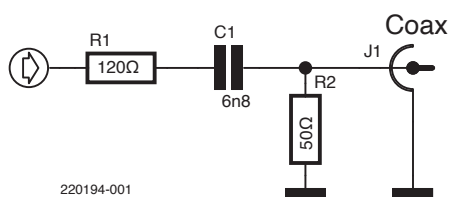


estimer le bruit interne d'un circuit intégré

méthode simple

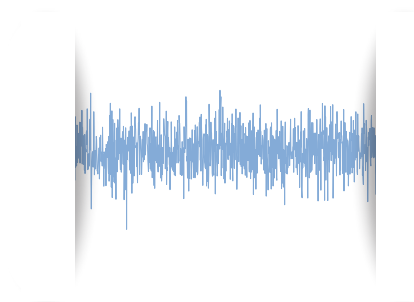
Mario Rotigni (Italie)

Vous pouvez utiliser une simple sonde pour évaluer le bruit interne des circuits intégrés. La construction et l'utilisation de la sonde fournissent des informations utiles et permettent de vérifier l'efficacité d'une modification apportée pour réduire le bruit émis au niveau de l'alimentation ou des lignes de signaux. Cela peut aider au débogage CEM.



220194-001

Figure 1. Réseau 150 Ω .



La source des rayonnements électromagnétiques sur les équipements électroniques modernes est souvent associée à un circuit intégré. L'industrie a développé une norme internationale pour spécifier des méthodes de test dédiées au niveau des circuits intégrés qui ne nécessitent pas d'infrastructures coûteuses. Une méthode populaire dans l'industrie des semiconducteurs est proposée par la norme IEC61967-4. Elle est appelée la méthode du « couplage direct de 150 Ω ». Cette méthode permet de mesurer le bruit électromagnétique présent sur une broche spécifique d'un circuit intégré. Elle fait intervenir le circuit d'interface simple présenté sur la **figure 1** (le réseau 150 Ω). L'entrée, à gauche, est connectée au point de mesure cible. La sortie du connecteur J1 est généralement reliée à un analyseur de spectre qui présente l'amplitude du bruit dans le domaine fréquentiel. Le réseau 150- Ω est pratiquement un filtre passe haut, et il a deux fonctions principales. Tout d'abord, il charge le point de mesure avec une impédance connue (environ 150 Ω , comme vous pouvez le deviner), ce qui permet de comparer différentes mesures, puisqu'elles sont effectuées dans des conditions stables. Ensuite, le réseau présente à l'instrumentation l'impédance de 50 Ω requise. Le condensateur empêche également l'application de tensions continues trop élevées aux entrées les plus sensibles des analyseurs de spectre. D'un point de vue technique, ce qui est mesuré est l'émission conduite du nœud analysé — la tension de radiofréquence non intentionnelle qui se propage à travers les connexions sur le matériel.

Mesures

La mesure des émissions rayonnées est généralement complémentaire à l'étude des circuits intégrés, mais ceux-ci ne font pas partie de ce travail. Il est possible d'effectuer des mesures sur les broches de l'alimentation, typiquement avec un condensateur de couplage de 6,8 nF, mais aussi sur les broches d'entrée ou de sortie. Puisque les broches de sortie peuvent être actives, par exemple pour transmettre un signal d'horloge à un périphérique externe, il est important d'adapter la valeur du condensateur de couplage en fonction de la charge capacitive maximale spécifiée dans la fiche technique du circuit intégré testé. La fréquence de coupure du réseau est de 174 kHz avec 6,8 nF, 24 MHz pour 50 pF. Au-dessus de la fréquence de coupure, dans la bande utile pour les mesures, l'atténuation est idéalement une constante de 15 dB.

Pour appliquer formellement la méthode, il faut intégrer le réseau 150 Ω dans un PCB de test, selon des règles de disposition précises. Vous pourriez appliquer la même méthode chez vous de manière moins formelle, en implémentant le réseau sur des nœuds intéressants de votre circuit imprimé ou comme une sonde. La répétabilité et la stabilité des mesures sont ainsi compromises, introduisant une incertitude dans l'impédance de charge et la réponse en fréquence.

Cependant, les résultats permettent de comprendre les tendances, ce qui facilite le débogage de la réduction du bruit. Par exemple, il serait possible d'évaluer différents condensateurs de découplage sur une alimentation ou l'effet des différentes forces de commande offertes par les broches de sortie à usage général de nombreux microcontrôleurs modernes.

Tests de pré-conformité

Fait intéressant, lorsque la sonde est placée sur une broche de sortie numérique statique, nous obtenons une idée du bruit sur les rails d'alimentation internes. En fait (voir **figure 2**), lorsque la broche de sortie est à un niveau logique haut, le transistor PMOS est passant, présentant une faible résistance et donnant accès au réseau électrique interne. Quand il est à un niveau bas, le NMOS nous donne accès au VSS interne. Il serait intéressant d'activer et de désactiver différents périphériques d'un microcontrôleur et de voir l'effet sur le bruit généré. Ces essais peuvent faire

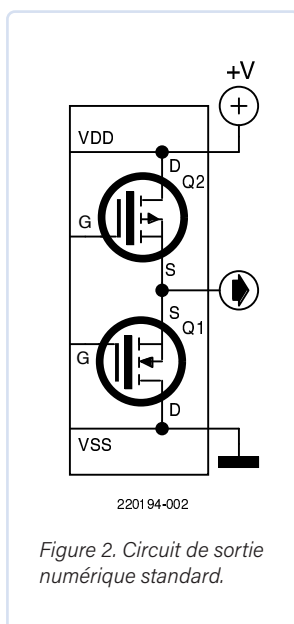


Figure 2. Circuit de sortie numérique standard.

partie des tests électromagnétiques de préconformité. En principe, un étalonnage pourrait renforcer la fiabilité d'une sonde. Cependant, il est toujours difficile de pallier l'indétermination liée à la connexion avec le dispositif testé. ◀

220194-04



À propos de l'auteur

Mario Rotigni est né à Bergame, en Italie, en 1958. Il a obtenu un diplôme en génie électrique en 1977. Il a découvert l'électronique comme un hobby à l'âge de 14 ans. En 1978, il devient un professionnel dans le domaine de l'électronique. Il a travaillé dans la recherche et le développement sur la conception d'instruments de processus fonctionnant dans des environnements électromagnétiques très hostiles. Après avoir conçu un équipement de test automatique pour les microcontrôleurs, il a rejoint un grand fabricant de semi-conducteurs, où il a occupé divers postes dans l'ingénierie, la conception, et actuellement en R&D dans le groupe Automotive Product.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (m.rotigni@elettronicaemake.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr)

Ils nous font confiance, n'est-ce pas ?

Nous aimons l'électronique et les projets, et nous faisons tout notre possible pour répondre aux besoins de nos clients.

Le magasin Elektor :
Jamais cher,
toujours surprenant

Consultez d'autres avis sur notre page Trustpilot : www.elektor.fr/TP

Vous pouvez également vous faire votre propre opinion en visitant notre Elektor Store, www.elektor.fr

