

L'optimisation d'installations de combustion:

Problème : mauvaise combustion

- rendement insuffisant
- valeurs élevées d'émissions de CO, NO_x, suie

Ancienne technologie : une régulation d'O₂

Technologie de l'avenir : une régulation binaire par l'intermédiaire des produits secondaires (CO, H₂)

Objectif : contrôle permanent et baisse des émissions de toutes les unités de combustion assurés par une technique de régulation **auto-optimisante**.

La régulation de CO

La meilleure alternative à la régulation d'O₂ des combustions au gaz

En tant qu'alternative à l'ancienne technologie de régulation d'O₂, il existe dès lors une nouvelle technique alternative constituée par une régulation binaire du brûleur par l'intermédiaire des produits secondaires de la combustion (CO/H₂). Cette technique se base sur une sonde en dioxyde de zirconium modifiée.

Le but était de développer une technique de régulation dynamique auto-optimisante diminuant encore plus les pertes de gaz de combustion dans les installations industrielles.

Pour économiser de l'énergie et pour éviter des dommages environnementaux, matériels et personnels, il est indispensable de surveiller et de régler les processus de combustion. En effet, la mesure de la teneur en oxygène dans les gaz de combustion à elle seule ne peut pas faire la preuve d'une combustion sans résidus. C'est pourquoi il est particulièrement important de détecter et de réduire les parts de substances non brûlées dans ces gaz. En font partie l'oxyde de carbone (CO) et l'hydrogène (H₂). Dans le cas d'une combustion incomplète, le gaz de combustion va toujours dégager ces deux substances.

Grâce à la sonde combinée KS1, il est dès lors possible de détecter in situ, sans entretien et rapidement les substances restantes dans les gaz de combustion des combustibles gazeux et de régler le chauffage correspondamment.

L'optimisation d'installations de combustion :

Problème: mauvaise combustion

- rendement insuffisant
- valeurs élevées d'émissions de CO, NOx, suie

Ancienne technologie: une régulation d'O₂

Technologie de l'avenir: une régulation binaire par l'intermédiaire des produits secondaires (CO, H₂)

Objectif: contrôle permanent et baisse des émissions chez toutes les unités de combustion assurés par une technique de régulation **auto-optimisante**

Le principe de mesure de la sonde combinée KS1

La construction de la sonde combinée KS1 ressemble à celle d'une sonde d'oxygène potentiométrique.

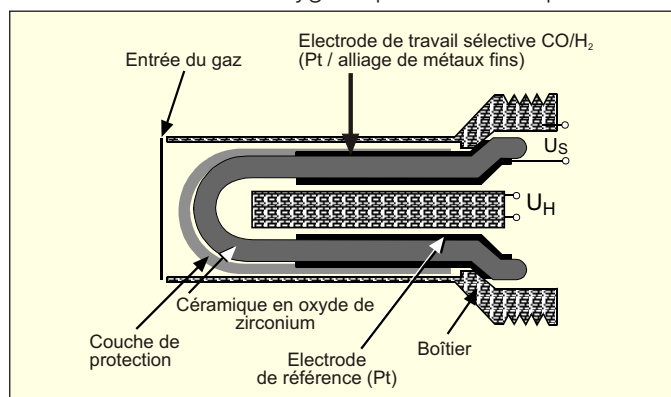


Image 1: Construction schématique de la sonde combinée KS1

Contrairement à une sonde d'oxygène dotée d'une électrode fortement catalytique, l'activité catalytique de l'électrode CO/H₂ sélective de la sonde combinée KS1 a été abaissée de manière ciblée. Résultat: moins de réactions encouragées par la catalyse des substances oxygénables dans le gaz, comme par ex. CO, H₂, etc. sur la surface de l'électrode.

La tension de la sonde se présente avec un potentiel mixte dépendant d'autre part de la réaction avec l'O₂ et d'une part de la réaction avec le gaz oxygénable. Le potentiel mixte est une fonction du rapport de la pression partielle du composant oxygénable à l'oxygène, c'est-à-dire

$$U = (CO/O_2) \text{ resp. } U = (H_2/O_2)$$

Déjà en présence de faibles concentrations de gaz oxygénables, par ex. H₂ ou CO, le potentiel mixte est nettement supérieur au signal d'une sonde qui ne se charge que de l'O₂. Avec un temps t_{60} inférieur à 2 secondes, la formation du potentiel mixte a lieu très rapidement.

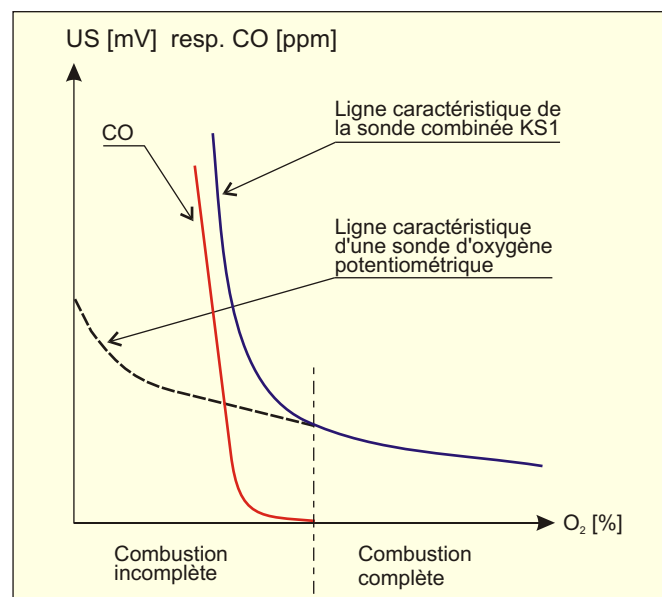


Image 2: Caractéristique U (O₂) de la sonde combinée KS1 et d'une sonde potentiométrique O₂ (sonde Lambda) sur une unité de combustion au gaz, définie par la caractéristique de combustion CO (O₂).

Les avantages de la régulation de CO par rapport à une régulation d'O₂

- Economie d'énergie jusqu'à 0,5 % grâce à l'auto-optimisation permanente quelque soit le point de charge
- Meilleure évolution du réglage grâce à des temps d'ajustage réduits
- Indépendance de l'air parasite
- Haute disponibilité
- Sécurité de service élevée
- Robustesse
- Absence de besoin d'entretien

Un autre avantage, c'est la croissance raide du signal qui est visible dans la figure 3 au sein de la plage inférieure à 500 ppm de CO. Un indicateur supplémentaire de la présence de CO/H₂ non brûlé, c'est la dynamique du signal de la sonde (U_S). Si la teneur en substances non brûlées augmente, la dynamique augmente elle aussi.

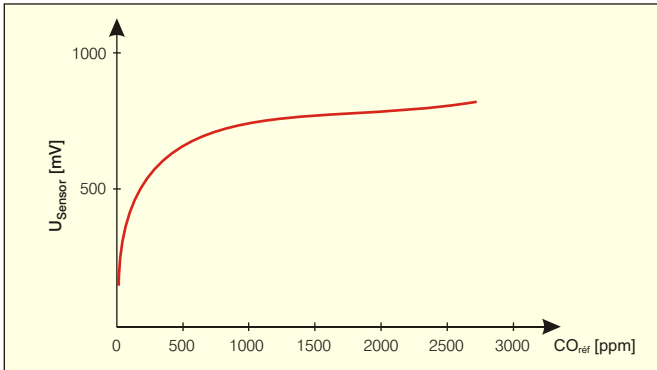


Image 3: Ligne caractéristique $U_s = f(CO)$ de la sonde combinée KS1 saisie dans le gaz de combustion d'une unité de combustion au gaz en présence de concentrations d'O₂ inférieures à 2 Vol %

A cet effet, il y a modification dynamique du rapport combustible/air sans intervention du régulateur de puissance qui est réglé dans le sens d'une valeur Lambda plus petite (moins d'air, davantage de combustible) jusqu'à ce que la sonde combinée KS1 indique le début de la combustion incomplète par une forte montée du signal et du dynamisme (figure 2/figure 4). A partir de ce point, le mélange combustible/air est alors réglé dans le sens d'une valeur Lambda plus importante (davantage d'air, moins de combustible). Le point de travail optimal est trouvé. Les points de travail ainsi détectés sont soumis à un contrôle de vraisemblance. Les points de travail hors de la plage sont refusés et nouvellement recherchés.

La figure 4 montre l'allure de variation du signal de la valeur O₂ saisie sur une installation de référence 18 MW (brûleur alimenté par soufflante à gaz).

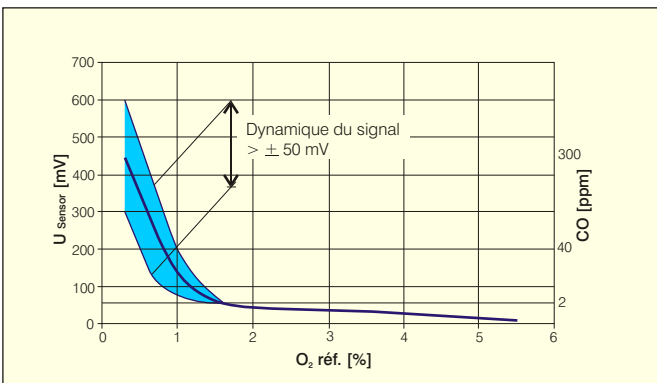


Image 4: La dynamique du signal de la sonde dans le cas d'une combustion incomplète

La philosophie de la régulation:

Recherche du point de travail optimal de combustion qui doit se situer à proximité du seuil d'émission, ajustage de ce point, conservation et, si nécessaire, nouvelle optimisation et surveillance. Ce processus est répété

cycliquement afin que les points de travail optima soient garantis en permanence, également par mauvais temps ou si l'installation ne présente pas de conditions idéales. Si la sonde combinée KS1 détecte des substances non brûlées par ex. du fait de conditions altérées sur l'installation (CO/H₂), le point de travail se trouve immédiatement réglé dans le sens d'une valeur Lambda plus importante (davantage d'air, moins de combustible).

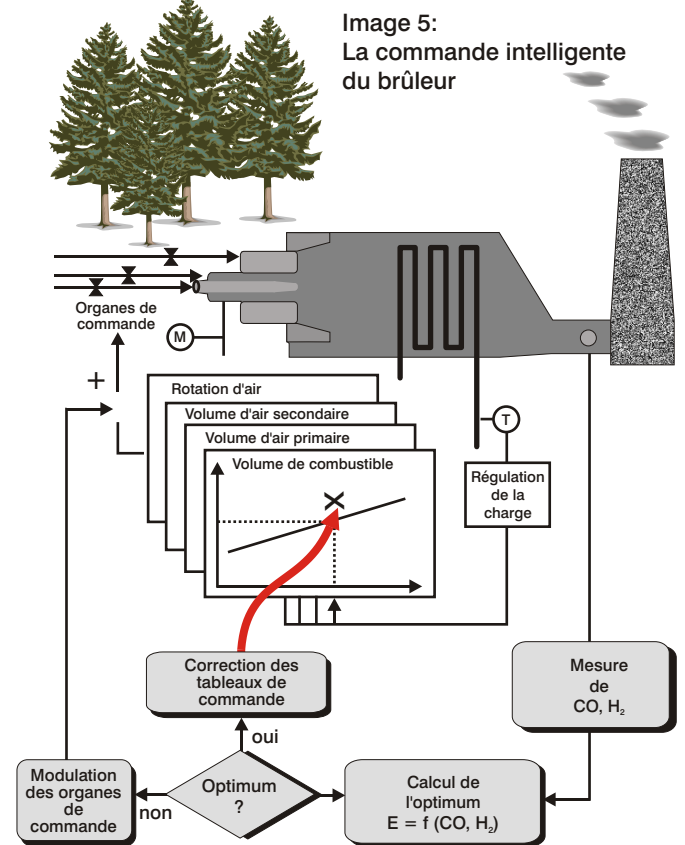


Image 5: La commande intelligente du brûleur

Technique d'installation:

La régulation de CO a été intégrée comme outil logiciel dans la came numérique (régulation air/combustible) de ETAMATIC/VMS/FMS.

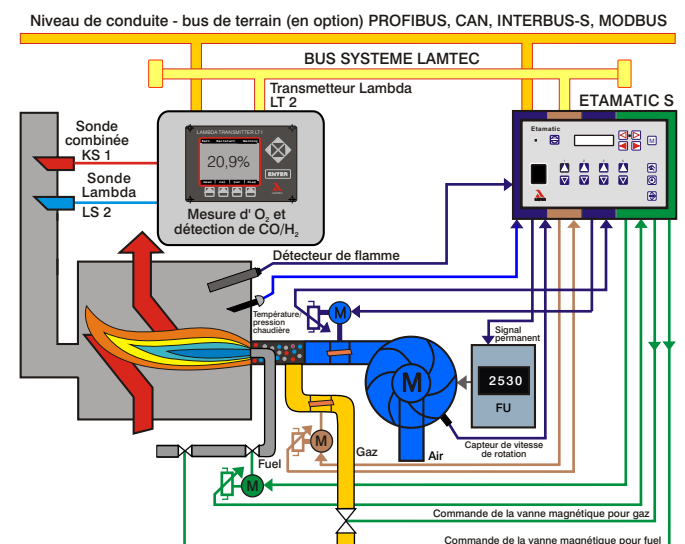


Image 6: ETAMATIC S avec régulation CO intégrée

La valeur O_2 mesurée simultanément n'est pas requise pour la régulation de CO proprement dite. Elle ne sert qu'à la surveillance et à la supervision. Si la technique de combustion ne permet pas une exploitation sur le seuil de CO sur toute la plage de charge, il est alors possible, en fonction de la charge, de commuter en continu de la régulation de CO sur la régulation d' O_2 . En présence de brûleurs à poly-combustibles, vous pouvez sélectionner par combustible si vous désirez activer la régulation de CO ou d' O_2 . La stratégie de la régulation a été testée et précisée sur les deux installations de référence suivantes:

Référence:

La première régulation CO a été mise en service en décembre 2001. On compte pour l'heure jusqu'à 300 installations avec régulation CO repartis dans le monde entier. La nouvelle stratégie de régulation garantit une combustion indépendante des influences externes et une optimisation de l'énergie pour un minimum de production d'émission.



Image 7: Université Julius-Maximilian de Würzburg en Bavière

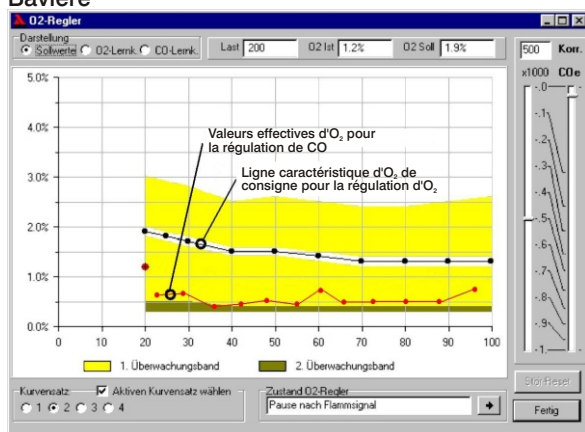


Image 8: caractéristique de l'installation

La régulation CO est autocontrôlée et a été testée et validée par l'organisme de contrôle TÜV-Bavière. Comparée à la régulation O_2 , le rendement de combustion a donc pu être amélioré de 0,3 à 0,5 %, ce qui correspond à une économie de combustible identique à celle d'une unité de combustion à rendement moyen.

Les projets futurs:

La sonde combinée KS1D est conçue pour la "Régulation de CO" sur des unités de combustion à rendement moyen. La KS1D permet pour la première fois une mesure simultanée et sélective de l'oxygène (O_2) et des gaz combustibles (CO/H_2). La sonde combinée KS1D est dotée de 2 électrodes séparées côté gaz de mesure. Une électrode se charge de l'oxygène (O_2) et l'autre se charge des gaz combustibles (CO/H_2).

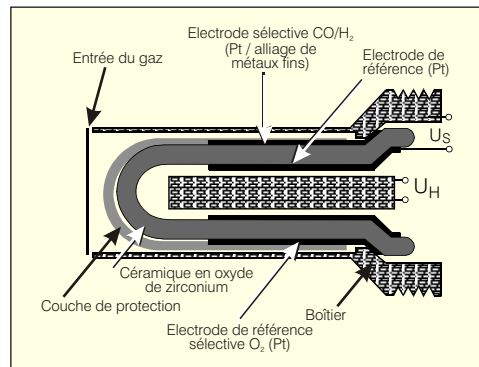


Image 9: Construction schématique de la sonde combinée KS1D

L'utilisation de la régulation intelligente de CO ne se limite pas aux installations de combustion industrielles de moyenne ou grande taille. En effet, le CarboSen1.000 (figure 10) est une sonde qui permet une application du concept de régulation également dans le domaine des unités de combustion domestiques. Outre les unités de combustion au gaz de tout genre, aussi ce que l'on appelle les "brûleurs à flamme bleue" sont idéals pour la régulation de CO.



Image 10: CarboSen1.000, sonde miniaturisée permettant la détection de substances non brûlées (CO/H_2) dans des gaz de combustion