

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Actualització i millora d'un banc d'assaigs de motors tèrmics.

Document: 0. Resum

Alumne: Adrià Pérez Muriel

Tutor: Martí Comamala Laguna

Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Màquines i motors tèrmics

Convocatòria (mes/any): Juny 2024

RESUM DEL PROJECTE

Al laboratori de Motors Tèrmics de l'Escola Politècnica Superior de Girona fa anys que s'hi realitzen pràctiques i també investigació en un banc de proves de motor tèrmic. El banc de proves no estava suficientment instrumentat ni automatitzat per realitzar investigacions modernes d'acord a les exigències de prestacions i emissions contaminants que actualment es demanen als motors de combustió interna alternatius.

El banc de proves, amb caràcter previ al projecte, consistia en un banc d'assaig amb fre dinamomètric instrumentat amb un sistema de control i d'adquisició de dades amb capacitat per monitoritzar i controlar paràmetres com la velocitat de gir del motor i vàries temperatures, tant del motor com del fre, per mitjà de sensors termoparells de tipus K. Es disposa també d'una estació meteorològica amb connexió a l'ordinador que mesura les condicions ambientals de la sala de proves.

Per altra banda, es disposa d'una centraleta electrònica amb connexió a varis sensors importants per a controlar el funcionament del motor, tals com, un sensor de posició de cigonyal, un sensor de posició de l'arbre de lleves, un sensor de pressió d'aire absoluta al col·lector, un sensor de posició de l'accelerador i un sensor d'oxigen.

Els objectius de millora i actualització del banc de proves es centren en la instal·lació d'un nou sistema de control i adquisició de senyals amb software propi, l'adquisició de dades d'elements específics del motor i la integració d'aquests paràmetres en l'adquisició de dades. Finalment, es persegueix l'objectiu de fer compatible el sistema de control i adquisició de dades existent amb l'implementat en aquest projecte.

La solució projectada consisteix en la instal·lació d'un nou mòdul d'adquisició de dades i de control del banc de proves de la marca SportDevices, model SP6. S'implementen també nous sensors tals com, un sensor de massa d'aire aspirada, una sonda lambda i un sensor de contingut d'etanol al combustible.

El sensor de massa d'aire aspirada s'encarrega de mesurar la quantitat d'aire que entra al motor. Les dades proporcionades per aquest sensor permeten calcular la quantitat de combustible que cal injectar al motor per tal que la combustió sigui adequada i permet determinar els temps d'encesa.

La implementació d'una sonda lambda dona resposta a la necessitat de monitoritzar la relació aire-combustible de la mescla. El resultat de les mesures d'aquest sensor permetrà adaptar la mescla del motor per tal d'aconseguir una millor combustió interna, comportant un augment de l'eficiència i, per tant, una reducció de les emissions contaminants.

La instal·lació d'un sensor de contingut d'etanol, encarregat de mesurar el percentatge d'etanol existent al combustible utilitzat, obre les portes a la investigació de les propietats i beneficis d'aquest compost quan s'utilitza com a combustible en motors de combustió interna alternatius.

El grau de càrrega és un paràmetre important per a l'estudi del funcionament d'un motor. És per aquesta raó que s'opta per a la implementació d'un servomotor d'alt parell capaç de governar l'accelerador del motor. Aquest actuador permet regular el grau de càrrega del motor, o dit en altres paraules, simula la càrrega que el conductor exerceix sobre el pedal d'acceleració en la conducció d'un automòbil.

Finalment, s'implementa un oscil·loscopi amb connexió a ordinador que permetrà adquirir i avaluar multitud de senyals elèctriques produïdes en un motor, ajudant en l'estudi del funcionament dels components del motor del banc de proves en tasques d'investigació i docència.

El projecte també contempla el procediment de calibratge i posada en marxa dels components descrits anteriorment amb l'objectiu de realitzar algunes proves experimentals que a continuació es detallen.

En primer lloc, la primera prova realitzada consisteix en determinar el cabal dinàmic d'un injector de combustible. Per a aconseguir-ho s'utilitza una màquina capaç de provar l'injector per a tres modes de velocitat diferents. Aquests modes simulen la injecció de combustible a baixes, mitges i altes revolucions. Per aquests tres modes de prova, es realitza una mesura del volum d'injecció en un temps acotat i per diferents temps de treball de l'injector. L'oscil·loscopi amb connexió a ordinador implementat, permet estudiar el funcionament de l'injector i adquirir la freqüència d'injecció de combustible per a obtenir el nombre d'injectades produïdes per cada prova.

Els resultats obtinguts dels diferents assajos realitzats permeten obtenir una equació capaç de calcular la quantitat de combustible injectat al motor en funció del temps de treball de l'injector, el règim de gir del motor, la densitat del combustible i l'arquitectura del motor. Es comparen els resultats obtinguts d'aquesta prova amb els càlculs efectuats a partir de dades experimentals obtingudes mitjançant l'adquisició de dades amb el motor del banc de proves en funcionament.

Finalment es realitza una segona prova experimental per a determinar les pèrdues mecàniques del motor del banc de proves. Conèixer i estudiar el rendiment mecànic és de vital importància per a la innovació i la millora en el disseny de motors. Millorar el rendiment mecànic comporta una millora en l'eficiència del motor provocant una reducció en el consum de combustible i una reducció de les emissions contaminants.

Les pèrdues mecàniques es defineixen com la diferència entre el treball que transfereixen els gasos al pistó o treball indicat i el treball mecànic disponible a l'eix de sortida o treball efectiu. Aquestes pèrdues comprenen les pèrdues per fricció, originades pel fregament entre les peces mòbils que componen els mecanismes del motor, les pèrdues de bombeig, definides com el treball mecànic realitzat per el pistó contra els gasos durant les fases d'admissió i escapament; També inclouen les pèrdues provocades per l'accionament de diferents elements auxiliars del motor, com poden ser les bombes de combustible o de lubricant.

Existeixen varis procediments per avaluar les pèrdues mecàniques d'un motor. La prova realitzada s'efectua seguint el mètode Morse, que consisteix en desconectar l'encesa o interrompre el subministrament de combustible en un dels cilindres del motor i mesurar la potència efectiva en aquesta condició, repetint el procediment per cadascun dels quatre cilindres del motor del banc de proves. A l'eliminar la combustió en un cilindre, la potència efectiva mesurada correspon a la suma entre la potència entregada pels cilindres actius i la potència de pèrdues originada pel cilindre arrossegat.

Per a la realització del mètode Morse, es decideix avaluar la potència efectiva del motor per a diferents règims de gir i estats de càrrega fent ús dels components instal·lats en el projecte.

Els resultats obtinguts han permès avaluar quina és la contribució de la potència originada per les pèrdues mecàniques dins la potència efectiva total i quantificar les pèrdues en funció del règim de gir del motor i el grau de càrrega del mateix.

Finalment, aquesta prova ha permès estudiar com afecten les pèrdues de fricció i bombeig a la variació de la velocitat i estat de càrrega del motor.

Les conclusions finals del projecte són satisfactòries. S'ha implementat un nou sistema d'adquisició de dades i control del banc de proves amb software propi que inclou un ampli ventall de possibilitats i opcions.

S'ha realitzat la instal·lació de varis sensors, un oscil·loscopi i un servomotor d'alt parell que permetran millorar les tasques de docència i donen peu a possibles investigacions de cares al futur.

El nou sistema és compatible amb l'anterior de manera que els components implementats en el projecte poden connectar-se i desconnectar-se àgilment d'un sistema a l'altre.

S'han pogut portar a terme proves experimentals donant com a resultat un funcionament correcte i fiable de tots els components que conformen el projecte.

Per acabar, cal recalcar que la baixa inèrcia del sistema provoca una certa inestabilitat en el control del banc de proves i en l'adquisició de dades, que és molt difícil d'eliminar. Degut a la baixa inèrcia del sistema, quan el controlador PID que incorpora el sistema de control i adquisició de dades, actua sobre el fre per tal que la velocitat objectiu i la real del motor siguin la mateixa, ho fa de manera brusca produint una oscil·lació molt difícil d'esmortir si es vol aconseguir una resposta bona i ràpida, que sol ser l'objectiu en un banc de proves.

Per aquest motiu, es pot concloure que el sistema implementat, és possible que funcionés amb més bons resultats en un banc de proves amb més inèrcia, com podria ser un banc de proves amb corrons.