

NOTE D'APPLICATION

LIMITES DE MESURE DE L'ÉNERGIE AVEC LES SONDES JOULEMÈTRES À SENSIBILITÉ VARIABLE (R_V)



Tout instrument de mesure possède un ensemble de plages disponibles pouvant être utilisées. Sur les instruments qui mesurent directement la tension, le courant ou la résistance, ces plages sont faciles à comprendre et à mettre en œuvre. Les instruments conçus pour mesurer la sortie d'un capteur ne sont pas aussi simples. Le capteur convertit des phénomènes concrets en signaux mesurables, tels qu'une tension ou un courant. La complexité réside dans la méthode de conversion. Un capteur donné ne possédera peut-être pas de facteur de conversion étroitement contrôlé, ce qui signifie que la tension de sortie délivrée par le capteur ne sera pas non plus étroitement contrôlée. Cette limite doit être gérée par l'instrument lorsqu'une plage est sélectionnée. Prenons un oscilloscope. Que signifierait la plage de 1 volt par division si la sonde n'était pas 1X ou 10X, mais une valeur variable? Dans le cas des sondes d'énergie laser, le facteur de conversion est la sensibilité, ou R_V , mesurée en volts par joule. La R_V d'une sonde donnée est fonction de la réponse en tension du capteur de la sonde (qui varie d'un capteur à l'autre), ainsi que des tolérances du circuit d'intégration. Une autre complication réside dans le fait que tous les capteurs utilisés pour les sondes d'énergie laser présentent, dans une certaine mesure, une R_V dépendante de la longueur d'onde. Cela exclut toute possibilité de contrôler étroitement la R_V de la sonde et par conséquent, les tensions de sortie de la sonde. La simple définition d'un ensemble fixe de plages d'énergie ne fonctionnera pas.

QU'EST-CE QUI DÉTERMINE LA SÉLECTION DES PLAGES DE GAIN?

L'instrument de mesure doit configurer ses plages de gain en fonction des gains internes en tension disponibles et des tensions attendues en provenance de la sonde utilisée. **La quantité de tension que la sonde peut fournir est limitée dans la mesure où le circuit d'intégration possède une tension d'alimentation électrique limitée.**

Supposons qu'une sonde ait une R_V de 1 250 V/J et la capacité de délivrer une tension de sortie de 10 V avant que sa marge d'alimentation électrique ne s'épuise. L'énergie maximale délivrable par la sonde serait alors de 10 V divisés par 1 250 V/J, soit 8 mJ. Si l'instrument indiquait les volts, il suffirait de sélectionner une plage de 10 V; or, l'instrument indique l'énergie et ne possède pas de plage de 8 mJ. Il possède une plage de 2 ou 20 mJ. Cela signifie que l'instrument doit déterminer la plage à utiliser. S'il utilise la plage de 2 mJ, il limite alors

artificiellement la plage de la sonde.

S'il utilise la plage de 20 mJ, la sonde n'est pas limitée, mais la valeur maximale que l'instrument peut afficher à l'aide de la sonde reste limitée à 8 mJ. Il convient de préciser que, même si l'instrument est conçu pour avoir une plage de 8 mJ, une longueur d'onde différente pourrait entraîner une R_V de 200 V/J et nous serions alors confrontés au même problème. Les détecteurs d'énergie Gentec-EO des séries Mach 6 et QE-B sont conçus de manière à ne pas limiter artificiellement la plage de mesure de la sonde. Cela signifie que, lorsque la valeur affichée dépasse 8 mJ, l'instrument affichera une erreur de saturation de la sonde (SAT) pour avertir l'utilisateur que l'instrument a atteint la limite de tension et que la valeur affichée n'est plus exacte.

NOTE D'APPLICATION

Nous avons mentionné que les plages d'énergie de l'instrument dépendent de la R_v de la sonde. Nous pouvons développer une approche plus rigoureuse pour en démontrer les raisons et ce en quoi consiste cette dépendance. Une sonde présentant une R_v donnée, soumise au rayonnement d'une énergie donnée, produira une tension égale à :

$$\text{Éq. 1} \quad V_{in} = \text{Energy} \cdot R_v$$

Pour une plage d'énergie donnée sélectionnée par l'utilisateur, nous souhaitons maximiser la tension au CAN lorsque l'énergie maximale pour la plage sélectionnée a une incidence sur la sonde. La tension au CAN est :

$$\text{Éq. 2} \quad V_{ADC} = V_{in} \cdot \text{Fixed Gain} \cdot \text{Variable Gain}$$

Le gain variable est une combinaison de gains et d'affaiblissements utilisés pour régler avec précision l'instrument dans une plage donnée. Si l'on substitue l'équation 1 par l'équation 2, on obtient :

$$\text{Éq. 3} \quad V_{ADC} = \text{Energy} \cdot R_v \cdot \text{Fixed Gain} \cdot \text{Variable Gain}$$

On observe que, pour une R_v donnée, il est possible de choisir une valeur de gain variable afin de maximiser la tension d'entrée du CAN pour un intrant énergétique pleine échelle.

La question qui se pose ensuite est « Quelle est l'énergie maximale pouvant être mesurée pour une R_v donnée? » Nous souhaitons que l'énergie pleine échelle dans une plage donnée produise une tension d'entrée maximale au CAN de l'instrument. La résolution de l'équation 3 pour l'énergie pleine échelle donne :

$$\text{Éq. 4} \quad \text{Energy}_{\text{Full Scale}} = \frac{V_{ADC \text{ max}}}{\text{Variable Gain} \cdot R_v \cdot \text{Fixed Gain}}$$

Les valeurs de gain variable et fixe dépendent de la conception de l'instrument et de la plage sélectionnée; or, l'équation montre que l'énergie maximale mesurable dépend de la R_v , quelle que soit la conception de l'instrument. Comme la R_v elle-même dépend de la longueur d'onde, il s'ensuit que l'énergie maximale et en conséquence, les plages d'énergie disponibles, dépendent aussi de la longueur d'onde.

NOTE D'APPLICATION

R_V (SENSIBILITÉ) DÉPENDANTE DE LA LONGUEUR D'ONDE

Une correction de la longueur d'onde peut être effectuée dans les circuits de gain de l'instrument ou sous forme de correction mathématique après la réalisation de la mesure.

Si la correction de la longueur d'onde est effectuée mathématiquement, les gains internes de l'instrument ne sont pas modifiés et les plages demeurent inchangées. Les mesures sont multipliées par le facteur de correction approprié. Prenons par exemple une sonde présentant une R_V de 1 000 V/J à une longueur d'onde donnée. Avec 1 mJ incident sur la sonde, on obtient un signal de sortie de 1 V. Supposons que l'instrument soit réglé sur une plage de 2 mJ et que l'énergie pleine échelle affichée au CAN soit de 2 V. Le CAN lira la moitié de la valeur pleine échelle et l'instrument affichera comme prévu 1 mJ. Supposons maintenant que la longueur d'onde change, de sorte que la R_V de la sonde passe à 125 V/J. La même valeur de 1 mJ produirait alors un signal de 125 mV. Le CAN lirait dans ce cas $1/16^e$ de la valeur pleine échelle et l'instrument afficherait 125 μ J si aucune correction de longueur d'onde n'était appliquée. Avec une correction de la longueur d'onde, un facteur de multiplication de 8 (1 000/125) serait appliqué de sorte que la valeur affichée serait $8 \times 125 \mu\text{J} = 1 \text{ mJ}$. L'énergie peut être augmentée jusqu'à ce que la tension pleine échelle de 2 V soit présente au CAN. L'énergie affichée alors serait de 16 mJ, même si la plage est réglée sur 2 mJ.

Si une correction de la longueur d'onde est effectuée dans les circuits de gain de l'instrument, lorsqu'une longueur d'onde différente de la valeur d'étalonnage est sélectionnée, les gains internes de l'instrument sont modifiés pour normaliser la réponse de la sonde à la longueur d'onde d'étalonnage. Étant donné que la sensibilité du capteur peut varier considérablement en fonction de la longueur d'onde, cela peut entraîner une remise à l'échelle des plages disponibles. Dans ce cas, l'instrument se réglera automatiquement sur la plage actuellement sélectionnée si celle-ci est encore disponible. Si tel n'est pas le cas, l'instrument se réglera automatiquement sur la plage suivante disponible.

La première méthode conserve les plages initiales, mais les valeurs affichées peuvent être en dehors de la plage définie et des multiplications sont nécessaires pour chaque mesure, lesquelles peuvent consommer de précieuses ressources en temps de processeur.

La deuxième méthode maintient la plage et la parité des valeurs affichées, mais remet à l'échelle les plages pour ce faire. Aucune correction mathématique n'est effectuée, car les mesures sont automatiquement corrigées par la reconfiguration des gains de l'instrument.

CONCLUSION

Un instrument conçu pour mesurer un capteur ayant une caractéristique de sortie fixe peut utiliser un ensemble de plages fixe adapté aux caractéristiques du capteur. En cas de réponse variable du signal de sortie du capteur, des compromis doivent être faits lors de la sélection des plages disponibles. En conséquence, la plage maximale disponible doit être sélectionnée soit pour limiter artificiellement l'énergie mesurable, soit pour autoriser des mesures à la pleine échelle de la plage. Les détecteurs Gentec-EO de séries Mach 6 et QE-B sont conçus de manière à ne pas limiter artificiellement la plage de mesure de la sonde. Si l'énergie affichée dépasse la plage de mesure de la sonde, l'instrument affichera une erreur de saturation.

Pour toute question concernant cette note d'application ou la performance de nos détecteurs Mach 6 et QE-B n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse info@gentec-eo.com.