Contrôleur CC à sortie double combinant une gestion numérique d'alimentation avec une boucle de contrôle analogique pour une précision de tension de sortie de ±0,5 %

Par Gregory Manlove, Leader de la section Power Design, Linear Technology Corporation

---

Bien qu'une gestion minutieuse de l'alimentation soit essentielle au fonctionnement fiable des systèmes électroniques modernes, les régulateurs de tension sont sans doute les dernières zones d'ombre des systèmes à gestion numérique actuels. Peu de régulateurs peuvent configurer ou superviser directement les paramètres clés du fonctionnement du système d'alimentation. De ce fait, les concepteurs d'alimentations qui veulent réaliser un contrôle numérique complet sont obligés d'utiliser un éventail de séquenceurs, microcontrôleurs et superviseurs de tension pour programmer les fonctions de base de démarrage et de sécurité d'un régulateur. Des convertisseurs continu/continu programmables numériquement sont disponibles, plus particulièrement ceux avec un contrôle d'identification de la tension de sortie (VID) pour les alimentations VRM de cœurs de processeur, mais ces convertisseurs spécifiques ne communiquent pas les paramètres de fonctionnement importants comme les courants en temps réel.

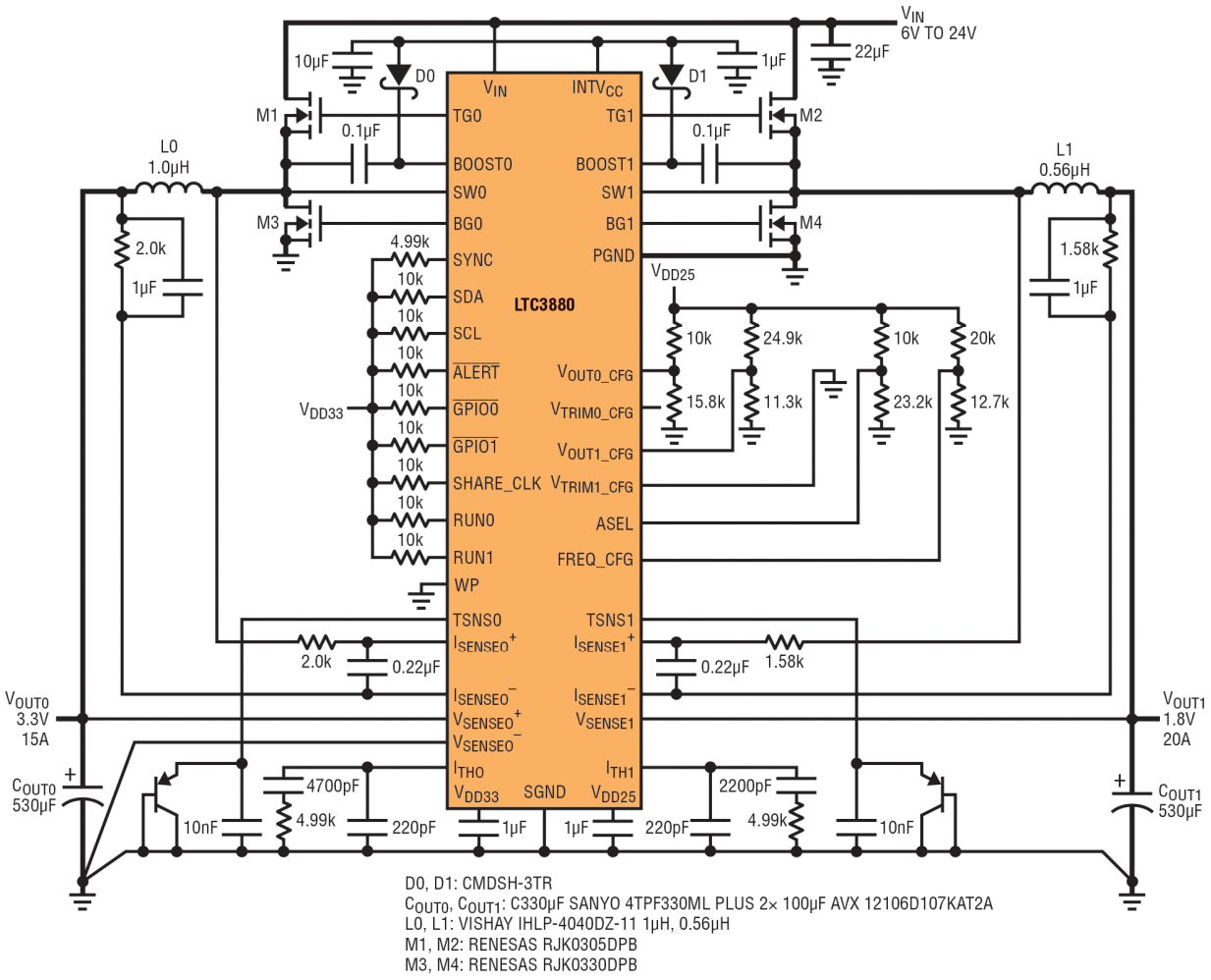


Figure 1. Régulateur à deux sorties utilisant des MOSFET de puissance externes.

Le LTC3880/-1 résout le problème de gestion d'un système d'alimentation complexe en combinant un contrôleur continu/continu, abaisseur, synchrone, à deux sorties avec un jeu complet de fonctions de gestion accessibles par PMBus basé sur le protocole I^2C. Le PMBus peut être utilisé pour régler la tension de sortie, les marges de tension, la fréquence de découpage, le séquencement et de nombreux autres paramètres de fonctionnement (voir "Contrôle PMBus" plus bas).

Le LTC3880 permet aussi de superviser les alimentations via un système d'acquisition de données 16 bits qui permet une lecture numérique des tensions et courants d'entrée et de sortie, du rapport cyclique et de la température, ainsi que les valeurs crête des paramètres importants. Le LTC3880 comporte aussi un journal complet des pannes et défauts via un indicateur d'interruption associé à un enregistreur "boîte noire" à mémoire non volatile, qui conserve l'état des conditions de fonctionnement du convertisseur juste avant une panne.

Un avantage principal de la gestion numérique d'un système d'alimentation est la réduction du coût et la mise sur le marché plus rapide. Le LTC3880/-1 simplifie beaucoup la conception des systèmes à rails multiples complexe grâce au logiciel de développement LtpowerPlay en téléchargement gratuit, un environnement de développement basé sur PC (voir figure 6). Le test en circuit (ICT) et le débogage ne nécessitent que quelques clics de souris, pas besoin de soudures ni de fils volants. Les résultats de votre conception sont immédiatement disponibles, grâce à la disponibilité en temps réel des données de télémesure, ce qui permet de prévoir les pannes du système d'alimentation et de prendre immédiatement des mesures préventives.

Peut-être plus important encore, les convertisseurs continu/continu qui ont des fonctions de gestion numérique permettent aux concepteurs de développer des systèmes d'alimentation "verts" qui optimisent l'utilisation de l'énergie tout en répondant aux objectifs de performance (vitesse de calcul, débit de données, etc.). Cette optimisation peut être réalisée sur le point de charge, la carte, le rack ou même au niveau de l'installation, réduisant ainsi le coût des infrastructures et le coût total d’utilisation pendant toute la durée de vie du produit.

Pour fournir la meilleure performance de régulation, le LTC3880 s'appuie sur une référence de précision et une boucle de contrôle analogique en mode courant, à compensation de température, qui permettent une grande précision à ±0,5 % de la tension continue de sortie. La boucle de contrôle analogique facilite la compensation avec un calibrage indépendant des conditions de fonctionnement, procure une limitation de courant cycle-par-cycle, et une réponse rapide et précise aux transitoires de ligne et de charge, sans les erreurs de quantification du CAN que l'on trouve habituellement dans les produits utilisant un contrôle numérique.

Le LTC3880 comporte un régulateur intégré, pour une plus grande intégration, tandis que le LTC3880-1 accepte une tension de polarisation externe pour un meilleur rendement. Les deux composants sont disponibles en boîtier à haute dissipation thermique QFN-40 de 6 mm × 6 mm avec une plage de températures de jonction en fonctionnement de -40 °C à 105 °C (version E) ou de -40 °C à 125 °C (version I).

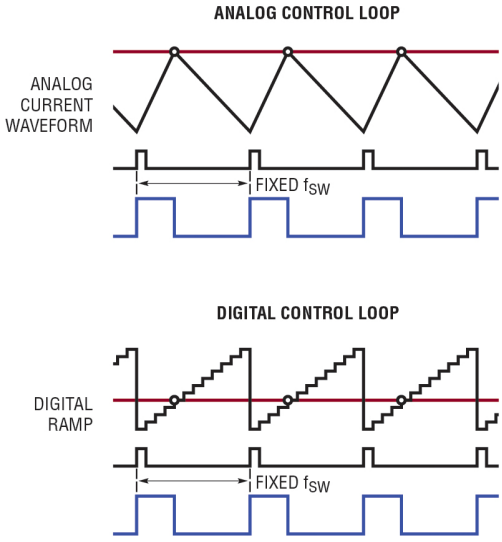


Figure 2. Boucle de contrôle analogique du LTC3880 par rapport à une boucle de contrôle numérique.

UNE BOUCLE DE CONTROLE ANALOGIQUE GARANTIT AU RÉGULATEUR LA MEILLEURE PERFORMANCE DE SA CATEGORIE

Le LTC3880/-1 est programmable numériquement pour de nombreuses fonctions comprenant la tension de sortie, le point de consigne de limitation de courant, et le séquencement. La boucle de contrôle, toutefois, reste purement analogique, ce qui permet une meilleure stabilité de boucle, et une réponse aux transitoires exempte des effets de quantification d'une boucle de contrôle numérique. La figure 2 compare les courbes d'un circuit intégré contrôleur disposant d'une boucle de rétroaction analogique avec celles d'un circuit doté d'une boucle de rétroaction numérique. La boucle analogique a une pente plus régulière, tandis que la boucle numérique présente des degrés discrets qui peuvent poser des problèmes de stabilité, une réponse aux transitoires moins rapide, une capacité de sortie plus importante dans certaines applications ainsi qu'une ondulation et une gigue de sortie plus grandes sur les signaux de contrôle PWM en raison des effets de quantification.

En fait, par rapport à un circuit intégré comparable à boucle de contrôle numérique, la boucle de contrôle analogique du LTC3880, utilisant une capacité de sortie 50 % inférieure, a une meilleure stabilité avec un temps d'établissement plus court. En outre, la réponse à un transitoire de la boucle de contrôle numérique présente une oscillation avant l'établissement en raison des effets de quantification dus à la résolution finie du convertisseur A/N. La figure 3 montre la réponse aux transitoires de la boucle de contrôle analogique du LTC3880 comparée à celle de la boucle de contrôle numérique d'un circuit concurrent. Noter que le LTC3880 fournit des résultats plus propres avec environ la moitié de la capacité de sortie du contrôleur numérique.

Le LTC3880 est conçu pour que le gain de boucle ne change pas quand son fichier de configuration est modifié. Lorsque la tension de sortie ou la limite de courant sont modifiées, la réponse aux transitoires n'est pas affectée et la boucle de compensation n'a pas besoin d'être ajustée.

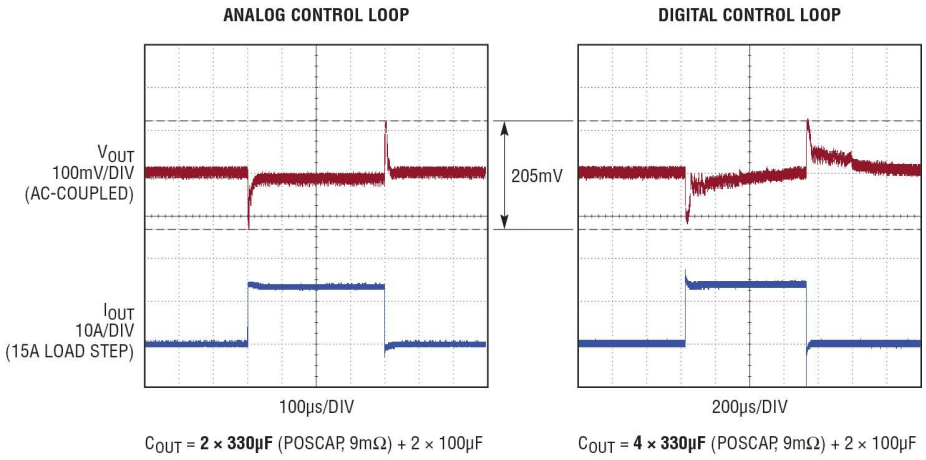


Figure 3. Comparaison des réponses des boucles de contrôle analogique et numérique à une transition de charge de 15 A. La boucle de contrôle analogique nécessite une capacité de sortie moitié de celle de la boucle numérique tout en présentant des temps d'établissement bien meilleurs.

CONTROLE PMBUS

Le LTC3880/-1 comporte une programmation numérique et une confirmation pour le contrôle et la supervision en temps réel des fonctions d'un convertisseur de point de charge. Les configurations sont chargées dans une EEPROM intégrée via l'interface série I^2C, supportée par le logiciel de développement LTpowerPlay sur PC de Linear Technology. La figure 4 montre la plate-forme de développement LTpowerPlay avec un adaptateur USB vers I2C/SMBus/PMBus. Une fois que le fichier de configuration est stocké en mémoire non volatile, le contrôleur démarre automatiquement sans solliciter l'hôte. La configuration d'une carte est une tâche simple qui ne nécessite pas le développement de microprogramme (firmware).

Les fonctions PMBus permettent de programmer des paramètres spécifiques de gestion de l'alimentation comprenant :

- La tension de sortie et les marges de tensions
- Le seuil de limitation de courant compensé en température en fonction de la température de l'inductance
- La fréquence de découpage
- Les seuils de supervision haute vitesse de surtension et de sous-tension
- Les délais on/off de la tension de sortie
- Les temps de montée/descente de la tension de sortie
- Les seuils on/off de la tension d'entrée
- La commande on/off du rail de sortie
- Les marges haute et basse du rail de sortie
- Les réponses aux défauts internes/externes
- La propagation de défaut

En outre, les fonctions PMBus permettent la supervision du fonctionnement de l'alimentation

comprenant :

- La tension d'entrée et de sortie

- Le courant d'entrée et de sortie
- La température interne de la puce
- La température de l'inductance externe
- Le statut du composant
- Le statut de panne
- Le statut du système
- Le courant crête de sortie
- La tension crête de sortie
- La température crête externe et interne
- Le statut du journal de pannes

RÉALISATION D'UN SYSTEME À RAILS MULTIPLES

Une grande carte d'alimentation à rails multiples est habituellement composée d'un convertisseur de bus isolé qui convertit du 48 V, 24 V ou d'autres tensions relativement élevées provenant du fond de panier en une tension de bus intermédiaire (IBV) plus faible, habituellement 12 V, qui est distribuée dans une carte PC.

Des convertisseurs de point de charge (POL) individuels abaissent la tension IBV aux tensions de rail nécessaires, qui vont normalement de 0,5 V à 5 V avec des courants de sortie allant de 0,5 A à 120 A. La figure 5 montre comment on peut contrôler un système à rails multiples avec divers contrôleurs et convertisseurs continu/continu à PMBus de Linear Technology. Les convertisseurs continu/continu de point de charge peuvent être des modules complets, des circuits monolithiques ou des solutions comportant des circuits intégrés contrôleurs continu/continu, les inductances, les condensateurs et les MOSFET associés. Ces rails ont normalement des exigences strictes de séquencement, précision de tension, limites de surintensité et de surtension, de marges et de supervision.

La sophistication de la gestion d'alimentation augmente. Il n'est pas rare d'avoir plus de 30 rails sur un circuit imprimé. Ces cartes sont déjà denses et l'ajout d'un circuit de gestion numérique d'alimentation doit utiliser une surface de carte et un nombre de broches minima. Le système doit pouvoir être facilement modifié par l'utilisateur ou par le processeur hôte du système. Le LTC3880 fonctionne harmonieusement avec d'autres superviseurs PMBus, circuits intégrés associés, et régulateurs de Linear Technology pour un contrôle optimal des cartes complexes. Ces systèmes fonctionnent de façon autonome après une configuration initiale ou communiquent avec l'hôte pour la commande, le contrôle et l'envoi de télémesures.

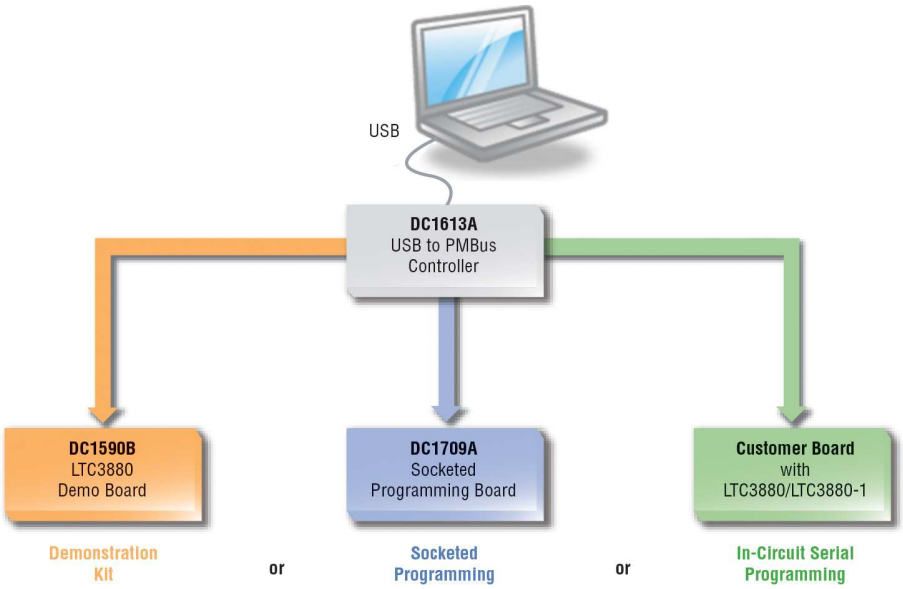


Figure 4. Il est facile de disposer d'une plate forme de développement complète avec le logiciel LTpowerPlay

Les circuits intégrés contrôleurs PMBus de Linear Technology comme le LTC3880 et ses circuits associés comme le LTC2978 facilitent la programmation des séquences de mise en route et d'arrêt de n'importe quel nombre d'alimentations. En utilisant un algorithme temporel, les utilisateurs peuvent établir dynamiquement les séquences ON et OFF des rails dans n'importe quel ordre avec de simples délais programmables. Le séquencement de multiples circuits est possible en utilisant le bus 1 fil SHARE_CLK et une ou plusieurs broches d'E/S d'usage général (/GPIO). Ceci simplifie beaucoup la conception d'un système parce que les rails peuvent être séquencés dans n'importe quel ordre. Des circuits PMBus supplémentaires peuvent être ajoutés ultérieurement sans devoir se soucier des contraintes du système comme un nombre limité de broches sur le connecteur. Des adresses multiples sont supportées dans PMBus permettant de commander plus de 100 circuits uniques sur le même bus I2C.

Le séquencement d'un rail vers l'état ON peut être déclenché en réponse à une variété de conditions. Par exemple, le LTC3880 et le LTC2978 peuvent s'auto séquencer lorsque la tension de bus intermédiaire dépasse un seuil programmé (VIN (ON)). Il peut aussi être initié sur le front montant du signal sur la broche RUN/CONTROL, ainsi que par une commande PMBus.

Les broches /GPIO du LTC3880 peuvent être partagées avec les broches de défaut des circuits associés PMBus de LTC pour contrôler les dépendances de réponse aux défauts entre rails. Par exemple, le système peut être configuré de façon à ce qu'un défaut sur un rail puisse initier l'arrêt de l'alimentation de n'importe quel nombre de rails. Si la réponse au défaut est configurée pour "OFF immédiat sans réessai" et qu'un défaut se produit, l'hôte doit effectuer une action pour redémarrer l'alimentation des rails. A l'inverse, si la réponse au défaut est "OFF immédiat avec réessais indéfiniment" et qu'un défaut se produit, le rail tente de se réalimenter automatiquement au bout d'un délai programmable par l'utilisateur, et recommence ce cycle tant que le défaut n'a pas disparu. La réponse au défaut peut aussi être configurée pour "ignorer", lorsque la broche /ALERT est mise à l'état bas en réponse à un défaut pour alerter l'hôte d'un problème, mais l'alimentation continue à fournir une tension à la charge. Les broches /GPIO peuvent aussi être configurées comme broche d'état du bon fonctionnement de l'alimentation (Power Good) ou comme sortie du comparateur rapide de sous-tension pour un séquencement basé sur des événements.

SYSTEME DE DÉVELOPPEMENT LTPOWERPLAY

Le contrôle du LTC3880 est totalement supporté par le système de développement logiciel sur PC LTpowerPlay qui permet au concepteur de modifier en temps réel les réglages de configuration de tous les produits PMBus de Linear Technology, sans besoin de recâbler manuellement la carte. La figure 6 montre LTpowerPlay en action, contrôlant de nombreuses fonctions pour des circuits multiples, comme la tension de sortie, les limites de protection, et les séquences ON/OFF. Certains signaux sont affichés comme le séquencement de rails multiples et les points de télémesure. Une condition de panne est indiquée en rouge pour le rail concerné et tous les rails affectés en jaune.

LTpowerPlay peut être téléchargé gratuitement à www.linear.com/ltpowerplay. LTpowerPlay fonctionne avec d'autres contrôleurs et circuits associés de Linear Technology pour configurer rapidement et facilement des systèmes d'alimentation à rails multiples.

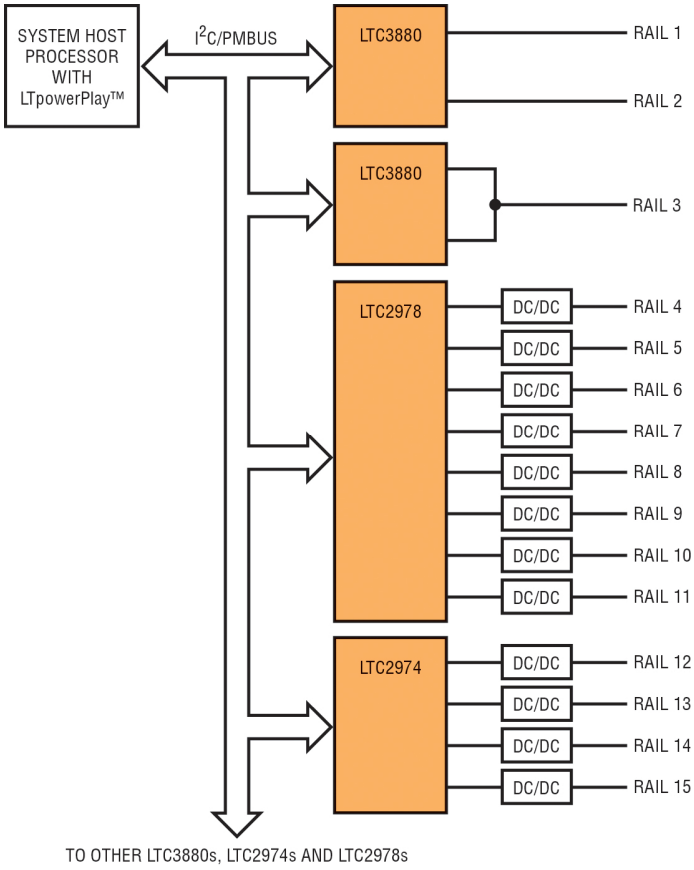


Figure 5. LTpowerPlay et PMBus utilisés pour contrôler 15 rails ou plus.

CONCLUSION

Le LTC3880/-1 combine les meilleurs régulateurs analogiques à découpage de leur catégorie avec une conversion de données de précision et une interface numérique polyvalente pour fournir une performance sans égale. De multiples LTC3880 peuvent être utilisés avec d'autres produits LTC pour créer des systèmes optimisés d'alimentation numériques multi rails. Tous les produits PMBus de Linear Technology sont supportés par le système de développement logiciel facile à utiliser LTpowerPlay.

Le contrôle numérique des alimentations analogiques permet aux concepteurs de développer et de réaliser rapidement leurs systèmes en fournissant une facilité de supervision, de contrôle et d'ajustement des tensions d'alimentations, limites et

séquencements. Le test des marges de production est effectué facilement en utilisant un couple de commandes PMBus standards. Le débogage est également plus simple parce que le statut du rail est disponible sur le bus.

Les données du système d'alimentation peuvent être renvoyées à l'OEM pour lui fournir des informations sur la santé et la consommation d'énergie des alimentations. Si une carte est retournée à l'OEM, le journal des défauts peut être lu pour déterminer quel défaut s'est produit, la température de la carte et l'heure du défaut, ainsi que l'historique des données avant le défaut. Ces données peuvent être utilisées pour déterminer rapidement la cause première, si le système a été utilisé en dehors de ses limites de fonctionnement spécifiées, ou pour améliorer la conception des futurs produits. Les données de consommation peuvent être utilisées pour réduire l'utilisation globale d'énergie en temps réel.

Le contrôle numérique des alimentations est un domaine en croissance rapide en raison de la demande des utilisateurs pour des cartes mères encore plus complexes. Le LTC3880 et les autres produits PMBus de Linear Technology fonctionnent ensemble pour fournir un contrôle numérique polyvalent des alimentations de hautes performances. Les concepteurs de cartes ont maintenant un outil pour accélérer la mise sur le marché de produits ayant les meilleures performances de leur catégorie.

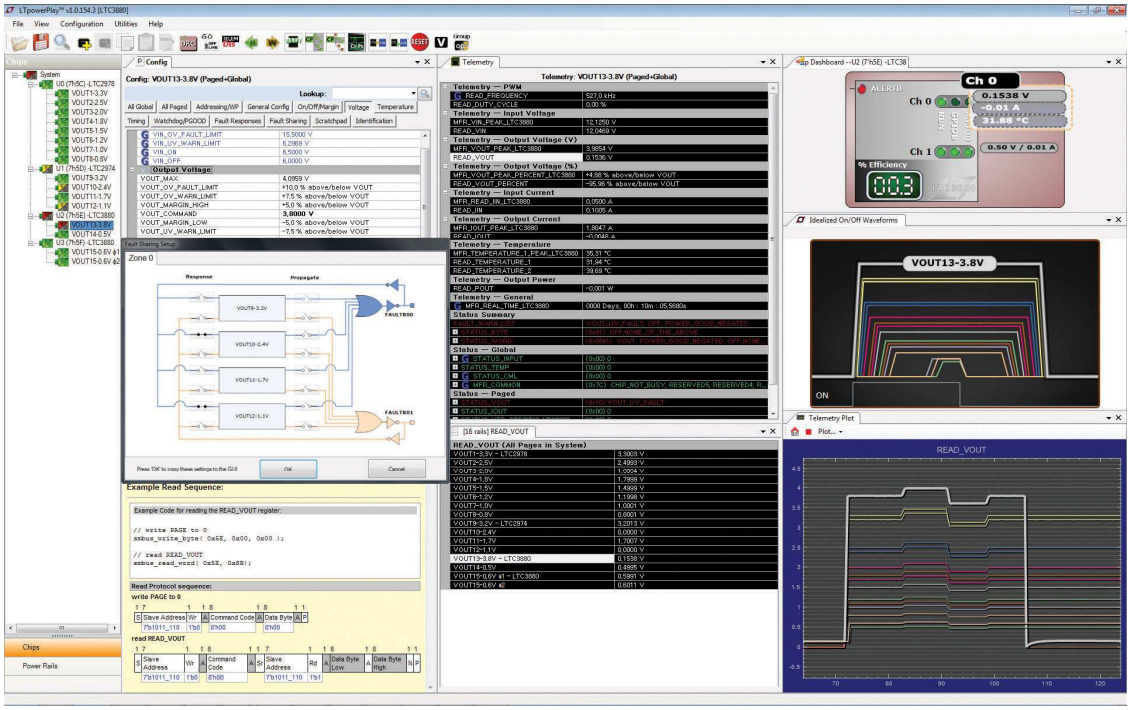


Figure 6. Simplification des systèmes multirails complexes. LTpowerPlay vous donne le contrôle complet de votre alimentation.