Mesure précise du rendement des alimentations électriques

Andrew Skinner, Directeur du développement technologique chez TDK-Lambda au Royaume-Uni souligne les facteurs les plus importants permettant de réduire les erreurs de mesure.

Sur le marché des équipements industriels et médicaux, les fabricants de systèmes sont de plus en plus nombreux à exiger de leur fournisseur d'alimentation électrique de disposer de produits efficaces ainsi que de capacités optimales de fonctionnement de leur équipement. Même lorsque les normes ou directives actuelles ne s'appliquent pas à leur équipement, on note une réelle volonté de fabriquer des produits respectueux de l'environnement.

Efficacité	Puissance d'entrée	Plage de la puissance d'entrée lors d'une variation de 1 % du rendement
80 %	125W	123,5 – 126,6W
90 %	111W	119,9 – 11,4W
95 %	105W	104,2 – 106,4W

Fig. 1 : rendement d'une alimentation électrique de 100W du point de vue de la puissance d'entrée

Généralement, l'efficacité des produits est comparée avec celle mentionnée dans les normes actuelles (telle que 80 Plus), même si ces normes ne sont pas obligatoires pour l'application. La norme 80 PLUS exige que la puissance d'entrée et la puissance de sortie soient mesurées avec une marge de précision de 0,5 %, afin d'obtenir des résultats affichant ±1 % de précision de mesure du rendement. L'observation de tels effets sur une alimentation électrique d'un rendement de 80 % à ± 1,5W ne sera pas considérée comme une erreur grave. Le rendement montant à 90 ou 95 pour cent, la marge d'erreur est d'environ ±1W. Ceci est un niveau de précision qui semble tout à fait acceptable si l'on considère la puissance d'entrée. En revanche, si vous observez les pertes de l'alimentation électrique, l'histoire est plutôt différente.

Rendement	Perte dans l'unité d'alimentation électrique	La perte varie de X pour une variation du rendement de 2 % (±1 %)
80 %	25W	13%
90 %	11W	25%
95 %	5W	52%

Fig. 2 : rendement d'une alimentation électrique de 100W du point de vue des pertes dans l'unité d'alimentation électrique

Une perte de 25W est observée sur une alimentation électrique efficace à 80 %. Sur les alimentations électriques classiques, une élévation de la température d'environ 50 degrés Celsius à pleine charge est attendue. Ainsi, une précision de mesure d'une marge de ±1 % pourrait en fait représenter une erreur de 13 % (marge de ±6.5 degrés Celsius) et sera considérée comme un niveau de précision parfaitement acceptable.

Toutefois, avec un rendement de 90 %, l'erreur peut augmenter de ±25 % avec une variation d'augmentation de la température supérieure à 10 degrés Celsius. Ceci risque de réduire de moitié la durée de vie des condensateurs électrolytiques et d'affecter sérieusement l'application embarquant l'alimentation.

Au-dessus de 90 % de rendement, l'impact de cette précision de la mesure d'une marge de ±1% est beaucoup plus important. Un ingénieur concevant un bloc d'alimentation électrique d'une efficacité de 96 % et essayant ensuite d'utiliser un bloc à 94 % de rendement devra faire face à un problème de variation de température dépassant les 20 degrés Celsius. Ces niveaux d'efficacité élevés imposent aux ingénieurs d'études de vérifier les performances d'une alimentation électrique avant d'entamer la phase de conception.

Si l'on observe la façon dont est mesurée l'efficacité d'une alimentation électrique AC-DC, la puissance d'entrée est généralement mesurée en utilisant un analyseur de puissance AC. La tension d'entrée, le courant d'entrée, le facteur de puissance et la puissance électrique font l'objet de la mesure. Le cahier des charges pour un analyseur de puissance AC classique semble plutôt

bon avec une spécification globale autorisée à 0,1 %. En revanche, d'autres facteurs tels que la taille des signaux mesurés par rapport à la plage de mesure, et la fréquence des signaux peut avoir une incidence sur la précision de la mesure finale.

Équipement	**Tension**	**Courant**	**Puissance**
Analyseur de puissance AC	0,1 % +0,1 % sur une plage de +0,1 %/kHz	0,1 % 0,1% sur une plage de +0,2 %/kHz	Plage de 0,2 % + 0,2 %
Multimètre numérique	0,02 %	0,02 %-3 %	n/a

Fig. 3 : précision de l'équipement de test

Le plus intéressant est de savoir comment la puissance de sortie est mesurée. Grâce à un multimètre numérique, il est possible de mesurer les tensions de manière très précise. Généralement, le courant n'est pas aussi précis car tout dépend de la plage dans laquelle il se trouve. Bien souvent, des mesures de courant bien plus précises sont obtenues en mesurant la tension sur une résistance de mesure (shunt) étalonnée.

Un autre facteur important à considérer est que les multimètres numériques utilisent une technique d'échantillonnage pour les mesures. Malheureusement, la fréquence d'échantillonnage et les algorithmes utilisés sont rarement expliqués dans la documentation du produit. Vous pourriez utiliser deux ou trois multimètres provenant de fabricants différents et obtenir des résultats de mesure avec des écarts assez importants.

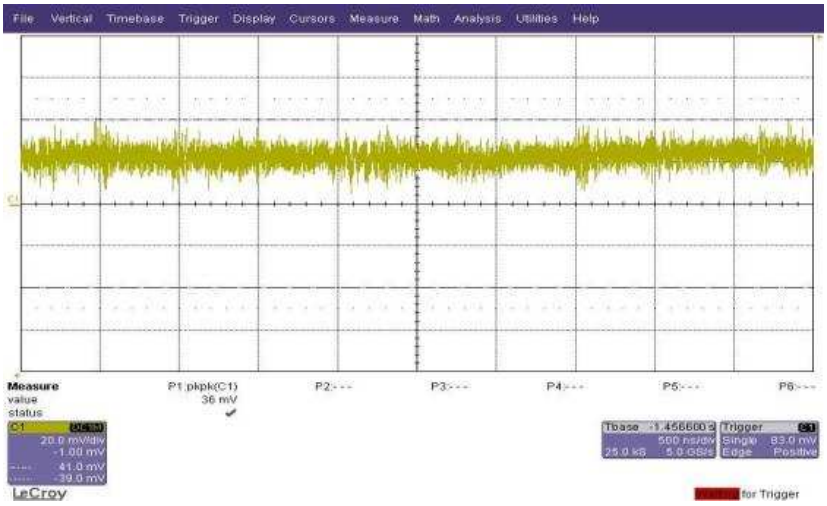

Fig. 4 : mesure du courant de sortie. Perturbation par bruits impulsifs avec contenu fréquentiel supérieur à 10MHz

A titre d'exemple du bruit pouvant être présent dans la sortie d'une alimentation électrique, la figure 4 montre le courant de sortie (tension sur la résistance de mesure étalonnée) pour une alimentation électrique de 10W. Il est clair ici que le signal n'est pas DC. La caractéristique de basse fréquence et la perturbation par bruits impulsifs a un contenu fréquentiel supérieur à 10MHz.

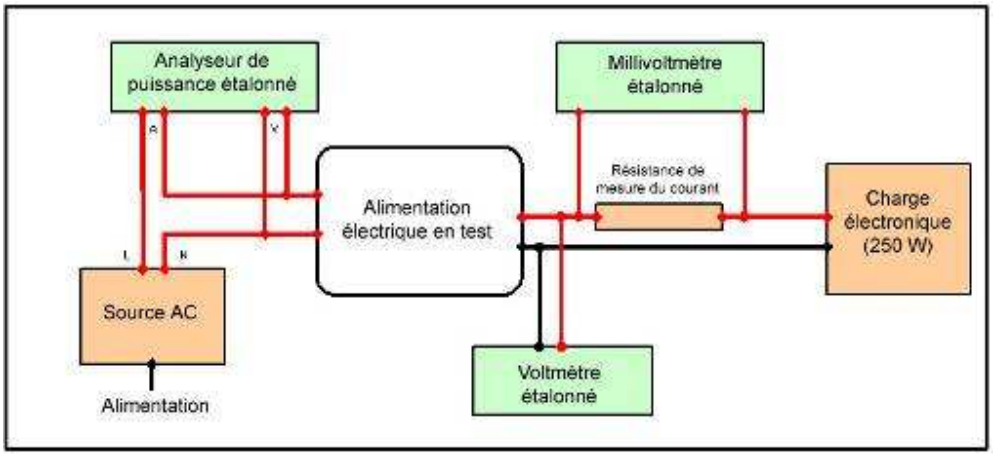

Fig. 5 : schéma illustrant la configuration utilisée pour mesurer le rendement de l'alimentation électrique numérique CFE400M.

Pour mesurer avec précision le rendement de notre alimentation électrique numérique CFE400M, diverses techniques ont été utilisées pour améliorer la précision de la mesure. Tout d'abord, des résistances de mesure (shunt) de courant étalonnées ont été utilisées pour prendre les mesures du courant d'entrée et du courant de sortie. Un filtrage RC a été ajouté afin de réduire le bruit et de ne pas dépendre des caractéristiques de filtrage non spécifiées de l'équipement de mesure. Ainsi, la puissance d'entrée a pu être mesurée avec une précision de l'ordre de ±0,4 %. Le courant de sortie a été mesuré juste au-dessus de ±0,1 % et la tension de sortie à ±0,02 %. Le résultat obtenu est une mesure de l'efficacité avec une marge de précision de ±0,5 %.

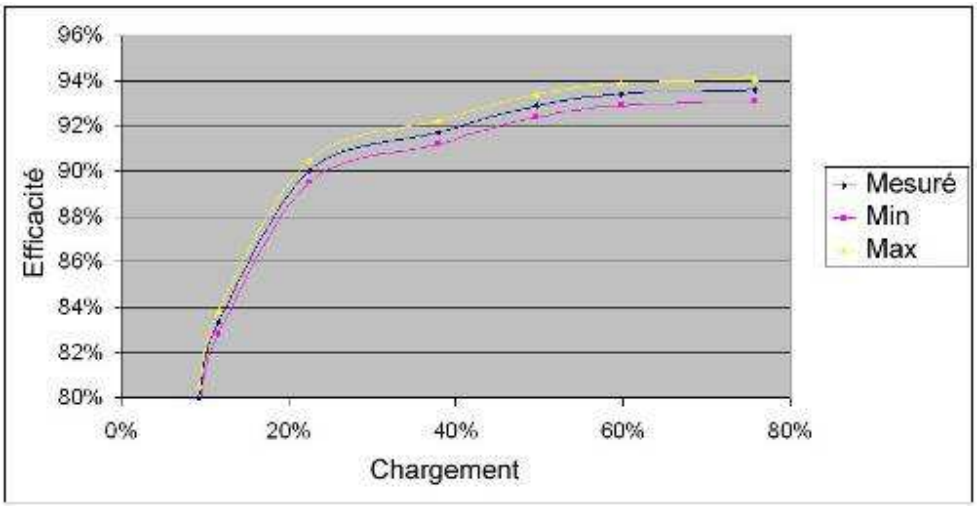

Fig. 6 : CFE400M 24V. Précision maximale grâce au filtrage des signaux.

La figure 6 montre l'efficacité mesurée. La courbe bleue indique les résultats mesurés. L'efficacité se situe entre les courbes maximales et minimales (entre 93 et 94 %). Les techniques statistiques reposant sur plusieurs mesures sur plusieurs échantillons d'alimentation électrique peuvent aussi être utilisées pour améliorer davantage la précision.

L'efficacité de la CFE400M se situe à un niveau auquel il est difficile d'effectuer une comparaison directe de l'efficacité des appareils en raison de la possibilité d'erreurs de mesure. Un ingénieur pourrait donc en conclure que l'efficacité mesurée sur ce produit ou sur des produits aux spécifications similaires peut sembler ne pas être identique à celle indiquée sur la fiche technique du fabricant selon la méthode de mesure utilisée. De même, lorsque l'on compare les produits, les

imprécisions de mesure peuvent engendrer une très grande marge d'incertitude. En cas de doute, contactez votre représentant local de TDK-Lambda qui sera heureux de vous donner des conseils et vous fournir une assistance technique.