

Intelligente Pilotregelung zur Kompensation schwankender Brenngasqualitäten bei Dual-Fuel-Motoren

Vorteile

- Robuste Verbrennung trotz Gasqualitätsschwankungen
- Höherer Wirkungsgrad ohne Hardware-Anpassung
- Softwarebasierte, adaptive Pilotregelung

Fachbereich:

Maschinenbau
Verbrennungsmotorentechnik
Regelungstechnik /
Thermodynamik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 4 – validiert im Labormaßstab

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
[DE102022121793A1](#)
[08/2022]

Angebot:

Verkauf
Lizenzierung
Entwicklungskooperation

Literatur:

Ein innovatives Regelungskonzept erlaubt den robusten Betrieb von Dual-Fuel-Motoren mit stark variierenden Gasqualitäten – ohne hardware- oder softwareseitige Umrüstungen. Durch adaptive Steuerung der Pilotkraftstoffeinspritzung lassen sich Wirkungsgrad und Emissionen optimieren.

Einleitung

Mit der zunehmenden Nutzung von verflüssigtem Erdgas (LNG) und synthetischen Gasen (z. B. Biogas oder Wasserstoff) gewinnen Dual-Fuel-Motoren in der Schifffahrt und in stationären Anwendungen an Bedeutung. Diese Technologie erlaubt die Nutzung gasförmiger Brennstoffe bei gleichzeitiger Reduktion von Emissionen im Vergleich zu klassischen Dieselmotoren. Jedoch unterliegt das eingesetzte Brenngas erheblichen Qualitätsschwankungen – abhängig von Förderort, Lagerung und Alterung oder Einspeisung regenerativer Gase. Diese Schwankungen beeinträchtigen den Verbrennungsprozess und führen zu Leistungseinbußen, erhöhtem Verschleiß und suboptimalem Wirkungsgrad. Bisherige technische Lösungen erfordern komplexe Umrüstungen oder greifen nur unzureichend auf Prozessgrößen zurück, um auf Brenngasschwankungen zu reagieren.

Innovation

Die vorgestellte Innovation adressiert ein zentrales Problem beim Betrieb von Dual-Fuel-Motoren: die signifikanten Qualitätsschwankungen des eingesetzten Brenngases. Diese können aus unterschiedlichen Quellen stammen – etwa aus variierender chemischer Zusammensetzung bei LNG aus verschiedenen Förderorten, Alterungsvorgängen in LNG-Tanks oder durch die Einspeisung regenerativer Gase wie Biogas oder Wasserstoff in das Erdgasnetz. Derartige Schwankungen wirken sich direkt auf den Verbrennungsverlauf im Zylinder aus und beeinträchtigen Wirkungsgrad, Emissionsverhalten und Betriebssicherheit der Motoren.

Das innovative Regelungskonzept basiert auf der kontinuierlichen Analyse des Zylinderdruckverlaufs während des Motorbetriebs. Hieraus wird über ein eingebettetes thermodynamisches Modell eine Vielzahl von Kenngrößen berechnet – darunter Klopfindex, Mitteldruck, Spitzendruck, Brennbeginn, Schwerpunktlage der Verbrennung und weitere Größen zur Beschreibung der Verbrennungscharakteristik. Diese werden zu einer dimensionslosen Kennzahl, dem sogenannten Motorbetriebsindex (MBI), zusammengeführt.

Der MBI dient als zentrale Regelgröße in einem adaptiven Regelsystem. Er wird fortlaufend mit einem definierten Sollwert verglichen. Bei Abweichungen erfolgt automatisch eine Justierung zentraler Parameter der Pilotkraftstoffeinspritzung – darunter Einspritzzeitpunkt, -druck und -menge. Diese Rückkopplungsschleife erlaubt eine dynamische Anpassung an wechselnde Gasqualitäten, ohne dass dafür aufwändige Kalibrierungen, zusätzliche Sensorik oder externe Gasanalysen notwendig wären.

Ein technischer Vorteil liegt darin, dass sowohl der Pilot- als auch der Primäinjektor über das bestehende Motorsteuergerät angesteuert werden können. Die gesamte Regelung wird als Softwarebaustein realisiert, der auf vorhandener Motorhardware implementierbar ist. Auf diese Weise kann der Dual-Fuel-Motor einen breiten Brenngasbereich abdecken – von hochkalorischen LNG-Mischungen bis hin zu Biogasanteilen mit geringem Methangehalt – bei gleichbleibender Performance.

Bemerkenswert ist außerdem der Einsatz zweier getrennt geregelter Kreise: Während der MBI die Parameter Druck und Menge der Pileinspritzung beeinflusst, wird die Schwerpunktlage der Verbrennung zur Steuerung des Einspritzzeitpunkts verwendet. Beide Regelkreise arbeiten synchronisiert, was eine besonders präzise Abstimmung auf das aktuelle Verbrennungsverhalten ermöglicht. Die Technologie bietet daher nicht nur Robustheit gegenüber Brenngasschwankungen, sondern auch ein hohes Maß an Optimierungspotenzial hinsichtlich Effizienz und Emissionen.

Universität Rostock
Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock

Vorteile

- Robuste Verbrennung trotz Gasqualitätsschwankungen
- Höherer Wirkungsgrad ohne Hardware-Anpassung
- Softwarebasierte, adaptive Pilotregelung

Fachbereich:

Maschinenbau
Verbrennungsmotorentechnik
Regelungstechnik /
Thermodynamik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 4 – validiert im Labormaßstab

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
[DE102022121793A1](#)
[08/2022]

Angebot:

Verkauf
Lizenzierung
Entwicklungskooperation

Literatur:

Durch die vollständig interne Auswertung motorinterner Prozessdaten ist das System skalierbar, portierbar und für Serienanwendungen geeignet – eine ideale Grundlage für eine industrielle Umsetzung bei Motorenherstellern im Marine-, Energie- oder Industriebereich.

Vorteile und Anwendungspotenziale

Das vorgestellte Regelungskonzept bietet eine praxistaugliche Lösung für den sicheren und effizienten Betrieb von Dual-Fuel-Motoren mit stark schwankenden Brenngasqualitäten – ganz ohne zusätzliche Sensorik oder hardwareseitige Modifikationen.

Wesentliche Vorteile im Überblick:

- **Stabiler Betrieb bei wechselnder Gasqualität** durch automatische Echtzeitregelung
- **Höherer Wirkungsgrad und reduzierte Emissionen** ohne Abgasnachbehandlung
- **Keine Umrüstungen nötig:** softwarebasiert integrierbar in bestehende Systeme
- **Kosteneinsparung** durch flexiblen Brennstoffeinsatz und reduzierte Wartung
- **Zukunftssicher** durch Kompatibilität mit regenerativen Gasen wie Biogas oder Wasserstoff

Anwendungsbereiche:

- **Maritime Antriebe** (z. B. Frachtschiffe, Offshore-Versorger)
- **Stationäre Motoren** in der Energieerzeugung (z. B. BHKWs)
- **Industrielle Anlagen** mit variablen oder rückgewonnenen Gasen
- **Remote- und Off-Grid-Anwendungen** mit unkonventionellen Gasquellen

Relevanz und Marktpotential

Angesichts steigender Anforderungen an Emissionsgrenzwerte und dem globalen Trend zur Nutzung emissionsärmerer Kraftstoffe bietet die Erfindung eine zukunftsweisende Lösung. Die Technologie adressiert ein konkretes technisches Problem in einem wachsenden Marktsegment. Besonders im Bereich mariner Antriebe, stationärer Kraftwerksmotoren und Industrieanlagen ist die Fähigkeit zur flexiblen Brenngasnutzung ein zentraler Wettbewerbsvorteil. Die Innovation verspricht hohes Verwertungspotenzial sowohl für Lizenznehmer als auch für Motorenhersteller.

Aktueller Stand

Für die vorliegende Erfindung wurde eine deutsche Patentanmeldung eingereicht (**DE 102022121793 A1**), die sich derzeit im Prüfungsverfahren befindet. Die Anmeldung schützt ein Verfahren und ein System zur adaptiven Regelung von Dual-Fuel-Motoren mittels eines Motorbetriebsindex, der aus zylinderdruckbasierten Größen abgeleitet wird. Über eine softwarebasierte Rückkopplungsschleife werden zentrale Parameter der Pilotkraftstoffeinspritzung dynamisch angepasst, um Schwankungen der Brenngasqualität auszugleichen und eine optimale Verbrennung sicherzustellen.

Die Universität Rostock bietet interessierten Partnern die Möglichkeit, durch Lizenzierung, Kooperationen oder Entwicklungsprojekte die Technologie zur Marktreife zu bringen und gemeinsam neue Standards in der emissionsarmen Antriebstechnik zu setzen.

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock



Kontakt:

Service GmbH der Universität Rostock
patente-vvb@uni-rostock.de
Tel.: +49 (0)381 498-9803