

CONTRÔLE MOTEUR & CALIBRATION : De la Modélisation aux Stratégies Avancées pour la Décarbonation Industrielle

Lien : https://afrique-formation.com/formation/controle-moteur-calibration-de-la-modelisation-aux-strategies-avancees-pour-la-decarbonation-industrielle

DURÉE
8 jours (56h)

RÉFÉRENCE
PGM389

CATÉGORIE
Motorisations et Mobilité Décarbonée

Afrique Formation

OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Comprendre l'architecture fonctionnelle complète d'un système de gestion moteur
- Maîtriser les principes de modélisation physique du moteur thermique
- Identifier et caractériser les capteurs et actionneurs du système de contrôle moteur
- Concevoir des lois de commande en boucle ouverte et boucle fermée
- Implémenter des régulateurs PID optimisés pour les applications moteur
- Appliquer les méthodes de contrôle basé sur modèle selon Rolf Isermann
- Développer des algorithmes de contrôle prédictif (MPC) pour la combustion
- Maîtriser les stratégies de combustion avancée (HCCI, PCCI, RCCI)
- Gérer le compromis NOx/particules/consommation par calibration multi-zones
- Concevoir les stratégies de contrôle des systèmes de post-traitement (DOC, SCR, FAP)
- Développer des capteurs virtuels et observateurs d'état pour l'estimation en ligne
- Implémenter les fonctions de diagnostic OBD conformes aux normes
- Appliquer les méthodes DoE pour l'optimisation des calibrations
- Réaliser une optimisation multi-objectifs des paramètres moteur
- Utiliser les outils professionnels de calibration (INCA, CANape)
- Maîtriser la chaîne de développement AUTOSAR et la génération de code
- Valider les lois de commande par simulation HiL/SiL
- Adapter les stratégies de contrôle aux carburants alternatifs
- Calibrer des moteurs dual-fuel pour applications industrielles
- Adapter les calibrations aux conditions d'exploitation sévères
- Valider la conformité aux normes d'émissions (Stage V, Tier 4 Final)
- Diagnostiquer les défauts des systèmes de contrôle moteur
- Gérer les modes dégradés et la sécurité fonctionnelle du contrôle moteur
- Intégrer les enjeux CCUS dans les stratégies de motorisation durable

Afrique Formation

POUR QUI ?

- Ingénieurs motoristes spécialisés en développement de fonctions ECU
- Calibrateurs et metteurs au point moteurs thermiques
- Ingénieurs contrôle-commande du secteur automobile et industriel
- Développeurs de logiciels embarqués pour calculateurs moteur
- Techniciens supérieurs en mise au point et essais moteurs
- Ingénieurs application chez les constructeurs de moteurs industriels
- Responsables techniques de flottes de véhicules lourds et engins miniers
- Ingénieurs validation et homologation émissions
- Spécialistes diagnostic et OBD dans le secteur motoriste
- Ingénieurs R&D en combustion et dépollution
- Chefs de projet transition énergétique des motorisations
- Ingénieurs intégration systèmes pour applications Oil & Gas
- Techniciens banc d'essais moteurs et calibration
- Ingénieurs fiabilité et durabilité des groupes motopropulseurs
- Responsables méthodes de développement et processus de calibration
- Intégrateurs de solutions de motorisation pour le secteur minier
- Ingénieurs support technique chez les fournisseurs de systèmes d'injection
- Spécialistes en adaptation aux carburants alternatifs

Afrique Formation

AFRIQUE FORMATION
La Référence en Afrique pour la Formation



Programme détaillé

1 / Fondamentaux du contrôle moteur thermique

- Architecture fonctionnelle du système de gestion moteur (ECU, capteurs, actionneurs)
- Principes de la boucle de contrôle moteur : régulation couple, régime et émissions
- Spécificités des moteurs industriels pour applications pétrolières et minières

2 / Modélisation physique du moteur pour le contrôle

- Modèles de remplissage et dynamique d'admission (collecteur, turbo, EGR)
- Modélisation de l'injection et de la formation du mélange
- Modèles de combustion et de transfert thermique selon John Heywood

3 / Capteurs et instrumentation moteur

- Technologies de capteurs moteur (pression, température, débit, position, lambda)
- Traitement du signal et conditionnement des mesures selon Uwe Kiencke
- Instrumentation spécifique pour développement et calibration (indication cylindre)

4 / Actionneurs et systèmes commandés

- Systèmes d'injection haute pression (common rail, injecteurs-pompes)
- Turbocompresseurs à géométrie variable et systèmes de suralimentation étagée
- Vannes EGR, volets d'admission et actionneurs de post-traitement

Afrique Formation

5 / Développement des lois de commande - Fondamentaux

- Structures de commande : boucle ouverte, boucle fermée, feedforward
- Régulateurs PID et anti-windup appliqués au contrôle moteur
- Découplage des boucles et gestion des interactions multi-variables

6 / Contrôle avancé et prédictif

- Contrôle basé sur modèle (Model-Based Control) selon Rolf Isermann
- Contrôle prédictif (MPC) pour la gestion de la trajectoire de combustion
- Contrôle adaptatif et robuste face aux dispersions de production

7 / Stratégies de combustion et contrôle des émissions

- Contrôle de la combustion conventionnelle diesel et allumage commandé
- Stratégies de combustion basse température (HCCI, PCCI, RCCI)
- Gestion du compromis NOx/particules/consommation par cartographies multi-zones

8 / Contrôle des systèmes de post-traitement

- Régulation thermique des catalyseurs (DOC, SCR) et filtres à particules (FAP/DPF)
- Stratégies de régénération active et passive des filtres
- Dosage AdBlue/urée et contrôle de la réduction catalytique sélective

9 / Capteurs virtuels et estimation d'état

- Observateurs d'état pour grandeurs non mesurées (température combustion, richesse cylindre)
- Modèles de capteurs virtuels pour la pression cylindre et le couple indiqué
- Intégration des estimateurs dans les stratégies de contrôle temps réel

10 / Diagnostic embarqué et OBD

- Exigences réglementaires OBD-II et normes industrielles (Stage V, Tier 4 Final)
- Diagnostic basé sur modèle et génération de résidus selon Isermann

Afrique Formation

- Surveillance des systèmes de dépollution et gestion des modes dégradés

11 / Méthodes de calibration et optimisation

- Méthodologie de calibration statique et dynamique
- Design of Experiments (DoE) et modèles de surface de réponse selon Onder
- Optimisation multi-objectifs (consommation, émissions, agrément, durabilité)

12 / Outils de développement et environnements de calibration

- Chaîne d'outils MATLAB/Simulink et génération de code AUTOSAR
- Logiciels de calibration (INCA, CANape, ATI Vision) et protocoles (CCP, XCP)
- Validation par simulation SiL, MiL et HiL sur plateformes dSPACE, ETAS

13 / Adaptation aux carburants alternatifs et décarbonation

- Calibration pour biocarburants, HVO et e-fuels issus du CCUS
- Contrôle des moteurs dual-fuel (diesel-GNL, diesel-hydrogène) selon Boehman
- Stratégies de transition énergétique pour flottes industrielles pétrolières et minières

14 / Mise au point terrain et validation industrielle

- Méthodologie de calibration sur banc moteur et véhicule/engin
- Adaptation aux conditions d'exploitation sévères (altitude, température, poussière)
- Validation des performances et conformité aux normes d'émissions industrielles

Afrique Formation

Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

Prochaines dates programmées

23 Nov. au 02 Déc. 2026	Présentiel - Casablanca
15 au 24 Fév. 2027	Présentiel - Casablanca
12 au 21 Avr. 2027	Présentiel - Casablanca
07 au 16 Juin 2027	Présentiel - Casablanca
02 au 11 Août 2027	Présentiel - Casablanca

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

Réservation & Renseignements

Téléphone : +212 522 247 210
Email : contact@afrique-formation.com
Web : https//www.afrique-formation.com

Afrique Formation — Tous droits réservés