

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol:** Resistència d'un basculant de moto: Càlcul teòric i experimental

**Document:** Resum

**Alumne:** Guillem Marull Borrell

**Tutor:** Lluís Ripoll i Masferrer

**Departament:** Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

**Àrea:** Enginyeria mecànica

**Convocatòria (mes/any)**

Setembre 2016

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. Antecedents

En la majoria de màquines certs elements estan sotmesos a càrregues cícliques que poden provocar-los-hi la ruptura al cap d'un determinat nombre de cicles. Les forces que poden originar la ruptura de la peça poden ser molt inferior a forces estàtiques que podrien crear el mateix dany, per tant en l'àmbit del disseny de màquines és important tenir en compte els fenòmens de fatiga a l'hora de dur a terme un bon disseny que garantitzi la vida útil esperada, sobre tot en components de vital importància per al funcionament de la màquina.

Els mètodes de càlcul analítics ens permeten preveure per on fallarà la peça i determinar-ne la vida útil. Degut a la quantitat de variables a tenir en compte en la resolució dels càlculs és important tenir en compte les propietats del material, així com el seu procés de fabricació ja que poden influir de manera molt significativa en els resultats finals.

En molts casos és interessant contrastar els resultats analítics amb anàlisis experimentals, ja que en peces complexes els càlcul analítics poden proporcionar resultats que no s'ajustin al comportament real de la peça.

En aquest projecte s'analitza el comportament d'un basculant d'una moto d'enduro sotmés a fatiga. Es tracta d'una peça amb una geometria complexa que degut a la seva disposició treballa sota càrregues cícliques.

Degut a la seva geometria constructiva i a les forces a les que es troba sotmes poden originar-se tensions en determinades zones que poden arribar a provocar-l'hi la ruptura. Al tractar-se d'una peça de vital importància per al bon funcionament de la motocicleta és interessant realitzar un estudi de la seva vida útil, ja que la ruptura d'aquest element pot provocar molts danys al pilot.

Per aquest projecte es disposa d'un basculant d'una motocicleta d'enduro en desús per dur a terme l'anàlisi a fatiga. Es tracta d'una peça que no ha patit danys estructurals durant la seva vida útil ja que la motocicleta de la qual procedeix no ha estat mai utilitzada en la modalitat per la qual ha estat concebuda. El fet de que la peça estigui en perfectes condicions és essencial per poder realitzar l'anàlisi perquè d'aquesta forma es pot garantir que els resultats són fiables.

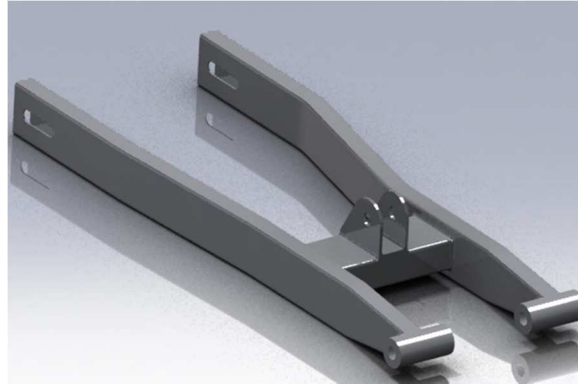


Figura 1: Basculant a analitzar.

L'anàlisi del basculant consisteix en realitzar una suposició de càrregues i condicions de contorn que s'ajustin al màxim al comportament real de la moto i que ens siguin vàlides per realitzar un càlcul analític i un assaig experimental. Es calcula la vida útil del basculant mitjançant mètodes de càlcul analítics i es verifica aquest valor amb l'assaig experimental mitjançant el banc de proves de l'Escola Politècnica Superior (EPS).

El departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial de l'Escola Politècnica Superior disposa d'un banc de proves per realitzar assaigs a fatiga. El banc de proves va ser construït en el projecte final de grau del Sr. Marc Brugué Ayguadé i posteriorment millorat en el projecte del Sr. Raül Sanchez García. Aquest banc de proves permet analitzar diferents peces sota unes condicions de treball reals i utilitzar els valors extrets de l'assaig per comprovar si els mètodes de càlculs analítics s'ajusten a la realitat. Aquest banc consta d'una bancada per subjectar les peces a analitzar, un grup hidràulic per aplicar les càrregues i un quadre elèctric amb un PLC programat que comanda les funcions de la màquina.



Figura 2: Banc de proves de l'EPS.

## **1.2. Objecte del projecte**

L'objecte del projecte és fer la comparativa dels valors obtinguts del càlcul anàlitic del basculant amb els valors de l'assaig del basculant real en el banc de proves.

Mitjançant un software d'elements finints (FEM) i fórmules analítiques es calculen les tensions i el nombre de cicles que és capaç de soportar el basculant, suposant unes determinades càrregues i condicions de contorn.

Al mateix temps es realitza un assaig experimental, mitjançant un banc de proves hidràulic, on s'apliquen les mateixes càrregues i condicions de contorn, fins provocar la ruptura de la peça. Aquest assaig ens permet conèixer el nombre de cicles que pot suportar el basculant real. Per dur a terme l'assaig pràctic es dissenyen i calculen uns útils per tal de poder acoblar el basculant al banc de proves del laboratori de mecànica de l'EPS.

El desenvolupament del càlcul analític i l'assaig experimental es treballen en paral·lel ja que totes les suposicions fetes a la teoria s'han de plasmar a la pràctica i/o viceversa. Es té en compte que totes les suposicions realitzades tinguin correlació amb el comportament real del basculant muntat a la motocicleta.

Fent la comparativa dels valors obtinguts de l'assaig es comprova si el mètode de càlcul analític utilitzat ens dona uns valors fiables que s'ajustin a la realitat.

## **1.3. Abast**

El projecte inclou els càlculs teòrics del basculant, la realització de l'assaig experimental, el disseny i càlcul dels útils necessaris per realitzar l'assaig i la comparativa dels diferents valors obtinguts.

El dibuix en 3D del basculant es realitza amb el software SolidWorks, els càlculs teòrics es duen a terme amb l'Ansys Workbench i fórmules analítiques del llibre *Shigley 8<sup>a</sup> Edició*. L'assaig pràctic es realitza amb el banc de proves hidràulic present al laboratori de mecànica de l'Escola Politècnica Superior.

## **2. METEDOLOGIA**

Per dur a terme aquest projecte s'han seguit i unes pautes per tal d'aconseguir l'objectiu de determinar el nombre de cicles teòric i experimental que és capaç de suportar el basculant.

El primer pas és comprovar que la geometria del basculant ens permeti poder-lo assajar al banc de proves, ja que per realitzar l'assaig experimental és necessari subjectar-lo a la bancada mitjançant diferents elements.

El següent pas és dibuixar el basculant i part de la motocicleta en 3D amb el programa SolidWorks. A continuació es determinen les càrregues a que està sotmés el basculant i les seves condicions de contorn quan està muntat a la moto.

Les propietats del material amb el que està fabricat el basculant són desconegudes, per saber-les s'han de realitzar un seguit d'assaigs que implicarien fer malbé el basculant abans de poder provar-lo al banc de proves per tant és inviable. És fa la suposició del tipus de material amb el que està fabricat per realitzar els càlculs. Es calculen les tensions i el nombre de cicles que és capaç de suportar el basculant fins la ruptura mitjançant el software Ansys Workbench i fórmules sobre falla a fatiga.

Al mateix temps que es realitza el càlcul analític es procedeix a assajar el basculant amb el banc de proves. Per fer-ho es necessita adaptar el basculant a la bancada, per tant és necessari el disseny i fabricació d'uns útils per poder fixar el basculant degudament al banc i poder aplicar-hi les mateixes càrregues i condicions de contorn suposades en el càlcul analític. Un cop finalitzat l'assaig experimental es poden comparar els valors obtinguts dels dos mètodes emprats per determinar el nombre de cicles, analitzar el percentatge d'error comès i els possibles motius que l'han provocat.

## **3. RESULTATS**

Els resultats finals són molt positius, ja que el punt de ruptura de la peça s'ha predit amb exactitud i el percentatge d'error entre els càlculs teòrics i l'assaig experimental és del quatre i mig per cent.