

Sur-dimensionner son alimentation AC-DC, c'est facile ... mais déconseillé !

Si le choix d'une alimentation surdimensionnée par rapport aux besoins réels est possible, il est souvent préférable d'y résister en suivant le chemin inverse, estime Don Knowles, VP Engineering chez N2Power.

Autant il est important de dimensionner et de spécifier correctement une alimentation AC-DC, autant il est tout aussi important que les designers ne sur-dimensionnent pas ce composant vital. Un conseil qui peut apparaître contraire à une intuition intime, mais le « trop » de bonnes intentions peut avoir des conséquences négatives en terme de rendement, de refroidissement, de taille du produit final, et même d'approvisionnement, en plus d'un inconvénient majeur, celui du coût plus élevé.

Le premier facteur, et le plus important, dont il faut tenir compte réside dans la correspondance entre les capacités en sortie de l'alimentation et la charge à supporter. Par exemple, si la charge maximale (tension DC $\times$ courant) s'élève à 500W, alors une alimentation 1000W fournit beaucoup plus de garantie en terme de marge de conception que ce dont le développeur a véritablement besoin.

Quelles sont les conséquences du choix d'une alimentation offrant autant de marge ? La bonne nouvelle, c'est que, clairement, il y aura largement assez d'ampères disponibles aux valeurs de tension nominale souhaitées. C'est simple, donc fin de l'histoire ? Non, pas tout à fait. Cette puissance en surplus, inutilisée, présente quelques inconvénients significatifs.

Le plus gros inconvénient réside dans l'inefficacité et ses conséquences. Chaque alimentation se distingue par un graphique montrant le rendement en fonction de la charge, comme l'illustre la **Figure 1**.

Dans une alimentation bien conçue, le rendement atteint généralement son plus haut niveau à quelque 80-95% de la charge maximale. [Cette règle ne s'applique pas aux alimentations et régulateurs linéaires, qui sont toutefois peu utilisés à de faibles puissances de quelques watts.]

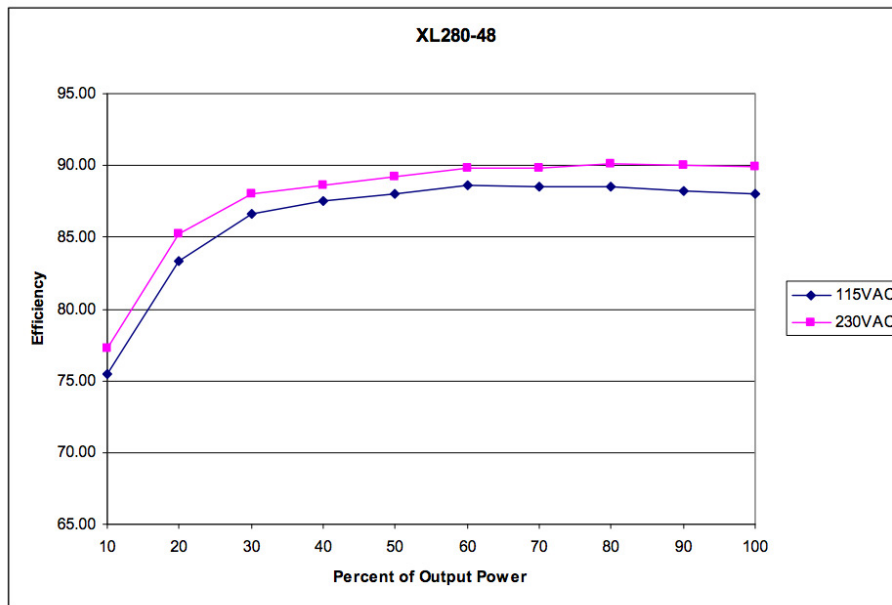


Figure 1: Le rendement d'une alimentation varie avec la charge, avec une pointe autour de 80-95% de sa capacité maximale ; l'illustration montre la courbe du composant N2Power XL280-48.

A faible charge, ce qui est le plus souvent le cas dans une application comme un centre de données, l'alimentation peut susciter un échauffement. C'est là que, pour l'ingénieur, démarre le cauchemar de conséquences aussi évidentes que non désirées. Manifestement, il y a un effet de gaspillage de puissance de l'alimentation AC, le système coûte donc plus cher à l'exploitation et ce coût est facilement quantifiable à l'avance. L'alimentation plus grande est aussi plus chère à l'achat, et il est aisé, là aussi, de chiffrer ce différentiel de coût.

Toutefois, il y a d'autres aspects plus difficiles à appréhender. La conséquence de l'échauffement supplémentaire, qu'il faut d'ailleurs évacuer, entraîne une conception plus complexe et un budget plus élevé pour un refroidissement par convection (qui peut ne plus suffire), pour des ventilateurs, une topologie de flux d'air, et des radiateurs. Ces alternatives augmentent les coûts directs, le nombre de composants, le manque de fiabilité ainsi que les contraintes de conditionnement et de topologie de la conception. Elles limitent aussi la liberté de conception s'il faut caser plus de composants dans le coffret, ou s'il faut choisir un coffret plus grand. Enfin, une alimentation plus puissante signifie aussi une empreinte plus grande, ce qui a clairement d'autres conséquences négatives.

Enfin, le choix d'une alimentation de plus grande puissance réduit le nombre de fournisseurs, et donc le nombre de sources alternatives à la source primaire ou préférée. Ceci peut ne pas avoir d'importance pour le concepteur, mais la division des achats et/ou le sous-traitant pourraient être mal à l'aise avec cette situation et refuser l'ensemble.

Pour toutes ces raisons, la plupart des fournisseurs d'alimentations AC-DC offrent une vaste gamme

de modèles similaires en tous points sauf en capacité, afin de permettre un choix où la taille de l'alimentation correspond à la charge avec peu de puissance superflue. Les modèles de la série XL d'alimentations AC-DC de N2Power sont ainsi disponibles avec des valeurs incrémentales proches de 125, 160, 275 et 375W.

A noter que des modèles de certains fournisseurs présentant des valeurs voisines ne diffèrent souvent que par leur puissance en sortie mais affichent les mêmes dimensions physiques et les mêmes connecteurs, afin qu'il soit possible de les échanger sans difficultés dans les cas où les besoins de puissance devaient au final être plus importants que prévus. Ceci est visible avec les photos des modèles N2Power XL125 et XL160 (**Figures 2a et 2b**); les deux affichent la même empreinte de 3 × 5 pouces (7,5 cm × 12,5 cm).

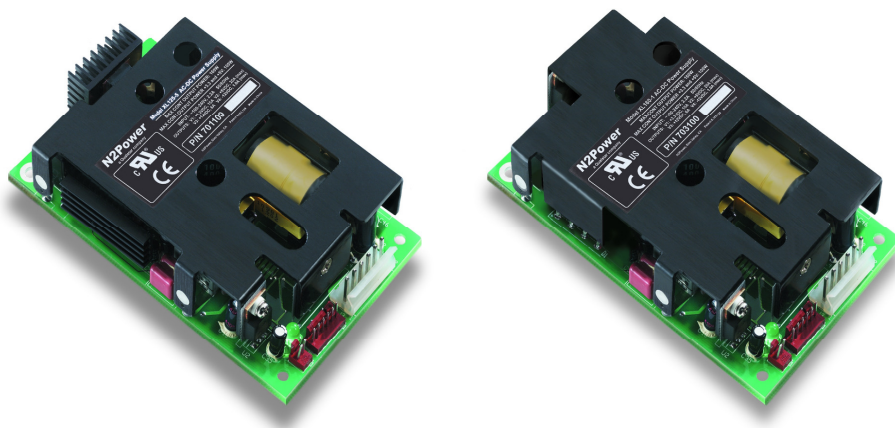


Figure 2: Les alimentations AC-DC XL125 125W (a) et XL160 160W (b) de N2Power diffèrent principalement en terme de puissance fournie ; leurs empreinte, dimensions physiques et connecteur, ainsi que bien d'autres spécifications sont identiques.

Évidemment, il est facile de dire qu'« il suffit de concevoir l'application pour une consommation minimale et de dimensionner l'alimentation en fonction de la charge maximale ». La problématique reste : dans nombre de conceptions, le rapport est vaste entre la charge maximale (en pointe) et la charge typique ; il est en général de 2/1, voire même 3/1. Il faudrait donc dimensionner l'alimentation pour la charge maximale mais elle tourne en fait avec une charge bien moindre la plupart du temps, et est donc inefficace.

Il existe plusieurs solutions pour contourner ce problème, en utilisant, par exemple, un booster auxiliaire pour les pointes de charge, un super-condensateur ou d'autres techniques. Chacune de ces solutions apporte toutefois au designer son lot de problèmes pour la commutation de la charge ou la réponse globale aux transitoires de charge. C'est pourquoi, pour éviter le sur-dimensionnement, il faut essayer de réduire la charge maximale du système afin d'approcher au plus près de la valeur de charge typique.

Qu'y a-t-il en-dehors du rendement ?

Parmi les autres facteurs à prendre en compte figurent la gamme des températures opérationnelles, la gamme des tensions de fonctionnement, la régulation de ligne et de charge, les différents types de protection, la redondance et les E/S.

En tenant compte de la température ambiante et du système de refroidissement utilisé, quelle serait la température opérationnelle sur l'alimentation ? Une alimentation spécifiée pour fonctionner à de plus hautes températures est certainement plus chère, mais il est peut-être possible de s'en tirer avec un système de refroidissement plus simple. Ce serait un compromis acceptable. N'oublions toutefois pas non plus le fonctionnement à basse température, surtout si l'application doit survivre ou même démarrer dans un environnement en-dessous du point de congélation.

Quelle est la valeur nominale de la ligne AC (sur le réseau électrique) ? Avez-vous besoin d'une alimentation seulement pour 115VAC, ou seulement 230VAC, ou bien d'une alimentation couvrant les deux gammes ? Comme toujours, un compromis est possible : une alimentation pour les deux valeurs AC est, en général, légèrement plus chère, mais le surcoût peut être payant si l'achat d'un plus grand nombre d'unités d'un seul modèle réduit les coûts de stockage, d'inventaire et de support.

La tolérance nécessaire autour de la ligne AC nominale est un point plus complexe. L'alimentation doit-elle pouvoir fonctionner avec une oscillation modeste de $\pm 5\%$, une moyenne de $\pm 10\%$, ou une variation plus grande de $\pm 20\%$ autour de la valeur nominale ? Des alimentations susceptibles de fonctionner avec des réseaux AC peu robustes, mais obligées de maintenir la régulation de tension spécifiée, sont plus chères, et il y aura moins de sources d'approvisionnement. S'il faut une large tolérance réseau, il peut être intéressant, d'un point de vue coût, de mettre en œuvre séparément un pré-régulateur pour maintenir la ligne AC dans une gamme étroite de tensions et de choisir ensuite des alimentations moins chères.

Quel est le niveau de stabilité, de régulation et de précision absolue sur la sortie exigé par le système ? Les alimentations affichent en général une valeur de sortie nominale ajustée en usine, et les alimentations fournissent donc une valeur proche de la tension de sortie spécifiée. Mais rappelez-vous que la stabilité et la régulation varient d'un fournisseur à l'autre, alors que des tolérances plus étroites sont plus coûteuses et que toutes les performances ne sont peut-être pas requises.

De nombreuses alimentations AC-DC se composent en effet désormais de plusieurs étages jusqu'au rail final, un convertisseur AC-DC d'entrée alimentant un convertisseur de bus intermédiaire (IBC) ou un convertisseur de point de charge (POL), et non pas le rail final. Ces convertisseurs DC-DC fournissent les vraies tensions utilisées par le système et peuvent tolérer de modestes variations sur

les tensions d'entrées DC en provenance de l'alimentation AC-DC.

Presque tous les fournisseurs sérieux offrent des protections contre les surtensions et contre les courts-circuits, ainsi qu'un circuit de protection (*crowbar*) en sortie. Certains offrent des protections supplémentaires contre les transitoires de ligne, qui incluent les surcharges et les pics de tension dus à la foudre. Si vous ne risquez pas ce type d'événements de rupture, ou si vous préférez protéger l'alimentation à l'aide de composants discrets externes, vous pouvez utiliser une alimentation répondant aux spécifications basiques des coupures transitoires industrielles plutôt qu'une alimentation avec une protection plus étendue.

Certaines alimentations offrent une capacité N+1, et il est possible de mettre en œuvre une série d'alimentations avec une commutation automatique en cas de panne de l'une d'elles. Cette caractéristique n'est pas nécessaire si vous n'avez pas besoin d'un tel niveau de fiabilité, ou si vous préférez utiliser une seule alimentation AC-DC.

Enfin, en particulier dans les grands systèmes, on constate aussi une tendance vers l'alimentation communicante, qui envoie un rapport sur un nombre de conditions opérationnelles (en particulier les différentes températures internes) à un superviseur système, et modifie même des paramètres opérationnels grâce à un pilotage par un contrôleur système. Il n'est toutefois pas nécessaire d'augmenter les coûts avec l'ajout de ports d'E/S (I²C, PMBus, SPI) ou de circuits associés dans l'alimentation pour des applications ne nécessitant pas un tel niveau d'interaction entre l'alimentation et le système.

Dans tous les cas, il n'y a vraiment aucune raison de sur-dimensionner l'alimentation, que ce soit par manque de compréhension de vos besoins systèmes ou de vos paramètres d'alimentation, ou juste pour être tranquille. Comme pour la majorité des décisions d'ingénierie, vous pouvez spécifier ce dont vous avez besoin très précisément dès que vous aurez compris les priorités de votre projet et de son marché, ainsi que les compromis que vos choix entraînent pour la conception.