



Doctoral Thesis

Control of particulate matter and nitrogen oxide emissions in diesel engines

Author(s):

Tschanz, Frédéric

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007594398> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 20785

**CONTROL OF PARTICULATE MATTER
AND NITROGEN OXIDE EMISSIONS IN
DIESEL ENGINES**

A dissertation submitted to the
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
FRÉDÉRIC TSCHANZ

MSc ETH ME
born October 8, 1979
citizen of Sigriswil, Berne

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Lino Guzzella, examiner
Prof. Dr. Konstantinos Boulouchos, co-examiner
Dr. Alois Amstutz, co-examiner

2012

Abstract

The pollutant emissions of particulate matter and nitrogen oxides are an issue of automotive diesel engines, which have to be addressed by internal and external measures. The focus in this work is on internal measures, namely on the integration of the engine-out pollutant emissions into a feedback control loop. The integration of feedback control for the emissions is an upcoming approach towards an innovative operation of automotive diesel engine systems. In particular, feedback control of the emissions can provide relaxation on the issues of the demanding process of calibration, the drift implicated deviation of the engine-out emissions, and the optimized matching of engine and aftertreatment operation.

This work presents a comprehensive control structure for the engine-out emissions of NO_x and particulate matter. The feedback signals are based on estimates provided by a model-based observer. The control structure is extended by a cascaded controller for the center of combustion and the indicated mean effective pressure.

The advantages of this control structure, compared to conventional engine control, are demonstrated with various experiments. In particular, the control structure significantly reduces drift-based influences on the emissions and provides the possibility to implement varying emission strategies with just a minimal calibration effort. Furthermore, it allows the automatic calibration of the EGR and of the swirl valve, and it eliminates deviations of the characteristics of combustion.

Zusammenfassung

Die Einhaltung strenger Emissionsvorschriften auf die Partikel- und Stickoxidemissionen von Dieselmotoren in Fahrzeugapplikationen sind ein Thema, das durch inner- und aussermotorische Ansätze angegangen werden muss. Die vorliegende Arbeit stellt hierzu einen innermotorischen Ansatz dar, indem sie die Schadstoffemissionen vor Abgasnachbehandlung in einen Regelkreis einbindet. Die Regelung der Schadstoffemissionen ist ein vielversprechender Ansatz im Hinblick auf zukünftige, innovative Regelungskonzepte für das Gesamtsystem Dieselmotor. Namentlich ermöglicht die Einbindung der Schadstoffemissionen in einen Regelkreis Vereinfachungen im anspruchsvollen und teuren Prozess der Kalibrierung, in der Problematik der driftbedingten Abweichung der Emissionen von den driftfreien Werten, und bei einer verbesserten Abstimmung der Systeme des Motors und der Abgasnachbehandlung aufeinander.

Mit dieser Arbeit wird eine umfassende Regelungsstruktur für die Partikel- und Stickoxidemissionen vor Abgasnachbehandlung präsentiert. Die Regelgrößen der Emissionen sind Schätzungen, die aus einem modellbasierten Beobachter gewonnen werden. Zusätzlich ist die Regelungsstruktur mit einem kaskadierten Regelkreis für den Verbrennungsschwerpunkt und für den indizierten Mitteldruck erweitert.

In experimentellen Untersuchungen zeigt die neue Regelung ihre gegenüber einer konventionellen Regelung vorteilhaften Eigenschaften. Durch die Regelungsstruktur werden insbesondere driftbedingte Abweichungen der Emissionen signifikant vermindert und verschiedene Emissionsstrategien lassen sich mit geringem Aufwand umsetzen. Des Weiteren werden die Abgasrückführrate und die Einlasskanalabschaltung durch die Regelung automatisch kalibriert, und Abweichungen der geregelten Verbrennungseigenschaften werden eliminiert.

Résumé

Les émissions de particules et d'oxydes d'azote des moteurs diesel sont un problème qui doit être traité par des mesures tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du moteur. Cette thèse propose une approche de mesures à l'intérieur du moteur, plus précisément l'intégration des émissions polluantes en amont du traitement des gaz d'échappement dans un circuit de régulation. La régulation de ces émissions constitue une approche prometteuse dans l'optique de stratégies innovantes pour la régulation de l'ensemble du système du moteur diesel. En particulier, l'intégration d'une régulation des émissions polluantes permet des simplifications du délicat et coûteux processus de calibration et de la problématique des déviations d'émissions imputables à des dérives du système. De plus, la syntonisation des systèmes du moteur et du traitement des gaz d'échappement peut être améliorée.

Cette thèse présente un système de régulation des particules et des oxydes d'azote. Les variables réglées sont estimées par un observateur d'état basé sur un modèle des émissions polluantes. En outre, le système de régulation est élargi par une régulation du centre de combustion et de la pression moyenne indicative.

Les avantages du système de régulation présenté sont démontrés par des expériences et en comparaison avec le système de régulation conventionnel. Ils se présentent sous forme d'une diminution significative des déviations d'émissions imputables à la dérive du système. La régulation proposée permet en outre d'implémenter facilement des stratégies d'émissions différentes. En plus, la calibration de la recirculation des gaz d'échappement et du positionnement du papillon de turbulence s'effectue automatiquement et les déviations des propriétés de la combustion réglées sont éliminées.