ISSN 0292-1731

Bimensuel d'actualité sur l'énergie et l'environnement

énergie Plus

MAÎTRISER L'ÉNERGIE DURABLEMENT

1ER AVRIL 2014

523

16 DOSSIER
Bien choisir ses instruments de mesure

24 DOSSIER
Plan de comptage : des économies là où on ne les attendait pas

13 DOSSIER SPÉCIAL

Mesures et comptage, la paire gagnante

Énergie Plus est une revue éditée par atee ASSOCIATION TECHNIQUE ÉNERGIE ENVIRONNEMENT

Bien choisir ses instruments de

Lors d'un plan de comptage, la question de l'investissement dans de nouveaux instruments de mesure se pose d'emblée. Avant le grand plongeon dans les catalogues, rappel de quelques règles de sécurité.

Décidément, les nouvelles technologies de l'information et de la communication révolutionnent tous les secteurs. «*Dans le domaine des compteurs électriques, le passage à des organes de mesure communicants est l'innovation majeure de ces dernières années. Aujourd'hui, ils sont même plus que communicants : ils sont connectés. Grâce à Internet, les données mesurées viennent s'agréger à d'autres, et créent de l'information. Cet amalgame inédit apporte une aide précieuse aux décideurs*», analyse Jean-Éric Garnier, directeur général d'Enerdis, la filiale du groupe Chauvin Arnoux spécialisée dans les équipements fixes de mesures, de contrôle et de supervision des réseaux électriques. La transmission des signaux depuis les capteurs vers une gestion technique centralisée (GTC) est donc devenue un enjeu important. Mais en amont des serveurs, il s'agit de prêter attention au plus petit maillon de la chaîne : la mesure à un instant T d'un paramètre physique. Sa performance repose sur l'interaction entre un appareil adapté, un environnement contrôlé et un opérateur compétent. Une "Sainte-Trinité" qu'un industriel doit toujours garder en tête, accompagnée d'une question sacrée : en ai-je vraiment besoin ? L'analyse des besoins est bien au cœur du problème. L'achat et l'installation de nouveaux postes représentent un investissement non négligeable. Avant d'équiper à neuf toute l'usine, il est conseillé de dresser un état des lieux des systèmes déjà en place. Des compteurs délaissés hantent parfois les armoires. Lors des plans de comptage initiaux, les antiquités mécaniques préexistantes sont suffisantes. Un lecteur optique peu coûteux peut convertir les rotations du disque en impulsion enregistrable par un PC ou une centrale de mesure. En outre, les fournisseurs d'énergie proposent des services de suivis de consommation, comme les courbes de charge du site. Ces relevés manuels donnent l'occasion d'initier des techniciens aux fondements de l'acquisition et du traitement des données. En l'occurrence, de former des opérateurs compétents. Attention, les années entraînent souvent une dérive des instruments de mesure. Les chiffres affichés par l'appareil comportent alors un biais plus ou moins important. Ils peuvent cependant encore convenir aux demandes des exploitants : tout dépend de l'incertitude acceptée (*voir encadré*). Si la fluctuation de valeur dégagée ne nuit pas aux objectifs fixés par l'entreprise, le compteur peut très bien servir dans un plan de comptage. Les premiers indicateurs de performance énergétique d'un site peuvent se permettre quelques approximations, mais le diable est dans les détails. «*En matière d'énergie, il y a quelques éléphants faciles à repérer. Toutefois, une fois ces postes corrigés, les gisements restants se cachent dans l'incertitude totale du site. Pour les détecter, et évaluer l'efficacité des actions d'économies d'énergie, il est alors nécessaire d'affiner les mesures*», note Jean-Éric Garnier. Une fois que les carences du dispositif sont bien établies, l'entreprise réfléchira soit à l'étalonnage de ses systèmes, soit à l'achat de nouveaux équipements. Pour retrouver une justesse et une fiabilité optimales, un instrument de mesure

En plus des systèmes de comptage, Enerdis développe des centrales de mesures.

Choisir le bon indicateur de mesure, l'installer au bon endroit et acquérir / traiter correctement les données sont les 3 piliers du succès

© Enerdis

passera sur un banc d'étalonnage. L'aspect budgétaire est également à prendre en compte. Une telle opération implique la mise à disposition de l'instrument, avec de possibles conséquences sur la production. De même, se lancer dans de nouvelles acquisitions exige quelques réflexions. Au premier chef, il convient de se pencher sur l'environnement. Certes, le compteur doit être adapté aux conditions de fonctionnement, mais il doit aussi couvrir l'ensemble des valeurs de la gamme de mesure que peut revêtir la grandeur physique mesurée. Le lieu d'installation est particulièrement important pour les débitmètres : En fonction de la technologie du débitmètre choisi, ils nécessitent des sections droites de tuyauteries, en amont et en aval du point d'installation. Ces outils génèrent également des pertes de charge, plus ou moins importantes. Il convient enfin de se pencher sur l'incertitude propre à l'instrument de mesure et son coût. Bref, la tâche reste donc ardue. Voici quelques fondamentaux pour choisir un débitmètre ou un compteur électrique, selon l'utilité industrielle concernée.

Exemple de canalisations d'eaux usées avec des débitmètres électromagnétiques Promag 53W d'Endress+Hauser.

© Endress+Hauser

Les systèmes de production de vapeur

Les chaudières sont bien l'utilité la plus complexe. Les utilisateurs se retrouvent face à une multitude de paramètres mesurables. Par où commencer ? La priorité est d'estimer la consommation d'énergie de la chaudière. Si l'installation fonctionne à l'électricité, la décision reste simple : *«Un opérateur regardera d'abord le type de réseau : triphasé ou monophasé. Le second facteur essentiel est l'intensité du courant. Si elle est supérieure à 80 A en triphasé, le compteur est alors associé à un transformateur de courant*, explique Jean-Éric Garnier. *La stabilité de la précision dans le temps est essentielle et peut varier grandement suivant la qualité des composants employés. C'est un point clé dans la conception de nos produits, même si cela peut impacter leur coût.»* En revanche, pour les dispositifs alimentés par un combustible, il existe un large panel de techniques. *«Si on se limite au cas de combustibles en phase gaz, le débitmètre massique thermique présente le meilleur rapport qualité-prix. En outre, il fournit directement un débit massique exprimé en kg/h. En alternative, nous conseillons un débitmètre vortex, plus contraignant au montage, mais dont l'étalonnage est permanent. En dernier lieu, un débitmètre déprimogène, type diaphragme, associé à un transmetteur de pression différentielle. Il est moins précis, les pertes de charges engendrées sont plus conséquentes et sa rangeabilité* est assez faible : typiquement de l'ordre de 1:5, voire 1:12 avec deux transmetteurs de pressions différentielles»*, énumère Imad Elouati, chargé de projet performances énergétiques au sein d'Endress+Hauser, l'un des leaders mondiaux dans la fourniture d'instrumentation de mesures pour les processus industriels. Les débitmètres déprimogènes et de technologie vortex délivrent un débit volumétrique. La mesure de température, voire celle de la pression, sont nécessaires pour déterminer le débit massique. À cet inventaire s'ajoutent des débitmètres mécaniques. Ils assurent essentiellement une fonction de comptage (valeur cumulative), et non de mesure de débit instantané. Peu coûteux pour de petits diamètres de conduites, ils présentent une bonne précision, mais sont assez sensibles aux perturbations du flux. Ils créent des pertes de charges importantes et demandent une maintenance régulière. En ce qui concerne le fioul, le débitmètre massique à effet Coriolis offre les meilleures caractéristiques : *«Le Coriolis dispose d'une très grande précision, de l'ordre de 0,2 %. Par ailleurs, la mesure est indépendante de la viscosité du fluide. Sa rangeabilité est supérieure à 1:1000. Néanmoins, les pertes de charge engendrées ne sont pas négligeables»*, indique Imad Elouati. Des compteurs à palette font aussi l'affaire pour de petites installations, en prenant garde à la viscosité du combustible.

L'étape suivante consiste à équiper les conduites d'eau. Si la conductivité du fluide est supérieure à 20 µS/cm, le débitmètre électromagnétique apparait comme la meilleure approche. Pour les liquides peu conducteurs, les débitmètres à ultrasons ou Vortex offrent une alternative intéressante. Les débitmètres type diaphragme sont utilisables, mais ils induisent des pertes de charge. Des dispositifs à turbines sont envisageables pour une eau propre, avec un faible débit. Dernier poste, la mesure du débit de la vapeur en sortie. La nature du fluide interdit l'emploi de la technologie thermique. Les autres méthodes mises en œuvre pour le gaz restent valables.

Les systèmes d'air comprimé

L'énergie représente 75 % du coût d'un circuit d'air comprimé. Premier consommateur, le compresseur est à surveiller en priorité. Il se verra adjoindre un compteur électrique, selon les spécifications déjà décrites dans le paragraphe précédent. Un second indicateur électrique sera après associé au sécheur. Entre 15 et 50 % de l'air comprimé produit disparait dans des fuites, d'où l'intérêt d'introduire des débitmètres aux points clés du circuit. Un débitmètre massique thermique demeure le plus simple à installer. Cependant, dans certain cas, l'air comprimé est de faible qualité : il est faiblement filtré et déshumidifié, et de ce fait, il peut contenir des traces d'huiles ou de l'eau. Dans cet environnement, le débitmètre vortex s'impose. *«En dernier recours, un opérateur recourra à un débitmètre déprimogène type tube de Pitot. Contrairement au diaphragme, il nécessite moins de longueurs en amont et en aval, mais sa rangeabilité reste faible, environ 1:5. De plus, la condensation autour de la sonde nécessite une attention particulière au niveau du montage»*, souligne Imad Elouati.

Les systèmes de production de froid

Les installations climatiques frigorifiques comportent plusieurs éléments consommateurs d'électricité : les compresseurs et les ventilateurs des condenseurs, ainsi que les pompes et circulateurs. Pour mesurer les débits, l'approche varie selon les fluides : frigorigènes ou frigoporteurs. *«Pour le premier, il est primordial d'initier la réflexion avec le frigoriste chargé de la maintenance de l'installation. En règle générale, dans le cas des installations dites "à détente directe", la mesure de débit se fait en phase liquide entre la sortie de la bouteille haute pression et le détendeur. Le débitmètre à ultrasons représente la solution idéale du fait de son aspect non intrusif et de l'absence de toutes pertes de charge. Autrement, les débitmètres vortex ou à effet Coriolis peuvent s'y substituer»*, affirme Imad Elouati.
Dans le cas du fluide frigoporteur, en général de l'eau glacée ou de l'eau glycolée, si la conductivité du liquide est supérieure à 20 µS/cm, le débitmètre électromagnétique répond bien aux attentes des exploitants. Sinon, le débitmètre à ultrasons peut convenir si on a la certitude que le fluide est constamment monophasique. Les mélanges créent parfois des mousses sous l'effet d'une vitesse d'écoulement élevée. Restent alors le vortex ou le débitmètre déprimogène, adaptés à cette application mais générant des pertes de charge très importantes. ●

Mathieu Dejeu

Selon les fluides concernés, différents types de débitmètres (vortex à gauche et déprimogène à droite) existent.

* *Selon sa conception et son paramétrage, un débitmètre n'est adapté que pour une certaine gamme de débit. La rangeabilité représente l'étendue de la gamme de mesure.*

Jauger l'erreur

Aussi perfectionné que soit un compteur, toute mesure est imparfaite. Évaluer l'erreur de mesure et l'incertitude associée revient à donner une estimation de la connaissance de la réalité. *«Les contrats comportent parfois une tolérance sur des objectifs chiffrés. Le respect de ces engagements dépend de la maîtrise de la mesure. L'incertitude, qui qualifie la qualité de cette mesure, va contribuer à démontrer l'atteinte ou non de l'objectif»*, explique Benoît Savanier, responsable du pôle mesures instrumentation du Centre technique des industries aérauliques et thermiques (Cetiat). L'estimation d'incertitude est réalisée en appliquant la norme NF ENV 13005, aussi appelée "Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure" (GUM). Elle passe par l'analyse des paramètres physiques qui ont un impact sur la qualité de la mesure. Sa mise en œuvre pratique ne réclame qu'une feuille de calcul d'un tableur, et la maîtrise d'outils mathématiques accessibles. Dans certains cas, la modélisation de ces données est impossible. L'opérateur se référera alors à la norme NF ISO 5725, consacrée à l'exactitude des résultats et des méthodes de mesure.
Une fois l'incertitude obtenue, il est possible de juger de la pertinence de la mesure. *«Si les tolérances associées aux objectifs fixés ne sont pas respectées, il y a deux pistes : affiner le calcul de l'incertitude, la première estimation peut être pénalisante, ou repenser le processus de mesure afin de respecter ces tolérances»*, conclut Benoît Savanier. Il est alors temps d'investir dans de nouveaux moyens.

© Endress+Hauser