

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol:**

**DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL I ANALÍTICA DE LA RESISTÈNCIA  
A FATIGA D'UNA PEÇA**

**Document:** Resum

**Alumne:** Raül Sanchez Garcia

**Tutor:** Lluís Ripoll Masferrer

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

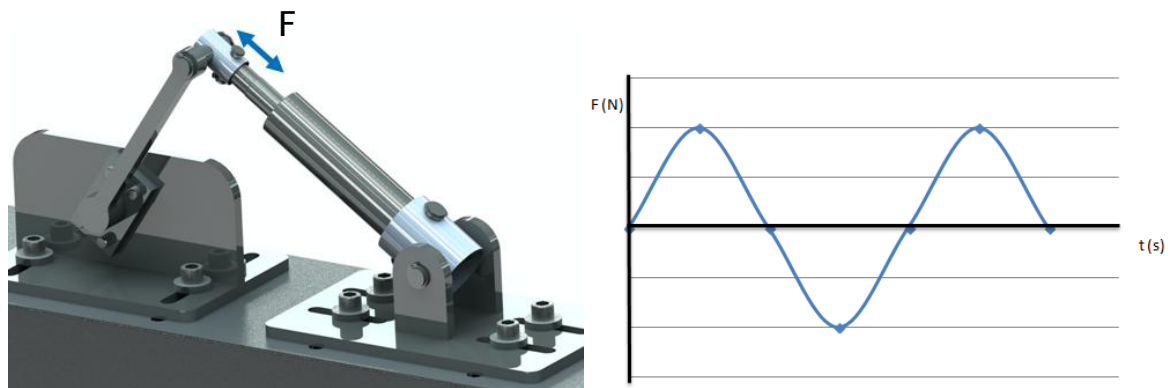
**Àrea:** Enginyeria Mecànica

**Convocatòria:** Juny del curs 2015/2016

Al departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona, el curs passat, es va construir una màquina per determinar experimentalment el nombre de cicles que triga una peça en trencar-se, per a poder comparar els resultats obtinguts utilitzant programes d'elements finits o bé càlculs analítics.

El treball final de grau de l'exalumne Marc Brugué Ayguadé, va consistir en dissenyar i construir la màquina d'assaig a fatiga, però no es va arribar a fer una posta en marxa exhaustiva i tampoc es va experimentar cap peça.

Aquesta màquina, consta d'un grup hidràulic i un quadre elèctric comandats per un PLC programat. Connectat al grup hidràulic, hi ha un cilindre, que és l'encarregat d'aplicar les càrregues a la peça a assajar, tal i com es mostra a la Figura 1, i gràcies a una vàlvula reguladora de pressió, es pot ajustar la càrrega a la que se sotmet la peça. Tanmateix, la màquina incorpora una pantalla tàctil amb la qual es poden variar els temps d'obertura i tancament de les vàlvules per a poder ajustar els cicles correctament, o bé comandar-les manualment. En aquesta pantalla també es pot visualitzar un comptador de cicles.



**Figura 1: Principi funcionament de la màquina**

L'objectiu d'aquest projecte és, fer primerament, una posta en marxa exhaustiva de la màquina d'assaig a fatiga del laboratori de disseny de màquines, fent les modificacions necessàries per al seu correcte funcionament. I posteriorment, determinar experimentalment i analíticament, la resistència a fatiga de dues peces per a poder comparar resultats.

En aquest projecte, el primer que s'ha fet, ha set la posta en marxa exhaustiva de la màquina, modificant i/o afegint els components necessaris pel seu correcte funcionament.

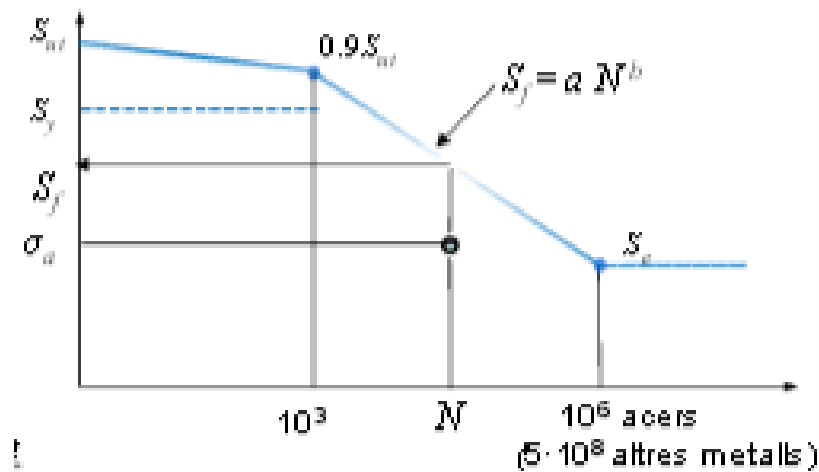
Una vegada fet això, s'ha escollit quin tipus de peça es vol assajar, pensant en tot moment que fos possible assajar-la amb la màquina existent.

Posteriorment, s'ha procedit a determinar analíticament la resistència a fatiga de dues peces. Per fer-ho s'han seguit els passos que s'expliquen a continuació. Com que no se sap de quin material són, en primer lloc, s'ha fet un assaig de duresa, que dona les propietats del material de manera aproximada. S'ha de fer d'aquesta manera ja que no es disposa de vàries peces exactament iguals per a poder fer un assaig de tracció, ja que s'hauria de tallar la peça abans de assajar-la i no és factible. En segon lloc, una vegada dibuixada la peça amb un programa de disseny, s'importa aquesta geometria a un programa d'elements finits per trobar les tensions de càlcul. En tercer lloc, utilitzant les tensions trobades amb l'ANSYS, es procedeix a fer el càlcul teòric del nombre de cicles que aguantarà la peça i quina càrrega se l'hi ha d'aplicar.

Una vegada ja s'ha fet el càlcul teòric, es pot procedir a determinar experimentalment la resistència a fatiga de les peces. Per fer-ho s'han seguit els següents passos. En primer lloc, s'han muntat a la màquina d'assaig que es troba al laboratori, en la mateixa posició en que s'ha realitzat el càlcul teòric. En segon lloc, s'ha regulat la màquina d'acord amb els resultats teòrics obtinguts i s'ha procedit a l'assaig.

Després de l'assaig a la màquina del laboratori, es pot fer un assaig de tracció per determinar exactament de quin material són les claus assajades, ja que una vegada trencades, se'ls hi pot tallar el mànec per fer unes provetes. Una vegada fet aquest assaig de tracció, es fa un recàlcul de la seva resistència a fatiga teòrica, sabent la càrrega que s'ha aplicat i el material exacte; per a posteriorment poder comparar els resultats teòrics amb els experimentals.

Degut a que l'escala del nombre de cicles es logarítmica, tal i com es pot observar a la Gràfica 1, per mirar l'error comés, s'utilitzarà la Eq(1), que es mostra a continuació.



Gràfica 1: Determinació de la resistència en funció del nombre de cicles

$$\text{Error} = \left| \frac{\log(N^\circ \text{ cicles teòric}) - \log(N^\circ \text{ cicles experimental})}{\log(N^\circ \text{ cicles teòric})} \right| \cdot 100 \quad \text{Eq (1)}$$

Així doncs, l'error comés amb la clau gris és del 15.9%, ja que el nombre de cicles teòric és 18538 i el nombre de cicles experimental és 88723.

D'altra banda, l'error comés amb la clau negra és del 16.2%, ja que el nombre de cicles teòric és 27120 i el nombre de cicles experimental és 142217.

D'aquesta manera, es veu que l'error comés en les dues peces es pràcticament el mateix. A més, els errors comesos no són gaire elevats, ja que es poden haver anat acumulant errors en varies operacions, com per exemple:

- Error en la lectura de la càrrega aplicada a l'assaig de tracció.
- Error al dibuixar la geometria de les peces assajades, degut a que és molt difícil agafar les mides amb precisió, cosa que fa que les tensions trobades amb l'ansys no concordin exactament amb les reals.
- Error en la lectura de la pressió aplicada al pistó.

En aquest projecte s'ha assolit l'objectiu d'aconseguir que la màquina funcionés correctament i fos operativa al 100%. A més, també s'han assajat dues peces tal i com es demanava i els resultats obtinguts han set molt positius.

Tota la documentació que forma aquest projecte, fa possible, que es puguin dur a terme en un futur, assajos de fatiga utilitzant la màquina que es troba al laboratori, sense la necessitat de fer modificacions.