

Utilisation du signal 0-10V

1. Pilotage Ventilation

Le contrôle d'un moteur d'extraction ou de soufflage d'air par un signal 0-10V nécessite quelques précautions. En effet si le débit est proportionnel à la vitesse de rotation, la pression est, elle, proportionnelle au carré de la vitesse de rotation, la puissance absorbée est, elle, proportionnelle au cube de la vitesse de rotation. Comme on le voit, un moteur de ventilation n'est pas une fonction linéaire de la tension d'alimentation ou de la puissance. Si un moteur est piloté en tension ou en fréquence, sa vitesse s'adapte automatiquement à la charge qui lui est appliquée. Si aucun couple n'est appliqué le moteur fonctionne à sa vitesse à vide. Lorsque le couple augmente, la vitesse diminue. Donc, selon la charge du circuit aéraulique, le débit d'air varie considérablement et de façon, elle aussi, non linéaire.

Pour pouvoir être piloté par un signal 0-10V l'extracteur ou l'insufflateur d'air doit absolument comporter une entrée 0-10V qui est gérée par un circuit électronique de contrôle du moteur afin de transformer cette mesure de la QAI en débit d'air et compenser ainsi les non linéarités liées aux pertes de charge et aux caractéristiques du moteur et des pales. Le signal 0-10V d'une sonde classique étant une mesure de CO₂, un bon système de ventilation doit comporter un potentiomètre de réglage (entre 0 et 10V) ou un écran de paramétrage correspondant à une consigne (généralement limitée au CO₂). Par exemple 4V pour 1000ppm de CO₂. La boucle de régulation est donc assurée par le système de ventilation.

Ce réglage est d'autant plus indispensable qu'il n'existe pas de normalisation des signaux 0.-10V et on peut trouver des sondes avec 10V pour 2500 ppm de CO₂ voire 3000 ou autre.

2. Pilotage de registres motorisés

Le signal 0-10V d'une sonde CO2 est normalement réservé à des CTA ou de petites ventilations. Voyons ici l'impact de l'usage détourné de ce signal lorsqu'il est utilisé pour piloter des registres.

3. Registres simple

Un registre motorisé simple ajuste l'angle d'ouverture d'un volet en fonction d'un signal 0-10V.

Pour autant le débit d'air n'est pas une fonction linéaire du degré d'ouverture du registre. Si la vitesse d'air est faible, une ouverture de 50% peut correspondre au débit maximum. De surcroît, en cas de fermeture, le débit des registres des pièces voisines augmentera d'autant sans que la variation de pression soit perceptible au niveau de la CTA pour ajuster son débit global.

En cas de pilotage direct par le signal 0-10Vn d'une sonde QAI (représentant la concentration en CO2), il y aura un phénomène d'équilibre entre le débit et la commande, fonction de l'occupation de la pièce, de son volume et donc du débit nominal de la ventilation de celle-ci. Mais la situation des pièces voisines affectera cet équilibre. En conséquence on atteindra une qualité de l'air plus ou moins stable mais sans grand rapport avec une consigne souhaitée. Cette solution n'est donc pas recommandée même si elle procède à une ventilation, dite, « à la demande ».



4. Registres VAV (Variable Air Volume)

Un VAV (en français BDV ou Boite à Débit Variable) est au débit d'air ce qu'une vanne thermostatique est au débit d'eau.

Un VAV contrôle le débit grâce à une boucle de régulation locale: le régulateur compare le débit mesuré au débit de consigne (0-10V), en cas d'écart il commande le moteur qui modifie la position du registre afin que le débit réel corresponde au débit de consigne. Ainsi le débit d'air est régulé de façon continue en fonction de la consigne.



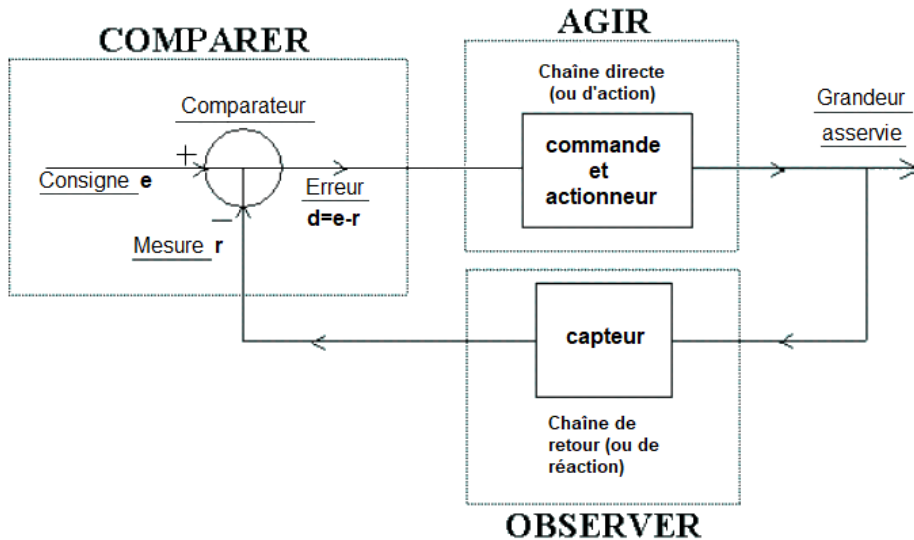
Ainsi non seulement le débit d'air va correspondre au signal 0-10V mais de surcroît, en cas de fermeture, le débit des registres des pièces voisines, si elles sont équipées de VAV, restera constant.

Nous avons donc un véritable asservissement en débit fonction d'une mesure. Ce n'est toujours pas une boucle d'asservissement à une consigne mais c'est beaucoup plus stable qu'un simple registre. Cette solution n'est pas recommandée avec un pilotage par le signal 0-10V de mesure mais tout à fait approprié avec un signal de contrôle 0-10V (voir chapitre suivant).

5. Commande de contrôle 0-10V

Idéalement les moteurs de ventilations ou les VAV doivent être contrôlés par une véritable boucle de d'asservissement.

Une boucle d'asservissement nécessite une consigne et une comparaison régulière entre la consigne et la valeur atteinte grâce à un capteur. Plus l'écart entre la consigne et la mesure est grande plus la commande sera importante (commande proportionnelle). La boucle de contrôle comprend également une composante intégrale (PI) pour une meilleure précision.



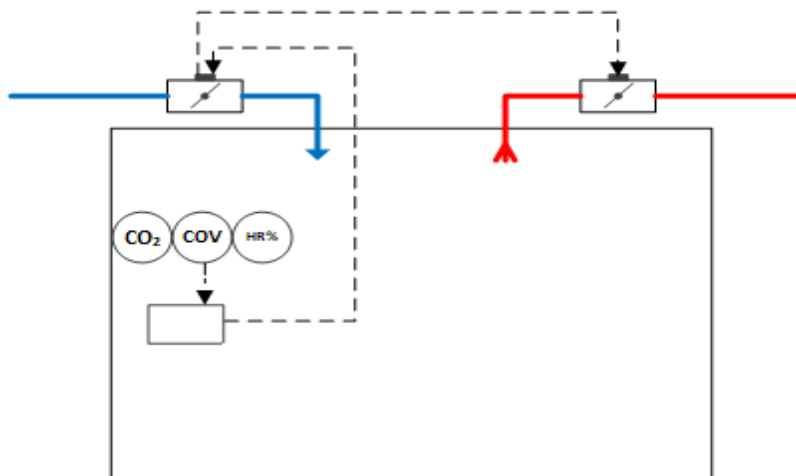
Une nouvelle version de firmware pour la sonde QAI E4000NG permet le pilotage des VAV.

Des consignes QAI sont ajustables grâce aux micro interrupteurs :

- CO₂ : 700 ou 1000ppm
- COVt : 1500 ou 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- RH : 85% par défaut (ajustable via outil écran)
- PM : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur fixe de la norme)

Si une seule de ces consignes est dépassée, le signal de contrôle fera en sorte que la ventilation maintienne la valeur en dessous de la consigne (fonction OU).

Le signal 0-10V de contrôle va ici agir directement sur le débit d'air s'il commande un moteur de ventilation asservie en débit ou des VAV.



6. Régulation proportionnelle

Imaginons un système de ventilation avec un registre de type VAV qui modulerait le débit pour que la pièce reçoive le volume d'air juste nécessaire, telle que l'air neuf compense juste le CO₂ généré par les occupants de la pièce. Dans ce cas que le taux de CO₂ ambiant serait stable.

Soit une consigne fixée à 1000ppm. Supposons au départ un taux de CO₂ supérieur à la consigne, il faut ventiler.

Supposons que le VAV soit totalement ouvert pour 1200ppm (écart de 200ppm par rapport à la consigne). De l'air neuf arrive, le taux de CO₂ descend et arrive à 1100ppm. L'écart est alors de 100ppm et le VAV n'est plus ouverte qu'à 50 %.

Hélas, arrivée à 1100ppm, plus rien ne bouge : le taux de CO₂ du local est stabilisée et l'ouverture du VAV aussi : il est ouvert à 50% de sa valeur maximale.

6.1. Pourquoi ?

Avec une ouverture à 50%, il fournit une quantité d'air neuf telle quelle compense exactement le CO₂ généré par les occupants du local. Le CO₂ reste à 1100ppm, l'écart reste de 100ppm par rapport à la consigne, et cet écart entraîne 50 % d'ouverture ! Tout est stable et le restera.

Il est donc impossible que l'on atteigne les 1000ppm souhaités ! Si c'était le cas, l'écart serait nul, le VAV serait fermée, le taux de CO₂ monterait puisque les occupants continuent de respirer, donc l'écart ne resterait pas nul !

C'est le problème d'une régulation proportionnelle à l'écart par rapport à la consigne : puisqu'il faut de l'air neuf, il faut que le VAV soit entre-ouvert, il faut donc qu'un écart subsiste. Le taux de CO₂ se stabilisera sur 1100ppm, au lieu des 1000ppm demandés.

Nouvelle idée : ne pourrait-on pas diminuer la plage de CO₂ qui génère l'ouverture du registre ? En reprenant la situation précédente, si le registre était 100 % ouverte en dessous de 1100, il se stabiliserait à 50 % de sa valeur pour un taux de CO₂ ambiant de 1050ppm. C'est effectivement une possibilité : on dit que l'on réduit **la bande proportionnelle** de 200 à 100ppm.

Mais cette solution a ses limites : avec une bande proportionnelle trop étroite, le système va se mettre à osciller, passant de trop ouvert à trop fermé, parfois sans pouvoir se stabiliser. On dit que le système « pompe », incapable de se stabiliser.

7. Régulation Proportionnelle – Intégrale (PI)

En agissant avec une force proportionnelle à l'écart entre le taux de CO₂ ambiant et la consigne, un écart subsiste en permanence. On décide dès lors que la force d'intervention aura deux composantes. La première, c'est la force proportionnelle à l'écart, comme ci-dessus. Mais une deuxième force la complète : une force proportionnelle à l'intégration de l'écart dans le temps, c'est-à-dire proportionnelle à la somme de tous les écarts mesurés en permanence.

Si le CO₂ se stabilise à 1100, de par la composante proportionnelle, un écart de 100ppm subsiste. Tous les « pas de temps », le régulateur va mesurer cet écart et l'additionner à la valeur d'une case « mémoire ». L'ouverture du registre sera donnée par la somme des 2 composantes. Tant que la consigne ne sera pas atteinte, la composante Intégrale augmentera, le registre s'ouvrira un peu plus, jusqu'à atteindre cette fois la consigne.

Une fois celle-ci atteinte, l'écart devient nul et la composante intégrale n'est plus modifiée (puisque'elle additionne une valeur « 0 »). Si la consigne est dépassée, l'écart sera négatif et la composante intégrale diminuera.

Dans le fond, cette composante intégrale ne pourrait-elle travailler seule ? Non, elle est trop lente pour réagir efficacement à des variations de CO₂. Il faudrait diminuer son pas de temps (diminuer le « temps d'intégration ») mais alors le système devient instable. C'est bien le mariage des 2 actions (P et I) qui est le plus adéquat pour répondre à la demande : la composante P fait le gros du travail, puis la composante I affine dans le temps.