

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol:**

**ANÀLISI I MILLORES EN EL MECANISME D'AMORTIMENT  
D'UNA MOTO DE MOTOCRÒS**

**Document:** Resum

**Alumne:** Antoni Riera Puigrefagut

**Tutor:** Lluís Ripoll Masferrer

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Enginyeria Mecànica

**Convocatòria (mes/any):** Setembre/2016

## RESUM

Les motos, tant de carretera com de muntanya, utilitzen sistemes de suspensió per absorbir les oscil·lacions provocades per les irregularitats del terreny. Els sistemes de suspensió fan que les rodes ressegueixin les irregularitats del terreny sense perdre el contacte amb el terra i que la moto es mogui en línia recta. Aquests sistemes es divideixen amb la forquilla davantera i l’amortidor posterior.

En la majoria de motos, l’amortidor posterior va unit directament al basculant, tot i que cada cop més s’utilitza un mecanisme instal·lat entre el basculant i l’amortidor que fa que s’aprofiti més el recorregut de l’amortidor i, per tant, la resposta de l’amortidor sigui més progressiva. Aquest és el motiu principal perquè s’utilitza aquest mecanisme en totes les motos de motocròs que estan en tot moment absorbint irregularitats del terreny (salts, desnivells, forats, pedres...). El mecanisme està format per les bieletes i el balancí.

Es vol analitzar un cas concret d’un mecanisme d’amortiment d’una moto de motocròs de 450cc 4T quan realitza un salt de gran alçada per veure a quines tensions estan sotmeses les bieletes i el balancí, i així poder millorar aquestes dos peces.

Així doncs, l’objectiu del projecte és determinar les tensions de les bieletes i el balancí del mecanisme d’amortiment d’una moto de motocròs quan realitza un salt de gran alçada i proposar millores en aquestes peces. Aquestes millores busquen reduir les tensions en els punts més desfavorables i paral·lelament intentar reduir el pes de cada peça, ja que aquest mecanisme fa que sistema d’amortiment, tot i tenir millor comportament, sigui més pesat que el sistema tradicional on l’amortidor va unit directament al basculant.

S’agafa un model de moto concret per la facilitat en poder extreure les dades directament de la moto o del fabricant en cas necessari.

Per tal d’assolir l’objectiu, primer de tot s’han de determinar les forces en què estan sotmeses les bieletes i el balancí. Per això es simula la moto i un pilot durant un salt de gran alçada el programa de simulació *Working Model 2D* i s’extreuen les forces de les bieletes i el balancí en el moment que la moto cau al terra i l’amortidor arriba al seu límit de recorregut.

Per dur a terme la simulació es fa una representació en dos dimensions amb l’*AutoCAD* de la moto i el pilot amb vista lateral i a escala real. Un cop importat el model se li han de posar una sèrie de restriccions, unions, molles i esmorteïdors per tal d’unir les diferents parts simplifiades de la moto i el pilot, així com assignar pesos i constants a les molles i als esmorteïdors de manera que la simulació sigui el més real possible. La simulació és d’un salt gran, concretament de 2m. La caiguda del salt és vertical per tal de facilitar la simulació, ja que simular un salt amb el moviment parabòlic hi ha més dificultats per controlar les inclinacions en la caiguda perquè caigui completament pla o amb inclinació cap enrere. En canvi, si es fa vertical la inclinació no es mou i es poden simular més inclinacions.

Un altre avantatge de simular la caiguda en vertical és que es necessita un doble terra per simular el comportament del pneumàtic i si es simula amb el moviment parabòlic del salt complica molt la simulació. El motiu d’utilitzar un doble terra per simular el comportament del pneumàtic és que durant totes les simulacions prèvies surt un pic molt elevat a l’instant de tocar a terra a causa de que pel programa les rodes són rígides i no hi ha pneumàtic. D’aquesta forma desapareix el pic de l’inici i el punt màxim es troba en el punt màxim de treball de les bieletes i el balancí.

Es dona la solució com a bona quan el comportament de la moto i el pilot s’assemblen el màxim possible a la realitat a l’hora de simular un salt de gran, així com els resultats obtinguts també són coherents. En aquest moment s’extreuen les forces que apareixen en les articulacions de les bieletes i el balancí.

A continuació es genera un model a escala real de les bieletes i del balancí en 3D amb el *SolidWorks*. Les mides es prendran directament de les bieletes i el balancí de la moto que s’estudia i les mides que no es poden extreure es dedueixen de l’especejament de la moto que ofereix el fabricant.

Cada un d’aquests models s’entra en el programa d’elements finits *Ansys*, per tal de trobar les tensions i veure els punts més crítics de la peça. Se li assigna com a material alumini, el mòdul de Young i el coeficient de Poisson corresponents de cada peça, ja que són d’aluminis diferents. Es malla la peça amb els elements més adequats i amb la mida dels elements més adequada i s’introdueixen les condicions de contorn.

Durant l’anàlisi amb els elements finits s’arriba a una solució fiable per simular el comportament dels rodaments tant de les bieletes com del balancí, on les càrregues es distribueixen gradualment i no uniformement, i així obtenir uns resultats de les tensions coherents en les peces analitzades. En canvi, amb el passador de les bieletes no s’acaba de trobar una solució bona per representar el seu comportament similar al del rodament, on les càrregues també es reparteixen de manera gradual.

Un cop trobada una solució per simular els rodaments i aplicades les condicions de contorn, en les bieletes es veu com el màxim es troba en la zona on van col·locats els rodaments just als extrems de la peça a la part superior i inferior de la posició del rodament. El resultat és lògic perquè la paret és prima i al treballar a tracció la peça tendeix a aixafar-se i, per tant, estira aquesta zona. Pel cantó del passador les tensions també són altes en la part superior i inferior de la circumferència, però al haver-hi més gruix de paret no és tant preocupant com el cantó dels rodaments i si es mira la deformada en y en aquest punt és baixa comparada amb el cantó dels rodaments.

En el balancí es veu com zona amb les tensions més altes és la curvatura entre la unió amb el basculant i les bieletes. És lògic que sigui una zona que pateix ja que el radi de curvatura és relativament petit i el gruix de la paret és petit comparada amb l’amplada dels forats de les unions.

Una vegada trobades les tensions i vistes les zones crítiques de les peces es proposen millores per reduir les tensions i el pes de les peces. En el cas de les bieletes s’aconsegueix rebaixar les tensions de les peces, però per rebaixar les tensions cal afegir material i, per tant, el pes augmenta. Tot i treure posteriorment material és difícil baixar el pes de la peça respecte la peça original, a no ser que es donin per bones les tensions a què està sotmesa la peça original i després només es busqui reduir el pes.

En el cas del balancí s’han fet propostes, però en cap s’ha millorat les tensions del balancí original sinó tot el contrari, han augmentat i en alguns casos per molt. A més, el pic de tensió és sempre als mateixos punts i com més fi és el mallat més grans són les tensions, tendint a infinit. Per tant, es suposa que hi pot haver algun problema amb el programa de dibuix 3D a l’hora de fer arrodoniments, o bé, que el programa d’elements finits no llegeix el sòlid com tocaria, ja que les propostes són coherents.

A diferència de les bieletes, en el balancí només hi havia una zona amb tensions altes, per tant, si els resultats haguessin sortit com tocaven segurament s’hauria aconseguit reduir les tensions i el pes respecte el balancí original. Tot i que la reducció de pes hauria estat molt baixa. Per tant, es veu com reduir les tensions i el pes alhora es una tasca complicada en peces que ja han estat portades pràcticament al límit.