Accentuez le positif ! Passez aux alimentations +48 V pour les applications de transmission de données

par Chester Firek, Vicor

Introduction

Avant l'apparition de la commutation de paquets[1], les réseaux à commutation de circuits traitaient la transmission de la voix en utilisant un grand nombre d'amplificateurs analogiques, égaliseurs et relais solénoïdes rotatifs**.** Les alimentations -48 V pour ce type de système étaient compatibles avec les batteries au plomb-acide de grande capacité nécessaires pour atteindre les objectifs stricts de tenue dans le temps. La source d'énergie branchée sur le réseau électrique était en général non régulée, avec des tensions de distribution allant de -75 V à la limite haute du niveau de tension du réseau, à -36 V à la fin du cycle de charge de la batterie de secours. Les systèmes surchargeaient souvent les batteries au plomb-acide de l'époque, ce qui provoquait des fuites de vapeurs d'acide. Les systèmes de contrôle de la charge brute, l'humidité et le manque d'aération dans les locaux de charge des batteries de la zone, favorisaient la corrosion, de sorte que les ingénieurs préféraient utiliser la tension négative distribuée car elle permet de minimiser et localiser les produits de corrosion.

Nouvelles architectures

Depuis l'avènement de la commutation de paquets et la conversion des fournisseurs télécoms en compagnies « datacom » dédiées à la transmission de données, les compagnies de téléphonie fournissent des services de transmission de la voix, de la vidéo et d'Internet utilisant des ressources numériques communes, sur des réseaux VDI (voix, données, images). Les modifications d'architecture réseaux induits par cette tendance, associés aux avancées technologiques des composants de sous-systèmes d'alimentation, ont motivé des changements dans la conception de ces sous-systèmes d'alimentation : en particulier, le passage des tensions de distribution négatives aux tensions de distribution positives.

Les nouvelles conceptions de batterie et la volonté d'exiger un meilleur contrôle environnemental des locaux de charge des batteries ont renforcé cette tendance. Par exemple, la majorité des nouveaux complexes et centraux téléphoniques mis à niveaux des sociétés de transmission de données comme AT&T (États-Unis), Deutsche Telekom (Allemagne), Orange SA (France) et Verizon (États-Unis) fonctionnent désormais avec des réseaux d'alimentation distribuée +48 V.

Grâce à ce changement de polarité, les compagnies datacom peuvent profiter d'économies d'échelle pour les équipements de distribution de l'alimentation déjà très sollicités par les systèmes de traitement des données de type serveurs dans d'autres secteurs. Cependant, il ne s'agit là que du changement le plus visible en matière de stratégies de distribution de l'alimentation opéré par les compagnies datacom. La plage des tensions de sorties des convertisseurs datacom AC vers +48 V est substantiellement plus étroite que celle de leurs

prédécesseurs AC vers -48 V. Cette réduction de la plage des tensions de distribution apporte avec elle un certain nombre d'avantages.

Économies TBTS

Avec des tolérances plus strictes pour les tensions de sortie, la limite haute du niveau de tension pour les rails de distribution +48 V télécom est 60 V, ce qui permet de les qualifier « systèmes très basse tension de sécurité » (TBST ou SELV en anglais, soit *Safety Extra Low Voltage*). Les systèmes de distribution d'alimentation TBTS sont moins onéreux à concevoir et à fabriquer que leurs équivalents autorisant des tensions plus élevées car, excluant tout danger pour l'utilisateur, ils ne nécessitent pas de dispositif de sécurité supplémentaire. Outre les économies matérielles, comme les techniciens d'installation et de maintenance n'ont pas besoin des certifications qui sont nécessaires pour les circuits à plus haute tension, les coûts de main d'œuvre pour ces fonctions sont en général inférieurs également. Les systèmes TBTS sont par ailleurs plus largement compatibles avec les systèmes haute densité que les systèmes fonctionnant à des tensions plus élevées car ils nécessitent des distances de fuite et de contournement plus réduites.

Or, au sein d'un central téléphonique, la densité constitue un problème majeur. À l'époque des réseaux de circuits commutés, la consommation électrique atteignait seulement quelques centaines de watts par mètre carré, tandis qu'aujourd'hui, ce chiffre s'élève à plusieurs kilowatts. En outre, la demande des consommateurs augmente le trafic du réseau selon un taux de croissance annuel moyen de 23 %, projeté jusqu'en 2017 et, étant donné le coût croissant de l'espace disponible dans les centraux téléphoniques, la maximisation du débit par unité de surface devient une priorité[2].

Distribution à plage étroite

La distribution d'alimentation 48 V à plage étroite permet aux développeurs systèmes de spécifier des convertisseurs plus efficaces et plus compacts pour distribuer des charges vers des cartes de ligne ou des CPU. L'efficacité en elle-même peut ne pas motiver de choix matériel, mais, en permettant une densité plus élevée, les convertisseurs avec une bonne efficacité énergétique se révèlent intéressants pour plusieurs raisons. L'une des principales est qu'elle permet aux ingénieurs de pousser la puissance et les densités fonctionnelles aux limites pratiques de la technologie actuelle et de minimiser la charge de refroidissement tout en maintenant une fiabilité élevée.

Les premiers systèmes de distribution d'alimentation TBTS 48 V maintenaient leurs tensions de sortie à ±20 %. Les systèmes actuels affichent en général des plages de sortie plus étroites, avec une tolérance de ±10 % ou mieux. Résultat : pour certaines technologies, une même topologie de conversion pouvant produire des systèmes de distribution +48 V peut également fournir des sorties 54 V tout en restant dans la limite haute du niveau de tension TBTS de 60 V. Le fonctionnement du système de distribution d'alimentation à 54 V réduit les pertes I2R de 26 % par rapport aux réseaux d'alimentation 48 V. Une tension de distribution plus élevée permet également d'utiliser la technologie Power-over-Ethernet dans le bâtiment pour les communications sur site, les capteurs distants et les fonctions de sécurisation des locaux.

Densité de puissance élevée

Parallèlement à l'évolution des topologies de conversion d'énergie, des systèmes de commutation et des technologies de conception des boîtiers d'alimentation, la capacité de puissance par boîtier et la densité de puissance générale ont également augmenté (voir Fig. 1 et Tableau 1). Cependant, la densité de puissance brute n'explique pas tout, en particulier pour les systèmes avec entrée 48 V/sortie 1,x V pour applications CPU. Ces convertisseurs d'énergie éliminent un étage de conversion en remplaçant un bus intermédiaire DC-DC et le régulateur du point de charge (PoL, *point-of-load*) du CPU, souvent avec une empreinte plus petite que le point de charge d'origine. Cette approche permet aux développeurs de tracer les pistes de l'alimentation 48 V sur la carte du CPU, réduisant les pertes I2R de la carte électronique par un facteur de 16 ou plus.

Le système de référence VR12.5 48 V de Vicor constitue un bon exemple de cette approche, rendant inutiles les topologies de conversion multi-phases, et donc réduisant le nombre de composants tout en maintenant une compatibilité totale avec les exigences de puissance des architectures Haswell. Cette architecture réduit également significativement la capacité de substrat, augmentant d'autant plus la densité de puissance. La réduction du nombre de composants et les exigences moindres en matière de stockage d'énergie permettent aux développeurs de placer le circuit de contrôle au plus près du processeur. Les pertes et les inductances parasites sont ainsi réduites sur les pistes de l'alimentation du processeur qui transportent les courants les plus élevés et affichent la plus fort dynamique.

Conclusion

Les applications VDI exigent des sous-systèmes d'alimentation à faible perte et haute densité. Une distribution d'alimentation 48 V (nominale) à tolérance réduite permet aux systèmes d'être qualifiés comme systèmes TBTS, et donc de réduire les coûts d'installation et de fonctionnement. Les rails 48 V à plage réduite facilitent l'alimentation des cartes de lignes et des processeurs par des convertisseurs de puissance haute efficacité. Ces composants de puissance permettent aux développeurs de sous-système d'alimentation de minimiser les pertes de puissance et d'atteindre une densité de puissance maximale.

Références

1. Roberts, Lawrence: *The Evolution of Packet Switching*, November 1978 (L'évolution de la commutation de paquets)
2. *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology*, 2012-2017, Cisco Systems, May 2013 (Étude « Visual Networking Index » 2013 de Cisco : Prévisions et Méthodologie)

Légendes

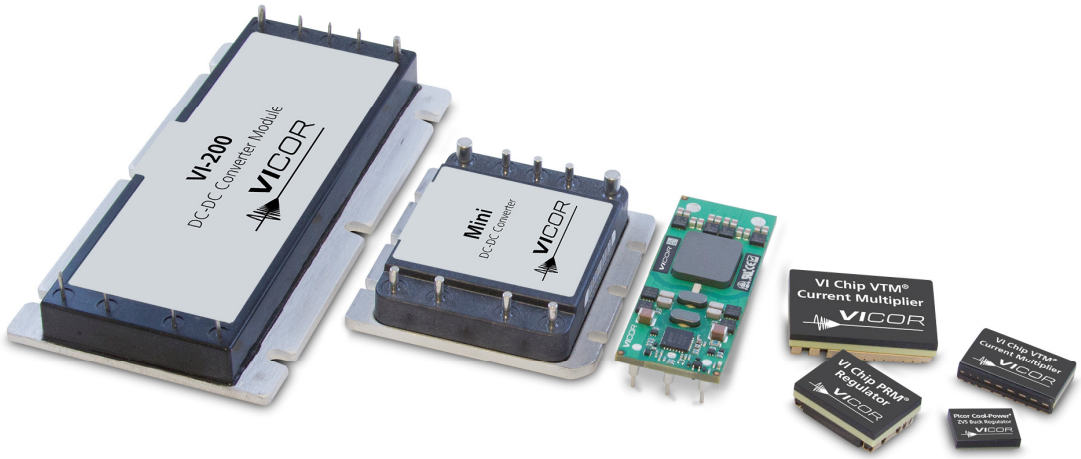


Fig.1 Évolution des modules de conversion d'énergie :

(De gauche à droite)

Vicor VI-200 Format « brique entière »

Mini (demi-brique)

Convertisseur de bus intermédiaire IBC (1/8 de brique)

VI Chips (Full VICHIP et demi VICHIP)

SiP (System In Package) et ChiP (Converter Housed in a Package)

App	Year	Converter	Power	Vout	Power Density
			[W]	[V]	[W/cm^2]
Line Card	1984	VI-200 Brick DC-DC	100	12	1.4
	1997	Mini Brick DC-DC	300	12	9.3
	2011	Eighth Brick IBC	500	12	37
CPU	2010	VI Chip PRM & VTM	130	1	11
	2014	VI Chip VTM & Picor ZVS Buck	145	1.8	20

Tableau 1 Densité de puissance pour plusieurs convertisseurs d'énergie avec entrées 48 V et sorties 1,x V