

La gamme de circuits d'interface RF d'ADI permet la conception de réseaux radio MIMO massifs compacts pour la 5G

Auteur : Bilge Bayrakci, Responsable Produits et Marketing , Produits de Contrôle RF & MW, Analog Devices

Les systèmes radio MIMO (Multiple Input, Multiple Output) massifs ont vu leur popularité grimper en flèche avec la dernière phase de déploiement des stations de base cellulaires 4G LTE, en particulier dans les zones urbaines où les petites stations de base comblent efficacement les vides de la couverture cellulaire tout en améliorant les services à plus haut débit. Le succès de cette architecture a clairement fait ses preuves. Le MIMO massif est sur le point d'être la solution de choix pour les réseaux 5G, car l'efficacité spectrale et la fiabilité des transmissions requises font partie intégrante de cette architecture. Pour que la 5G devienne réalité, les concepteurs doivent augmenter considérablement le nombre de canaux d'émission/réception simultanés fonctionnant sur plusieurs bandes, tout en faisant en sorte que l'encombrement du matériel nécessaire soit similaire voire inférieur à celui de la génération précédente.

Les implications sont les suivantes :

- ▶ Plus de voies engendre une concentration supérieure de puissance radio dans la station de base et autour, ce qui accentue le problème de l'isolation entre les voies (pas d'interférences mutuelles).
- ▶ Les circuits d'interface des récepteurs nécessitent une meilleure plage de dynamique pour rester robustes en présence de signaux de forte puissance.
- ▶ La taille de la solution est un critère important.
- ▶ La gestion thermique est un challenge du fait de la puissance accrue de l'électronique et des émetteurs.

Dans cette quête de débits plus élevés pour répondre aux besoins de tout un éventail de services sans fil et différents schémas de transmissions, les concepteurs de systèmes sont confrontés à une complexification des circuits, mais avec des contraintes de taille, de puissance et de coûts inchangées. Ajouter des canaux supplémentaires d'émission/réception dans une tour de station de base permet d'obtenir un meilleur débit ; mais utiliser chaque canal à un niveau de puissance RF supérieur est également essentiel pour maintenir la complexité et les coûts du système à des niveaux acceptables. Or pour une puissance RF supérieure, les concepteurs des circuits d'interface n'ont pas beaucoup d'alternatives sinon de revenir aux solutions traditionnelles impliquant une forte puissance de polarisation et des circuits périphériques complexes. D'où les difficultés à atteindre les objectifs cités précédemment.

Analog Devices a récemment présenté un commutateur intégré de forte puissance doté d'un amplificateur à faible bruit (LNA) sous la forme de modules multi puces pour les systèmes TDD (Time Division Duplex). La gamme de circuits [ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549](#) couvre les bandes cellulaires comprises entre 1,8 GHz et 5,3 GHz, et elle a été conçue de manière optimale pour s'interfacer aux antennes MIMO massif. Avec son commutateur de puissance en silicium et son amplificateur faible bruit de hautes performances en technologie GaAs, cette nouvelle gamme de circuits ne fait aucun compromis : elle offre des capacités élevées de gestion de la puissance radio ainsi qu'une intégration poussée. Le meilleur des deux domaines est réuni.

Architecture à deux canaux

La figure 1 représente un schéma fonctionnel d'une application utilisant les circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549 dans une interface radio MIMO massif. Le dispositif possède deux voies incorporant un commutateur de forte puissance, suivi d'un amplificateur faible bruit à deux étages. Lors de la réception, le commutateur achemine le signal d'entrée vers l'entrée de l'amplificateur faible bruit. En émission, l'entrée est acheminée vers une terminaison 50 Ω pour assurer une bonne adaptation avec l'interface de l'antenne et isoler l'amplificateur faible bruit de la puissance réfléchie provenant de l'antenne. L'architecture intégrée à deux voies permet au concepteur d'étendre facilement les dispositifs MIMO afin de dépasser les limites des configurations 8 x 8 des équipements traditionnels (8 émetteurs x 8 récepteurs) pour atteindre 16 x 16, 32 x 32, 64 x 64, et au-delà.

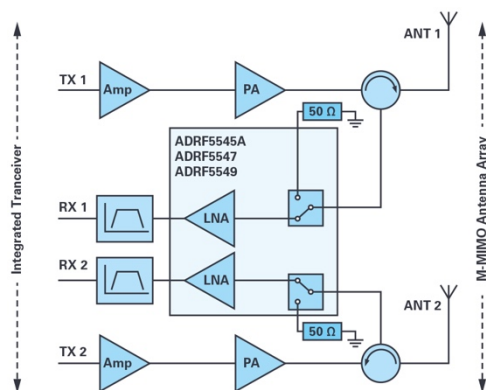


Figure 1. Schéma de principe d'un dispositif d'interface radio MIMO massif

Bande passante opérationnelle étendue

La figure 2 représente les caractéristiques de gain des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549 et leurs couvertures fréquentielles respectives. Les composants sont optimisés pour les bandes cellulaires les plus courantes et alignés avec d'autres composants adaptés, utilisés dans la même application, notamment les amplificateurs de puissance et les filtres.

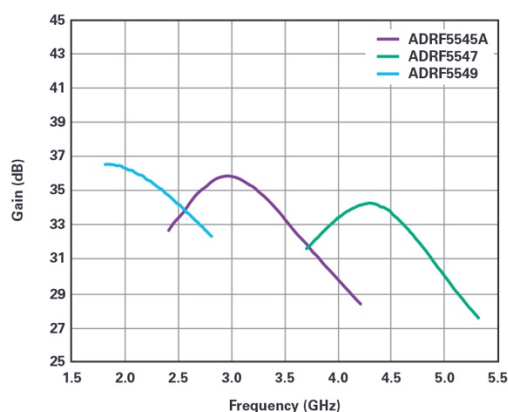


Figure 2. Caractéristiques de gain des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549.

Commutateur de protection de puissance

Le composant incorpore un commutateur de forte puissance en silicium qui ne nécessite aucun composant externe pour la polarisation. Ce commutateur fonctionne avec une unique alimentation 5 V et ne consomme que 10 mA. Il peut s'interfacer directement avec des microcontrôleurs standards, sans aucune adaptation des niveaux de tension. Comparé aux applications utilisant des commutateurs à diode PIN, ce commutateur permet d'économiser près de 80 % de la puissance de polarisation et 90 % de la surface sur un circuit imprimé.

Il accepte des signaux radio de 10 W de puissance moyenne avec un facteur de crête de 9 dB en fonctionnement continu et peut supporter le double de la puissance nominale en cas de défaut. Les circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549 sont les premiers produits du marché à pouvoir accepter des puissances de 10 W, ce qui en fait une solution idéale pour les systèmes MIMO massif de puissance élevée. Si chaque élément d'antenne peut émettre davantage de puissance, il est possible de diminuer le nombre de canaux d'émission pour obtenir la même puissance radio en sortie de la station de base. L'architecture des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549 apparaît sur la figure 3 qui indique que les commutateurs de puissance des deux canaux sont alimentés et commandés par la même broche. Les amplificateurs faible bruit (LNA) possèdent des alimentations et des signaux de commande distincts.

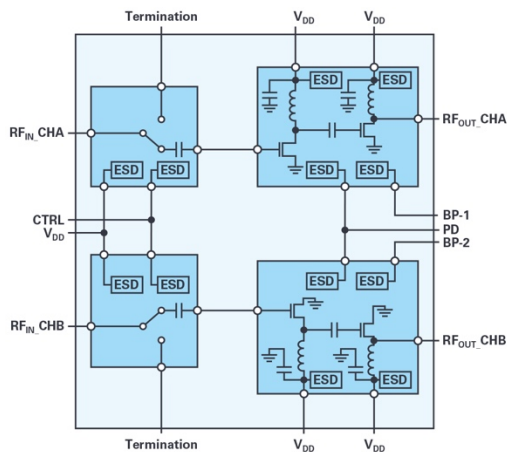


Figure 3. Architecture des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549.

Faible figure bruit

L'amplificateur faible bruit à deux étages, conçu en technologie GaAs et alimenté sous 5 V uniquement, ne nécessite d'aucune inductance de polarisation externe. Le gain présente une caractéristique plate en fonction de la fréquence. Il peut être programmé en mode haut ou bas, à 32 dB et 16 dB respectivement. Le composant possède également un mode basse consommation qui économise la puissance de polarisation en désactivant les amplificateurs faible bruit pendant les phases d'émission. Le composant a une figure de bruit 1,45 dB qui comprend les pertes d'insertion du commutateur ce qui convient parfaitement aux systèmes MIMO massif basse et haute puissance. La figure 4 représente les performances relatives au bruit des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549 pour les bandes spécifiées.

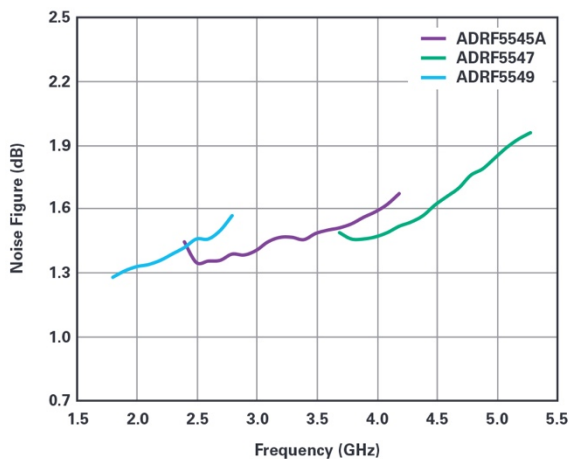


Figure 4. Figure de bruit des circuits ADRF5545A/ADRF5547/ADRF5549.

Taille compacte et composants externes réduits au strict minimum

En dehors des condensateurs de découplage sur les broches d'alimentation et des condensateurs de blocage de la composante continue sur les broches des signaux radio, le composant ne nécessite aucun composant d'adaptation. Les entrées et sorties RF bénéficient d'une adaptation à 50 Ω . Les inductances d'adaptation et de polarisation de l'amplificateur faible bruit sont intégrées dans le circuit. Ceci permet d'éliminer les composants coûteux dans la nomenclature, notamment les inductances, mais aussi de simplifier la conception hardware visant à éviter la diaphonie entre les voies adjacentes. Le composant est proposé dans un boîtier CMS de 6 mm $\times$ 6 mm muni d'une semelle thermique. Le circuit intégré peut fonctionner à une température de boîtier comprise entre -40°C et $+105^{\circ}\text{C}$. Les trois circuits sont proposés dans un boîtier et un brochage identiques. Il est possible de les utiliser de manière interchangeable sur le même circuit imprimé. La figure 5 montre le composant monté sur sa carte d'évaluation. Les cartes d'évaluation sont disponibles directement auprès d'ADI ou de ses distributeurs.

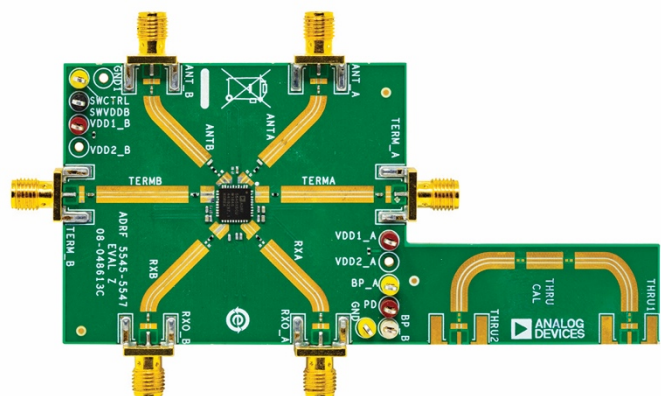


Figure 5. Carte d'évaluation des circuits ADRF5545A/ADR5547/ADR5549.

Pour accéder aux informations techniques détaillées, fiches techniques et autres documentations associées, consultez les pages produits à l'adresse [analog.com](https://www.analog.com).