

Treball final de màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol: Optimització del sistema d'escapament per a un ciclomotor de 49 cm³

Document: Resum

Alumne: Ernest Ayala Pastor

Director/tutor: Lino Montoro Moreno

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Màquines i Motors Tèrmics

Convocatòria: Juny 2015

Índex de continguts

1. INTRODUCCIÓ	2
1.1. Antecedents	2
2. OBJETIU	2
3. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE.....	3
3.1. Metodologia de treball	3
3.1.1. Estudi teòric.....	3
3.1.2. Captació de dades	3
3.1.3. Simulació.....	4
3.1.4. Disseny.....	4
3.1.5. Fabricació.....	4
3.1.5.1. Fabricació models en cartró.....	5
3.1.5.2. Fabricació escapaments en acer	5
3.1.6. Prova en banc de potència.....	6
4. RESULTATS	7
5. CONCLUSIONS.....	8

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

L'empresa TECNIGAS va treure al mercat un ciclomotor de 49 cc i 2T anomenat ByeBike ®. Aquest vehicle va orientat a un públic que cerca un mitjà de transport econòmic i fiable sense grans pretensions de velocitat i potència. Degut a les estrictes normatives europees anti-contaminació, han hagut de dotar al motor d'un escapament que els permet assolir nivells de contaminació per sota dels límits establerts a costa de reduir l'eficiència del motor degut a un ineficient aprofitament de la geometria de l'escapament.



Fig. 1. Ciclomotor ByeBike

Font: /www.byebike.com/

2. OBJE TIU

L'objectiu del projecte ha consistit en la simulació, per ordinador, de la resposta d'un motor de 49 cc i 2T per tal de trobar la geometria de l'escapament que ens permeti assolir la màxima potència possible per uns règims de gir de 7000 i 9000 rpm. Un cop obtinguts els resultats de les simulacions, s'ha dissenyat i fabricat els escapaments en cartró i acer. Finalment es van muntar els escapaments al motor per ser provats en un banc de potència per tal de comparar la resposta simulada de la resposta real.

Cal puntualitzar que, per tal de reduir el temps, la complexitat i el cost de la fabricació, els escapaments es van dissenyar amb una sola etapa de conus i contra conus i amb colze sense conicitat.

3. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE

3.1. Metodologia de treball

3.1.1. Estudi teòric

En l'estudi teòric previ, s'ha estudiat el funcionament del motor de dos temps de combustió interna així com les seves variants i possibilitats de millora. També s'ha estudiat la relació entre l'ús de determinades geometries en el conducte d'escapament i com aquestes influeixen en la resposta del motor. Per últim s'ha aprofundit en la simulació i concretament en l'ús de determinats programes informàtics que s'utilitzaran en fases posteriors del projecte.

3.1.2. Captació de dades

El programes informàtics de simulació utilitzats requereixen de ser alimentats amb una sèrie de dades que tan sols poden ser extretes del propi motor i in-situ. Per aquest motiu ha estat necessari desmuntar el motor per tal de poder mesurar i calcular tot un seguit de paràmetres requerits pels diferents programes.



Fig. 2. Càlcul volum caixa filtre

Font: Pròpia

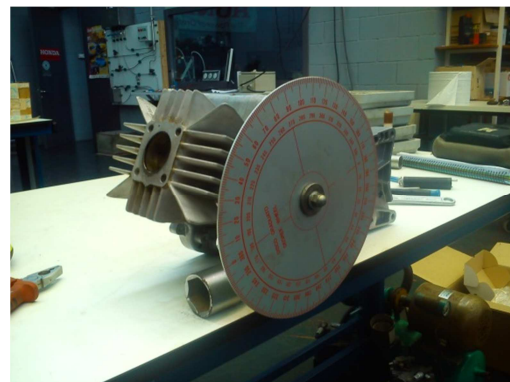


Fig. 3. Càlcul graus escapament

Font: Pròpia

3.1.3. Simulació

La simulació s'ha realitzat mitjançant un programa anomenat OpenWam. Aquest programa ha estat dissenyat pel centre d'estudis de motors tèrmics de la Universitat Politècnica de València i permet la simulació de motors de 2T i 4T. Disposa d'una gran varietat de mòduls que permeten realitzar simulacions amb un alt grau de precisió. Per altra banda s'ha utilitzat un programa de disseny d'escapaments per a motors 2T que, malgrat tenir una menor precisió, han servit de base per al pre-dimensionament de la geometria de l'escapament. Aquests programa aporta unes dimensions inicials de l'escapament a partir de les quals s'inicia la simulació i la posterior optimització. Aquest programa és el "2T Exhaust Calculator". Treballa sota els principis teòrics exposats pel Dr. G.P. Blair en els seus llibres:

- "Basic Design of Two-Stroke Engines"
- "Design and Simulation of Two-Stroke Engines"

3.1.4. Disseny

Un cop obtinguda la geometria més adequada per a cada règim es va procedir al seu disseny enfocat a la fabricació. Això va implicar que certs valors van haver de ser modificats lleugerament per facilitar la fabricació i adaptar-se als productes disponibles al mercat.

3.1.5. Fabricació

El procés de fabricació engloba la construcció dels models de cartró i la construcció dels escapaments en acer.

3.1.5.1. Fabricació models en cartró

Els models de cartró es van construir en cartolina de 0.01 mm. Totes les peces que componen l'escapament van ser dissenyades com a xapa per tal de poder ser construïdes amb cinta adhesiva i a l'hora ser impreses sobre la cartolina sense la necessitat d'utilitzar impressores especials. La finalitat dels models en cartró és la de poder veure i modificar in-situ la geometria resultant de la simulació per tal d'ajustar-la a la geometria real del ciclomotor.

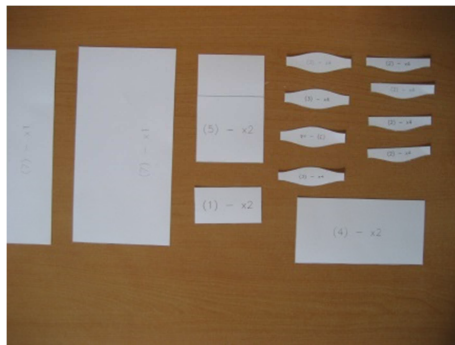


Fig. 2. Retalls de peces desplegadas

Font: Pròpia

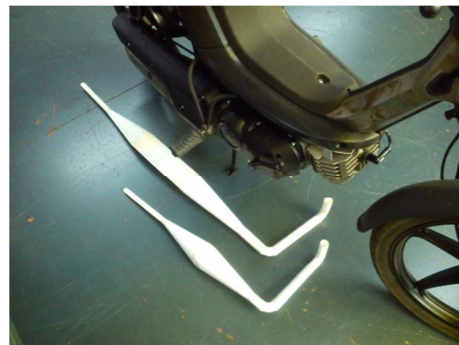


Fig. 3. Escapament acabats

Font: Pròpia

3.1.5.2. Fabricació escapaments en acer

Els escapaments pròpiament dits s'han realitzat a partir de retalls de material sobrant per evitar comprar gran volum de material que posteriorment no seria utilitzat. Malgrat això, els retalls disposaven de la qualitat i especificacions necessàries per tal de poder ser construïts sense gaires complicacions i alhora garantir que els resultats de la simulació s'ajustessin perfectament a la realitat. S'ha utilitzat tub d'acer inoxidable AISI 316 amb espessor de 1.5 mm, passamà de 40x4 mm i xapa d'acer de 0.8 mm. Els colzes s'han realitzat a partir de talls de tub en angle degut a que no es tenia a disposició una plegadora de tub. La xapa ha estat conformada mitjançant una plegadora manual degut a que els diàmetres amb els que es treballava feien impossible l'ús de plegadores industrials en les que els radis de curvatura mínims disponibles superaven els nostres requeriments.



Fig. 6. Tubs tallats i polits

Font: Pròpia



Fig. 7. Plegat de xapa

Font: Pròpia

3.1.6. Prova en banc de potència

Un cop els escapaments van ser fabricats es van provar en un banc de rodets inercial a l'empresa Tecnigas sobre un ByeBike. El banc de rodets permet obtenir la corba de potència del motor per així poder comparar els resultats teòrics amb els experimentals i extreure les conclusions sobre la simulació i els propis escapaments per, en un hipotètic futur, realitzar les modificacions pertinents i poder assolir els objectius desitjats.



Fig. 8. Prova escapament 7000 rpm

Font: Pròpia

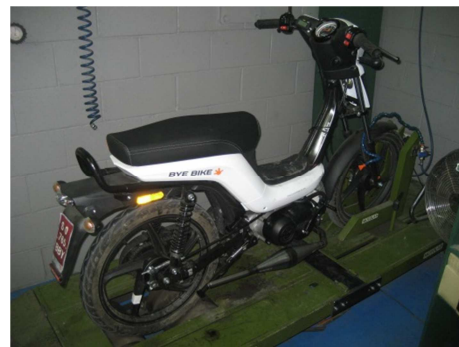
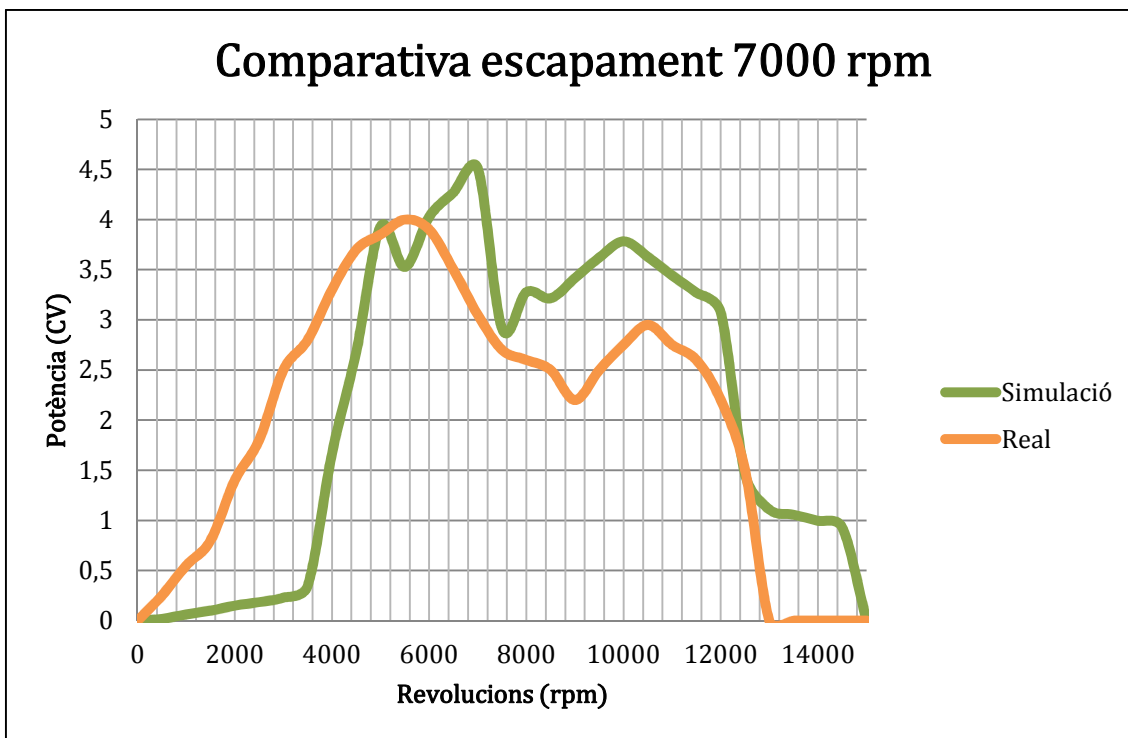


Fig. 94. Prova escapament 9000 rpm

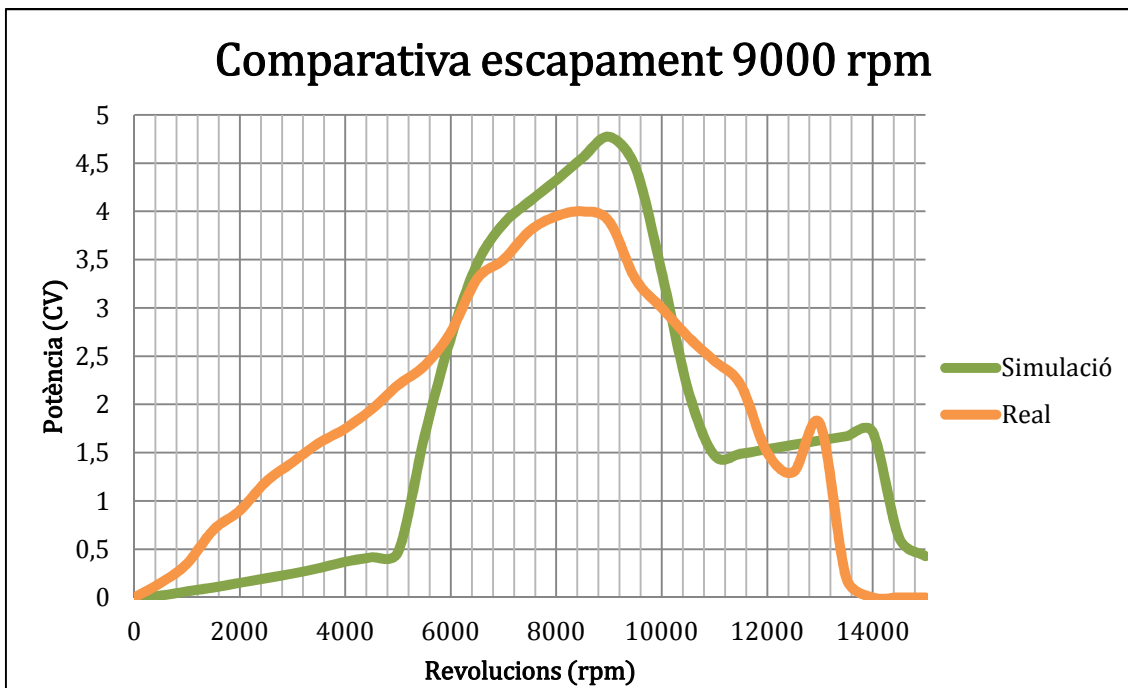
Font: Pròpia

4. RESULTATS



Gràfica. 1. Comparativa simulació vs. realitat escapament 7000 rpm

Font: Pròpia



Gràfica. 21. Comparativa simulació vs. realitat escapament 9000 rpm

Font: Pròpia

5. CONCLUSIONS

Actualment es disposa d'eines de simulació realment potents que ens permeten conèixer el comportament dels motor de 2T i 4T en funció de les característiques geomètriques que els defineixen. Aquestes eines permeten disminuir els costos de disseny dels elements que componen els propulsors, i en el cas que ens ocupa, el escapaments reduint les hores que es dediquen a la fabricació i prova dels tubs en els bancs de rodets. Malgrat tot, amb els simuladors actuals, no es poden eliminar les fases de prova i millora amb models reals donat que la seva precisió no és del tot adequada.

En referència a les proves concretes realitzades sobre els escapaments fabricats cal dir que la comparativa entre la resposta del motor extreta amb la simulació i la resposta real tenen un alt grau de similitud tenint en compte que les dades sobre el motor de les que es disposaven no eren del tot fiables i, a més a més, tenint en compte que es treballa amb motors de 2T on els fluxos dels gasos no poden delimitar-se amb vàlvules, fet que incorpora un elevat índex d'incertesa on els models matemàtics tenen dificultats per expressar, amb fidelitat els successos fluidodinàmics que transcorren dins del motor. Per altra banda cal comentar que més enllà de la desviació d'un 15% respecte el valor de potència màxima entre la simulació i la prova en el banc de rodets, la silueta de les corbes de potència tenen una alt grau de semblança. Val a dir que la silueta de les corbes de potència són un dels factors més determinants en el comportament i tacte del motor, fins i tot, més rellevants que la potència màxima disponible.

