

L'intégrité de puissance et son impact sur l'intégrité du signal

Thomas Rottach, Market Segment Manager Focus Digital Design & Power Electronics

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, Mühldorfstr. 15, 81671 Munich

Thomas.Rottach@rohde-schwarz.com, phone +49 89 4129 13947

La tendance est en marche : les circuits électroniques nouvellement développés doivent supporter des débits de données plus élevés avec des dimensions plus réduites, tout en consommant moins d'énergie. En conséquence, les ingénieurs de développement sont confrontés à des défis majeurs et le sujet de l'intégrité de puissance devient de plus en plus important.

Des débits de données plus élevés entraînent des exigences de qualité croissantes pour les signaux d'horloge et de données. Afin de réduire la consommation d'énergie, les chipsets sont maintenant utilisés avec des tensions d'alimentation de plus en plus faibles. La tension d'alimentation doit être exempte d'interférences et conforme à des tolérances de plus en plus strictes afin que les signaux générés par les chipsets puissent satisfaire aux exigences d'intégrité du signal. C'est pourquoi le sujet de l'intégrité de puissance prend de plus en plus d'importance.

L'intégrité de puissance implique d'assurer une tension d'alimentation de haute qualité. Pour les circuits électroniques, les tensions d'alimentation sont presque exclusivement des tensions continues. Un oscilloscope avec les accessoires appropriés est généralement utilisé pour faire ces mesures de qualité. L'oscilloscope doit pouvoir afficher les tensions d'alimentation avec une résolution élevée et un bruit inhérent extrêmement faible.

Idéalement, les tensions d'alimentation DC doivent être constantes et sans bruit. Dans la réalité, ils présentent toujours une certaine ondulation et un bruit superposé. En comprendre l'origine nécessite une étude sur la conception du réseau de tension d'alimentation.

Typiquement, la source d'un réseau de tension d'alimentation (par exemple une alimentation AC / DC ou une batterie) fournit l'alimentation principale. Cette tension est continue avec des niveaux d'amplitude communs tels que 12 V ou 5 V. Cette alimentation primaire est ensuite utilisée pour alimenter les tensions et les courants nécessaires à tous les composants actifs. Cependant, les différents composants ont besoin de tensions différentes, et nous pouvons rencontrer 10 à 20 niveaux de tension différents. Ce qui signifie pour le développeur, une adaptation de la tension principale à chaque composant. Des régulateurs à découpage très efficaces sont généralement utilisés à cette fin. Un

inconvénient des régulateurs à découpage par rapport aux régulateurs linéaires (moins efficaces) est que la tension continue est corrompue pendant le processus de commutation et que du bruit périodique est superposé au signal continu. Ce bruit résiduel est appelé ondulation (ripple).

Pendant la conversion des niveaux de tension, des perturbations aléatoires (non périodiques), considéré comme du bruit, se produisent en plus de l'ondulation. Les principaux contributeurs sont le bruit de la source initiale et le bruit produit par les courants de découpage se retrouvant dans le secondaire. D'autres éléments pertinents sont le bruit thermique ainsi que les interférences provenant des circuits à proximité.

En plus de ces perturbations et interférences liées à la régulation à découpage et à sa conception, nous devons également analyser le comportement dynamique. Des changements soudains dans le courant de charge (par exemple du fait qu'un microcontrôleur passe de l'état inactif à l'état occupé) peuvent provoquer une chute momentanée de la tension d'alimentation. Tout comme l'ondulation et le bruit, cette chute ne doit pas dépasser les limites spécifiées par le fabricant, et doit être régulée dans un intervalle de temps acceptable.

La précision DC est une autre spécification clé pour les alimentations. Ici, deux paramètres sont importants : le niveau de tension absolue et la stabilité à long terme du niveau de tension.

Afin de s'assurer que tous les paramètres discutés se situent dans les limites spécifiées, il est important de vérifier ces paramètres en utilisant un équipement T&M approprié pendant le processus de développement

Défi de mesure croissant

Les exigences de mesure du bruit, de l'ondulation, du comportement dynamique et de la précision du courant continu ont fortement augmenté au cours des dernières années. Parmi les raisons pour lesquelles les niveaux de tension d'alimentation des différents composants sont en baisse, on peut citer la miniaturisation avec une densité de puce croissante et des dimensions restreintes. Naturellement, il y a aussi l'objectif d'écologie et d'économie d'énergie. En parallèle, les tolérances pour l'ondulation et le bruit ont également été considérablement réduites par les fabricants de puces. Cette tendance signifie que les interférences devant être mesurées ont des niveaux de plus en plus petits. Le défi technique auquel est confronté le système de mesure (oscilloscope et sonde) est aussi en augmentation car le bruit intrinsèque du système de mesure est souvent aussi élevé que les signaux d'interférence à mesurer. Ce bruit est superposé au signal à mesurer et peut rendre le résultat bien pire qu'il ne l'est réellement. Dans certaines circonstances, cela peut provoquer une violation de tolérance qui n'est pas réelle (voir Fig. 1).

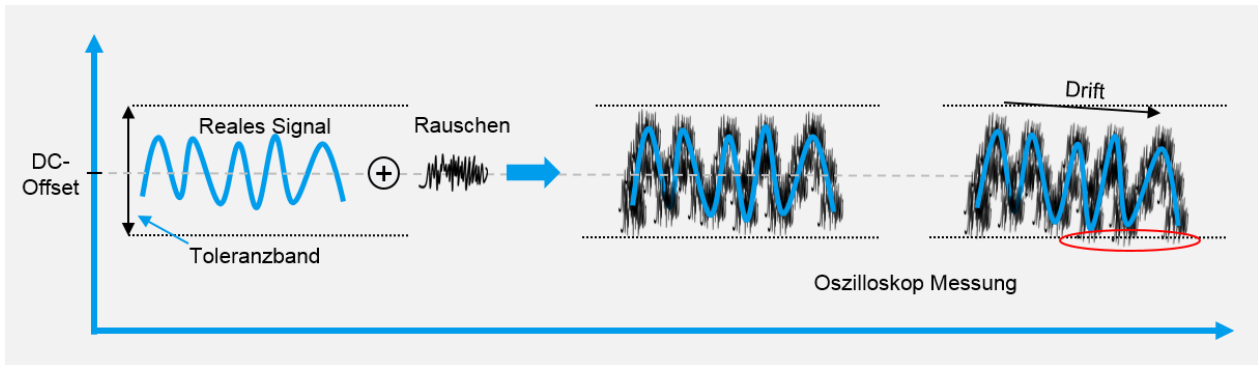


Fig. 1: Influence du bruit et de la dérive sur le résultat de la mesure.

Un autre problème important est qu'un offset de tension inadéquat est souvent réglé sur l'oscilloscope, ce qui implique que la résolution verticale optimale n'est pas pleinement utilisée. Cela induit une augmentation supplémentaire de l'incertitude de mesure. Les solutions possibles comprennent l'utilisation du mode AC de l'oscilloscope ou l'insertion d'un bloqueur DC. Cependant, cela entraîne la perte des informations sur la composante continue, ce qui signifie qu'aucune dérive lente ne peut être détectée. Afin de s'assurer que la tension continue, y compris toute dérive, ondulation et bruit, est dans la tolérance spécifiée, il est essentiel d'utiliser un système de mesure haute performance.

Analyse du signal dans le domaine fréquentiel

La plupart des solutions disponibles pour ce type de mesure sont basées sur un oscilloscope combiné à des sondes spécifiques. Les sondes sont généralement actives et ont un rapport de 1:1 avec un bruit inhérent très faible. Pour compenser le niveau de tension continue, elles ont une source de tension d'offset intégrée. Cette tension de décalage réglable peut aller jusqu'à ± 60 V, selon le fabricant. La bande passante des dernières sondes disponibles dans le commerce est de 2 GHz ou plus. Même les interférences HF couplées par proximité (par exemple une ligne de données de 5 Gbit/s, ou un signal Wi-Fi de 2.4 GHz) peuvent être ainsi détectées. Ces signaux ont généralement des niveaux faibles, ce qui rend presque impossible de les trouver ou de les analyser dans le domaine temporel. Dans de tels cas, l'analyse dans le domaine fréquentiel est très bénéfique. En utilisant la fonction FFT de l'oscilloscope, ces interférences sont facilement détectées. De plus, la source peut souvent être identifiée en analysant sa fréquence.

Après avoir analysé l'ondulation et le bruit du signal, il existe d'autres défis liés à la mesure de la précision DC. À mesure que les tolérances deviennent plus strictes, le niveau DC absolu doit être mesuré avec une grande précision. Cependant, cette mesure est problématique avec un oscilloscope en raison du fait que le signal prélevé par la sonde est converti en un signal de 8 bits dans l'oscilloscope. En supposant un réglage vertical de 200 mV / division (sur 10 div) et une conversion de 8 bits, une précision de 7.8 mV est obtenue. Avec une bande de tolérance de 30 mV, cela implique une incertitude supérieure

à 25% qui doit être prise en compte. La solution idéale est une sonde avec un voltmètre intégré (sonde de mesure, voir Fig. 2). Le voltmètre intégré est basé sur un convertisseur 16 bits. Cela permet de déterminer la tension avec une précision 256 fois supérieure à celle d'une sonde sans cette caractéristique.

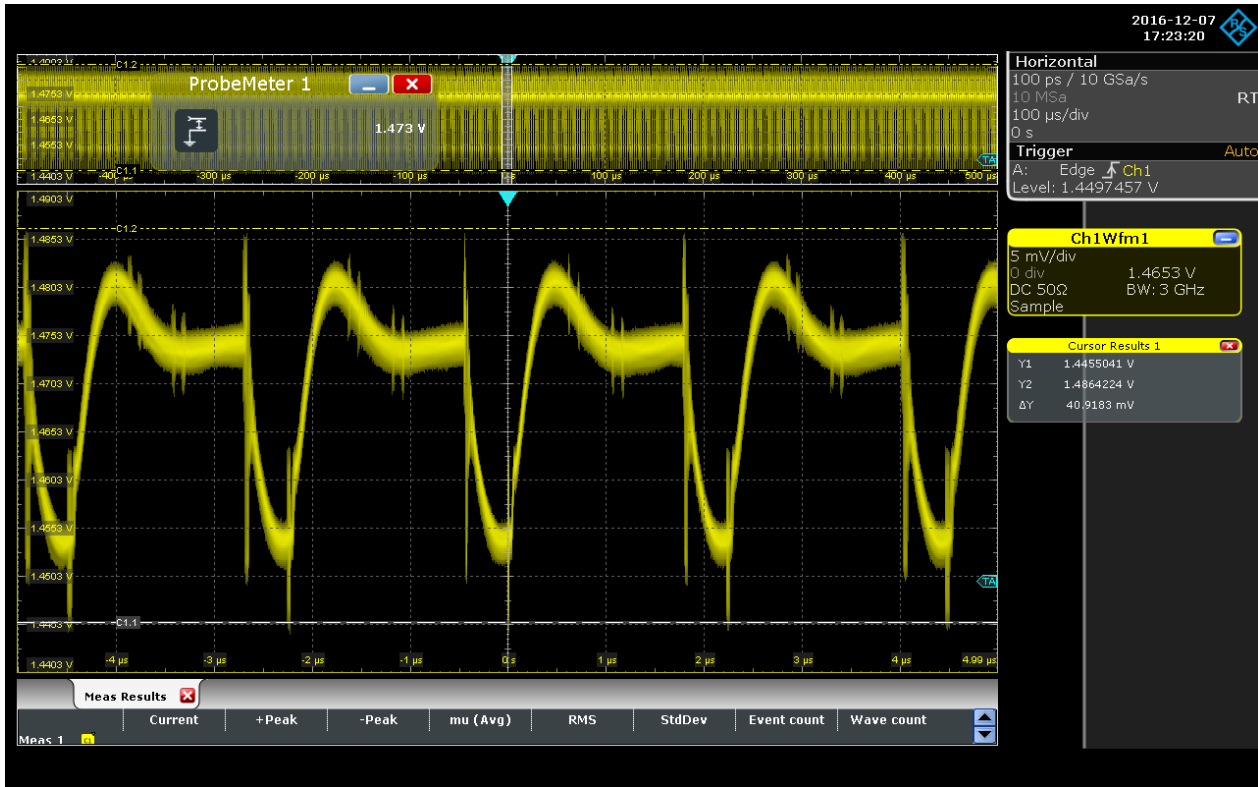


Fig. 2: Ondulation et mesure précise de la tension continue à l'aide d'une sonde de mesure (ADC 16 bits).

Le bruit et l'ondulation nuisent à la performance

Le non-respect des niveaux et des tolérances spécifiées peut nuire au fonctionnement de l'ensemble du système. Un exemple simple de ce problème : lorsqu'un microcontrôleur est réinitialisé et redémarre lors d'un changement de charge provoquant une chute de tension trop profonde et de longue durée. Un comportement défectueux de ce type devrait être évident, ce qui le rendrait relativement facile à traquer et à corriger. Cependant, ce n'est pas le cas si le système ne se bloque pas complètement, et que le résultat n'est « seulement » qu'une dégradation de la qualité du signal généré combinée à des erreurs sporadiques. Les circuits électroniques modernes contiennent un certain nombre de composants actifs qui peuvent causer des problèmes si une tension d'alimentation « défectueuse » est fournie.

Les oscillateurs commandés en tension (VCO) sont des composants critiques de nos jours. Soumis à des exigences strictes, ils nécessitent une alimentation en tension de très haute qualité. Une ondulation ou un bruit excessif sur l'alimentation entraîne une augmentation du bruit de phase dans le signal de sortie. Lorsqu'elle est intégrée dans une PLL ou un générateur d'horloge, cette interférence se propage, provoquant ainsi une augmentation de la gigue (jitter) dans le signal d'horloge ou une instabilité dans la PLL. Par exemple, si un convertisseur analogique-numérique (ADC) est fourni avec un signal

d'horloge qui a une gigue, des erreurs sur les bits peuvent survenir dans le processus de conversion. Par conséquent, les valeurs des capteurs seront incorrectement converties et traitées.

Ces exemples ont démontré la relation étroite entre l'intégrité du signal et l'intégrité de la puissance. Une prise en compte inadéquate des problèmes liés à la qualité de l'alimentation (ou à des mesures inexactes) peut entraîner des problèmes dans le domaine de l'intégrité du signal. Cela peut nécessiter une refonte longue et coûteuse d'un produit défectueux ainsi que des retards dans le processus d'introduction sur le marché. Il est donc important d'examiner ces problèmes et d'effectuer des mesures de vérification appropriées avec grand soin.