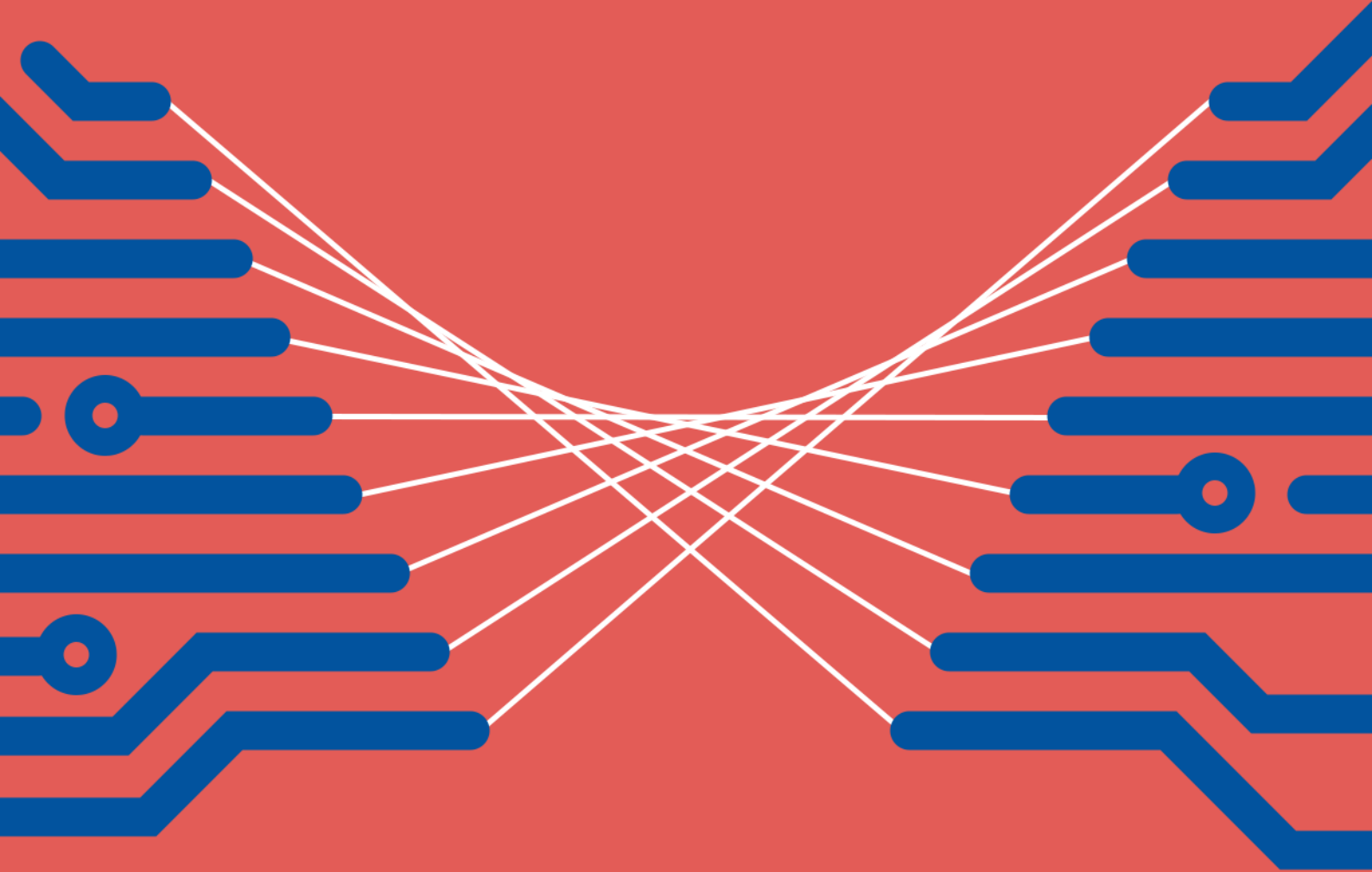


***Altium***<sup>®</sup>

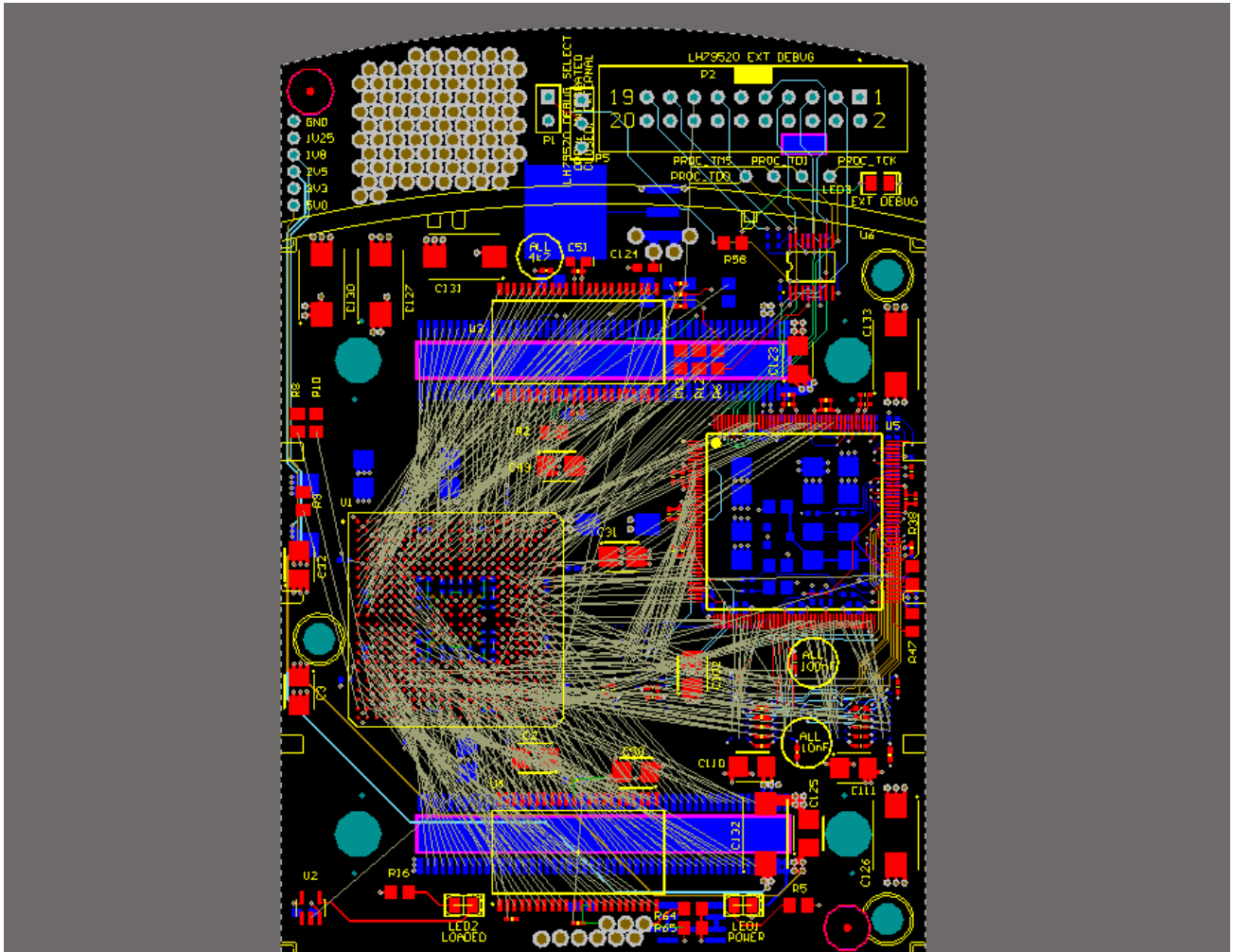
Simplifier le routage grâce  
à la permutation des broches,  
des composants et  
des paires différentielles



John Magyar  
Sr. Applications Engineer

# SIMPLIFIER LE ROUTAGE GRÂCE À LA PERMUTATION DES BROCHES, DES COMPOSANTS ET DES PAIRES DIFFÉRENTIELLES

Lorsque vous concevez un circuit imprimé, le placement des composants vous conduit souvent à créer des connexions qui se chevauchent. Bien que l'on puisse utiliser des vias conduisant à d'autres couches ou des pistes légèrement plus longues pour prendre en charge quelques connexions croisées, un grand nombre de ces croisements, comme le montre la figure ci-dessous, peuvent entraîner un routage extrêmement difficile et chronophage.



*Un circuit imprimé avec de nombreuses connexions croisées*

Pour les routages plus complexes, comportant un plus grand nombre de croisements, les concepteurs de circuits imprimés emploient généralement des broches et permutent des sous-composants pour réduire le nombre de connexions croisées. Bien que l'utilisation de broches et la permutation de composants sont des techniques qui évitent les croisements sur votre circuit imprimé, de telles modifications doivent également être transférées dans les schémas. Cet article explique comment gérer facilement les permutations de broches, de sous-composants et de paires différentielles pour obtenir un routage optimal, qui vise à limiter les connexions croisées tout en maintenant la synchronisation de la conception entre le schéma et le circuit imprimé.

## INTRODUCTION

Placer des composants de façon optimale minimise grandement le nombre de connexions croisées. Cependant, les croisements ne peuvent pas toujours être complètement évités. Si les connexions croisées sont nombreuses, le routage du circuit imprimé s'avère extrêmement difficile et fastidieux à réaliser. Les concepteurs de circuits imprimés ont l'habitude, lorsque la configuration électrique le permet, de permuter l'emplacement des nœuds d'une broche à une autre. De même, les sous-composants d'un même boîtier peuvent être permutés afin de limiter le nombre de connexions croisées.

## SIMPLIFIER LE ROUTAGE GRÂCE À LA PERMUTATION DES BROCHES, DES COMPOSANTS ET DES PAIRES DIFFÉRENTIELLES

---

La permutation de broches consiste à permuter les nœuds de deux broches physiques sans avoir d'impact négatif sur les fonctionnalités électriques de la conception. C'est le cas par exemple des deux broches d'une résistance. La polarité d'une broche de résistance n'étant pas unique, vous pouvez intervertir librement les broches pour limiter les croisements, et votre conception fonctionnera malgré tout comme prévu.

Prenons un autre exemple concret : sur un connecteur disposant de nombreuses broches, il n'y a pas de règle stricte concernant l'affectation de signaux spécifiques à chaque broche. La possibilité de permuter de nombreuses broches sur un connecteur permet en principe d'éviter un certain nombre de connexions croisées. Le composant le mieux adapté à la permutation des broches est le dispositif FPGA, avec ses broches E/S configurables par l'utilisateur, au sein de blocs de tension, car il vous permet de réaffecter librement les broches en fonction des besoins.

La permutation des sous-composants consiste à échanger l'emplacement de composants similaires sur une même carte. Par exemple, le circuit intégré d'un amplificateur opérationnel quadruple LM6154 possède quatre amplificateurs séparés et identiques dans le même boîtier. Ainsi, vous pouvez échanger l'emplacement de l'amplificateur C (broches 8, 9 et 10) avec l'amplificateur A (broches 1, 2 et 3) pour éviter les connexions croisées tout en conservant les mêmes fonctionnalités. La permutation des sous-composants est parfois appelée « permutation des portes », ce qui implique que les 4 portes individuelles au sein d'un boîtier SN74S02N Quad NOR peuvent être échangées librement.

La permutation des broches et des sous-composants contribuent grandement à la réduction du nombre global de connexions croisées au sein d'un circuit imprimé. Pour réussir votre installation de broches et la permutation des broches, vous devez définir dès le départ les broches qui peuvent être permutées. De plus, une fois terminée la permutation des broches ou des composants dans la conception de vos circuits imprimés, le schéma doit être réajusté afin de prendre en compte les changements puis synchronisé avec le routage de la carte. Si vous ne les synchronisez pas, vous risquez d'obtenir des erreurs catastrophiques.

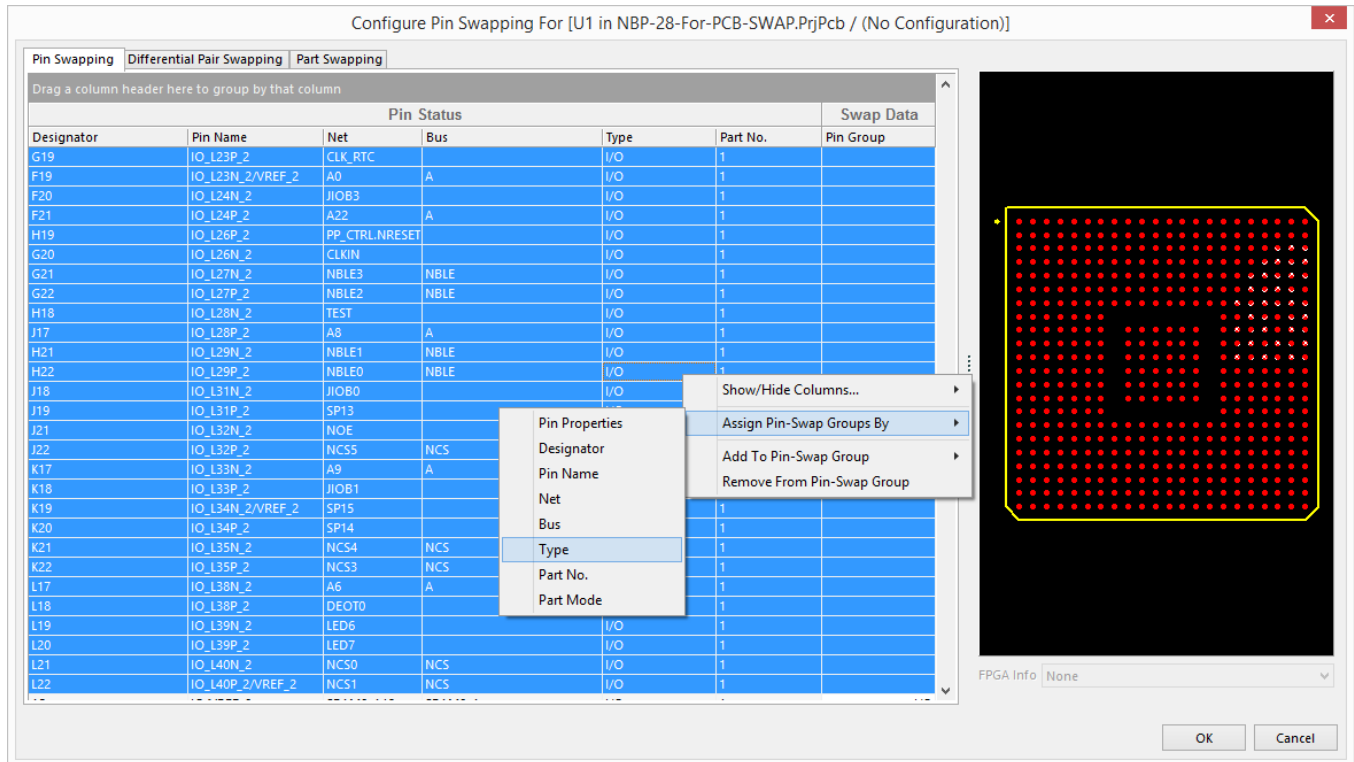
### PERMUTATION DES BROCHES ET DES COMPOSANTS

La permutation des broches ou des composants s'effectue en trois grandes étapes : la configuration des données de permutation, la permutation des broches ou des composants en elle-même, la synchronisation des schémas avec les mises à jour tenant compte des modifications.

### CONFIGURATION DES GROUPES DE PERMUTATION

Les groupes de permutation définissent les broches qui peuvent être facilement permutées. Toute broche au sein d'un groupe de permutation donné peut être permutée avec n'importe quel autre broche au sein du même groupe. Définir les groupes de permutation représente généralement un effort ponctuel pouvant être effectué à partir de la bibliothèque des symboles, du schéma ou du document du circuit imprimé. Les groupes de permutation peuvent être définis pour n'importe quel composant ou instance de composants à tout moment au cours du processus de conception à l'aide du panneau de configuration Pin Swapping. Définir des groupes de permutation pour les paires différentielles et les composants peut se faire selon le même procédé. Cette image est une capture d'écran montrant comment des groupes de permutation peuvent être facilement définis.

# SIMPLIFIER LE ROUTAGE GRÂCE À LA PERMUTATION DES BROCHES, DES COMPOSANTS ET DES PAIRES DIFFÉRENTIELLES



Définition d'un groupe de broches FPGA E/S selon le nombre de blocs

## PERMUTER DES BROCHES OU DES COMPOSANTS

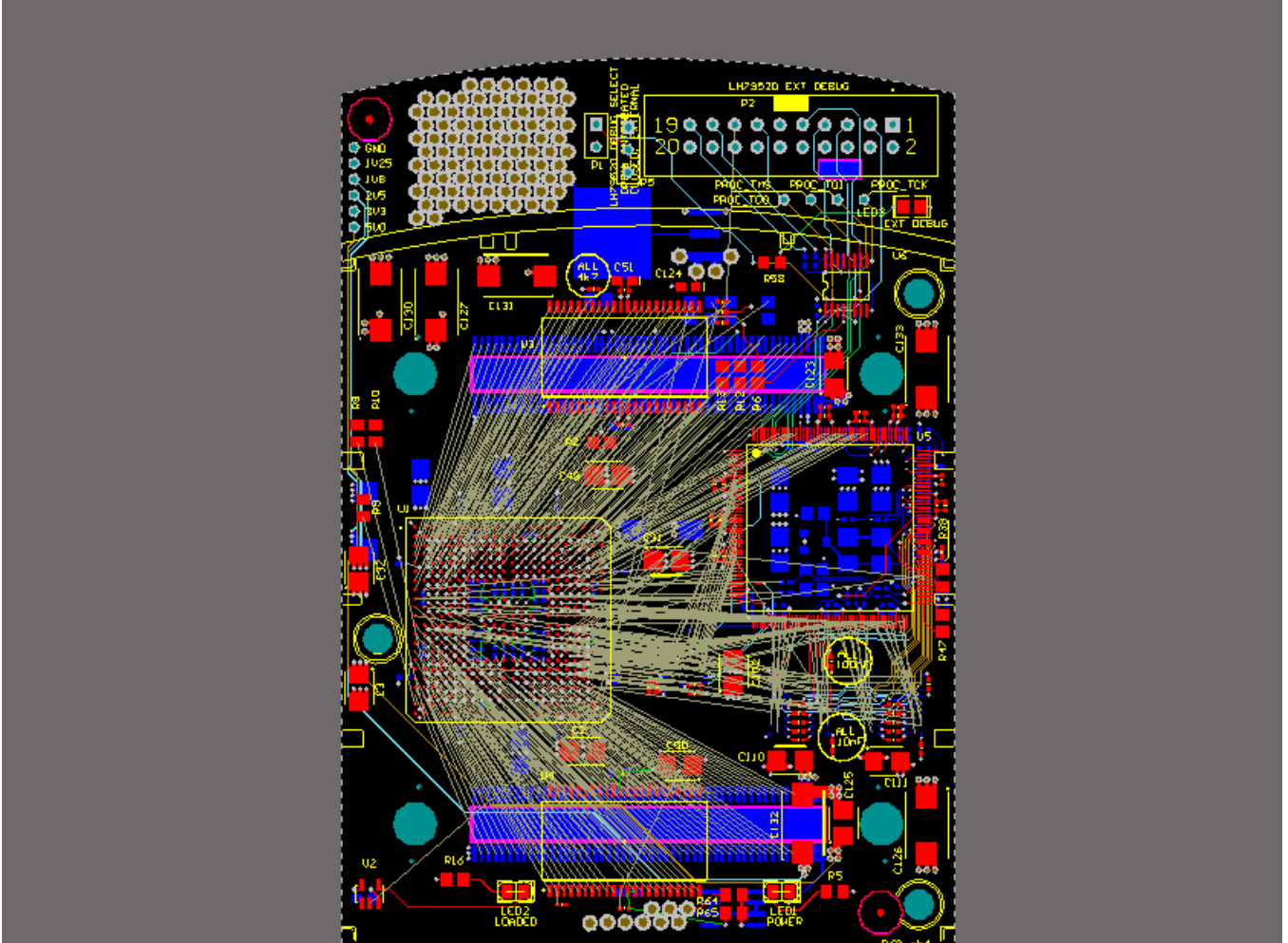
Une fois que les groupes de permutation ont été définis, vous pouvez procéder à la permutation des broches, des paires différentielles ou des sous-composants de manière interactive dans le document du circuit imprimé. Vous utiliserez ensuite les fonctionnalités de permutation interactives en allant dans **Tools > Pin/Part Swapping**, selon les choix en termes de permutation interactive que vous avez précédemment établis. Il existe également un mode de permutation des broches automatique, qui analyse toutes les connexions croisées au sein du routage et permute automatiquement certaines broches pour atteindre le moins de croisements possibles.

## LA SYNCHRONISATION DE SCHÉMAS AVEC MISES À JOUR APRÈS LA PERMUTATION :

Un aspect très important de la permutation des broches est la mise à jour du schéma, afin de synchroniser le projet en tenant compte des modifications après la permutation des broches qui figuraient dans le routage du circuit imprimé. Pour cela, il vous suffit de procéder à la mise à jour du circuit imprimé vers le schéma dans Altium® Designer. Nous vous conseillons d'utiliser la connexion par étiquette de nœud dans vos schémas pour tous les nœuds pouvant être associés à un groupe de permutation. Cette bonne pratique vous permet de vous assurer que toutes les modifications apportées au schéma seront des substitutions d'étiquettes de nœuds. Dans le cas contraire, si les étiquettes de nœuds ne sont pas disponibles, la permutation des broches nécessiterait la substitution des broches des symboles du schéma pour permuter les broches. La substitution des broches du schéma est possible, mais elle est désactivée par défaut. Cette manipulation n'est pas conseillée parce que les symboles qui en résultent seront différents des symboles d'origine au sein de la bibliothèque. La connexion par étiquette de nœuds est la méthode la plus pratique pour permuter des broches.

# SIMPLIFIER LE ROUTAGE GRÂCE À LA PERMUTATION DES BROCHES, DES COMPOSANTS ET DES PAIRES DIFFÉRENTIELLES

Une fois les permutations terminées, vous pouvez vérifier une nouvelle fois les connexions et vous rendre compte de la qualité des améliorations effectuées. Après avoir utilisé les méthodes décrites ici, vous pouvez voir ci-après le circuit imprimé de la première illustration. On observe une réduction significative du nombre de croisements.



*Permutation de broches réalisée sur FPGA (à comparer avec la figure précédente)*

## CONCLUSION

Les connexions croisées au sein d'un circuit imprimé peuvent compliquer le routage et nécessitent le recours à des délais supplémentaires ou à davantage de couches à router. Indiquer quelles broches et quels composants peuvent être permutés au sein d'un projet ou dans la bibliothèque de symboles permet de supprimer de nombreuses connexions croisées. Utiliser les fonctionnalités de permutation interactives ou automatiques peuvent grandement réduire le nombre de connexions croisées au sein d'une conception.