



(11) **EP 2 807 353 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
08.03.2017 Bulletin 2017/10

(21) Numéro de dépôt: **13704153.9**

(22) Date de dépôt: **11.01.2013**

(51) Int Cl.:
F01N 11/00 ^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2013/050072

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2013/110873 (01.08.2013 Gazette 2013/31)

(54) **PROCÉDÉ DE PROTECTION THERMIQUE DES COMPOSANTS DE LA LIGNE D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE**

VERFAHREN ZUM THERMISCHEN SCHUTZ DER ABGASLEITUNG EINES
VERBRENNUNGSMOTORS

METHOD FOR THERMAL PROTECTION OF THE EXHAUST LINE OF AN INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **26.01.2012 FR 1250764**

(43) Date de publication de la demande:
03.12.2014 Bulletin 2014/49

(73) Titulaire: **Peugeot Citroën Automobiles SA
78140 Vélizy Villacoublay (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ALLEGRE, Guillaume
25250 Soye (FR)**

• **KRETZAS, Efstratios
78360 Montesson (FR)**

(74) Mandataire: **Renous Chan, Véronique
Peugeot Citroen Automobiles SA
Propriété Industrielle - LG081
18 rue des Fauvelles
92250 La Garenne Colombes (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A2- 1 329 627 US-A1- 2003 074 889
US-A1- 2012 014 410 US-B1- 6 691 507**

EP 2 807 353 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de protection thermique des composants de la ligne d'échappement d'un moteur thermique dont le carburant est l'essence, que le moteur soit suralimenté ou non et qu'il soit à injection directe ou indirecte.

[0002] Les composants de la ligne d'échappement d'un moteur thermique sont constitués par les éléments se trouvant dans le circuit d'évacuation des gaz brûlés, en commençant, dans le sens d'évacuation des gaz, par les soupapes d'échappement, en passant successivement par le collecteur des gaz d'échappement, le turbocompresseur pour les moteurs suralimentés, le catalyseur muni de sondes (sondes à oxygène par exemple), et en terminant par le silencieux. Les composants peuvent être plus ou moins chauds selon les conditions de fonctionnement du moteur. Si la température des gaz d'échappement est trop élevée, la température d'un composant peut éventuellement dépasser une température critique à partir de laquelle le composant peut être endommagé. Il est donc important de bien maîtriser la température dans la ligne d'échappement afin d'éviter d'endommager un composant et donc de ne pas dépasser la température critique.

[0003] Le contrôle de la température d'un catalyseur placé dans la ligne d'échappement est par exemple décrit dans plusieurs documents. Plus particulièrement, le document JP4060106(A) concerne un dispositif permettant de comparer la mesure de l'exotherme d'un catalyseur, par un capteur de température, avec l'estimation de cet exotherme afin de déterminer l'état de vieillissement du catalyseur. Si l'exotherme ne correspond pas à celui estimé, on peut en déduire que le catalyseur est détérioré. Ce dispositif ne concerne pas la protection d'un composant d'une ligne d'échappement par limitation thermique.

[0004] Le document JP5312074(A) concerne un procédé de compensation d'un capteur d'oxygène à l'échappement, en aval du catalyseur, en fonction de la température du catalyseur et de l'oxygène stocké dans le catalyseur. Cependant ce document ne concerne pas la protection thermique de la ligne d'échappement par enrichissement de la combustion.

[0005] Le brevet US6691507(B1) décrit un dispositif de mise en température et de maintien en température d'un élément de post traitement des oxydes d'azote, ainsi que la régénération de ce dispositif par fonctionnement alterné riche/pauvre du contrôle de la richesse du mélange de combustion carburant/air. Ce brevet ne concerne pas la protection thermique d'un composant en jouant sur la richesse.

[0006] Le brevet FR2141049(A5) concerne la détermination de la richesse en entrée d'un catalyseur afin d'optimiser le post traitement des gaz d'échappement.

[0007] On connaît par le document EP1329627 un procédé de protection thermique des composants de la ligne d'échappement d'un moteur thermique selon lequel les températures des gaz d'échappement et des parois de la ligne d'échappement sont déterminées et selon lequel le composant de la ligne d'échappement ayant atteint sa limite maximale de température est détecté, et dans lequel on :

- détermine une température de consigne des gaz d'échappement en sortie dudit moteur pour ne pas dépasser sa limite maximale de température, et
- élabore une consigne de richesse permettant d'assurer ladite température de consigne des gaz d'échappement, ladite consigne de richesse étant déduite de la température des gaz d'échappement en sortie moteur estimée par cartographie en fonction de paramètres moteurs prédéterminés.

[0008] La présente invention propose un procédé permettant de protéger thermiquement les composants d'une ligne d'échappement en contrôlant la richesse.

[0009] De façon plus précise, l'invention concerne un procédé de protection thermique des composants de la ligne d'échappement d'un moteur thermique selon lequel les températures des gaz d'échappement et des parois de la ligne d'échappement sont déterminées (estimées ou mesurées) et selon lequel le composant de la ligne d'échappement ayant atteint sa limite maximale de température est détectée. Selon ledit procédé,

- on détermine une température de consigne $T_{3\text{consigne}}$ des gaz d'échappement en sortie dudit moteur, et
- on élabore une consigne de richesse ϕ_{consigne} permettant d'assurer ladite température de consigne des gaz d'échappement.

[0010] Ladite consigne de richesse ϕ_{consigne} est déterminée dans la limite de la richesse maximale acceptable par le moteur.

[0011] Selon un mode de mise en oeuvre préféré, ladite température de consigne $T_{3\text{consigne}}$ des gaz d'échappement en sortie moteur est déterminée par prépositionnement de la température de consigne et par régulation, ledit prépositionnement délivrant une température de consigne de base $T_{3(x)\text{base}}$ déterminée à l'aide de cartographies en fonction du point de fonctionnement moteur et du composant x à protéger. Lesdites cartographies peuvent être des cartographies charge-régime moteur avec pour paramètre la température en sortie moteur T_3 . Ladite régulation est de préférence du

type proportionnel et intégral qui délivre un terme correctif. Ledit terme correctif est additionné à la valeur de prépositionnement $T3(x)_{base}$ pour fournir ladite température $T3_{consigne}$.

[0012] Au lieu d'actionner ledit prépositionnement et ladite régulation, il est possible de choisir une valeur par défaut pour ladite température de consigne $T3_{consigne}$ des gaz d'échappement en sortie moteur.

[0013] Selon un autre mode de mise en oeuvre, ladite température de consigne $T3_{consigne}$ des gaz d'échappement en sortie moteur peut être déterminée par inversion des modèles de la ligne d'échappement.

[0014] Afin d'élaborer ladite consigne de richesse $\phi_{consigne}$, selon l'invention, on détermine une température des gaz d'échappement en sortie moteur $T3_{estim}$ pour une richesse ϕ . Ladite température $T3_{estim}$ est déterminée à partir d'une température $T3_{estim\phi=1}$ en fonction des différents paramètres moteur et pour une richesse $\phi=1$, ladite température $T3_{estim\phi=1}$ étant corrigé à l'aide d'une fonction de correction $f(Q_{ech}, \phi)$ déterminé par cartographie (débit Q_{ech} des gaz d'échappement - richesse de consigne ϕ).

[0015] Selon l'invention, ladite température $T3_{estim}$ est déterminée à partir de la relation:

$$T3_{estim} = T3_{estim\phi=1} \times f(Q_{ech}, \phi)$$

et ladite richesse de consigne de protection du composant x est déterminée à partir de la relation:

$$\phi = f^{-1} \left(Q_{ech}, \frac{T3_{consigne}}{T3_{estim\phi=1}} \right)$$

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit de modes de mise en oeuvre de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs et en référence aux dessins annexés qui montrent:

- la figure 1, le schéma d'une ligne d'échappement avec les points protégés thermiquement par une adaptation du pilotage moteur;
- la figure 2, l'architecture de la fonction de protection thermique;
- la figure 3, l'illustration du calcul de la consigne de température échappement;
- la figure 4, la représentation d'un modèle direct de température des gaz d'échappement et la dépendance en richesse; et
- la figure 5, la représentation du modèle inverse pour la détermination de la richesse de protection d'un composant de la ligne d'échappement.

[0017] La figure 1 représente schématiquement une ligne d'échappement 10 d'un moteur thermique 12 avec sa culasse 14. Les gaz d'échappement sortent des cylindres 16 par les soupapes d'échappement 18 pour entrer dans le collecteur d'échappement 20. Les gaz passent ensuite successivement par un turbocompresseur 22 (pour un moteur suralimenté) muni d'une turbine 24 et d'un by-pass 26 ("waste gate"), un catalyseur 28 avec une sonde à oxygène en amont 30 et une sonde en aval 32, et des silencieux 34 et 36. Les points à surveiller thermiquement, et les composants que l'on souhaite protéger thermiquement, sont principalement l'amont 40 du turbocompresseur 22, l'amont 42 et l'aval 44 du catalyseur 28 avec les sondes 30 et 32, ainsi que l'intérieur 46 du catalyseur 28 et le collecteur 20 (le point surveillé du collecteur est désigné par 48 sur la figure 1). Selon l'invention les composants sont protégés thermiquement par une adaptation du pilotage du moteur thermique. Le but poursuivi est que les températures aux points surveillés ne dépassent pas une valeur critique pour laquelle et au-delà de laquelle les composants (ici le turbocompresseur et le catalyseur avec ses sondes) pourraient être endommagés.

[0018] De façon succincte, l'invention consiste en une limitation de la température des gaz d'échappement à la sortie du moteur, en déterminant l'enrichissement nécessaire pour ne pas dépasser la température critique du composant ayant atteint cette température critique, par inversion des modèles de thermique de la ligne d'échappement.

[0019] Selon le procédé de l'invention, on détermine une température de consigne en sortie moteur $T3_{consigne}$ et la richesse $\phi_{consigne}$ permettant d'assurer ladite température de consigne.

[0020] La figure 2 illustre schématiquement les étapes principales du procédé. Les deux premières étapes, correspondant aux modules 50 et 52, sont généralement connues, le périmètre de l'invention concernant les deux modules suivants 54 et 56 entourés du rectangle 55.

[0021] Le module 50 permet d'estimer, à l'aide d'un ou plusieurs modèle(s), les températures dans la ligne d'échap-

pement en fonction de divers paramètres tels que le régime moteur, la charge, l'avance à l'allumage et la température extérieure au véhicule. Le module 50 fournit les températures $Tech_{estim}$ des gaz et des parois de la ligne d'échappement, qui sont modélisés séparément ou qui peuvent être mesurées par des capteurs.

[0022] Le module 52 permet de détecter, autrement dit d'identifier parmi les composants de la ligne d'échappement que l'on souhaite protéger thermiquement, à partir de l'information $Tech_{estim}$ fournie par le module 50, le composant ayant atteint sa température critique (température à partir de laquelle le composant peut être endommagé). Pour cela, on peut utiliser un moniteur connu qui scrute toutes les températures surveillées et qui indique l'élément à protéger. Le module 52 fournit trois informations:

- x qui est l'indice de l'élément détecté comme celui ayant atteint sa température critique (la détection est faite à l'aide de modèles);
- $Tech(x)_{max}$ qui est la température maximale admissible par le composant x qui a été détecté comme celui ayant atteint sa limite en température, et
- $Tech(x)_{estim}$ qui est la température courante (à l'instant considéré) du composant x .

[0023] Ces trois informations sont alors fournies à un module 54 qui élabore une température de consigne $T3_{consigne}$ (indiquée également sur la figure 1) qui est la température de consigne des gaz d'échappement en sortie du moteur thermique et donc en sortie du collecteur d'échappement 20. La description détaillée du module 54 sera faite ci-après à l'aide de la figure 3.

[0024] Cette température de consigne $T3_{consigne}$ est fournie à un module 56 qui élabore une consigne de richesse $\phi_{consigne}$ à appliquer au contrôleur moteur. La description détaillée du module 56 sera faite ci-après à l'aide des figures 4 et 5.

[0025] Le procédé, objet de la présente invention, peut être résumé de la façon suivante:

- les températures des gaz d'échappement et des parois dans la ligne d'échappement sont estimées (module 50) ou mesurées;
- le composant de la ligne d'échappement ayant atteint sa limite maximale de température est détecté (module 52);
- une température de consigne des gaz d'échappement au niveau de la sortie du moteur (sortie culasse) est déterminée (module 54); et
- dans la limite de la richesse maximale acceptable sur le moteur, une richesse est déterminée afin de respecter la consigne de température des gaz d'échappement en sortie du moteur précédemment définie (module 56). La richesse maximale admissible par le moteur correspond à la limite en dessous de laquelle la qualité de la combustion est acceptable (stabilité de la combustion).

[0026] La consigne de température des gaz d'échappement en sortie du moteur, $T3_{consigne}$ représente ainsi la température des gaz d'échappement à respecter en sortie du moteur pour ne pas dépasser la limite maximale de température critique $Tech[x]_{max}$ de l'élément x identifié. L'écart entre les deux températures, $T3_{consigne}$ et $Tech[x]_{max}$ peut être défini par une fonction de transfert qui prend en compte les échanges thermiques dans la ligne d'échappement entre la sortie moteur et l'élément x . Cependant une telle fonction de transfert est complexe à modéliser. La figure 3 représente en détails un mode de mise en oeuvre avantageux du procédé concernant l'élaboration de la consigne de température des gaz d'échappement en sortie du moteur, $T3_{consigne}$ (module 54), permettant d'éviter la modélisation d'une telle fonction de transfert. On distingue ici deux étapes: d'une part, le prépositionnement de la température de consigne (illustré par le rectangle 58) qui fournit, pour l'élément x , une température de base $T3(x)_{base}$ (la température $T3$ est la température des gaz d'échappement à la sortie du moteur, plus précisément à la sortie du collecteur d'échappement) et, d'autre part, une régulation de la température (rectangle 60) qui fournit un terme de correction de la température $T3(x)_{base}$.

[0027] Le prépositionnement permet d'initier la régulation à partir d'une température de base $T3(x)_{base}$ proche de la consigne de température des gaz d'échappement en sortie du moteur recherchée, ce qui permet une régulation plus rapide. Pour le prépositionnement, on peut utiliser des cartographies 62, une cartographie par élément x (on ne surveille qu'un seul élément à la fois, l'élément x). L'indice x de l'élément à surveiller est introduit par l'entrée 64 d'un sélecteur 66 qui sélectionne la cartographie de l'élément x . Les cartographies représentent avantageusement la charge en air du moteur 76 en ordonnée en fonction du régime moteur 74 en abscisse, avec comme paramètre la température $T3$. La cartographie concernant l'élément x donne la température $T3(x)_{base}$ en boucle ouverte que l'on affine à l'aide du régulateur 60.

[0028] Le régulateur 60 est de préférence du type proportionnel et intégrale, bien qu'un autre type pourrait être utilisé (par exemple du type proportionnel, intégral et dérivée ou proportionnel et dérivée ou encore d'un type plus complexe). Il fournit un terme correctif à la température $T3(x)_{base}$. Le régulateur se compose d'une commande proportionnelle 68 et d'une commande intégrale 70. Ces deux commandes reçoivent une information 72 qui représente l'erreur de température du composant x à protéger, cette erreur étant égale à $(Tech(x)_{max} - Tech(x)_{estim})$. Les deux commandes 68 et 70

reçoivent aussi le régime moteur 74 et la charge en air 76. La commande proportionnelle 68 délivre un terme correctif 78 qui est proportionnel à l'erreur 72 et la commande intégrale 70 fournit un terme correctif 80 qui représente l'intégration de l'erreur en fonction du temps de façon à faire converger le signal d'erreur. Les termes correctifs 78 et 80 sont additionnés dans un additionneur 82 qui fournit le terme correctif 84. Ce dernier est additionné avec la température $T3(x)_{base}$ fourni par le prépositionnement 58, dans un additionneur 86. La température régulée $(T3(x)_{base} + \text{le terme correctif})$ est fournie à une entrée 88 d'un sélecteur 90. Ce dernier permet de choisir, soit la température régulée, soit une valeur de température par défaut $T_{défaut}$ (fourni par un module 92 de valeurs de températures sans protection) lorsque la protection n'est pas active. Le choix entre ces deux entrées est effectué à l'aide d'un signal "activation protection composant" appliqué sur l'entrée 94 du module 90. Ce dernier délivre la température des gaz d'échappement de consigne $T3_{consigne}$.

[0029] En résumé, le calcul de la consigne de température échappement $T3_{consigne}$ permettant de réaliser la protection des composants de la ligne échappement peut être composé par :

- un prépositionnement (ou boucle ouverte) cartographié en fonction du point de fonctionnement moteur et de l'élément à protéger (rectangle 58);
- un régulateur de type proportionnel-intégral dont les gains dépendent du point de fonctionnement et de l'élément à protéger (rectangle 60); et
- un arbitrage (rectangle 90) permettant de choisir entre :

* une valeur par défaut (valeur élevée) lorsque la protection n'est pas active, et

* la somme du pré positionnement et du terme correctif issue du régulateur.

[0030] Selon une variante de réalisation de l'invention, le mode de mise en oeuvre représenté schématiquement sur la figure 3 (prépositionnement et régulateur) peut être remplacé par une inversion des modèles de la ligne d'échappement. Cette variante permet de réduire le temps de calibration ainsi que le nombre de calibrations. Cependant, elle présente les inconvénients d'être complexe à mettre en oeuvre et de ne pas offrir de degré de liberté dans la calibration pour la maîtrise du comportement du système. Le mode de mise en oeuvre illustré par la figure 3 est alors préféré.

[0031] Les figures 4 et 5 représentent schématiquement un mode de mise en oeuvre de l'élaboration d'une consigne de richesse (module 56 de la figure 2), la figure 4 représentant schématiquement un modèle direct de température des gaz d'échappement et la dépendance en richesse et la figure 5 illustrant un modèle inverse pour la détermination de la richesse permettant la protection des composants.

[0032] Sur la figure 4, la température $T3_{estim\phi=1}$ des gaz d'échappement, estimée pour une richesse de combustion de consigne ϕ égale à 1 et pour un point de fonctionnement considéré, est délivrée par le module 100 en fonction des différents paramètres du moteur (point de fonctionnement, température d'eau, dégradation d'avance à l'allumage, position des arbres à cames, etc...). Des cartographies 102, obtenues au banc d'essais et représentant en ordonnée le débit Q_{ech} des gaz d'échappement et en abscisse la richesse ϕ , permettent d'obtenir une fonction de correction $f(\)$ de la température échappement en fonction du débit Q_{ech} des gaz d'échappement et de la richesse ϕ . La fonction de correction $f(\)$ est délivrée à un multiplicateur 104. Ce dernier délivre à sa sortie la température $T3_{estim}$ qui est la température estimée des gaz d'échappement en sortie moteur (sortie du collecteur échappement) pour une richesse ϕ , ce qui s'exprime par:

$$T3_{estim} = T3_{estim\phi=1} \times f(Q_{ech}, \phi)$$

La fonction $f(\)$ étant bijective sur l'intervalle de richesse $[1, \phi_{max}]$, ϕ_{max} étant la limite maximale de richesse en dessous de laquelle la qualité de la combustion est acceptable (stabilité de la combustion), il est possible de déterminer la richesse permettant de respecter une température des gaz d'échappement pour un point de fonctionnement donné. En effet:

$$T3_{estim} = T3_{estim\phi=1} \times f(Q_{ech}, \phi) \Rightarrow \phi = f^{-1}\left(Q_{ech}, \frac{T3_{Consigne}}{T3_{estim\phi=1}}\right)$$

Avec:

$T3_{\text{consigne}}$: la température de consigne des gaz d'échappement en sortie moteur, et
 $f^1()$: la fonction inverse de $f()$ par rapport à la richesse. Cette fonction $f^1()$ est fournie par une cartographie issue de l'inversion de la cartographie de $f()$.

[0033] Ce modèle inverse est illustré sur la figure 5. Un diviseur 106 (c'est en effet un diviseur puisque le multiplicateur 104 de la figure 4 est inversé) reçoit sur l'une de ses entrées la température $T3_{\text{consigne}}$ (donnée par le module 54 de la figure 2) et sur une autre entrée la température estimée $T3_{\text{estim}\phi=1}$ estimée en sortie du moteur pour la richesse $\phi=1$. Le module 50 de la figure 2 (estimation des températures dans la ligne échappement) fournit directement cette température $T3_{\text{estim}\phi=1}$.

[0034] En comparaison avec les solutions existantes, la présente invention permet une réduction des émissions de CO_2 puisqu'on définit un enrichissement juste nécessaire. De plus, elle permet une bonne performance de limitation de la température des composants de la ligne échappement se traduisant, soit par une possibilité de réduction du coût des composants en permettant un fonctionnement à des températures plus proches des limites des matériaux (dimensionnement au plus juste), soit par une réduction des émissions de CO_2 en n'anticipant pas l'activation de la fonction. L'invention permet aussi un gain en coût de calibration: en effet, les modèles directs étant déjà calibrés, aucun essai supplémentaire n'est nécessaire puisqu'il suffit d'inverser numériquement les cartographies des modèles directs.

Revendications

1. Procédé de protection thermique des composants de la ligne d'échappement d'un moteur thermique selon lequel les températures des gaz d'échappement et des parois de la ligne d'échappement sont déterminées et selon lequel le composant de la ligne d'échappement ayant atteint sa limite maximale de température est détecté, et dans lequel on :

- détermine (54) une température de consigne $T3_{\text{consigne}}$ des gaz d'échappement en sortie dudit moteur pour ne pas dépasser sa limite maximale de température, et
- élabore (56) une consigne de richesse ϕ_{consigne} permettant d'assurer ladite température de consigne $T3_{\text{consigne}}$ des gaz d'échappement,

ledit procédé étant **caractérisé en ce que**, afin d'élaborer ladite consigne de richesse ϕ_{consigne} , on détermine une température des gaz d'échappement en sortie moteur $T3_{\text{estim}}$ pour une richesse ϕ , ladite température $T3_{\text{estim}}$ étant déterminée à partir d'une température $T3_{\text{estim}\phi=1}$ en fonction des différents paramètres moteur (100) et pour une richesse $\phi=1$, ladite température $T3_{\text{estim}\phi=1}$ étant corrigée à l'aide d'une fonction de correction $f(Q_{\text{ech}}, \phi)$ déterminée par cartographie débit Q_{ech} des gaz d'échappement - richesse de consigne ϕ , $T3_{\text{estim}}$ étant déterminée à partir de la relation :

$$T3_{\text{estim}} = T3_{\text{estim}\phi=1} \times f(Q_{\text{ech}}, \phi)$$

et ladite richesse de consigne de protection du composant est déterminée à partir de la relation :

$$\phi_{\text{consigne}} = f^{-1}\left(Q_{\text{ech}}, \frac{T3_{\text{Consigne}}}{T3_{\text{estim}\phi=1}}\right)$$

$f^1()$ étant la fonction inverse de $f()$ par rapport à la richesse.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite consigne de richesse ϕ_{consigne} est déterminée dans la limite de la richesse maximale acceptable par le moteur.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite température de consigne $T3_{\text{consigne}}$ des gaz d'échappement en sortie moteur est déterminée par prépositionnement (58) de la température

de consigne qui fournit une température de base $T3(x)_{base}$ et par une régulation (60) qui fournit un terme de correction de la température de base.

4. Procédé selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** ledit prépositionnement (58) délivre une température de consigne de base $T3(x)_{base}$ déterminée à l'aide de cartographies (62) en fonction du point de fonctionnement moteur et du composant x à protéger.
5. Procédé selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** lesdites cartographies sont des cartographies charge-régime moteur avec pour paramètre la température en sortie moteur $T3$.
6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5 **caractérisé en ce que** ladite régulation (60) est du type proportionnelle (68) et intégrale (70) qui délivre un terme correctif (84).
7. Procédé selon l'une des revendications 3 à 6 **caractérisé en ce que** ledit terme correctif (84) est additionné (86) à la valeur de prépositionnement $T3(x)_{base}$ pour fournir ladite température $T3_{consigne}$.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 **caractérisé en ce que** ladite température de consigne $T3_{consigne}$ des gaz d'échappement en sortie moteur est déterminée par inversion des modèles de la ligne d'échappement.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdits paramètres moteur sont constitués d'au moins l'un des paramètres suivants: point de fonctionnement, température d'eau, dégradation de l'avance à l'allumage et positionnement du calage des arbres à cames.

Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Schutz von Bauteilen der Abgasleitung einer Brennkraftmaschine, gemäß dem die Temperaturen der Abgase und der Wände der Abgasleitung bestimmt werden, und gemäß dem das Bauteil der Abgasleitung, das sein maximales Temperaturlimit erreicht hat, erfasst wird, und wobei man:

- eine Sollwerttemperatur $T3_{consigne}$ der Abgase am Ausgang der Maschine bestimmt (54), um ihr maximales Temperaturlimit nicht zu überschreiten, und
- man einen Reichhaltigkeitssollwert $\phi_{consigne}$ ermittelt, der es erlaubt, die Sollwerttemperatur $T3_{consigne}$ der Abgase sicherzustellen,

Verfahren **dadurch gekennzeichnet, dass** man zum Ermitteln des Reichhaltigkeitssollwerts $\phi_{consigne}$ eine Temperatur $T3_{estim}$ der Abgase am Maschinenausgang für eine Reichhaltigkeit ϕ schätzt, wobei die Temperatur $T3_{estim}$ ausgehend von einer Temperatur $T3_{estim\phi=1}$ in Abhängigkeit von den verschiedenen Maschinenparametern (100) und für eine Reichhaltigkeit $\phi=100$ bestimmt wird, wobei die Temperatur $T3_{estim\phi=1}$ mit Hilfe einer Korrekturfunktion $f(Q_{ech}, \phi)$ korrigiert wird, die durch Durchflusskartografie Q_{ech} der Abgase - Reichhaltigkeitssollwert ϕ bestimmt wird, wobei $T3_{estim}$ ausgehend von der folgenden Gleichung bestimmt wird:

$$T3_{estim} = T3_{estim\phi=1} \times f(Q_{ech}, \phi)$$

und die Sollwertreichhaltigkeit zum Schutz des Bauteils ausgehend von der folgenden Gleichung bestimmt wird:

$$\phi_{consigne} = f^{-1} \left(Q_{ech}, \frac{T3_{consigne}}{T3_{estim\phi=1}} \right)$$

wobei $f^{-1}()$ die Umkehrfunktion von $f()$ in Bezug zu der Reichhaltigkeit ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reichhaltigkeitssollwert $\phi_{consigne}$ innerhalb des

Limits der maximalen, von der Maschine akzeptablen Reichhaltigkeit bestimmt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollwerttemperatur $T3_{\text{consigne}}$ der Abgase am Maschinenausgang durch Vorpositionieren (58) der Sollwerttemperatur bestimmt wird, die eine Basistemperatur $T3(x)_{\text{base}}$ liefert, und durch Regulierung (60), die ein Korrekturglied der Basistemperatur liefert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorpositionierung (58) eine Basissollwerttemperatur $T3(x)_{\text{base}}$ liefert, die mit Hilfe von Kartografien (62) in Abhängigkeit von dem Maschinenbetriebspunkt und dem zu schützenden Bauteil x bestimmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kartografie Maschinen-Last-Drehzahl-Kartografien sind, die als Parameter die Temperatur am Maschinenausgang T3 haben.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regulierung (60) des proportionalen Typs (68) und integralen Typs (70) ist, die ein Korrekturglied (84) liefert.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Korrekturglied (84) mit dem Vorpositionierungswert $T3(x)_{\text{base}}$ addiert wird, um die Temperatur $T3_{\text{consigne}}$ zu liefern.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollwerttemperatur $T3_{\text{consigne}}$ der Abgase am Maschinenausgang durch Umkehren der Modelle der Abgasleitung ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschinenparameter aus mindestens einem der folgenden Parameter bestehen: Betriebspunkt, Wassertemperatur, Verschlechterung des Zündvorteilwinkels und Positionierung der Einstellung der Nockenwellen.

Claims

1. A method for thermal protection of the components of the exhaust line of an internal combustion engine, according to which the temperatures of the exhaust gases and of the walls of the exhaust line are determined and according to which the component of the exhaust line having reached its maximum temperature limit is detected, and in which:
 - a setpoint temperature $T3_{\text{consigne}}$ of the exhaust gases is determined (54) at the outlet of said engine so as not to exceed its maximum temperature limit, and
 - a setpoint richness ϕ_{consigne} is developed (56), permitting said setpoint temperature $T3_{\text{consigne}}$ of the exhaust gases to be ensured,
- said method being **characterized in that**, so as to develop said setpoint richness ϕ_{consigne} , a temperature of the exhaust gases at the outlet of the engine $T3_{\text{estim}}$ is determined for a richness ϕ , said temperature $T3_{\text{estim}}$ being determined from a temperature $T3_{\text{estim}\phi=1}$ as a function of the different engine parameters (100) and for a richness $\phi=1$, said temperature $T3_{\text{estim}\phi=1}$ being corrected by means of a correction function $f(Q_{\text{ech}}, \phi)$ determined by flow mapping Q_{ech} of the exhaust gases - setpoint richness ϕ , $T3_{\text{estim}}$ being determined from the relationship:

$$T3_{\text{estim}} = T3_{\text{estim}\phi=1} \times f(Q_{\text{ech}}, \phi)$$

and said setpoint richness for protection of the component is determined from the relationship:

$$\phi_{\text{consigne}} = f^{-1} \left(Q_{ech}, \frac{T3_{\text{Consigne}}}{T3_{\text{estim } \phi=1}} \right)$$

$f^{-1}()$ being the inverse function of $f()$ with respect to the richness.

2. The method according to Claim 1, **characterized in that** said setpoint richness ϕ_{consigne} is determined in the maximum richness limit acceptable by the engine.
3. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** said setpoint temperature $T3_{\text{consigne}}$ of the exhaust gases at the outlet of the engine is determined by prepositioning (58) of the setpoint temperature which provides a base temperature $T3(x)_{\text{base}}$ and by a regulation (60) which provides a correction term of the base temperature.
4. The method according to Claim 3, **characterized in that** said prepositioning (58) delivers a setpoint base temperature $T3(x)_{\text{base}}$ determined by means of mappings (62) as a function of the engine operating point and of the component x which is to be protected.
5. The method according to Claim 4, **characterized in that** said mappings are load-engine speed mappings with the engine outlet temperature $T3$ as parameter.
6. The method according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** said regulation (60) is of the proportional (68) and integral (70) type which delivers a corrective term (84).
7. The method according to one of Claims 3 to 6, **characterized in that** said corrective term (84) is added (86) to the prepositioning value $T3(x)_{\text{base}}$ to provide said temperature $T3_{\text{consigne}}$.
8. The method according to one of Claims 1 and 2, **characterized in that** said setpoint temperature $T3_{\text{consigne}}$ of the exhaust gases at the engine outlet is determined by inversion of the models of the exhaust line.
9. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** said engine parameters are constituted by at least one of the following parameters: operating point, water temperature, degradation of the ignition advance and positioning of the wedging of the camshafts.

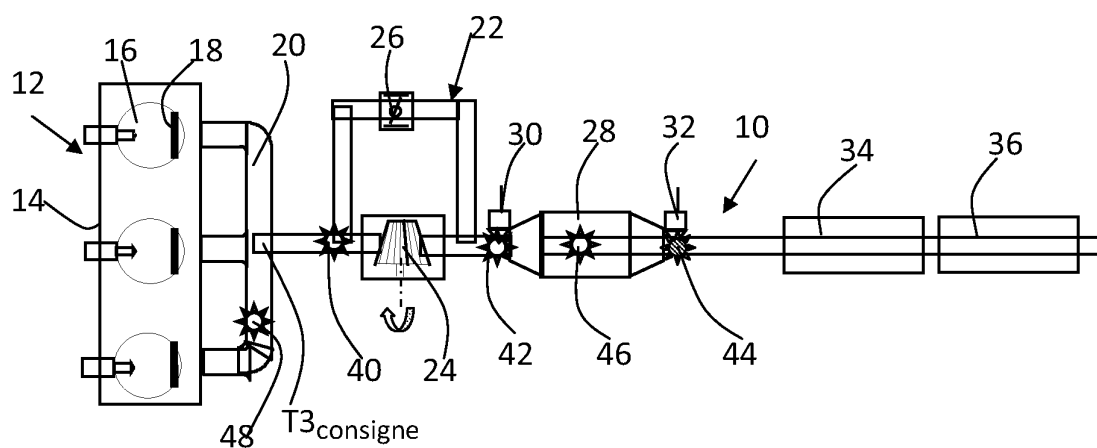


Figure 1

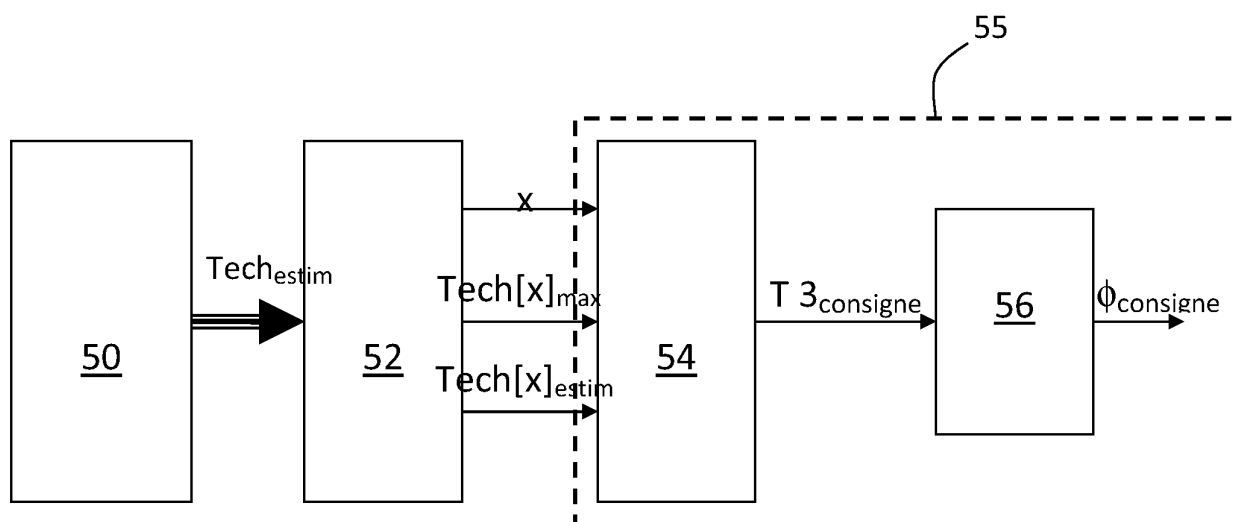


Figure 2

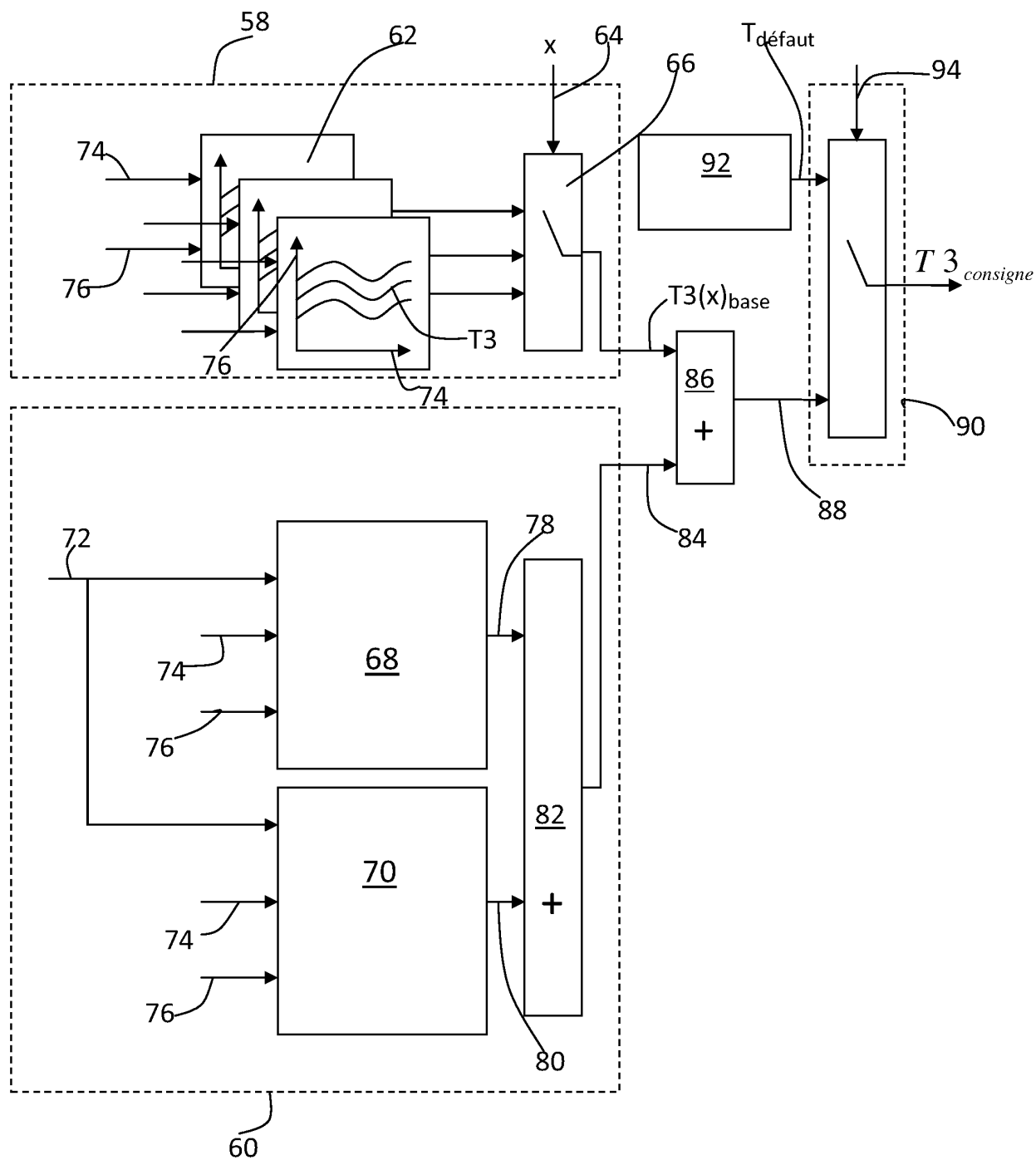


Figure 3

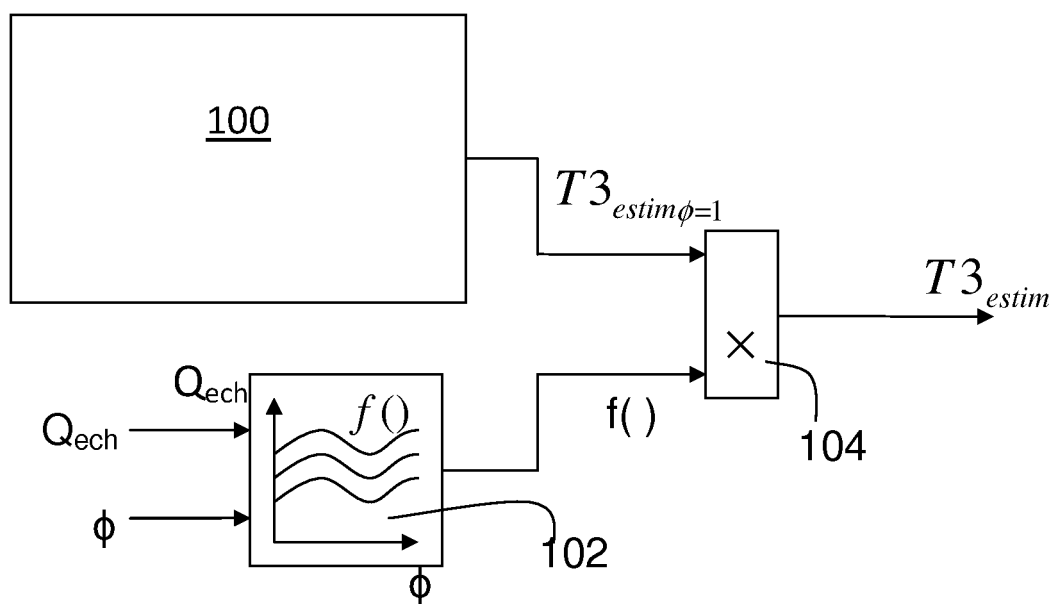


Figure 4

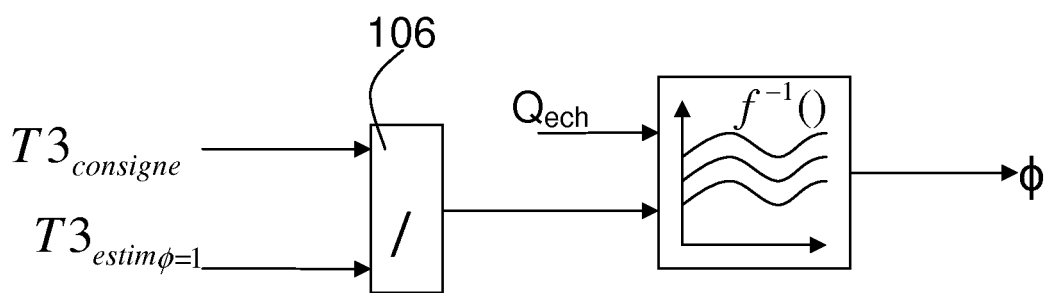


Figure 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- JP 4060106 A [0003]
- JP 5312074 A [0004]
- US 6691507 B1 [0005]
- FR 2141049 A5 [0006]
- EP 1329627 A [0007]