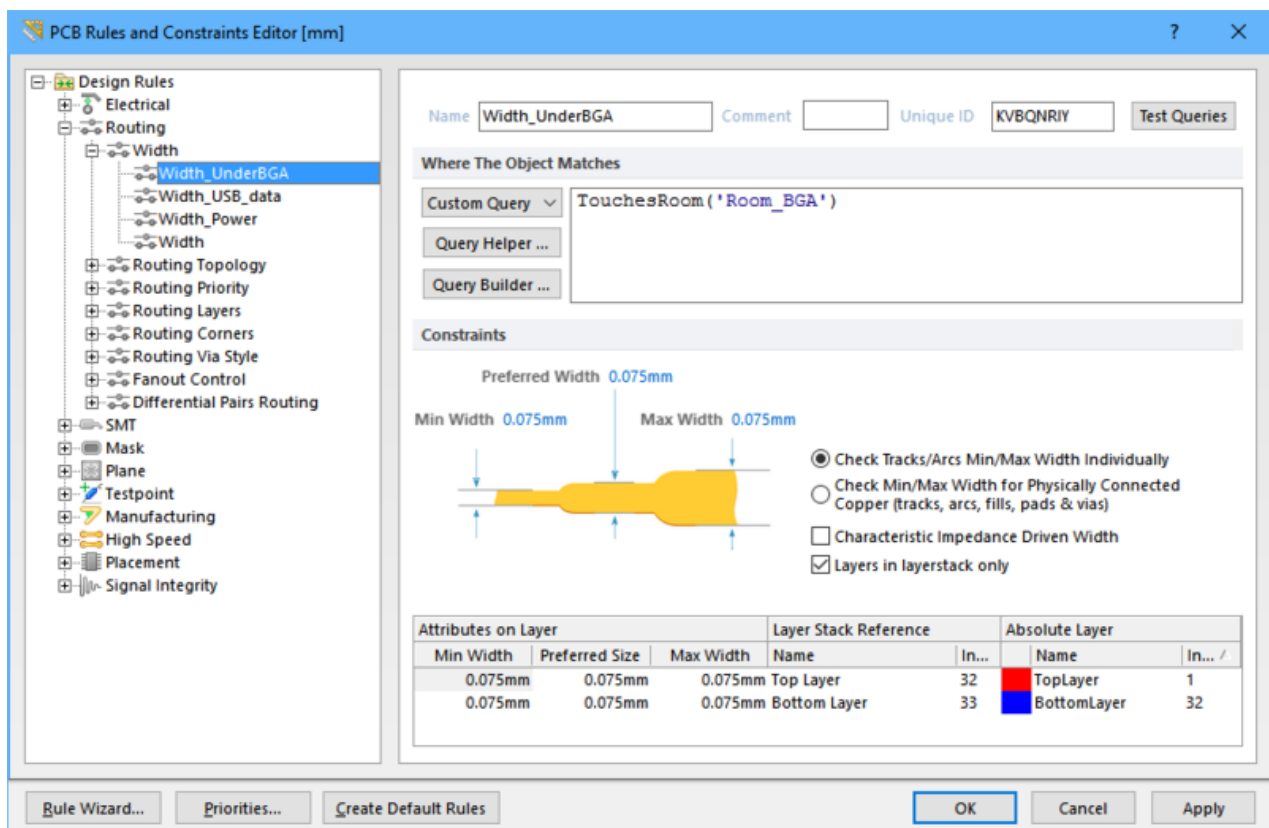
Trong ví dụ này, quy tắc đã được xác định phạm vi để nhắm mục tiêu một dấu chân BGA cụ thể ('BGA50P18X18-180'), thay vì một lớp thành phần.

Quy tắc thiết kế Định nghĩa Phòng Vị trí thường được áp dụng để nhắm mục tiêu một hoặc nhiều thành phần. Trong tình huống này, nơi nó cuối cùng được sử dụng

để kiểm soát việc định tuyến trong khu vực được xác định bởi phòng, bạn không thực sự phải phân bổ nó để nhắm mục tiêu các thành phần cụ thể. Ví dụ: phạm vi của quy tắc (**Truy vấn đầy đủ**) có thể được đặt thành Tất cả và định tuyến sẽ vẫn hoạt động theo yêu cầu. Lợi thế của việc xác định phạm vi để nhắm mục tiêu (các) thành phần bên trong nó, là nếu (các) thành phần cần được di chuyển, thì lệnh **Design »Rooms» Move Room** có thể được sử dụng để di chuyển căn phòng và các thành phần lại với nhau.

Tạo Quy tắc Định tuyến dựa trên Phòng

Khi phòng đã được xác định, quy tắc chiều rộng định tuyến sau đó có thể được xác định. Hình ảnh bên dưới cho thấy một ví dụ về quy tắc Chiều rộng định tuyến được sử dụng để hướng dẫn Altium Designer đặt chiều rộng định tuyến thành 0,075mm bất cứ khi nào định tuyến chạm vào phòng có tên Room_BGA. Công cụ định tuyến tương tác của Altium Designer sẽ tự động kết thúc đoạn đường hiện tại và bắt đầu một đoạn mới ở ranh giới phòng, để đáp ứng một quy tắc như thế này.



Quy tắc thiết kế Chiều rộng định tuyến có phạm vi để đặt chiều rộng của tất cả các lưới thành 0,075mm trong phòng Room_BGA. Lưu ý rằng quy tắc này xuất hiện đầu tiên trong cây, cho biết rằng đó là quy tắc chiều rộng định tuyến có mức ưu tiên cao nhất.

Chế độ giải quyết xung đột định tuyến

Như đã đề cập, cách bộ định tuyến tương tác phản hồi với các đối tượng đã có trong không gian làm việc PCB, chẳng hạn như miếng đệm trên các mạng khác, phụ thuộc vào chế độ Giải quyết xung đột định tuyến hiện tại. Định cấu hình các chế độ giải quyết xung đột nào khả dụng trong quá trình định tuyến trong **PCB Editor** - Trang **Định tuyến Tương tác** của hộp thoại *Tùy chọn* .

Các chế độ giải quyết xung đột bao gồm:

- **Bỏ qua các chướng ngại vật** - bỏ qua các đối tượng hiện có (định tuyến có thể được đặt tự do). Vi phạm được đánh dấu.
- **Đẩy chướng ngại vật** - đẩy các tuyến đường hiện có và vias để nhường chỗ cho tuyến đường mới.
- **Walkaround chướng ngại vật** - cố gắng tìm một con đường xung quanh các đối tượng hiện có. Khe hở đối với các đối tượng khác được xác định theo quy tắc thiết kế **Khe hở** áp dụng .
- **Dừng lại ở chướng ngại vật đầu tiên** - trong chế độ này, công cụ định tuyến sẽ dừng ở chướng ngại vật đầu tiên cản đường.
- **Ôm và Đẩy chướng ngại vật** - trong chế độ này, công cụ định tuyến sẽ theo sát các đối tượng hiện có và chỉ đẩy chúng khi không đủ chỗ cho đường đi được định tuyến.
- Tự động định tuyến **trên Lớp hiện tại** - chế độ này áp dụng tính năng thông minh của máy tính tự động cho bộ định tuyến tương tác, tự động chọn giữa đẩy và đi bộ xung quanh, để cung cấp chiều dài tuyến đường tổng thể ngắn nhất.
- Tự động định tuyến **trên nhiều lớp** - chế độ này cũng áp dụng tính năng tự động thông minh cho bộ định tuyến tương tác, tự động chọn giữa đẩy, đi bộ xung quanh hoặc chuyển đổi các lớp, để cung cấp chiều dài tuyến đường tổng thể ngắn nhất.

Chế độ Giải quyết Xung đột hiện tại được hiển thị trên thanh Trạng thái ở cuối Altium Designer. Sử dụng **phím tắt Shift + R** để chuyển qua các chế độ khả dụng trong quá trình định tuyến tương tác.

Track 45: Walkaround Obstacles [Width From: User Choice] [Via-Size From: Rule Preferred] Gloss: Strong

Hiển thị động các ranh giới thông quan trong quá trình định tuyến

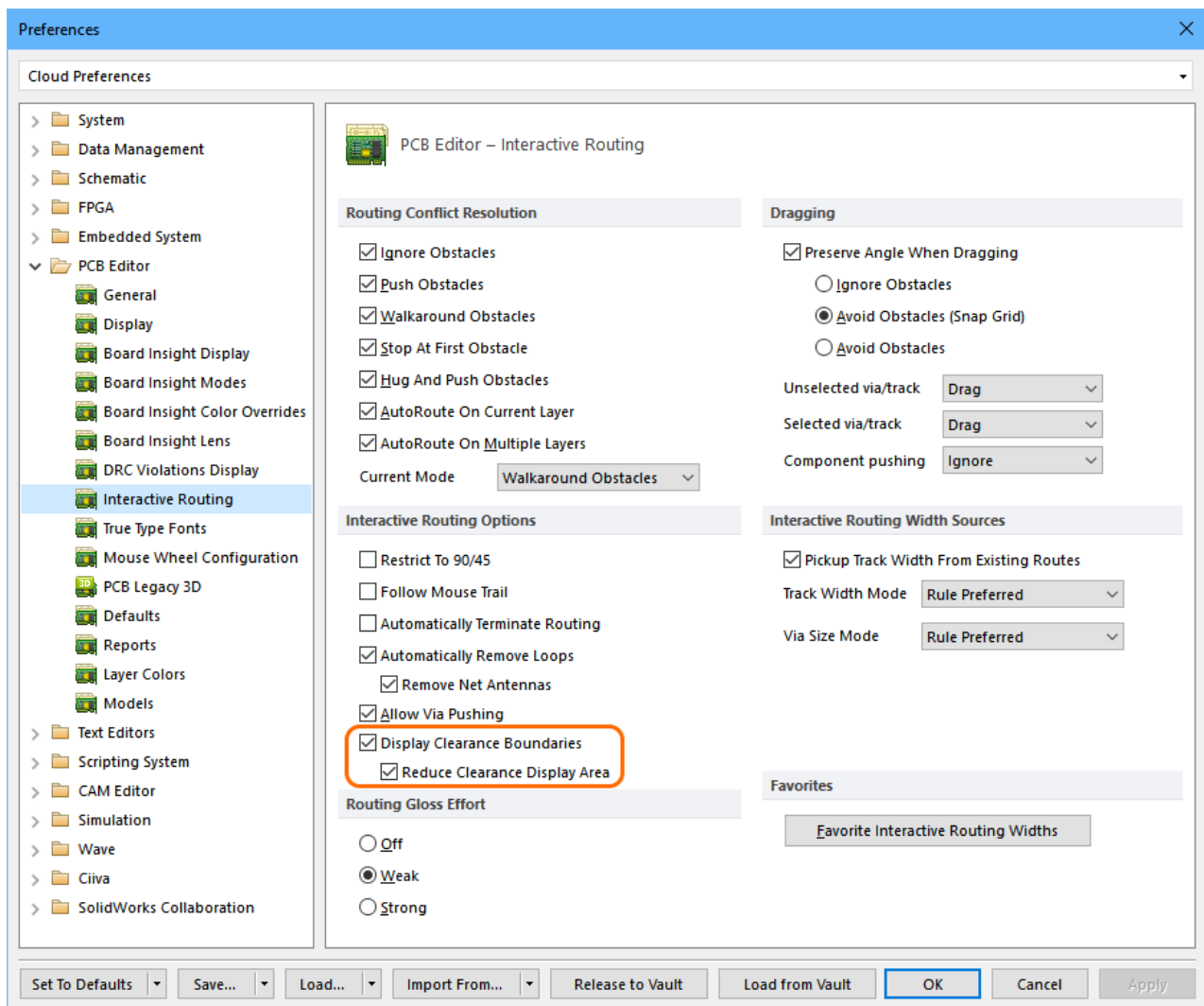
Bạn đã bao giờ tự hỏi tại sao một tuyến đường không đi qua một khoảng trống trong quá trình định tuyến tương tác? Đó có phải là một ràng buộc quy tắc không chính xác, hay mạng đang được nhắm mục tiêu bởi quy tắc sai?

Được thiết kế để giúp giải thích và hiểu tác động của các quy tắc thiết kế, tính năng hiển thị động của ranh giới thông thủy cho biết lượng không gian còn trống trong quá trình định tuyến tương tác. Khoảng trống xung quanh các đối tượng không gian làm việc hiện có được hiển thị động khi bạn định tuyến. Sử dụng phím tắt Ctrl + W để bật / tắt trong quá trình định tuyến.

Nhấn **Ctrl + W** để bật hoặc tắt tính năng Ranh giới khe hở hiển thị trong khi định tuyến.

Cho phép hiển thị động các ranh giới thông quan

Bật tính năng **Ranh giới khe hở hiển thị** trên trang [PCB Editor - Định tuyến tương tác](#) của [hộp thoại Tùy chọn](#).



Bật tùy chọn trong trang Định tuyến tương tác của hộp thoại *Tùy chọn*.

Khi kích hoạt tùy chọn **Ranh giới** khoảng trống **hiển thị** , khu vực cấm đi được xác định bởi các *đối tượng hiện có* + *quy tắc thông quan áp dụng* được hiển thị dưới dạng đa giác bóng mờ, trong vòng tròn xem cục bộ, khi bạn định tuyến tương tác.

Nếu tùy chọn **Giảm khoảng trống hiển thị** bị vô hiệu hóa, khu vực khoảng trống cấm được hiển thị cho toàn bộ lớp, như được hiển thị trong hình ảnh động bên dưới.

Các ranh giới trống cũng có thể được hiển thị trong [Định tuyến cấp vi phân tương tác](#) và [Định tuyến đa định tuyến tương tác](#) .

Hiển thị ranh giới giải phóng mặt bằng có sẵn trong tất cả các chế độ định tuyến ngoại trừ **Bỏ qua chướng ngại vật** .

Các tính năng và tùy chọn định tuyến tương tác khác

Có một số tùy chọn khác cho bộ định tuyến tương tác được định cấu hình trong **PCB Editor** - Trang **Định tuyến Tương tác** của hộp thoại *Tùy chọn* . Điều quan trọng là phải hiểu vai trò của các tùy chọn này để có được lợi ích tối đa từ Bộ định tuyến tương tác.

Hạn chế ở 90/45

- Nhấn **Shift** + **Phím cách** sẽ **chuyển** qua các chế độ góc định tuyến có sẵn, bao gồm chế độ cung tròn và bất kỳ chế độ góc nào. Nếu các chế độ này không được yêu cầu, hãy bật tùy chọn Hạn chế đến 90/45 để giới hạn các góc ở 90 hoặc 45 độ.

Theo đường mòn chuột

- Nếu tùy chọn này được bật, đường dẫn tuyến có xu hướng đi theo đường được vẽ bằng con trỏ.

Tự động chấm dứt định tuyến

- Bật tùy chọn này để tự động thả lưới hiện tại khi đạt đến mục tiêu. Nếu tùy chọn này không được bật, hãy sử dụng nút **Chuột phải** hoặc **phím Esc** để bỏ kết nối hiện tại (thông thường tùy chọn này được bật).

Tự động loại bỏ các vòng lặp

- Một đường dẫn tuyến hiện có có thể được xác định lại bằng cách định tuyến một đường dẫn mới. Bắt đầu định tuyến tương tác ở bất kỳ đâu dọc theo đường dẫn tuyến hiện có, định tuyến đường dẫn mới, quay lại gặp đường dẫn cũ nếu cần. Ngay sau khi đường dẫn mới gặp đường dẫn hiện có, tất cả các phân đoạn trong vòng lặp dự

phòng sẽ tự động bị loại bỏ nếu tùy chọn **Tự động loại bỏ vòng lặp** được bật (thông thường tùy chọn này được bật).

Để định tuyến lại, hãy định tuyến đường dẫn mới một cách đơn giản, khi tuyến đường mới quay trở lại gặp tuyến đường hiện tại, một vòng lặp được tạo, Altium Designer sẽ tự động loại bỏ điều này nếu tính năng Loại bỏ vòng lặp được bật.

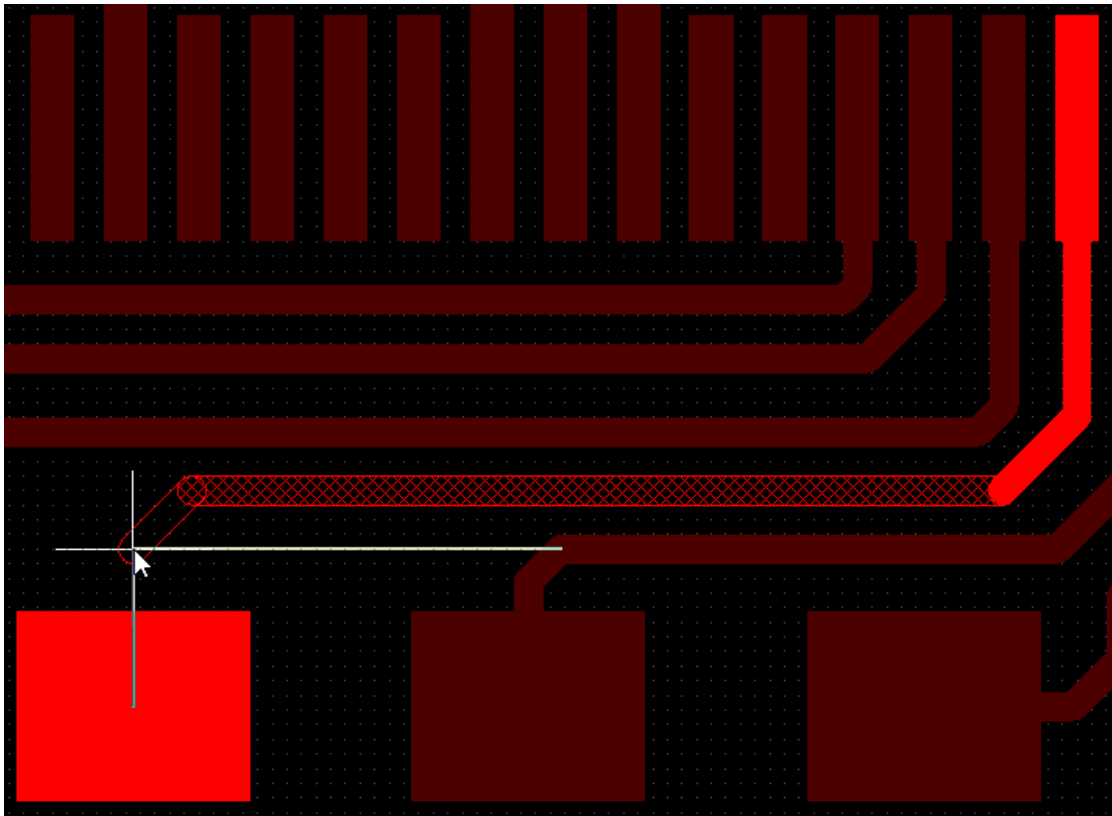
- Lưu ý rằng một số lưới nhất định có thể yêu cầu các vòng lặp (nhiều đường dẫn đến cùng một điểm), chẳng hạn như lưới điện hoặc lưới tiếp đất. Đối với những lưới này, tính năng Tự động Xóa Vòng lặp có thể bị vô hiệu hóa có chọn lọc, để thực hiện việc này, hãy nhấp đúp vào tên mạng trong Bảng điều khiển *PCB* (đặt chế độ bảng thành **Nets**) để mở hộp thoại *Chỉnh sửa Mạng* , nơi tùy chọn **Xóa Vòng lặp** có thể được tắt chỉ cho mạng đó.

Định tuyến Gloss nỗ lực

- Khi con trỏ được di chuyển trong quá trình định tuyến tương tác, công cụ định tuyến liên tục cố gắng tìm đường đi ngắn nhất từ vị trí nhấp chuột cuối cùng, cho đến vị trí con trỏ hiện tại. Mức độ nó có thể làm trơn tru việc định tuyến và giảm số góc được xác định bởi **Routing Gloss Effort** .
- Cài đặt Routing Gloss Effort hiện tại được hiển thị trên thanh Trạng thái, hãy sử dụng phím tắt **Ctrl + Shift + G** để xoay vòng cài đặt. Lưu ý rằng cài đặt càng mạnh, càng ít góc trong tuyến đường cuối cùng.
- Glossing là một nhiệm vụ tính toán chuyên sâu chạy dưới nền, nó có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của Bộ định tuyến tương tác, đặc biệt khi định tuyến nhiều mạng đồng thời. Cài đặt Gloss càng mạnh thì càng mất nhiều thời gian để thực hiện các phép tính.

Hành vi nhìn trước

- Trong quá trình định tuyến tương tác, đối với mạng hiện đang được định tuyến, các đoạn đường ray được hiển thị dưới dạng dấu gạch ngang hoặc rỗng (trống). Tất cả các phân đoạn đã nở được đặt bằng một cú nhấp chuột tiếp theo.
- Phân đoạn rỗng được gọi là phân đoạn Nhìn trước, mục đích của nó là cho phép nhà thiết kế lập kế hoạch trước, nghĩa là xem xét vị trí của phân đoạn tiếp theo có thể được đặt mà không cần phải cam kết với nó. Chế độ Nhìn trước được bật và tắt bằng cách sử dụng 1 phím tắt (trong khi định tuyến).



Phân đoạn rỗng hoặc trống được gọi là phân đoạn Nhìn trước, sử dụng nó để lập kế hoạch nơi các phân đoạn trong tương lai sẽ được đặt. Nhấn phím tắt 1 trong khi định tuyến để bật và tắt chế độ Nhìn trước.

Các phím tắt khả dụng trong Định tuyến tương tác

- * trên bàn phím số để chuyển sang lớp định tuyến khả dụng tiếp theo và chèn qua.
- Ngoài ra, giữ **Ctrl + Shift** trong khi cuộn con lăn chuột để chuyển sang lớp định tuyến có sẵn tiếp theo và chèn dấu qua. Mỗi lần nhấp con lăn chuột sẽ di chuyển một lớp.
- **Shift + R** để chuyển qua các chế độ giải quyết xung đột định tuyến có sẵn.
- **Shift + Phím** cách để xoay các chế độ góc có sẵn ([tìm hiểu thêm](#)). Đối với các tùy chọn vòng cung ở góc, hãy sử dụng, và. nút bàn phím để giảm hoặc tăng kích thước vòng cung.
- **Phím cách** chuyển đổi hướng của góc cuối cùng.
- **Backspace** để tách (các) phân đoạn được đặt cuối cùng.
- **Shift + W** để bật lên hộp thoại Chọn chiều rộng và thay đổi chiều rộng định tuyến.
- **Ctrl + Nhấp chuột** để tự động hoàn tất kết nối hiện tại.

- Nhấn **Shift + F1** trong khi định tuyến để hiển thị các phím tắt định tuyến tương tác (hoặc dấu ngã (~)).

Hoàn thiện thiết kế bảng

Finalizing the Board Design

Thêm điểm kiểm tra vào bảng

Kiểm tra là một phần quan trọng của quá trình sản xuất bo mạch. Sau khi chế tạo, bo mạch thường được kiểm tra để đảm bảo không bị đoản mạch hoặc hở mạch. Sau khi được cung cấp đầy đủ tất cả các thành phần của nó, một bo mạch thường được kiểm tra lại để đảm bảo tính toàn vẹn của tín hiệu và hoạt động của thiết bị. Để hỗ trợ trong quá trình này, nó về cơ bản là có lợi để có một chương trình của các điểm trên bảng - *Testpoints* - mà các thiết bị thử nghiệm có thể thăm dò và thực hiện các xét nghiệm cần thiết.

Vị trí của các điểm kiểm tra trên bo mạch sẽ phụ thuộc vào các yếu tố bao gồm phương thức kiểm tra (bao gồm kiểm tra chế tạo bo mạch trần, kiểm tra lắp ráp trong mạch, v.v.) và phương pháp kiểm tra (bao gồm kiểm tra tự động bằng cách sử dụng đầu dò bay và giường của -giá móng, kiểm tra tay, vv ..). Ví dụ: khi thực hiện thử nghiệm chế tạo bảng trần, bảng không được điền và vì vậy tất cả các miếng đệm và vias là 'trò chơi công bằng' khi nói đến việc chỉ định các điểm kiểm tra. Tuy nhiên, vị trí được sử dụng cho các điểm kiểm tra khi thực hiện kiểm tra lắp ráp trong mạch hầu như sẽ luôn khác nhau. Khi hội đồng quản trị được phổ biến, bạn có thể không còn quyền truy cập vào các miếng đệm thành phần và chắc chắn không có quyền truy cập vào các miếng đệm và vias trong một thành phần!

Altium Designer cung cấp một hệ thống mạnh mẽ để xử lý các nhu cầu về điểm kiểm tra của bạn và nâng cao khả năng kiểm tra của bảng mạch của bạn, cho phép bạn chỉ định riêng các điểm kiểm tra để kiểm tra chế tạo bo mạch trần và / hoặc kiểm tra lắp ráp trong mạch theo yêu cầu. Các điểm kiểm tra có thể được chỉ định theo cách thủ công hoặc được sắp xếp hợp lý và tự động hơn bằng cách sử dụng [hộp thoại Trình quản lý điểm kiểm tra](#) .

Xem xét chiến lược điểm kiểm tra của bạn

Trước khi chuyển sang việc chỉ định các miếng đệm và vias để sử dụng làm vị trí điểm kiểm tra, bạn nên lùi lại và suy nghĩ về những gì được yêu cầu. Sau đây chỉ là một số điểm cần xem xét khi xác định chiến lược kết hợp các điểm kiểm tra vào một thiết kế:

- Khi chọn mặt bên của bảng mà các điểm kiểm tra sẽ được cho phép, cần xem xét các quy trình kiểm tra và các thiết bị liên quan sẽ được sử dụng. Ví dụ, bảng chỉ được thăm dò từ mặt dưới, chỉ mặt trên hay cả hai mặt.
- Một điểm kiểm tra bên dưới một thành phần (ở cùng phía của bo mạch với thành phần) thường được sử dụng ở giai đoạn thử nghiệm bo mạch trần. Điều này cần được xem xét khi lập kế hoạch vị trí điểm kiểm tra để kiểm tra bảng mạch lắp ráp.
- Chỉ nên định vị tất cả các điểm kiểm tra trên một mặt của bảng, sử dụng vias để đạt được điều này nếu cần. Lý do cho điều này nằm ở thực tế là giá cố định kiểm tra hai đầu phải chịu chi phí lớn hơn so với cố định kiểm tra một đầu.
- Mẫu điểm kiểm tra của bạn càng không chuẩn và phức tạp, thì việc định cấu hình thiết bị cố định để kiểm tra bảng càng tốn kém. Triết lý tốt nhất là phát triển một phương pháp luận sẽ dẫn đến khả năng kiểm tra chung. Một chính sách điểm kiểm tra được mài dũa và thích ứng tốt sẽ cho phép các thiết kế khác nhau được kiểm tra một cách hiệu quả và tiết kiệm chi phí.
- Cần xem xét cẩn thận bất kỳ thông qua yêu cầu nào của thiết kế. Lều một điểm kiểm tra được chỉ định qua sẽ chặn hiệu quả sự tiếp xúc của đầu dò kiểm tra. Ngay cả khi dùng mặt nạ hàn lỏng có thể nhìn thấy quang ảnh (LPI) cắm vào một phần cũng sẽ gây ra các vấn đề về tiếp xúc, vì chất lỏng của mặt nạ sẽ có xu hướng chảy ra ngoài qua lỗ thông. Mặt nạ hàn có thể lột được thực sự có thể được sử dụng để cung cấp tạm thời cho các vias được chỉ định như vậy, nhưng điều này thường có thể tỏ ra khá tốn kém.
- Tham khảo ý kiến chặt chẽ với các nhà chế tạo và lắp ráp của bạn để đảm bảo rằng mọi thông số thiết kế cụ thể đều được tính đến khi chỉ định điểm kiểm tra. Chúng có thể bao gồm khoảng cách giữa các điểm kiểm tra và điểm kiểm tra và khoảng cách giữa các điểm kiểm tra và các thành phần có thể nghiêm ngặt hơn so với khoảng cách định tuyến và vị trí thông thường.

Các phần sau xem xét kỹ hơn về chế tạo và kiểm tra lắp ráp, bao gồm các ràng buộc về điểm kiểm tra cụ thể và các cân nhắc liên quan đến từng loại.

Kiểm tra chế tạo

Kiểm tra chế tạo liên quan đến việc kiểm tra bảng mạch in ở giai đoạn trước khi lắp ráp sản xuất, trước khi bất kỳ thành phần nào được đặt lên bảng. Do đó, nó thường được gọi là thử nghiệm bo mạch trần. Phương pháp kiểm tra này thường có thể liên quan đến việc sử dụng thiết bị thăm dò bay để thực hiện kiểm tra từng mạng. Về cơ bản, hai đầu dò được lập trình để hoạt động đồng thời, một đầu dò để phát tín hiệu qua mạng và đầu dò kia để phát hiện sự hiện diện (hoặc vắng mặt) của tín hiệu đó.

Hai kịch bản thử nghiệm phổ biến cho thử nghiệm chế tạo bo mạch chủ là:

1. Kiểm tra để đảm bảo rằng đồng tiếp giáp đầu cuối cố ý mang tín hiệu sạch (dưới ngưỡng trở kháng tối đa cho phép) mà không có bất kỳ mạch hở nào.
2. Kiểm tra để đảm bảo rằng các lưới không bị chập vào nhau.

Ràng buộc về vị trí điểm kiểm tra

Các trường hợp ngoại lệ và các cân nhắc khác

Kiểm tra lắp ráp

Kiểm tra lắp ráp liên quan đến việc kiểm tra bảng mạch in ở giai đoạn sản xuất sau lắp ráp, sau khi bảng đã được điền đầy đủ các thành phần được chỉ định trong Bill of Materials (BOM) liên quan của nó. Như vậy, nó thường được gọi là thử nghiệm trong mạch hoặc điện. Phương pháp kiểm tra này thường liên quan đến (nhưng không giới hạn ở!) Việc sử dụng bộ cố định móng tay được cấu hình thủ công. Tùy thuộc vào loại thử nghiệm đang được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị cố định, bo mạch có thể được cấp nguồn hoặc không.

Hai kịch bản thử nghiệm phổ biến để thử nghiệm lắp ráp trong mạch là:

1. Đồng thời thăm dò một điểm kiểm tra chuyên dụng cho mỗi mạng (hoặc mạng quan tâm). Điều này được thực hiện bằng cách phát tín hiệu qua từng đầu dò riêng lẻ và phát hiện kết quả thu tín hiệu bởi tất cả các đầu dò khác.
2. Kiểm tra các thành phần / bus cụ thể để đảm bảo rằng bản thân thiết bị đang hoạt động bình thường. Đây là những thử nghiệm chuyên biệt có thể được tiến hành bằng nhiều phương pháp thử nghiệm khác nhau. Trong trường hợp đơn giản nhất, có thể sử dụng bộ cố định lớp móng để kiểm tra các miếng đệm thành phần.

Ràng buộc về vị trí điểm kiểm tra

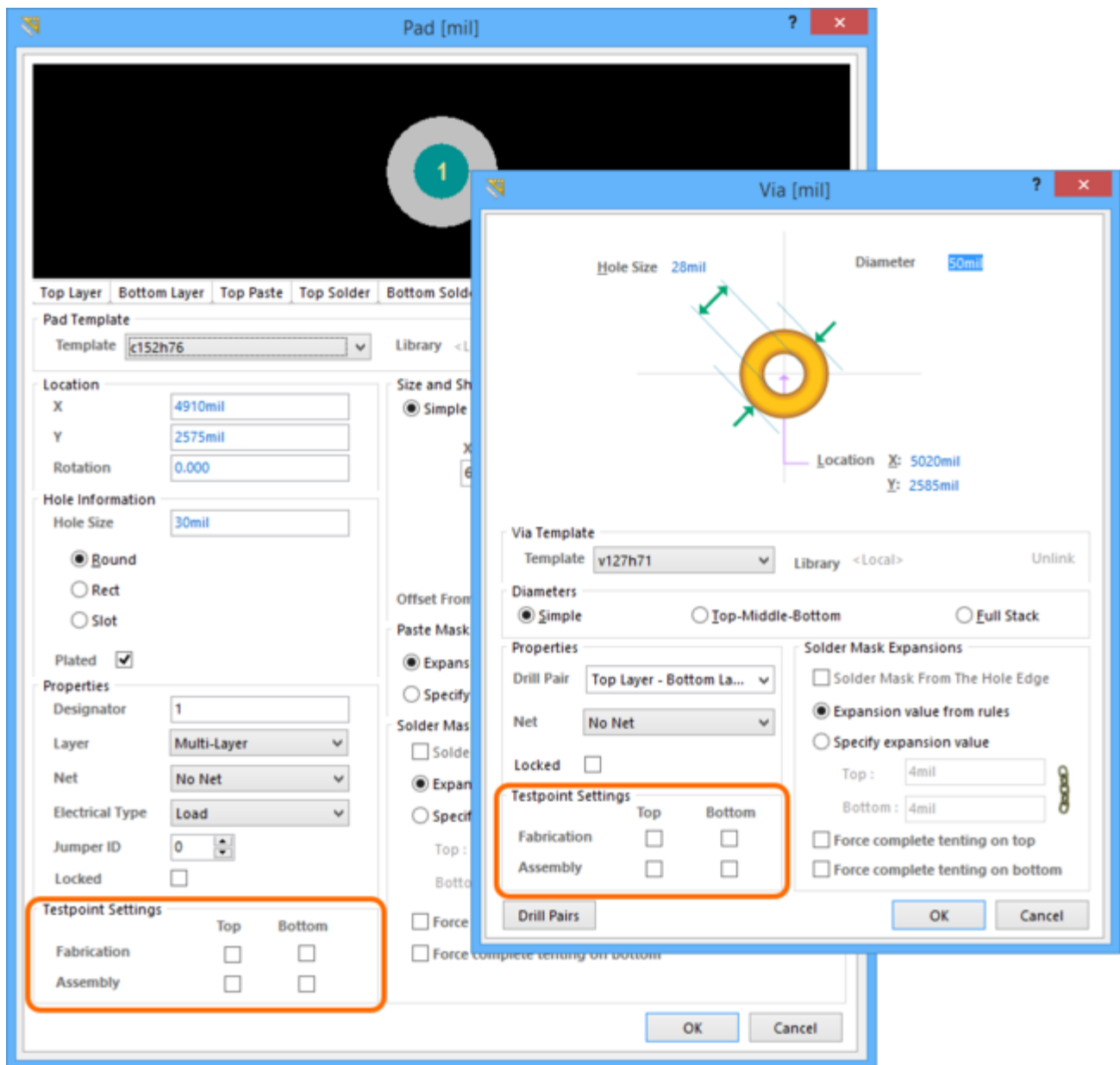
Các trường hợp ngoại lệ và các cân nhắc khác

Hỗ trợ Pad và Via Testpoint

Altium Designer cung cấp hỗ trợ đầy đủ cho các điểm kiểm tra, cho phép bạn chỉ định các miếng đệm (thông qua lỗ hoặc SMD) và / hoặc vias được sử dụng làm vị trí điểm kiểm tra trong quá trình chế tạo và / hoặc kiểm tra lắp ráp. Một Pad hay Via được đề cử để sử dụng như một testpoint bằng cách thiết lập thuộc tính testpoint có liên quan của nó, và trả lời hai câu hỏi quan trọng:

- Có nên sử dụng pad / via làm điểm kiểm tra chế tạo và / hoặc lắp ráp không?
- Nên sử dụng pad / via ở phía nào của bảng làm điểm kiểm tra - Top, Bottom, hay cả hai?

Các thuộc tính này có thể được tìm thấy trong hộp thoại Pad hoặc hộp thoại Qua , tương ứng.



Một pad hoặc qua được chỉ định để sử dụng làm điểm kiểm tra thông qua các tùy chọn liên quan trong hộp thoại thuộc tính liên quan của nó.

Để hợp lý hóa quy trình và giảm bớt nhu cầu thiết lập các thuộc tính điểm kiểm tra của miếng đệm / vias theo cách thủ công, Altium Designer cung cấp phương pháp tự động chỉ định điểm kiểm tra dựa trên các quy tắc thiết kế đã xác định và sử dụng Trình quản lý điểm kiểm tra. Việc gán tự động này chỉ đơn giản là đặt các thuộc tính điểm kiểm tra có liên quan cho pad / via trong từng trường hợp. Tất nhiên, bạn có tùy chọn để chỉ định thủ công các điểm kiểm tra - về bản chất, làm thủ công ở cấp độ pad / via riêng - cho phép bạn toàn quyền kiểm soát sơ đồ điểm kiểm tra được sử dụng cho bảng của bạn.

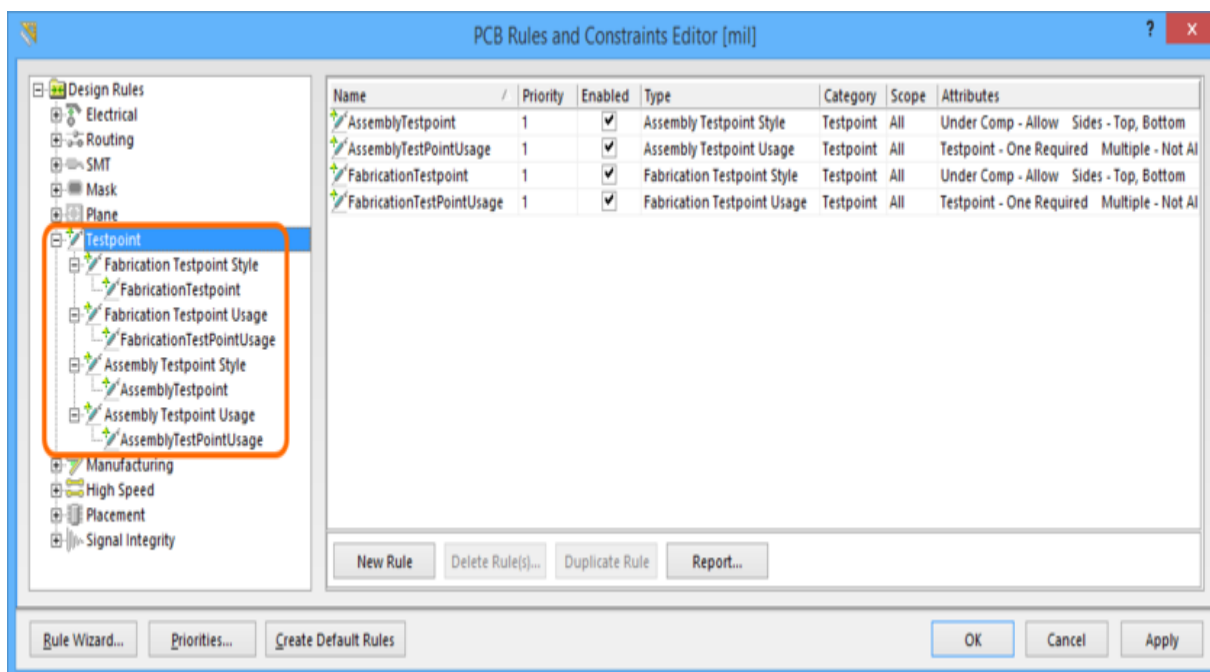
Khi mở các thiết kế PCB được tạo trong bản phát hành phần mềm trước bản phát hành Summer 09, mọi tùy chọn điểm kiểm tra được kích hoạt sẽ trở thành tùy chọn điểm kiểm tra **Chế tạo** được kích hoạt .

Quy tắc thiết kế điểm kiểm tra

Các hạn chế của thiết kế PCB nên được suy nghĩ và thực hiện như một bộ quy tắc thiết kế được mài dũa kỹ lưỡng . Để thực hiện một sơ đồ điểm kiểm tra thành công - trong đó tất cả các điểm kiểm tra đã xác định có thể được truy cập và sử dụng như một phần của bảng mạch trần và / hoặc kiểm tra trong mạch - các ràng buộc điều chỉnh phải được đưa ra. Để đạt được điều này, các loại quy tắc sau có thể được xác định như một phần của hệ thống Quy tắc thiết kế của PCB Editor:

- Kiểu điểm kiểm tra chế tạo
- Sử dụng điểm kiểm tra chế tạo
- Kiểu điểm kiểm tra lắp ráp
- Sử dụng điểm kiểm tra lắp ráp

Truy cập và xác định các quy tắc của các loại này từ hộp thoại Trình chỉnh sửa Quy tắc và Ràng buộc PCB (Thiết kế »Quy tắc).



Xác định các quy tắc thiết kế riêng biệt để ràng buộc các miếng đệm và / hoặc vias trong thiết kế có thể được sử dụng làm điểm kiểm tra Chế tạo và điểm kiểm tra Lắp ráp, và mạng nào yêu cầu điểm kiểm tra.

Các quy tắc về Kiểu và Sử dụng của Testpoint giống hệt nhau, về mặt ràng buộc, giữa hai chế độ thử nghiệm (chế tạo và lắp ráp). Quy tắc kiểu về cơ bản chỉ định các ràng buộc mà pad hoặc thông qua phải đáp ứng để được xem xét lựa chọn làm vị trí điểm kiểm tra. Quy tắc sử dụng chỉ đơn giản chỉ định lưới nào yêu cầu điểm kiểm tra.

Constraints

Testpoint(s)

☒ Required

☒ Single Testpoint per Net
☐ Testpoint At Each Leaf Node
☐ Allow More Testpoints (Manually Assigned)

☐ Prohibited
☐ Don't Care

Constraints

Sizes

	Size	Hole Size
Min	40mil	0mil
Max	100mil	40mil
Preferred	60mil	32mil

Clearances

Min Inter-Testpoint Spacing 0mil
Component Body Clearance 0mil
Board Edge Clearance 0mil
Distance to Pad Hole Centers 0mil
Distance to Via Hole Centers 0mil

Grid

☐ No Grid
☒ Use Grid

Origin X 0mil Y 0mil
Grid Size 1mil
Tolerance 0.01mil
☒ Allow testpoint under component

Allowed Side

☒ Top
☒ Bottom

Rule Scope Helper

☐ SMD Pads
☐ Vias
☐ Thru-hole Pads

Set Scope

Các ràng buộc mặc định cho cả quy tắc Sử dụng điểm kiểm tra (trên cùng) và Kiểu điểm kiểm tra (dưới cùng).

Khi xác định quy tắc kiểu, phạm vi quy tắc có thể được tạo nhanh chóng để nhắm mục tiêu vùng đệm chính xác và / hoặc thông qua các đối tượng để xem xét điểm kiểm tra, sử dụng các tùy chọn có sẵn trong vùng **Trình trợ giúp phạm vi quy tắc**.

Các quy tắc thiết kế điểm kiểm tra được sử dụng bởi [Trình quản lý điểm kiểm tra](#), các quy trình Autorouter, Online và Batch DRC cũng như trong quá trình tạo đầu ra.

Chế tạo mặc định và lắp ráp Các quy tắc về kiểu điểm kiểm tra và cách sử dụng điểm kiểm tra tồn tại. Bạn nên kiểm tra xem các quy tắc này có đáp ứng các yêu cầu của hội đồng quản trị của bạn hay không và thực hiện các thay đổi khi cần thiết. Nếu yêu cầu nhiều quy tắc cùng loại, chỉ cần sử dụng khía cạnh ưu tiên của quy tắc thiết kế để đảm bảo rằng các quy tắc có phạm vi cụ thể hơn sẽ được áp dụng trước (ví dụ: khi chạy DRC).

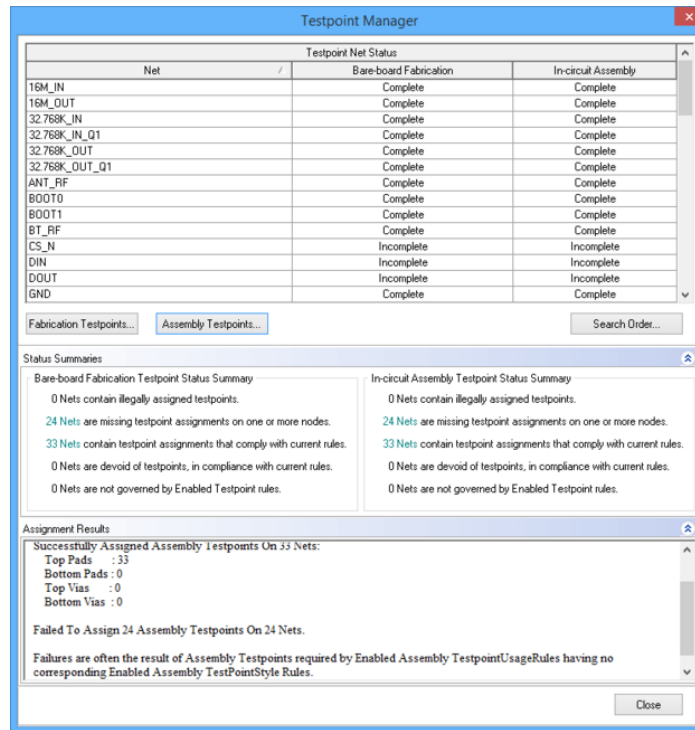
Để *Trình quản lý điểm* kiểm tra chỉ định điểm kiểm tra thành công, phải *luôn* có ít nhất một quy tắc Kiểu điểm kiểm tra tương ứng với phạm vi All.

Khi mở các thiết kế PCB hoặc nhập các quy tắc thiết kế được tạo trong bản phát hành phần mềm trước bản phát hành Summer 09, các quy tắc Kiểu Testpoint sẽ trở thành quy tắc Kiểu Testpoint Chế tạo và các quy tắc Sử dụng Điểm kiểm tra sẽ trở thành quy tắc Sử dụng Điểm kiểm tra Chế tạo.

Quản lý các điểm kiểm tra

Chỉ định các điểm kiểm tra theo cách thủ công có thể là một công việc khó khăn và tốn nhiều công sức, và thậm chí còn hơn thế nữa trên một bảng phức tạp, chứa hàng trăm thành phần (và trên cả hai mặt của bảng). Để phục vụ cho việc quản lý hợp lý các điểm kiểm tra trong thiết kế bo mạch của bạn, Altium Designer trang bị cho Trình quản lý điểm kiểm tra PCB Editor . Các *testpoint quản lý* cho phép bạn testpoints assign - để thử nghiệm chế tạo trần-board và / hoặc trong mạch lắp ráp thử nghiệm - một cách tự động, dựa trên các quy tắc thiết kế được xác định. Việc gán tự động này chỉ đơn giản là đặt các thuộc tính điểm kiểm tra có liên quan cho pad / via trong từng trường hợp.

Truy cập được thực hiện bằng cách chọn lệnh **Công cụ »Trình quản lý điểm kiểm tra** , từ các menu chính.



Quản lý các yêu cầu về điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp của bạn một cách nhanh chóng và hiệu quả bằng *Trình quản lý điểm kiểm tra* .

Sử dụng hộp thoại để tự động chỉ định và xóa các điểm kiểm tra khỏi một vị trí thuận tiện. Danh sách tất cả các lưới trong thiết kế được cung cấp, với trạng thái để chỉ ra vùng phủ sóng của điểm kiểm tra - hoặc Complete hoặc Incomplete- cho cả chế tạo bo mạch trần và thử nghiệm lắp ráp trong mạch. Nhấp vào các nút Điểm kiểm tra **chế tạo** hoặc Điểm kiểm tra **lắp ráp** để truy cập các lệnh gán hoặc xóa loại điểm kiểm tra đó. Lưu ý rằng bạn có thể chọn thủ công các lưới ở vùng phía trên của hộp thoại để chỉ định / xóa các điểm kiểm tra một cách có chọn lọc.

Cho dù chỉ định các điểm kiểm tra cho một số hoặc tất cả các lưới trong một thiết kế, *Trình quản lý điểm kiểm tra* tuân theo phong cách và quy tắc sử dụng được xác định cho các điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp. Để xem thứ tự các đối tượng hợp lệ được tìm kiếm, hãy nhấp vào nút **Thứ tự tìm kiếm** .

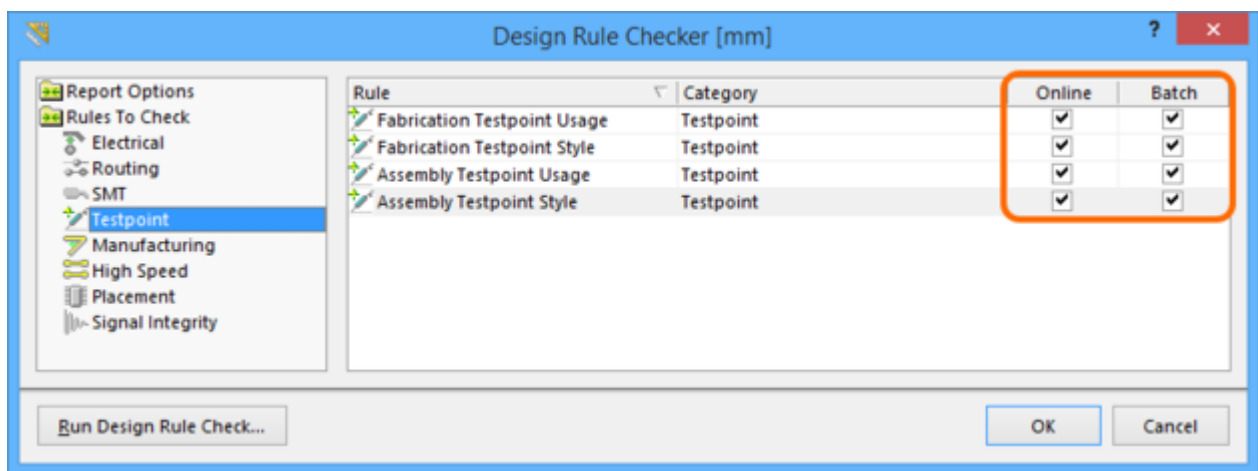
Để thay đổi thứ tự, nhấp chuột phải vào một mục nhập trong danh sách thứ tự tìm kiếm và sử dụng các lệnh menu nổi hoặc **phím tắt Shift + Mũi tên Lên** và **Shift + Mũi tên Xuống** để di chuyển nó lên hoặc xuống trong danh sách.

Khu vực **Tóm tắt trạng thái** cung cấp tóm tắt đầy đủ về trạng thái điểm kiểm tra cho bảng, cho cả hai chế độ kiểm tra. Khu vực này cập nhật với mỗi nhiệm vụ hoặc hành động giải phóng mặt bằng được thực hiện. Để biết thêm chi tiết cấp thấp hơn,

hãy sử dụng vùng **Kết quả Bài tập** . Điều này sẽ cung cấp chi tiết, ví dụ, về số lượng các miếng đệm / vias trên cùng / dưới cùng liên quan đến việc chuyển nhượng / thanh thải, cùng với dấu hiệu của các lỗi.

Kiểm tra tính hợp lệ của các điểm kiểm tra

Các quy tắc về điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp đã xác định được tuân theo như một phần của cơ sở Kiểm tra Quy tắc Thiết kế (DRC) của Trình biên tập PCB . Kiểm tra DRC trực tuyến và / hoặc hàng loạt có thể được kích hoạt cho các loại quy tắc khác nhau từ bên trong hộp thoại Bộ kiểm tra quy tắc thiết kế (**Công cụ** »**Kiểm tra quy tắc thiết kế**).



Bao gồm các quy tắc thiết kế điểm kiểm tra như một phần của quy trình DRC Trực tuyến hoặc Hàng loạt.

Các trường truy vấn liên quan đến điểm kiểm tra

Để hỗ trợ các điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp khác nhau có thể được chỉ định trong một thiết kế, các từ khóa sau đây có sẵn để sử dụng khi nhắm mục tiêu các điểm kiểm tra bằng cách sử dụng biểu thức truy vấn logic. Bạn có thể tìm thấy từng điều sau trong danh mục Trường - Hàm PCB khi sử dụng Trình trợ giúp truy vấn :

- IsAssyTestpoint - là một điểm kiểm tra lắp ráp.
- IsFabTestpoint - là một điểm kiểm tra chế tạo.
- IsTestpoint - là điểm kiểm tra phía trên hoặc phía dưới.
- Testpoint - nó là điểm kiểm tra phía trên hay phía dưới?
- TestpointAssy - nó có phải là một điểm kiểm tra lắp ráp không?

- TestpointAssyBottom - nó có phải là một điểm kiểm tra lắp ráp phía dưới cùng không?
- TestpointAssyTop - nó có phải là một điểm kiểm tra lắp ráp phía trên cùng không?
- TestpointBottom - nó có phải là điểm kiểm tra phía Dưới không?
- TestpointFab - nó có phải là một điểm kiểm tra chế tạo không?
- TestpointFabBottom - nó có phải là điểm kiểm tra chế tạo phía dưới không?
- TestpointFabTop - nó có phải là điểm kiểm tra chế tạo phía trên không?
- TestpointTop - nó có phải là điểm kiểm tra hàng đầu không?

Tạo biểu thức logic cho các truy vấn để nhắm mục tiêu và trả về các điểm kiểm tra trong thiết kế của bạn theo yêu cầu. Một số ví dụ về biểu thức truy vấn logic nhắm mục tiêu đến điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp là:

1. (ObjectKind = 'Pad') And (TestpointAssy = 'True')
Nhắm mục tiêu tất cả các miếng đệm là điểm kiểm tra lắp ráp.
2. IsPad And (TestpointAssyTop = 'True')
Nhắm mục tiêu tất cả các miếng đệm là điểm kiểm tra lắp ráp phía trên cùng.
3. (ObjectKind = 'Pad') And (TestpointFab = 'True')
Nhắm mục tiêu tất cả các miếng đệm là điểm kiểm tra chế tạo.
4. ((IsPad Or IsVia)) And (TestpointAssy = 'True')
Nhắm mục tiêu tất cả các miếng đệm và vias là điểm kiểm tra lắp ráp.
5. ((IsPad Or IsVia)) And IsFabTestpoint
Nhắm mục tiêu tất cả các miếng đệm và vias là điểm thử nghiệm chế tạo.

Tạo báo cáo điểm kiểm tra

Altium Designer bao gồm các trình tạo báo cáo chuyên dụng để tạo các báo cáo điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp tương ứng. Hai trình tạo báo cáo này sử dụng các thuộc tính điểm kiểm tra liên quan cho pad và thông qua các nguyên tắc trong một thiết kế.

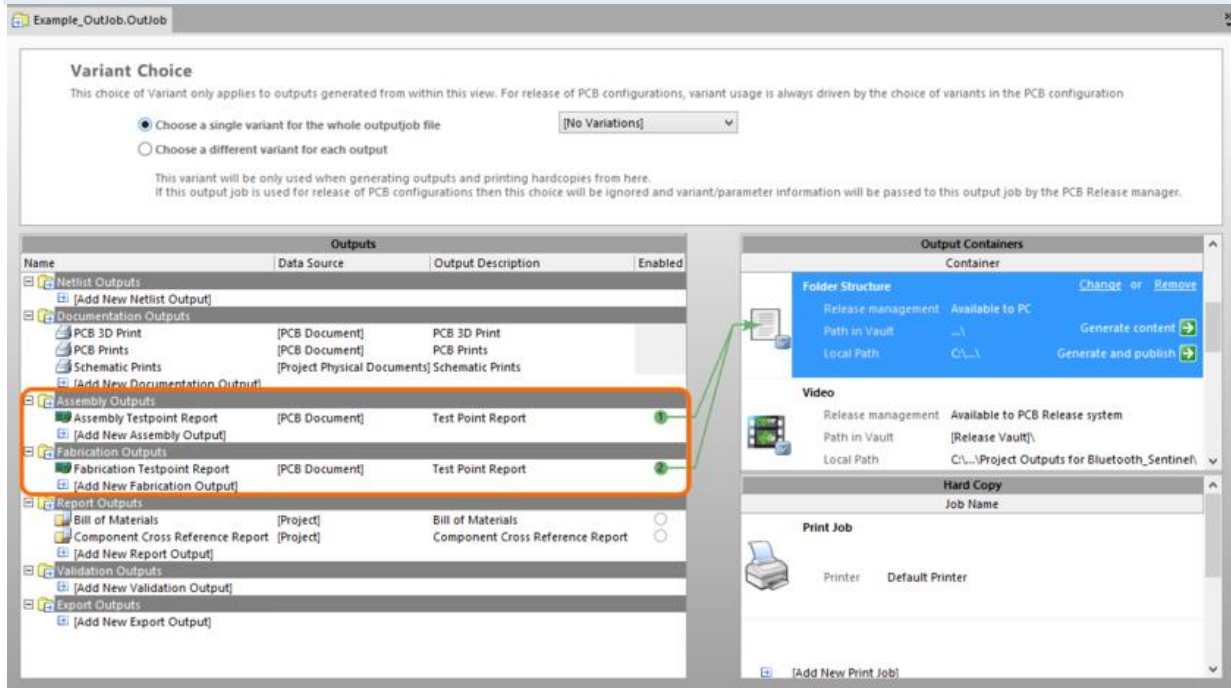
Báo cáo điểm kiểm tra chế tạo sẽ chỉ sử dụng pad và thông qua cài đặt điểm kiểm tra **Chế tạo** . Một báo cáo lắp ráp testpoint sẽ chỉ sử dụng **hội** thiết lập testpoint.

Báo cáo có thể được tạo theo hai cách:

- Trực tiếp từ bên trong tài liệu PCB, sử dụng **tệp »Kết quả chế tạo» Báo cáo điểm kiểm tra** và **tệp »Kết quả lắp ráp» Lệnh Báo cáo điểm kiểm tra** .

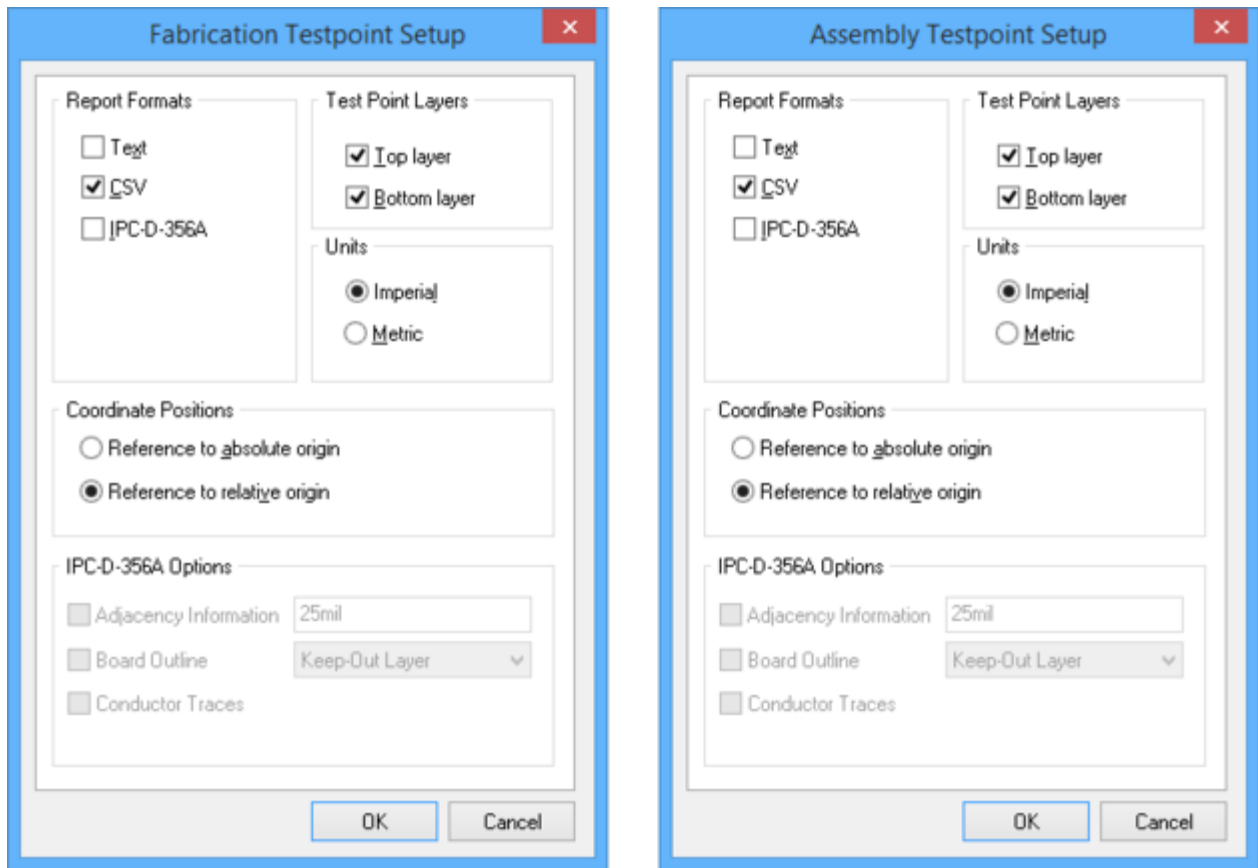
- Bằng cách sử dụng các đầu ra được định cấu hình thích hợp được xác định trong tệp Cấu hình Công việc Đầu ra (*.OutJob).

Để biết thêm thông tin về tệp Cấu hình công việc đầu ra, hãy xem [Chuẩn bị nhiều đầu ra trong một OutputJob](#) .



Bao gồm và định cấu hình kết quả đầu ra báo cáo điểm kiểm tra chế tạo và lắp ráp trong tệp Cấu hình công việc đầu ra độc lập và linh hoạt. Sau khi xác định, hãy nhận báo cáo của bạn chỉ bằng một nút bấm!

Bất kể phương pháp được sử dụng để tạo báo cáo là gì, bản thân các tùy chọn báo cáo cũng được xác định trong cùng một hộp thoại. Đối với báo cáo điểm kiểm tra chế tạo, điều này liên quan đến [hộp thoại Thiết lập](#) điểm kiểm tra [chế tạo](#) . Đối với báo cáo điểm kiểm tra lắp ráp, [hộp thoại Thiết lập](#) điểm kiểm tra lắp ráp được sử dụng. Các tùy chọn báo cáo giống hệt nhau giữa các hộp thoại này.



Xác định các tùy chọn báo cáo, bao gồm cả định dạng tệp đã tạo, sử dụng hộp thoại thiết lập báo cáo có liên quan.

Các cài đặt được xác định trong hộp thoại *Thiết lập* điểm kiểm tra khi tạo đầu ra trực tiếp từ PCB là khác biệt và tách biệt với các cài đặt được xác định cho cùng loại đầu ra trong tệp Cấu hình công việc đầu ra. Trong trường hợp trước, cài đặt được lưu trữ trong tệp dự án, trong khi đối với cài đặt sau, chúng được lưu trữ trong tệp Công việc đầu ra.

Các tùy chọn trong vùng **Vị trí tọa độ** của hộp thoại cho phép xuất các vị trí điểm kiểm tra ở tất cả các định dạng báo cáo so với điểm gốc bảng tuyệt đối hoặc điểm gốc bảng hiện tại.

Tất cả các loại báo cáo điểm kiểm tra đều hỗ trợ mảng bảng nhúng. Nhiều tệp danh sách mạng IPC-D-356A được tạo khi xuất từ tài liệu PCB có chứa nhiều mảng bảng nhúng.

Vai trò của Tệp tin mạng IPC-D-356A

Một trong ba loại định dạng đầu ra báo cáo điểm kiểm tra là tệp danh sách mạng IPC-D-356A. Tệp này thường được sử dụng để nhắm mục tiêu chế độ thử nghiệm

chế tạo bo mạch chủ. Tập IPC được xử lý sau thành các lệnh điều khiển thiết bị thử nghiệm thăm dò bay.

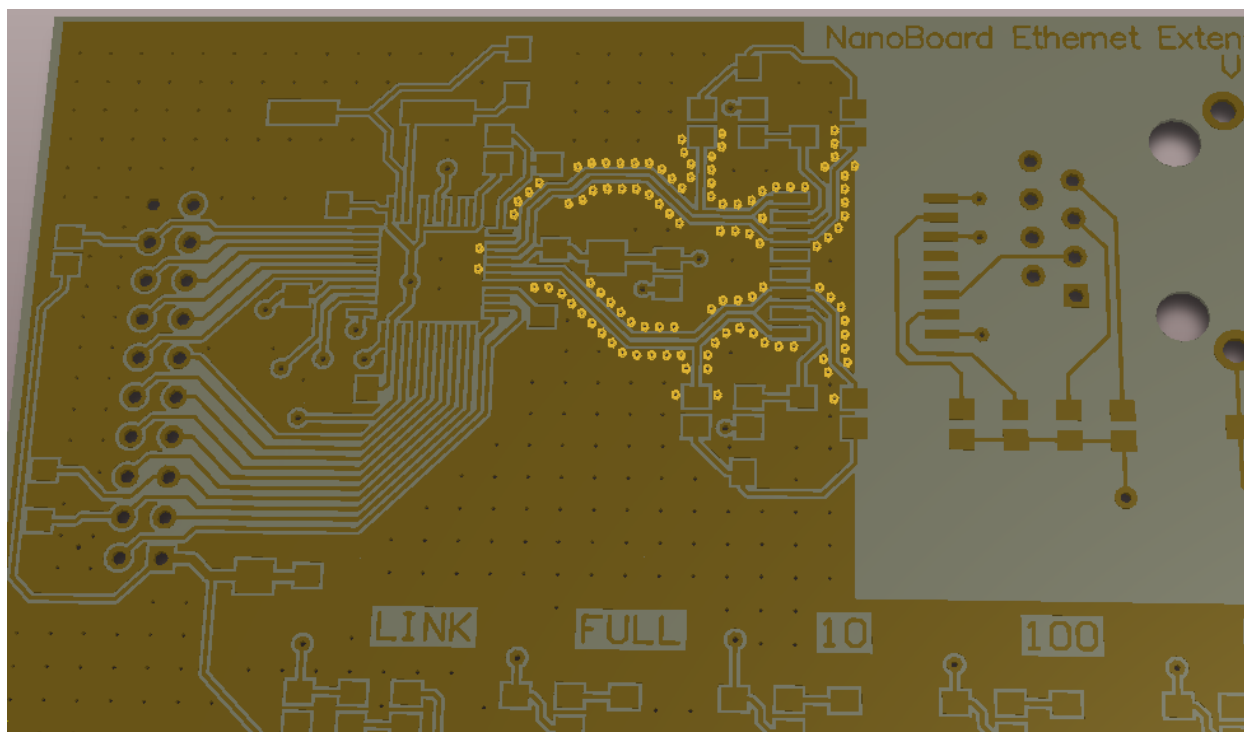
Bất kể tính năng nào được xác định cụ thể là vị trí điểm kiểm tra trong tập IPC-D-356A, các nhà chế tạo bảng nói chung có thể sử dụng dữ liệu tập để đạt được bất kỳ loại kiểm tra nào họ muốn, mặc dù tùy thuộc vào hoàn cảnh và nội dung của tập, nó có thể yêu cầu một số can thiệp thủ công để làm như vậy.

Qua khâu và qua che chắn

Via khâu là một kỹ thuật được sử dụng để kết nối các vùng đồng lớn hơn với nhau trên các lớp khác nhau, nhằm tạo ra một kết nối dọc mạnh mẽ thông qua cấu trúc bảng, giúp duy trì trở kháng thấp và vòng quay trở lại ngắn. Qua đường khâu cũng có thể được sử dụng để buộc các vùng đồng có thể bị cô lập khỏi lưới của chúng vào lưới đó.

Trong các thiết kế RF, để giúp giảm nhiễu xuyên âm và nhiễu điện từ trong một tuyến đường đang mang tín hiệu RF, một tấm chắn thông qua có thể được thêm vào. Một tấm chắn xuyên qua, còn được gọi là hàng rào xuyên qua hoặc hàng rào cọc rào, được tạo ra bằng cách đặt một hoặc nhiều hàng vias dọc theo đường dẫn của tín hiệu. Trong Altium Designer, điều này được gọi là che chắn.

Altium Designer hỗ trợ cả thông qua khâu và thông qua che chắn. Trong hình ảnh dưới đây, các vi che chắn được đánh dấu, hãy di chuyển con trỏ qua hình ảnh để đánh dấu các vi khâu.



Sử dụng lệnh Via Stitching và Via Shields để khâu đồng trên các lớp khác nhau và để thêm một bức tường che chắn bên cạnh đường dẫn tuyến (di chuột để thay đổi).

Thêm Vias khâu

Via khâu được thực hiện như một quá trình hậu kỳ, lấp đầy các khu vực đồng trống bằng vias khâu. Để có thể thực hiện được qua đường khâu, phải có các vùng đồng chồng lên nhau được gắn vào lưới cụ thể, trên các lớp khác nhau. Các vùng được hỗ trợ của đồng bao gồm Fills, Polygons và Power Planes.

Chọn công cụ **»Qua đường khâu / che chắn» Thêm lệnh khâu vào mạng** từ menu để thêm vias đường khâu vào một mạng cụ thể. Các *Add stitching để Net* thoại sẽ mở ra, nơi **stitching Các thông số** và **Via Phong cách** được quy định. Sử dụng mạng đã chọn, thuật toán ghép xác định tất cả các Hình điền, Đa giác và Điện nguồn được gắn vào mạng đó và cố gắng kết nối chúng qua bảng, sử dụng mẫu thông qua và đường ghép được chỉ định.

Thuật toán ghép nối xử lý Đa giác, Điền và Mặt phẳng theo cách sau:

1. Đa giác và Điền trên cùng một mạng được khâu ở bất cứ nơi nào chúng chồng lên nhau trên các lớp khác nhau. Nếu có Đa giác hoặc Hình lấp đầy trên các lưới khác chồng lên nhau trong khu vực đó (trên một lớp khác), thì khâu không được áp dụng

trong khu vực đó. Các vùng Mặt phẳng chồng chéo trên các lưới khác được chuyển qua.

2. Các vùng Mặt phẳng chồng chéo trên mạng đích luôn được ghép nối, bất kể sự hiện diện của các vùng Mặt phẳng (trên lớp khác) được gắn với các lưới khác. Quy tắc 1 ở trên áp dụng nếu có Đa giác hoặc Vùng điền chồng lên nhau trong cùng một vùng.

Định cấu hình các thông số khâu

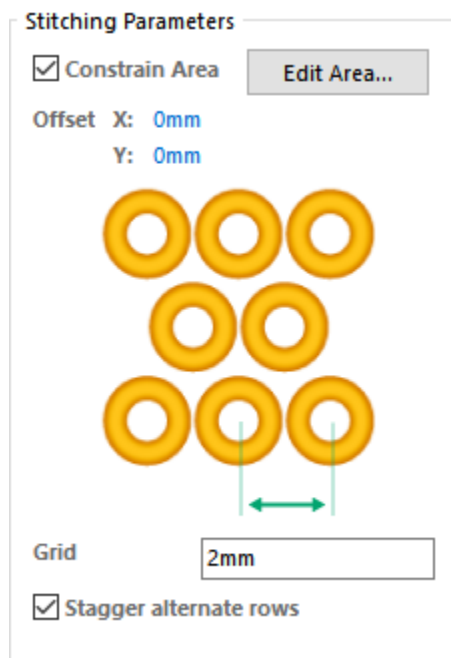
Lưu ý về cài đặt hộp thoại *Add Stitching to Net* :

- Chọn **Mạng** sẽ được sử dụng để ghép trước vì điều này ảnh hưởng đến hành vi của các tùy chọn khác, chẳng hạn như nhấp vào nút **Tải giá trị từ Định tuyến qua Quy tắc kiểu** . Các **Net** thả xuống là phía dưới cùng của hộp thoại, ở giữa.
- Các **Lưới** là khoảng cách giữa các trung tâm của vias khâu liền kề, và áp dụng theo các hướng X và Y. Vias khâu sẽ không được đặt là vi phạm các quy tắc thiết kế hiện hành, nếu một khả năng thông qua trang web sẽ dẫn đến vi phạm, trang web đó sẽ bị bỏ qua.
- Nếu tùy chọn **Hàng thay thế của Găng tay** được bật, các hàng thay thế của vias đường khâu sẽ được bù đắp bằng một nửa giá trị **Lưới** .
- Các tùy chọn **Khe hở Mạng Giống nhau** kiểm soát khe hở giữa các vi đường may và vias và các miếng đệm trên cùng một mạng lưới. Có 2 cách để kiểm soát khe hở giữa các đối tượng trong cùng một mạng lưới, hoặc sử dụng quy tắc thiết kế Khe hở áp dụng hoặc Sử dụng Khoảng trống **qua / đệm mặc định** được chỉ định trong hộp thoại. Nếu một quy tắc áp dụng tồn tại, thì cài đặt chặt chẽ hơn của 2 cài đặt này sẽ được sử dụng. Sử dụng nút **Tạo quy tắc giải phóng mặt bằng mới** để thêm quy tắc thiết kế **Khe hở** mới vào hộp thoại quy tắc, dựa trên cài đặt bạn đã nhập trong trường **Khoảng thông thủy mặc định** .
- Đường khâu **Qua Kiểu** có thể được định cấu hình theo cách thủ công hoặc có thể được chọn từ những đường có sẵn trong menu thả xuống **Mẫu** hoặc có thể được nhập từ quy tắc thiết kế **Định tuyến Qua Kiểu hiện hành** bằng cách nhấp vào nút **Tải giá trị từ nút Quy tắc Định tuyến Qua Kiểu** . Nhấp vào nút này sẽ tải cài đặt Quy tắc **ưa thích** .

Mỗi bộ vias khâu được thêm vào một liên hợp. Tập hợp có thể được xóa bằng cách chạy lệnh **Công cụ »Qua khâu» Xóa qua nhóm khâu** , sau đó nhấp vào bất kỳ thông qua nào trong nhóm.

Ràng buộc khâu qua một khu vực

Cũng như bao phủ toàn bộ bảng, vias khâu có thể được giới hạn trong một khu vực do người dùng xác định. Khi đường khâu nằm trong vùng do người dùng xác định, vùng vias đó có thể được di chuyển tương tác và thay đổi kích thước, nếu cần.



Bật tùy chọn Khu vực cố định để hạn chế vias đường khâu đối với khu vực do người dùng xác định.

Để hạn chế thông qua đường khâu vào một khu vực cụ thể, hãy bật hộp kiểm **Khu vực cố định** trong hộp thoại *Thêm đường khâu vào mạng*, như được hiển thị ở trên. Ngay sau khi bạn bật tùy chọn này, hộp thoại sẽ đóng lại và con trỏ sẽ chuyển thành hình chữ thập, sẵn sàng xác định khu vực - lưu ý thanh Trạng thái, nó sẽ nhắc **Chọn điểm đầu tiên của khu vực**.

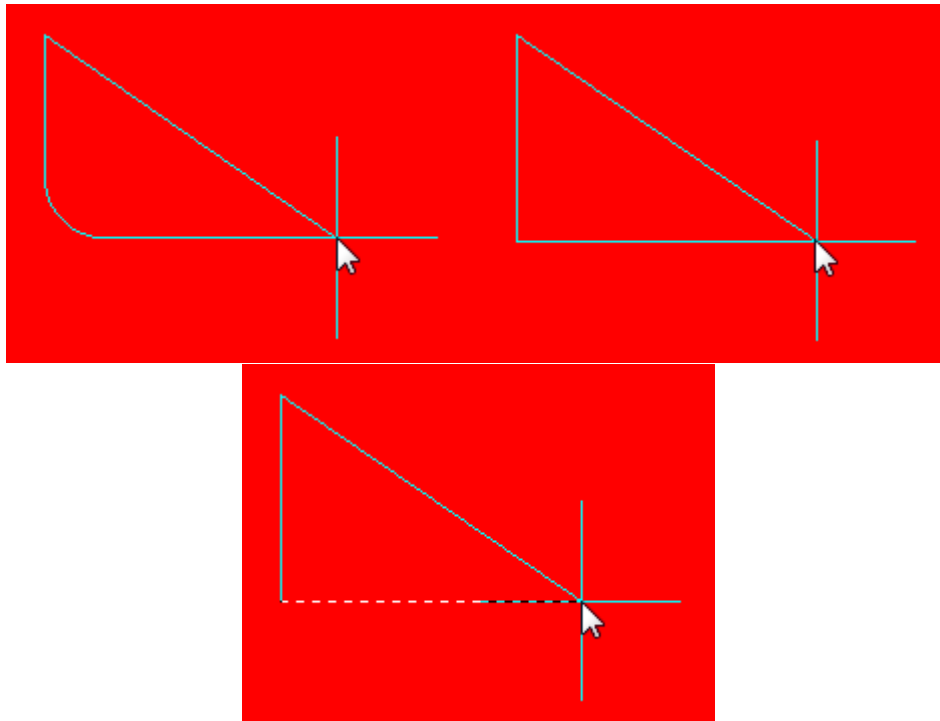
Quá trình xác định vùng thông qua đường ghép cũng giống như xác định vùng đặc hoặc đa giác, bạn:

- bấm để xác định một loạt các đỉnh (góc),
- nhấp chuột phải để thoát khỏi chế độ vị trí và tự động đóng và hoàn thành khu vực.

Trong quá trình đặt, có một số chế độ góc khác nhau có sẵn:

- nhấn **Shift + Phím** cách để chuyển qua các chế độ góc (bạn có thể thấy chế độ góc vuông là thích hợp nhất),
- nhấn **phím** cách để chuyển đổi hướng góc,

- nhấn phím tắt **1** để chuyển đổi giữa việc đặt 1 hoặc 2 cạnh với mỗi lần nhấp.




Nhấn **Shift** + **Phím** cách để xoay chế độ góc, **Phím** cách để chuyển đổi hướng góc, **1** để chuyển đổi giữa đặt 1 cạnh hoặc 2 cạnh với mỗi lần nhấp.



Sau khi khu vực được xác định, bạn sẽ trở lại hộp thoại *Add Stitching to Net* , sẵn sàng để định cấu hình cài đặt. Nhấp **OK** khi hoàn tất, Altium Designer sau đó sẽ phân tích khu vực, xác định tiềm năng thông qua các trang web và đặt vias.

Sửa đổi Khu vực Khâu do Người dùng Xác định

Tập hợp các vias trong mỗi khu vực duy nhất của qua khâu được nhóm lại thành một Liên minh (một tập hợp các đối tượng mà trình soạn thảo PCB nhận ra là một nhóm duy nhất). Toàn bộ liên minh có thể được di chuyển và khu vực cũng có thể được thay đổi kích thước.

Để sửa đổi thông qua đường khâu được giới hạn trong một khu vực:

- Kéo một cửa sổ lựa chọn xung quanh bất kỳ thông qua trong vùng khâu. Ranh giới của vùng đường may sẽ được hiển thị, như trong hình ảnh động bên dưới.
- Để di chuyển liên kết đường may - định vị con trỏ trong vùng, khi di chuyển con trỏ  xuất hiện nhấp và giữ sau đó di chuyển khu vực đến vị trí mới.

- Để thay đổi kích thước liên kết đường may bằng cách di chuyển một cạnh - đặt con trỏ lên trên cạnh, khi con trỏ di chuyển cạnh  xuất hiện nhấp và giữ sau đó trượt cạnh đến vị trí mới.
- Để thay đổi kích thước liên kết đường may bằng cách di chuyển một đỉnh - đặt con trỏ qua cạnh, khi con trỏ di chuyển đỉnh  xuất hiện nhấp và giữ sau đó trượt đỉnh đến vị trí mới.
- Sau khi bạn nhả nút chuột, bạn sẽ được nhắc **Tạo lại thông qua đường khâu?** , nhấp vào **Có** để cập nhật qua đường khâu ở vị trí / hình dạng mới.

Kéo cửa sổ lựa chọn để chọn vùng đường may, sau đó di chuyển hoặc thay đổi kích thước bằng cách định vị chuột để có con trỏ chính xác.

Thêm Vias che chắn vào mạng

Để đặt một tấm chắn qua một mạng được định tuyến, hãy chọn lệnh **Công cụ » Qua Khâu / Che chắn» Thêm Bảo vệ vào Mạng** từ các menu. Các *Add Tay Che để Net* thoại sẽ xuất hiện, cấu hình **Tay Che thông số** và **Via Phong cách** theo yêu cầu. Vias sẽ được đặt dọc theo cả hai bên của lưới đã chọn, bất cứ nơi nào có thể đặt qua tuân thủ các quy tắc thiết kế hiện hành.

Định cấu hình các thông số che chắn thông qua

Lưu ý về hộp thoại *Thêm Che chắn vào Mạng* và sử dụng các hình ảnh che chắn:

- Chọn **Mạng** cần được che chắn trước tiên vì điều này ảnh hưởng đến hành vi của các tùy chọn khác, chẳng hạn như nhấp vào nút **Tải giá trị từ Định tuyến qua Quy tắc kiểu** .
- Nếu bạn không muốn che chắn toàn bộ mạng, trước tiên hãy chọn các đoạn đường theo yêu cầu, chạy lệnh **Thêm che chắn vào lưới** , sau đó bật tùy chọn **Đối tượng đã chọn**.
- Để che chắn một cặp vi sai, hãy thêm tấm chắn cho mỗi lưới trong cặp.
- Sử dụng tùy chọn **Thêm đồng che chắn** để thêm một đa giác bao quanh các vi che chắn, bao gồm tùy chọn **Thêm phần cắt bỏ** để cắt đa giác trở lại chỉ bao quanh các vi. Đọc chủ đề [Bao gồm Đồng che chắn với Khâu](#) dưới đây để tìm hiểu thêm về các tùy chọn này.

- Che chắn **Qua Kiểu** có thể được định cấu hình theo cách thủ công hoặc có thể được chọn từ những thứ có sẵn trong menu thả xuống **Mẫu** hoặc có thể được nhập từ quy tắc thiết kế [Định tuyến Qua Kiểu hiện hành](#) bằng cách nhấp vào **Tải giá trị từ nút Quy tắc Định tuyến Qua Kiểu** . Nhấp vào nút này sẽ tải cài đặt Quy tắc **u thích** .
- Kích thước và vị trí của các vi che chắn không phải là một khoa học chính xác, nhưng có những hướng dẫn đã được thiết lập dựa trên thử nghiệm thực nghiệm.
- Như đã lưu ý trong diễn đàn thảo luận ⁽⁵⁾ được tham chiếu bên dưới , đối với PCB có ăng-ten trên bo mạch, "khoảng cách giữa các vias tối đa phải bằng 1/4 bước sóng cộng hưởng của bạn."
- Cuộc thảo luận trên diễn đàn cũng đề cập đến một lưu ý kỹ thuật ⁽⁶⁾ , trong đó nói rằng "nguyên tắc chung là xác định vị trí các vi đường may không cách xa nhau hơn $\lambda / 10$ và tốt nhất là thường xuyên bằng $\lambda / 20$."

MK Armstrong, trong bài báo có tiêu đề [Kỹ thuật thiết kế PCB để tuân thủ EMC chi phí thấp nhất Phần 1](#) ⁽⁷⁾ đã khuyến nghị:

đường khâu không quá $\lambda / 20$, với độ dài sơ khai không dài hơn mức này. Đây thực sự là một quy tắc rất tốt để ghép bất kỳ phần lắp đặt nào vào mặt đất trên một thiết kế nhiều lớp. λ là bước sóng của tần số có ý nghĩa cao nhất cho thiết kế (giả sử tần số 1 GHz nếu không biết) trong đó:

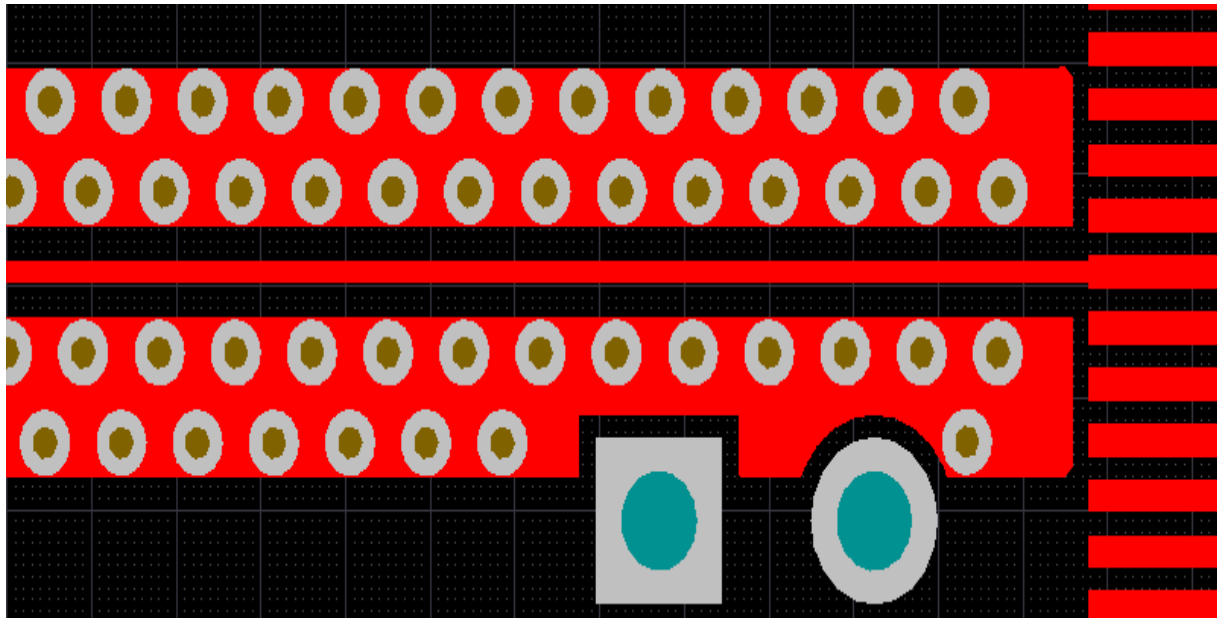
$$f = C / \lambda$$

NB: C (tốc độ ánh sáng) sẽ là khoảng. 60% vận tốc trong không gian tự do đối với bức xạ EM lan truyền qua PCB điện môi FR4.

Bao gồm đồng che chắn với khâu

Ngoài việc thêm các vi che chắn dọc theo mỗi bên của định tuyến, bạn cũng có thể bao gồm đồng che chắn, như thể hiện trong hình ảnh bên dưới. Để thực hiện việc này, hãy bật tùy chọn **Thêm đồng che chắn** . Đồng này được tạo ra dưới dạng một đa giác, vì vậy nó tuân theo các quy tắc thiết kế [Khe hở](#) và [Đa giác Kết nối Kiểu hiện hành](#) .

Các **đồng Add che chắn** lựa chọn sẽ thêm đa giác mà có chứa vias che chắn. Cạnh đa giác cách xa lưới được che chắn sẽ chạm vào cạnh của khung. Cạnh đa giác tiếp giáp với lưới được che chắn sẽ được thiết lập trở lại lưới theo quy tắc thiết kế [Khe hở](#) áp dụng . Nếu tùy chọn **Thêm khoảng cắt bỏ** cũng được bật, thay vào đó, đa giác sẽ được đặt trở lại khỏi lưới được che chắn bằng cài đặt **Khoảng cách** trong hộp thoại *Thêm che chắn vào lưới* . Di con trỏ qua hình ảnh bên dưới để xem sự khác biệt.



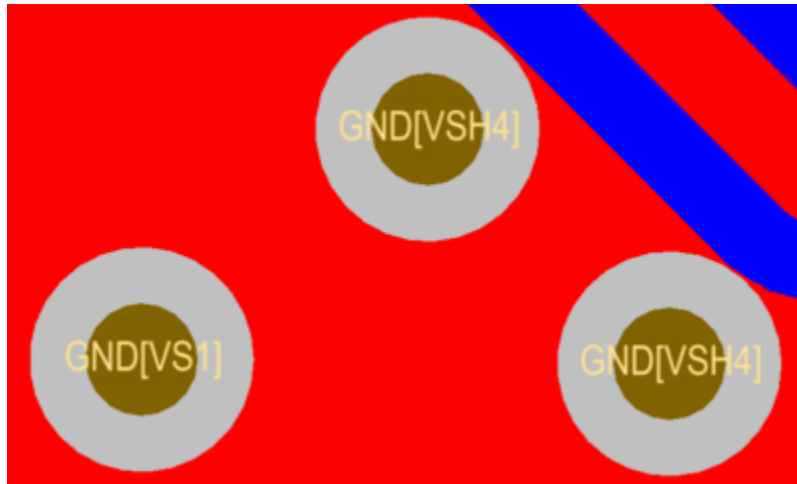
Che chắn hình ảnh xung quanh lưới với tùy chọn khe hở được bật, di chuyển con trỏ qua hình ảnh để tắt tùy chọn khe hở.

Có thể kiểm soát phong cách của kết nối từ vi che chắn đến đồng che chắn (đa giác) bằng cách đưa vào quy tắc thiết kế Kiểu kết nối đa giác, nhắm mục tiêu vào vi che chắn và đa giác. Sử dụng từ khóa truy vấn InViaShielding để phạm vi quy tắc thiết kế này, để nó nhắm mục tiêu cụ thể các vias và polygon đó.

Xác định Vias là một phần của một mảng ghép hoặc che chắn

Mỗi thông qua trong một mảng ghép hoặc che chắn được xác định bằng cách thêm một chuỗi vào tên mạng, chẳng hạn như [VS1], như thể hiện trong hình ảnh bên dưới, trong đó:

- **VS** - **V** ia **S** titching, và giá trị số xác định điều này thông qua việc thuộc về cùng một liên kết khâu như các vias khác có cùng số nhận dạng.
- **VSH** - **V** ia **SH** che chắn, và giá trị số xác định điều này thông qua việc thuộc về cùng một kết hợp che chắn như các vias khác có cùng số nhận dạng.



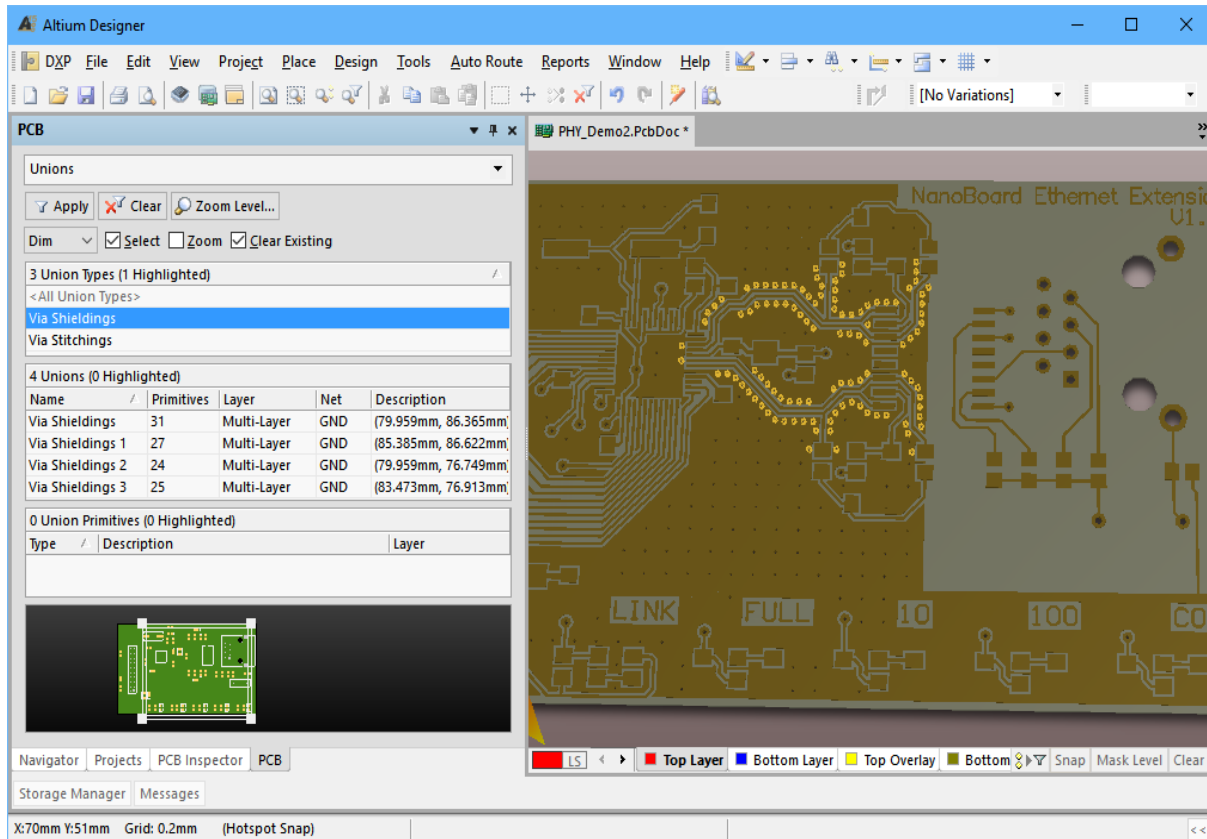
Vias thuộc về một mảng có một chuỗi bổ sung, chẳng hạn như [VS1] cho [Qua che chắn nhóm 1] và [VSH4] cho [Qua che chắn nhóm 4], được nối vào tên mạng của chúng.

Chọn hoặc Chỉnh sửa Đường khâu hoặc Vias che chắn

Để đơn giản hóa quá trình làm việc với một loạt các vias khâu / che chắn, cả hai loại được tự động nhóm lại thành một liên hợp.

Lựa chọn sử dụng Bảng điều khiển PCB

Để chọn mảng, hãy chuyển bảng *PCB* sang chế độ **Liên hợp** và chọn liên hợp **Qua khâu** hoặc **Qua che chắn được yêu cầu**. Tất cả các vias là một phần của mảng đó sẽ được chọn, nếu hộp kiểm **Chọn** được bật trong bảng điều khiển (như thể hiện trong hình ảnh bên dưới). Ngoài ra, nhấp đúp vào bất kỳ thông qua nào trong mảng để mở hộp thoại *Thêm khâu vào mạng* hoặc hộp thoại *Thêm che chắn vào mạng* và chỉnh sửa mảng.

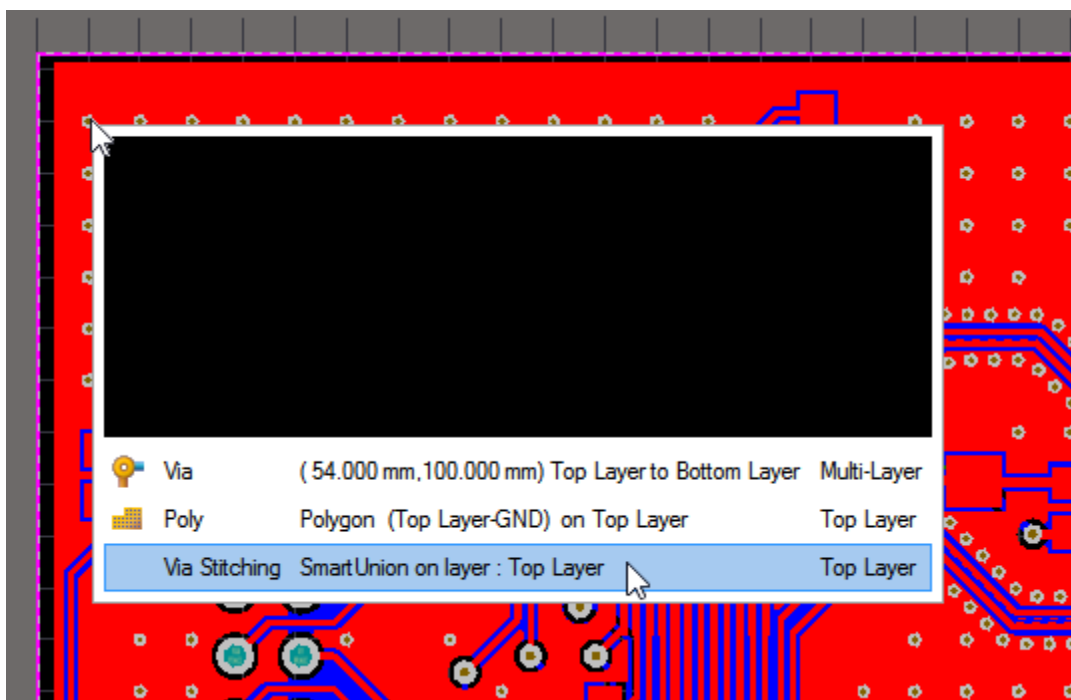


Sử dụng bảng *PCB* ở chế độ **Unions** để chọn tất cả các vias trong một mảng ghép hoặc che chắn. Trong hình ảnh này, tất cả 4 công đoàn che chắn đều được chọn.

Lựa chọn tương tác

Có thể chọn và xóa một đường khâu / che chắn riêng lẻ.

Nếu tùy chọn **Hộp thoại Lựa chọn Cửa sổ** bật lên được bật (**Trình chỉnh sửa PCB - Trang chung** của hộp thoại *Tùy chọn*), việc nhấp vào một cá nhân thông qua một liên minh sẽ hiển thị một danh sách bao gồm liên kết, như được hiển thị trong hình dưới đây. Nếu công đoàn được chọn từ danh sách thì công đoàn sẽ được chọn, mặc dù nó sẽ không được hiển thị trong màu lựa chọn. Nếu một công đoàn được chọn, nó có thể bị xóa.



Nếu hộp thoại *Lựa chọn Cửa sổ* bật lên không được bật, thì không thể chọn liên hợp bằng cách nhấp vào một cá nhân qua. Có thể chọn liên hợp đường may bị giới hạn trong một khu vực bằng cách kéo một cửa sổ lựa chọn xung quanh bất kỳ thông qua nào trong liên kết, như được minh họa trong hoạt ảnh trong phần [Sửa đổi Khu vực Khâu do Người dùng Xác định](#) của trang này.

Cập nhật các Đa giác sau khi Chính sửa Liên minh Khâu / Che chắn

Khi quá trình ghép hoàn tất, bạn sẽ cần phải đổ lại các đa giác nếu quy tắc thiết kế Polygon Connect Style hiện hành chỉ định một kiểu kết nối nổi. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các lệnh trong menu phụ **Tools » Polygon Pours**.

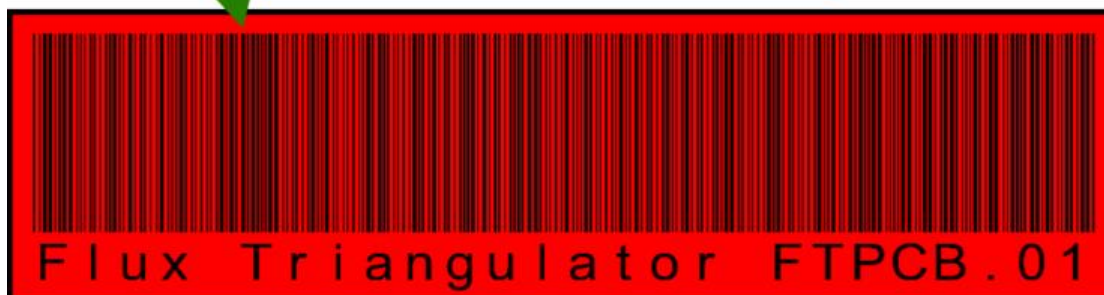
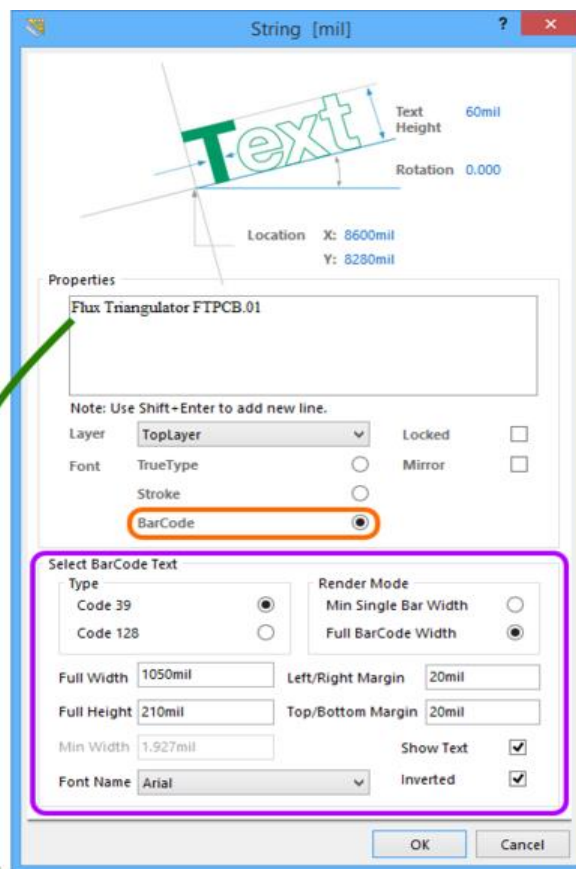
Bao gồm Mã vạch và Biểu trưng

Trình chỉnh sửa PCB của Nhà thiết kế Altium cung cấp khả năng đặt các ký hiệu mã vạch trực tiếp lên bất kỳ lớp nào của PCB, cho phép dễ dàng in mã vạch lên PCB như một phần của quy trình sản xuất. Ngoài ra, trình chỉnh sửa hỗ trợ một số phương pháp để thêm hình ảnh đồ họa vào tài liệu thiết kế PCB - tuyệt vời để đưa logo công ty của bạn lên bảng!

Thêm mã vạch

Mã vạch thường được sử dụng để gắn thẻ và xác định PCB, đơn giản hóa việc theo dõi hàng tồn kho, ví dụ, thông qua việc sử dụng máy quét tự động. Mã vạch được đặt trong tài liệu PCB dưới dạng đối tượng Chuỗi được định cấu hình. Sử dụng lệnh Place »String để bắt đầu vị trí.

Để sử dụng phông chữ Mã vạch, chỉ cần đặt trường **Phông chữ** (trong hộp thoại Chuỗi) thành Mã vạch và xác định các tùy chọn hiển thị theo yêu cầu trong vùng **Chọn Văn bản Mã vạch**. Mã vạch ISO Mã 39 (tiêu chuẩn của Bộ Quốc phòng Hoa Kỳ) và Mã 128 (tiêu chuẩn nhận dạng thương mại toàn cầu) được hỗ trợ và chuỗi văn bản thực tế mà mã vạch bắt nguồn cũng có thể được hiển thị bằng cách bật tùy chọn **Hiển thị Văn bản**.



Mã vạch mẫu có văn bản gốc (con người có thể đọc được) bên dưới.

Khi hiển thị văn bản, hãy chọn phông chữ TrueType sẽ được sử dụng và đặt chiều cao cho văn bản tương ứng.

Chỉ định chiều cao và chiều rộng của mã vạch bằng cách sử dụng chiều rộng tổng thể mong muốn hoặc chiều rộng phần tử mã vạch tối thiểu để kiểm soát kích thước. Cho dù sử dụng phương pháp nào, hãy đảm bảo sử dụng định cỡ sẽ hiển thị mã vạch có thể đọc được cho các máy quét thích hợp!

Bằng cách sử dụng kết hợp mã vạch và chuỗi văn bản đảo ngược, cùng với việc điền nếu cần thiết, một vùng mã vạch đẹp có thể được xác định trên bảng, với nhiều thông tin bằng văn bản hơn so với chỉ có văn bản mã vạch gốc, như được hiển thị bên dưới.



Ví dụ sử dụng mã vạch đảo ngược và các chuỗi văn bản đảo ngược bổ sung.

Thêm hình ảnh

Thông thường, khi chế tạo bảng, công ty chủ sở hữu - công ty thiết kế bảng và hy vọng sẽ kiếm được lợi nhuận nhỏ từ tính khả dụng và thành công về mặt thương mại của nó - sẽ muốn 'đóng dấu' quyền sở hữu của nó. Chắc chắn điều này có thể đạt được thông qua văn bản đơn giản trên lớp màn hình lụa, nhưng thường thì logo của công ty là một sự thay thế bắt mắt và hiệu quả hơn nhiều. Đáp ứng yêu cầu này, Trình chỉnh sửa PCB của Nhà thiết kế Altium hỗ trợ một số phương pháp để thêm hình ảnh đồ họa vào tài liệu thiết kế PCB.

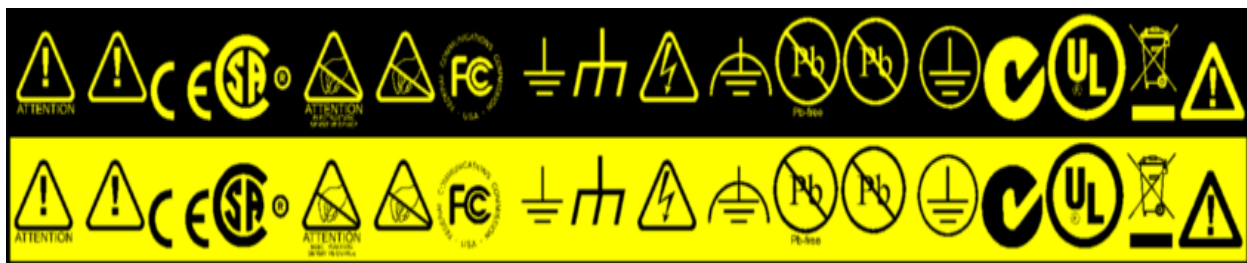
Đặt đồ họa làm phông chữ

Có thể tạo phông chữ TrueType tùy chỉnh có chứa đồ họa dưới dạng glyph (một trong các ký tự trong phông chữ) và sau đó đặt một chuỗi trên bảng PCB sử dụng phông chữ đó. Ngoài việc dễ sử dụng, một ưu điểm lớn khác của phương pháp này

là nếu các glyph phong chữ được tạo từ các hình ảnh đồ họa vector, thì chúng có thể được chia tỷ lệ chính xác.

Một phong chữ của nhiều ký hiệu tiêu chuẩn được sử dụng trong thiết kế PCB, bao gồm: không chứa chì, tái chế, nhạy cảm tĩnh, Earth, C-Tick, UL, CE, FCC và nhiều ký hiệu khác, đã được tạo ra bởi một trong những chuyên gia hàng đầu về thiết kế với Altium Nhà thiết kế - Darren Moore từ Mooretronics. Phong chữ có sẵn để tải xuống [tại đây](#) (ngày tháng 6 năm 2015) và bạn cũng có thể kiểm tra [chuỗi diễn đàn Altium Designer](#) , để biết thêm các phiên bản gần đây trong các bài đăng mới nhất.

Phong chữ được cấp phép dưới dạng Phần mềm thẻ, hãy tham khảo phần Readme.txtbao gồm trong tệp ZIP tải xuống để biết điều kiện sử dụng. Readme cũng bao gồm một danh sách các đồ họa có sẵn. Lưu ý rằng nhiều phiên bản có sẵn với văn bản hoặc không có văn bản, phiên bản ưu tiên được chọn bằng cách sử dụng chữ hoa hoặc chữ thường. Hình ảnh dưới đây cho thấy một mẫu đồ họa có sẵn trong phong chữ.



Mẫu một số đồ họa hữu ích trong phong chữ Mooretronics.

Dán từ Bảng tạm của Windows

Đối với logo được vẽ bằng 2 màu đen và trắng, PCB Editor hỗ trợ dán siêu tệp trực tiếp từ khay nhớ tạm của Windows, lên lớp PCB hiện tại, sử dụng lệnh dán Windows **Ctrl + V** tiêu chuẩn . Dữ liệu metafile được hỗ trợ bao gồm bitmap, đường thẳng, cung tròn, điền đơn giản và văn bản đúng loại - cho phép bạn dễ dàng dán logo và các biểu tượng đồ họa khác.

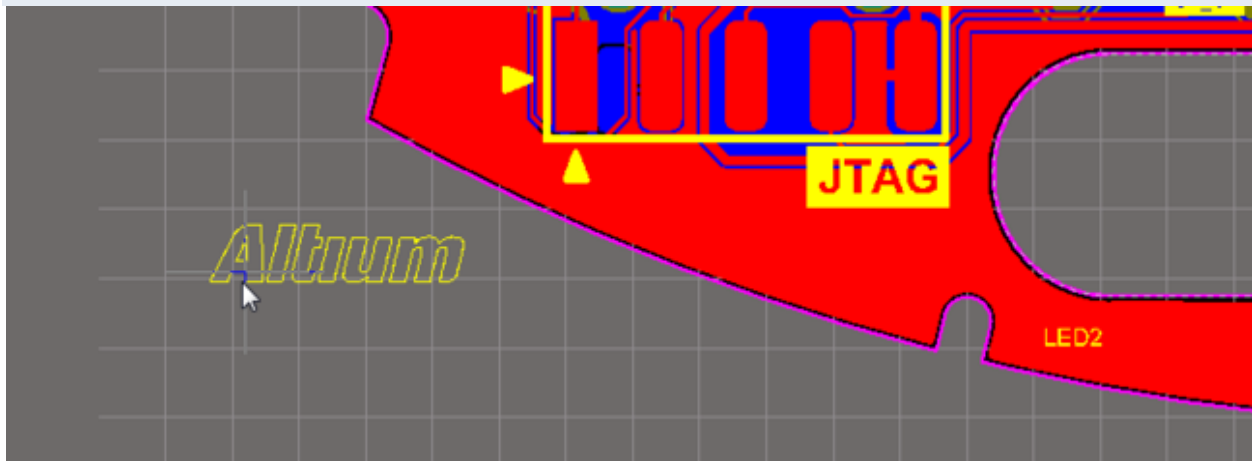
Lưu ý rằng không phải tất cả các trình chỉnh sửa hình ảnh đều đặt dữ liệu hình ảnh vào khay nhớ tạm dưới dạng dữ liệu siêu tệp. Một cách tiếp cận để đảm bảo rằng điều này xảy ra, trước tiên là dán hình ảnh vào Microsoft Word, sau đó sao chép từ đó và dán vào Altium Designer. Để làm điều này:

1. Đặt hình ảnh biểu trưng mong muốn (ở định dạng BMP hoặc PNG) vào tài liệu Microsoft Word.

- Đánh dấu hình ảnh trong Microsoft Word và sao chép nó vào khay nhớ tạm.
- Mở tài liệu PCB đích được yêu cầu trong Altium Designer.
- Dán hình ảnh từ khay nhớ tạm (**Chỉnh sửa »Dán** hoặc **Ctrl + V**).
- Hình ảnh sẽ xuất hiện nổi trên con trỏ, bạn chỉ cần nhấp vào vị trí mong muốn trong không gian làm việc để hiệu chỉnh vị trí.

Dữ liệu đã nhập sẽ được đưa vào lớp hiện tại, sử dụng màu bạn đã chọn cho lớp đó. Các đối tượng PCB được tạo trong quá trình dán sẽ tự động được thêm vào một Liên minh. Sau khi dán, các chốt chỉnh sửa của Union có thể được sử dụng để tinh chỉnh kích thước của hình ảnh đã dán. Các liên kết tạo ra từ việc dán cũng có thể được thay đổi kích thước bất kỳ lúc nào bằng cách sử dụng lệnh Thay đổi kích thước Union từ menu chuột phải (bấm để chọn liên kết cần thiết sau khi khởi chạy lệnh).

Tùy chọn Dán từ các ứng dụng khác , trên PCB Editor - Trang chung của hộp thoại Tùy chọn , được sử dụng để đặt **Định dạng ưa thích** thành Siêu tệp hoặc Văn bản . Đối với đồ họa, tùy chọn này không có tác động - mỗi hình dạng độc lập trong đồ họa được chuyển đổi thành một đối tượng vùng. Khi dán chuỗi văn bản, mỗi ký tự tự được chuyển đổi thành chuỗi văn bản nếu tùy chọn được đặt thành Siêu tệp , trong khi toàn bộ chuỗi được dán dưới dạng chuỗi Altium Designer, nếu tùy chọn được đặt thành Văn bản .



Biểu trưng Altium được dán dưới dạng đồ họa, mỗi chữ cái trong đồ họa được chuyển đổi thành một đối tượng vùng.

Các điểm ảnh được chuyển đổi thành các vùng và sự kết hợp của các vùng liền kề liền kề được thực hiện. Các pixel đen trong ảnh gốc được ánh xạ tới các vùng trên PCB, trong khi các pixel trắng ánh xạ tới các khoảng trống.

Đặt làm đối tượng OLE

Một đồ họa, được lưu trữ ở định dạng BMP, cũng có thể được đặt dưới dạng đối tượng OLE trên tài liệu PCB đang hoạt động. Điều này được thực hiện thông qua công nghệ **Liên kết và Nhúng đối tượng** (OLE) trong PCB Editor.

Đầu tiên, tạo lớp mà bạn muốn đặt dữ liệu Đối tượng OLE, lớp đang hoạt động trong không gian làm việc. Sau khi khởi chạy lệnh, hộp thoại *Chọn tệp* tiêu chuẩn của Windows sẽ xuất hiện. Sử dụng hộp thoại này để duyệt đến tệp hình ảnh BMP cần thiết. Sau khi nhấp vào **Mở**, dữ liệu từ tệp đã chọn sẽ xuất hiện nổi trên con trỏ. Định vị theo yêu cầu trong không gian làm việc và nhấp hoặc nhấn **Enter** để thực hiện vị trí.

Đặt hình ảnh BMP, dưới dạng đối tượng OLE, vào tài liệu PCB.