

RETOUR AUX SOURCES - LE PARTAGE DU COURANT AVEC DES BLOCS D'ALIMENTATION

Bruce Rose, ingénieur d'applications, CUI

Il est souvent nécessaire de fournir plus de courant à une charge que le courant nominal de sortie de la source d'alimentation dont on dispose. Il est alors possible de raccorder deux ou plusieurs alimentations en parallèle afin de fournir le courant requis par la charge. Le montage en parallèle des sorties de plusieurs alimentations ne garantit pas que le courant de charge sera partagé entre les unités de manière acceptable. De multiples facteurs peuvent s'avérer de véritables défis liés à la configuration des alimentations en parallèle afin de partager le courant de charge. Certains blocs d'alimentation sont dotés de circuits dédiés garantissant que lorsqu'ils sont mis en parallèle le courant de charge est correctement partagé. Les utilisateurs doivent consulter la documentation fournie par les distributeurs de ces équipements pour bien comprendre comment configurer le partage du courant. Cet article présente quelques caractéristiques de base des alimentations et traite des méthodes de mise en parallèle d'unités qui ne comportent pas de dispositifs spéciaux afin de leur permettre d'être configurées en parallèle.

Les sources de tension idéales

Une source de tension idéale maintient une tension constante et peut fournir une quantité de courant illimitée. Une telle implémentation ne peut être physiquement réalisée car elle nécessiterait que la source de tension soit capable de fournir une quantité infinie d'énergie face à l'augmentation du courant de charge. Bien que cette configuration idéale ne puisse pas être réalisée physiquement, c'est pourtant sur cette base que les sources d'alimentation sont conçues.

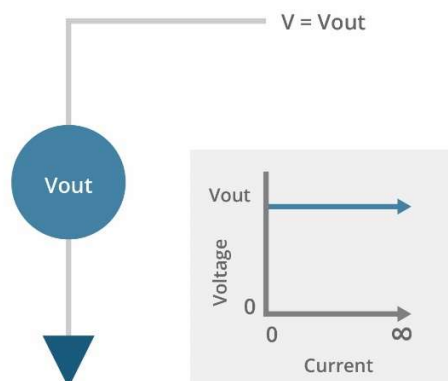


Figure 1 : Source de tension idéale (courant de sortie illimité)

Les sources de tension avec une limite de courant

Toutes les alimentations existantes comporteront une limite à la quantité de courant pouvant être fournie à la charge. Au-delà d'un certain seuil de courant de charge, la tension de sortie s'effondrera à zéro volt. Le concepteur du bloc d'alimentation a la capacité de contrôler le comportement d'une tension de sortie s'effondrant lorsque le courant de charge augmente au-delà de la valeur pour laquelle l'alimentation est conçue. Parmi les options possibles pour le comportement à la limite en courant, on trouve la réduction progressive de la tension de sortie lorsque le courant dépasse la valeur $I_{out\ max}$, ou l'arrêt immédiat de l'unité lorsque le courant atteint cette valeur maximale. L'alimentation peut être conçue pour se rétablir automatiquement après une surintensité ou peut nécessiter un événement externe pour sa réinitialisation. Il est possible d'utiliser en parallèle des alimentations avec différents types de comportement à la limite en courant ; l'utilisateur doit savoir comment contrôler la source d'alimentation si celle-ci passe en mode limite.

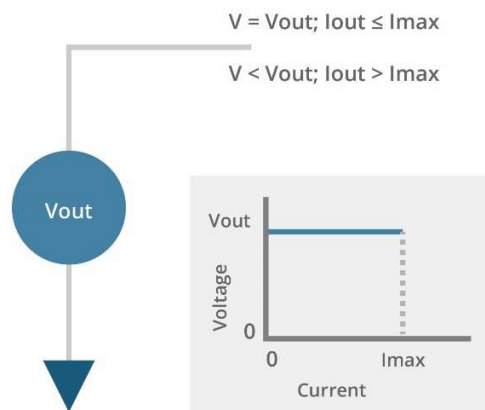


Figure 2 : Source de tension à courant fini (courant de sortie limité)

Impédance de sortie de la source de tension

Dans la réalité, presque toutes les sources de tension ont une impédance de sortie positive non nulle. Quand une source de tension a une impédance de sortie positive, la tension de sortie chute lorsque le courant de charge augmente. La variation de la tension de sortie en fonction du courant de charge se caractérise comme la régulation de la charge prévue par les spécifications de l'alimentation. En règle générale, il est souhaitable que la tension de sortie varie le moins possible lorsque le courant de charge augmente; une faible chute de tension (*low voltage droop*) est obtenue avec une faible impédance de sortie. La chute de tension en sortie avec un courant de charge croissant est généralement utilisée pour permettre le partage de courant entre plusieurs alimentations.

Certaines alimentations supportent la détection à distance de la tension afin de minimiser les contributions des impédances du système à Z_{out} . Lors de l'utilisation de la télédétection de tension, l'action de la boucle de rétroaction permet de réduire la dégradation de la régulation de la charge due aux impédances parasites. Une section ultérieure expliquera pourquoi la télédétection de tension peut ne pas être souhaitable dans une application de partage de courant.

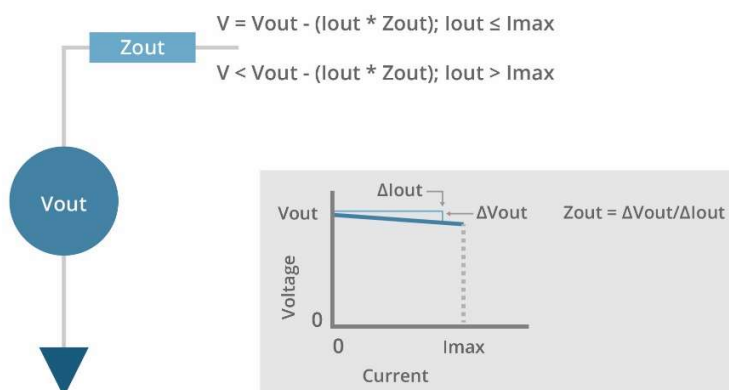


Figure 3 : Source de tension à impédance de sortie non nulle (courant de sortie limité, impédance de sortie)

Erreur sur la valeur de consigne de la source de tension

Lors de la réalisation concrète des sources de tension, il y aura toujours une erreur sur la valeur de la tension de consigne (*set-point voltage*). Cette erreur peut être positive ou négative et peut être réduite à un niveau acceptable en contrôlant les tolérances de fabrication ou en ajustant le produit final. Une erreur minimale dans la tension de consigne est préférable lors de la configuration d'alimentations pour le partage de courant.

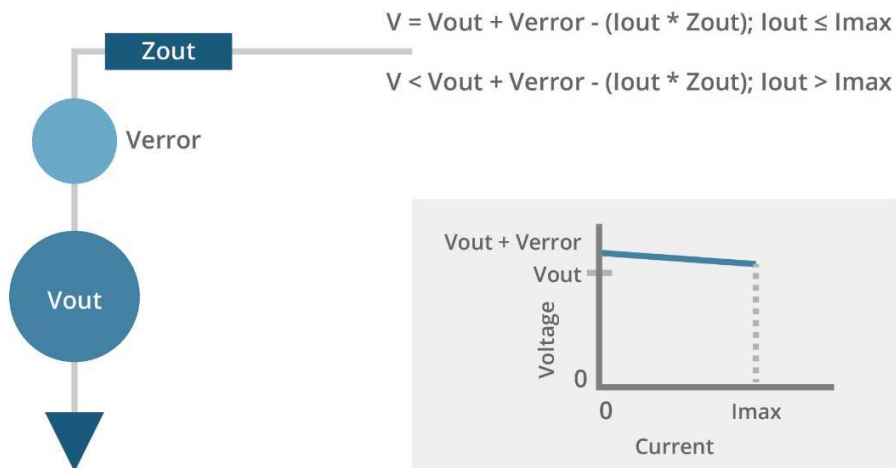


Figure 4 : Erreur sur la valeur de consigne d'une source de tension (courant de sortie limité, impédance de sortie, erreur de consigne)

La mise en parallèle des alimentations

Peut-être l'une des topologies les plus simples pour connecter des sources d'alimentation de manière à augmenter le courant fourni à une charge consiste à connecter les sorties des alimentations en parallèle. Cette implémentation simple risque de ne pas fonctionner si les caractéristiques de l'équilibrage du courant de charge des unités sont telles que l'une des alimentations s'arrête parce qu'elle atteint sa limite de courant maximale avant que le courant requis ne soit fourni à la charge. Si l'une ou l'autre des sources de tension atteint la limite de fourniture de courant et s'arrête, les deux blocs d'alimentation peuvent cesser de fonctionner.

Pour illustrer la façon dont la mise en parallèle de deux alimentations peut ne pas fonctionner, il peut arriver que l'erreur dans le réglage de tension initial entre les alimentations soit supérieure à la chute de la tension de sortie au courant de charge maximal. Dans cet exemple, la première alimentation fournit l'intégralité du courant de charge jusqu'à ce que l'unité s'arrête, puis la seconde unité tente de fournir le courant de charge, mais s'arrête également parce qu'elle a atteint I_{max} .

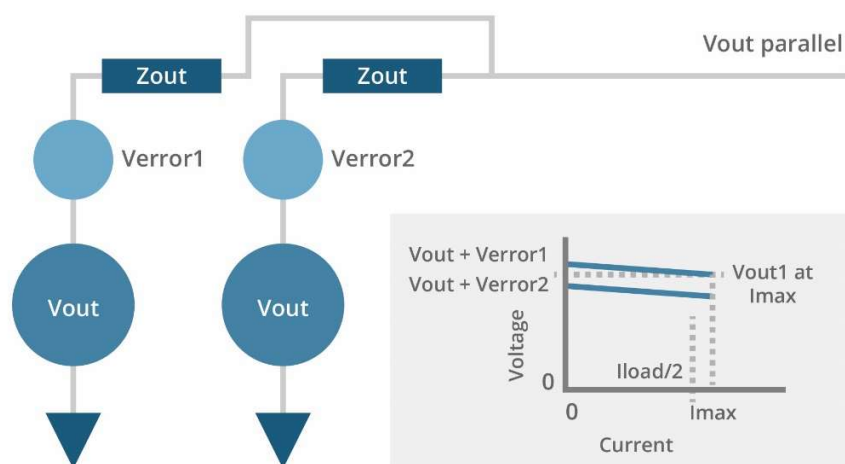


Figure 5 : Sources de tension en parallèle (courant de sortie limité, impédance de sortie, erreur de consigne)

Comment améliorer le partage de charge des alimentations en parallèle

Le partage du courant de charge entre les alimentations peut être amélioré de nombreuses façons différentes. Malheureusement, bon nombre de techniques visant à améliorer le partage de la charge dégradent les performances des unités en raison de la dégradation de la régulation de la charge ou de la diminution du rendement de la conversion de puissance.

Ajuster la tension de sortie pour un meilleur partage du courant

Une méthode pour s'assurer que les alimentations connectées en parallèle partagent le courant de charge de manière acceptable consiste à réduire la différence de tension de sortie sans charge de manière à ce qu'elle soit nettement inférieure à la chute de tension à pleine charge. Cependant, il peut ne pas être possible ni pratique de régler la tension de sortie des alimentations.

Augmentation de la chute de tension pour un meilleur partage de courant

Une deuxième méthode pour améliorer les caractéristiques du partage de charge entre plusieurs sources de tension consiste à augmenter la chute de tension de sortie de chaque alimentation, de sorte que la chute de tension à pleine charge soit significativement plus grande que la différence des tensions sans charge entre les unités. Cette méthode peut présenter l'inconvénient que la régulation de la tension du système soit dégradée en raison de la chute de tension intentionnelle avec le courant de charge (régulation de la charge).

Certaines alimentations ont la capacité d'ajuster d'elles-mêmes leur chute de tension de sortie. Cela s'effectue généralement en ajustant la tension de référence interne en fonction du courant de charge.

Des résistances externes peuvent être utilisées pour augmenter la chute de tension d'une alimentation si le réglage en interne de la chute de tension n'est pas disponible et que la dégradation de la régulation de charge qui en résulte est acceptable. Les résistances de chute de tension sont placées en série avec les sorties des alimentations. Ainsi, le courant de sortie circule dans les résistances et provoque une dissipation de puissance. La chute de tension dans les résistances dégrade la régulation de tension et la puissance dissipée dans les résistances dégrade l'efficacité de la conversion de puissance du système. Les résistances externes pour la chute de tension peuvent être les conducteurs entre l'alimentation et la charge, des résistances individuelles placées entre l'alimentation et la charge ou une combinaison de ces deux méthodes.

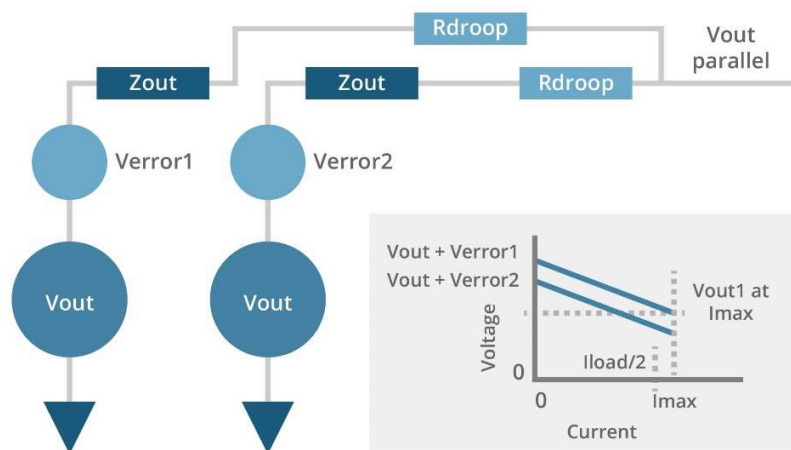


Figure 6 : Sources de tension en parallèle (courant de sortie limité, impédance de sortie, erreur de consigne, Rdroop)

Connexions de télédétection de tension pour des alimentations parallèles

Les broches de télédétection de tension doivent être connectées directement aux broches V_{out} du module d'alimentation lorsque des résistances de chute de tension externes sont utilisées pour réaliser le partage du courant. Les résistances de chute de tension sont sélectionnées pour dégrader intentionnellement la régulation de charge des alimentations. La télédétection classique de la tension (avec la connexion des broches de détection près de la charge) améliore la régulation de la charge des alimentations et annule ainsi la chute de tension causée intentionnellement par les résistances.

Prévention du retour de courant dans les alimentations mises en parallèle

Lorsque les bornes de sortie de plusieurs alimentations sont connectées en parallèle, il est possible que l'une des unités injecte du courant via la sortie des autres alimentations. Dans de nombreux cas, cela sera inoffensif et ne posera donc aucun problème. Cependant, avec certaines alimentations, le courant injecté dans la sortie du dispositif peut l'endommager et doit donc être évité. L'une des méthodes les plus simples pour empêcher le courant de pénétrer dans la sortie d'une alimentation est de placer une diode d'isolation en série avec la sortie. Le courant de sortie des alimentations circule à travers les diodes d'isolation, ce qui fait que la régulation de la valeur de consigne, la régulation de la charge et l'efficacité de la conversion de puissance seront toutes dégradées par l'utilisation des diodes.

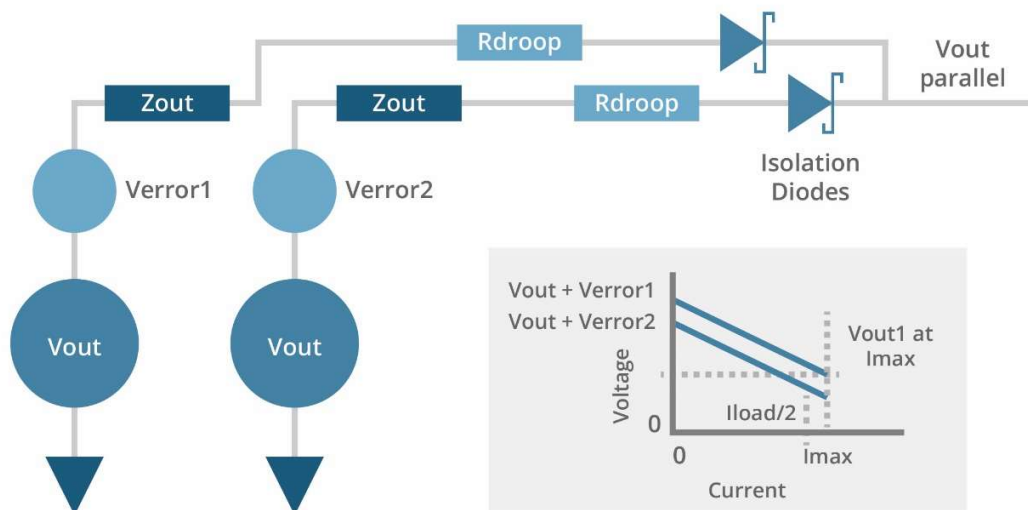


Figure 7 : Sources de tension en parallèle (courant de sortie limité, impédance de sortie, erreur de consigne, Rdroop, diodes d'isolation)

Résumé

Bien qu'il soit possible de mettre en parallèle presque n'importe quelle source d'alimentation, il faut cependant reconnaître qu'un certain nombre de composants externes peuvent être nécessaires pour accomplir cette tâche. Les caractéristiques du système d'alimentation qui en résulte peuvent être dégradées par rapport à ce qui pourrait être obtenu avec une seule alimentation fournissant l'intégralité du courant à la charge. Même si l'on sait que la mise en parallèle des alimentations peut réduire les performances du système fournissant la tension, il peut être nécessaire de faire fonctionner les unités en parallèle lorsque les caractéristiques de distribution de courant d'une alimentation unique ne suffisent pas pour fournir l'intégralité du courant requis par la charge. Pour plus d'informations sur les alimentations de CUI, veuillez visiter la page www.cui.com/power.