TRAÇAT DE PERFILS EN LES CAMES DE DISTRIBUCIO DELS MOTORS D'EXPLOSIÓ

El traçat de perfils d'excèntrics és una de les branques menys estudiades en gairebé tots els tractats de Mecànica, per tal com en ells s'oblida un dels factors més importants del problema: les forces que entren en joc en el mecanisme. En la majoria de textos sols veiem tractat l'assumpte cinemàticament i per això succeeix, més sovint del què convindria, que alguns excèntrics funcionin en males condicions, degut a què, en projectar-los, no s'han tingut en compte les lleis de la Dinàmica. Amb aquest article ens proposem donar una idea de com ha de traçar-se un excèntric en general, fent-ne aplicació a un dels perfils més emprats en les cames de distribució dels motors d'explosió; tot lo dit amb relació a aquest cas particular pot aplicar-se a qualsevol perfil d'excèntric amb petites variants.

Examinem, en primer terme, com té lloc la distribució per vàlvules en la majoria dels motors d'explosió. Generalment, s'efectua mitjançant un arbre de cames que rep moviment del cigonyal del motor i actua, en els instants precisos, sobre unes tiges guiades, anomenades *taquets,* que aixequen les vàlvules. Per tal de suavitzar el moviment les cames actuen sobre els taquets mitjançant unes rodetes i entre la canya de la vàlvula i el taquet és deixat un petit espai d'algunes dècimes de mm que evita que en escalfar-se les vàlvules a distinta temperatura del motor puguin quedar obertes durant l'expansió dels gasos produïts per l'explosió i s'originin fugues Com a complement del mecanisme hi ha una molla antagonista que obliga la vàlvula a mantenir-se apretada durant el repòs contra el seient i, en el període de moviment contra el taquet.

Estudiem primerament les forces que actuen en una cama de distribució. Si per simplificar el problema suposem que no hi ha forces de fregament, tindrem que les úniques forces que entren en joc en el mecanisme seran la pressió dels gasos en l'interior del cilindre, la inèrcia de la vàlvula, la força de la molla i la força motriu. Aquesta cal que sigui igual i contrària a la resultant de totes les altres i com que hem suposat que no hi hauria frec tindrem que en la superfície de contacte l'acció i la reacció han d'ésser normals a la superfície; per tant, la força F (fig. 1) que ha d'aplicar-se en el punt de tangència de la rodeta, la qual força, traslladada al centre O' serà $O'A$, la podrem descomposar en dues: una en el sentit de la tija $O'B$ (igual i contrària a les forces antagonistes) i l'altra, $O'C$, normal a la tija, que tindrà tendència a flexar-la i que ocasionarà pressió sobre les guies. Si designem per α l'angle format per la tija i la normal a la superfície de contacte, del triangle $O'AB$ deduïrem que $\overline{O'A} \cos \alpha = O'B$; atès que $\overline{O'A}$ l'hem designat per F representant $O'B$ per R tindrem

$$F = \frac{R}{\cos \alpha} \qquad [1]$$

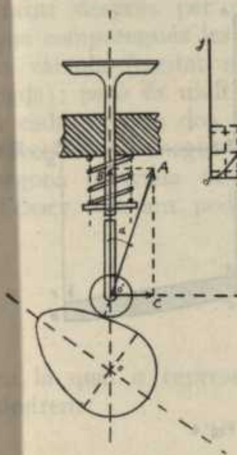

Fig. 1

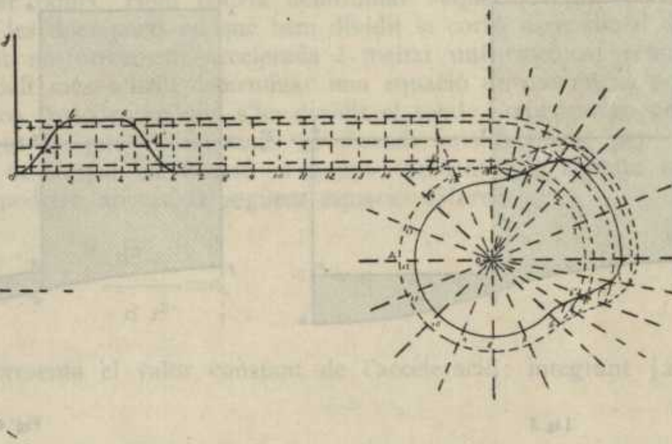

Fig. 2

De l'examen de la fórmula [1] es desprèn que la força F a aplicar serà tant més petita com més ho sigui R i més gran cos α, el què equival a dir com més petit sigui α; així, doncs, per disminuir F hem de fer petits els valors R i α; R depèn, si suposem que no hi ha fregament, de la pressió dels gasos, de la inèrcia de la vàlvula i taquet i de la força antagonista de la molla. La pressió dels gasos és funció de factors independents del perfil que donem a la cama; però per la variació d'aquest podrem actuar sobre les altres components de R: la inèrcia de la vàlvula i la força antagonista de la molla. La inèrcia depèn de la massa i de l'acceleració que se li imprimeix, (la massa és independent del traçat de la cama, mentre que l'acceleració pot modificar-se segons el perfil). En quant a la força antagonista de la molla direm que ha d'ésser suficient per mantenir la vàlvula apretada contra el seu seient durant el repòs; però, a l'ensems s'utilitza com a força motriu durant el període de tancament de la vàlvula i com a força retardatriu en el final de la cursa ascendent, per tal d'anul·lar la velocitat adquirida i evitar un xoc final. Modificant convenientment el perfil de la cama podrem emprar molles menys fortes, disminuint així R. Resumint, direm que la forma del perfil té influència sobre gairebé tots els sumands de R i per tant sobre F. En quant a l'altre factor α ja es comprèn que encara estarà més sota la influència del traçat que donem a la cama. L'angle α l'anomenarem *angle de pressió*, puix tal com es desprèn de la fórmula [1] té una gran influència sobre el valor de F.

Exposades aquestes consideracions generals i necessàries, apliquem-les a un dels perfils més emprats en les cames de distribució dels motors d'explosió, com són els perfils que donen a la vàlvula una acceleració constant. A l'ensems estudiarem algunes modificacions que milloren notablement llur traçat.

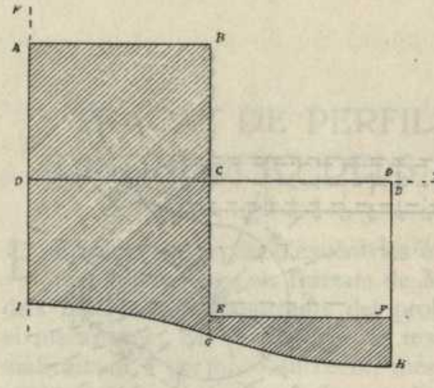

Fig 3

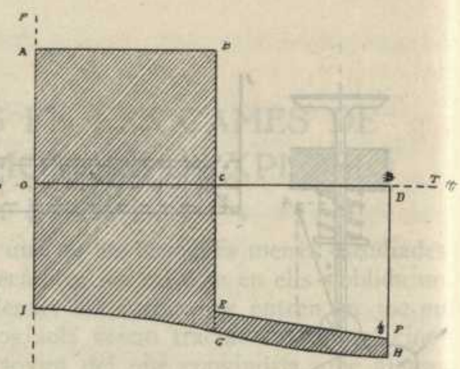

Fig 4

PERFILS D'ACCELERACIÓ CONSTANT

El tipus de perfil que ens serveix de base per a tots els del grup és el format per dues corbes juntades tangencialment que provoquen un alçament accelerat de la vàlvula fins a mitja cursa i uniformement retardat durant la resta. Abans de trobar l'equació del moviment i la de la corba del perfil recordarem, auxiliats per la fig. 2, el procediment gràfic per al traçat d'un excèntric, donada la llei del seu moviment.

Hom comença per traçar en coordenades cartesianes la llei del moviment en vertadera magnitud en les ordenades que representen la posició de la vàlvula en la seva cursa. En el nostre exemple, fig. 2, es tracta d'una vàlvula amb moviment uniformement variat, el què fa que el diagrama sigui format per dues paràboles *o'a* i *ab* en la corba ascendent, per una recta *bc* paral·lela a l'eix d'abscisses durant el temps que la vàlvula està aixecada, per dues corbes *cd* i *de* en la corba descendent i per la recta *ef* confosa amb l'eix de les *x* durant el període de temps en què la vàlvula està tancada. Traçat el diagrama del moviment, descriurem una circumferència tangent a la recta *o'f* i la dividirem en parts iguals (generalment, els troços corresponents als perfils corbats els dividim en un nombre més gran de parts); fet això traçarem els radis que passen pels punts de divisió, numerant-los amb els mateixos números que posàrem en els punts corresponents sobre l'eix de les *x* del diagrama; ara ja no resta res més a fer que traslladar els punts d'intersecció de la corba amb les ordenades que passen pels punts de divisió de l'eix de les *x* als radis de la mateixa numeració, com pot veure's clarament en la fig. 2, i fer centre en tots aquests punts per descriure una sèrie d'arcs amb radi igual al de la rodeta del taquet, per traçar la corba del perfil de la cama tangencialment a tots ells. Amb aquest procediment de dibuix tindrem un moviment uniformement accelerat seguit d'un d'uniformement retardat d'igual duració en les curses ascendent i descendent de la vàlvula.

Abans d'entrar a l'estudi de l'excèntric pròpiament dit passem a determinar l'equació de les corbes del diagrama, amb objecte de poder-les traçar després per punts. Hom podria determinar l'equació d'una corba que comprengués les dues parts en què hem dividit la corba ascensional de la vàlvula (meitat uniformement accelerada i meitat unformement retardada); però és molt més senzill determinar una equació de moviment per a cada un dels dos períodes en què s'ha dividit el total. Començarem per l'accelerat; conegut és que l'acceleració vé donada analíticament per la segona derivada de l'espai en relació al temps; atenent que aquella ha d'ésser constant podrem anotar la següent equació diferencial

$$\frac{d^2 s}{d t^2}=a, \qquad [2]$$

en la qual a representa el valor constant de l'acceleració; integrant [2] tindrem:

$$\frac{d s}{d t}=at+C;$$

però la primera derivada representa la velocitat v. el què anul·la la constant d'integració C, puix que en l'instant inicial v és nul·la. En definitiva tindrem:

$$\frac{d s}{d t}= v = at, \qquad [3]$$

la qual equació integrada ens donarà l'espai s recorregut amb moviment uniformement accelerat:

$$s=\frac{a t^2}{2}+C,$$

on també $C=0$, car per $s=0$, $t=0$ (instant inicial); en definitiva serà

$$s=\frac{a t^2}{2} \qquad [4]$$

Si en lloc de tenir l'espai en funció del temps hom el vol en funció de l'angle θ girat per la cama, com sigui que aquell és proporcional a aquest, si designem per K el coeficient de proporcionalitat en forma que hom tingui

$$t=K\theta , \qquad [5]$$

podrem donar l'espai recorregut en funció de l'angle girat substituint, en l'equació [4] t pel valor donat per [5]:

$$s = \frac{a\,K^2\,\theta^2}{2}; \qquad [6]$$

fórmules que per derivació donen

$$\frac{d\,s}{d\,\theta} = a\,K^2\,\theta \qquad [7]$$

i

$$\frac{d^2\,s}{d\,\theta^2} = a\,K^2 \qquad [8]$$

en substitució de les [3] i [2] trobades abans. Hom comprèn que K representa el temps que l'excèntric triga a girar una unitat de gir o *un radiant*, les velocitats unitats de llargada fetes en un radiant de gir i les acceleracions canvis de velocitat en un radiant de gir.

Estudiada l'equació durant el període de moviment uniformement accelerat cercarem la del període uniformement retardat en forma semblant. Si l'acceleració retardatriu la designem per j, tindrem:

$$\frac{d^2\,s}{d\,t^2} = -j \qquad [9],$$

en la que j serà forçosament negatiu per ésser contrària al moviment. Si integrem l'equació [9] trobarem la velocitat

$$\frac{d\,s}{d\,t} = -j\,t + C \qquad [10],$$

equació en la que determinarem el valor de la constant per la condició de què en l'instant inicial $t=0$, la velocitat val aT_1, essent a l'acceleració en el moviment uniformement accelerat i T_1 el període en què actua aquesta acceleració. Substituint en [10] tenim

$$\frac{d\,s}{d\,t} = aT_1 - j\,t \qquad [11];$$

aquesta equació dóna per integració l'espai recorregut amb moviment uniformement retardat,

$$s = aT_1\,t - j\frac{t^2}{2} + C_1 \qquad [12]$$

C_1 la determinarem sabent que per a $t=0$, $s=0$, el què equival a dir que $C_1=0$; en definitiva tindrem

$$s=a\ T_1\ t-j\frac{t^2}{2} \qquad [13].$$

Semblantment a lo fet en el cas del moviment uniformement accelerat podríem substituir en el retardat t per θ amb el canvi de variable [5] i tindrem les equacions

$$s=a\ K^3\ \theta-\frac{j\ K^2}{2}\ \theta^2 \qquad [14]$$

$$\frac{d\ s}{d\ \theta}=a\ K^3-j\ K^2\ \theta \qquad [15]$$

$$\frac{d^2\ s}{d\ \theta^2}=-j\ K^2 \qquad [16]$$

en substitució de les [13], [11] i [9] respectivament.

Les equacions estudiades ens permetran traçar per punts les corbes del diagrama i, per tant, en la forma explicada en la fig. 2, el perfil de la cama si abans ens hem fixat un radi OA inicial, la llargada del qual té una gran influència sobre el valor de l'angle de pressió i, com és consegüent, sobre l'esforç necessari per moure l'excèntric.

Passem ara a estudiar la manera de fixar la llargada que hom deu donar al radi inicial de la cama. FURMAN, en la seva obra *Elementary cams* exposa un procediment que recolza en el fet de què l'angle format en el diagrama per la tangent a la corba i l'eix de les x, varia generalment en traslladar-lo a la cama; però conserva el mateix valor en el cas que la llargada de la circumferència traçada pel punt del perfil sigui igual a la llargada de la recta paral·lela a l'eix de les x que passa pel punt corresponent del diagrama. Per aquesta raó, si igualem l'angle màxim que forma la tangent al màxim angle de pressió i calculem el valor del radi que ha de tenir una circumferència de llargada igual a la recta dita que passa pel punt del diagrama, tindrem la seguretat de què l'angle de pressió no serà superior al valor fixat, per tal com l'angle de la tangent és igual al de la pressió. Seguint aquest criteri, en març de 1924, vaig publicar un article a *Tècnica* sobre excèntrics en general; però estudiada amb més deteniment la qüestió crec més pràctic, si hom té alguns coneixements matemàtics, estudiar l'assumpte expressant el perfil de la cama en coordenades polars i igualar l'angle de pressió, fixat al valor màxim que té l'angle complementari, a l'angle format per la tangent a la corba i el radi polar en funció del radi R base. L'equació de la corba en coordenades polars, en el troç que dóna moviment uniformement accelerat, evidentment serà

$$\rho = R + \frac{a\,K^2}{2}\,\theta^2 \qquad [17]$$

on R representa el radi OA de la fig. 2. Ara bé: la tangent de l'angle format per la tangent a la corba i el radi polar, ve donada per la fórmula

$$\rho\,\frac{d\,\theta}{d\,\rho} = \operatorname{tg}\mu \qquad [18]$$

com pot comprovar-se en qualsevol tractat de geometria analítica. Per a la seva aplicació s'ha de conèixer $\frac{d\,\theta}{d\,\rho}$, expressió que trobarem treient de [17] el valor de θ i derivant:

$$\theta = \sqrt{\frac{\rho - R}{c}}$$

d'on

$$\frac{d\,\theta}{d\,\rho} = 1/2\,\frac{\frac{1}{c}}{\sqrt{\frac{\rho - R}{c}}} = \frac{1}{2\,c\,\theta} \qquad [19]$$

en la que per abreujar s'ha fet

$$C = \frac{a\,K^2}{2} \qquad [20].$$

Trobat el valor de $\frac{d\,\theta}{d\,\rho}$ en el nostre perfil ja podem substituir [19] en [18], el què dóna

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{\rho}{2\,c\,\theta} = \frac{R + c\,\theta^2}{2c\,\theta} = \frac{R}{2\,c\,\theta} + \frac{\theta}{2}$$

Ara bé, l'angle de pressió α és complementari de μ ; per tant

$$\cot.\,\alpha = \frac{R}{2\,C\,\theta} + \frac{\theta}{2}$$

d'on

$$R = 2\,c\,\theta\,\cot\alpha - c\,\theta^2 \qquad [21]$$

Un exemple ens aclarirà els dubtes que puguin fer néixer les explicacions anteriors: sigui traçar una cama per fer moure una vàlvula en forma tal que la cursa d'ascensió tingui lloc mentre s'efectua un gir de 45°, quedi oberta durant 30° per tancar-se en els 45° següents. El moviment de la vàlvula és uniformement accelerat fins a mitja cursa i uniformement retardat en la meitat final. La cursa és de 10 mm i l'arbre de cames dóna 1000 voltes per minut. L'angle de pressió màxim que hom pot admetre és de 40°. Comencem per aplicar la fórmula [6] $s = \frac{a\ K^2}{2} \theta^2$ en la que podem substituir, segons [20] $\frac{a\ K^2}{2}$ per C, el què dóna

$$s = C\ \theta^2;$$

però mentre la vàlvula s'aixeca 5 mm la cama gira $\pi/8$, segons l'enunciat del problema, el què ens dóna un valor per a C de

$$C = \frac{s}{\theta} = \frac{5}{\frac{\pi^2}{8^2}} = \frac{320}{\pi^2} = 32$$

Fàcilment podríem demostrar que α va creixent amb θ, el què significa que α serà màxim quan θ ho sigui, que és el cas del nostre problema al final de la cursa amb moviment accelerat. En aquest instant θ és igual a $\pi/8$ i atès que d'acord amb les condicions del nostre cas α no pot passar de 40° i cot. 40° és igual a 1,19175, si substituïm tots aquests valors en [21] trobarem el valor del radi inicial.

Efectivament:

$$R = 2 \times 32 \times \frac{\pi}{8} \times 1{,}19175 - 32 \times \frac{\pi^2}{64} = 24{,}93 \text{ mm.}$$

el què ens dóna el valor del radi inicial per a la cama si no volem que en cap punt d'ella l'angle de pressió sigui superior a 40°.

Passem ara a un altre aspecte del problema: el del bon aprofitament de la molla perquè l'esforç motriu sigui més regulat i puguem disminuir la força F en el període de moviment retardat. Per a aquest estudi ens valdrem del diagrama de forces en forma semblant a l'emprada per SCHERMANN en un article publicat en 20 de gener de 1920 en la revista *The Automobile Engineer*.

La fig. 3 representa un diagrama de forces per a un cas semblant a l'estudiat en el nostre exemple. Les abscisses representen els temps i les ordenades del perfil $ABCEF$ les forces d'inèrcia de la vàlvula (massa $\times$ acceleració) que, donat el moviment, seran constants i sols canviaran de signe en passar del moviment uniformement accelerat al retardat. Ultra d'aquestes forces, l'altra més important és l'antagonista de la molla, que ve donada pel perfil IGH amb ordenades negatives per tal com és contrària a la força motriu. Aquesta serà, prescindint de la influència de l'angle de pressió o sigui en la component OB (fig. 1), igual a les ordenades de la superfície ratllada, com fàcilment pot comprendre's. L'examen d'aquesta figura deixa veure que la força de la molla està molt mal utilitzada, puix totes les ordenades compreses entre EF i GH donen lloc a una pèrdua que amb un perfil diferent del EF podria fàcilment corregir-se. La fig. 4 n'és un exemple: consisteix a variar la forma de la corba d'acceleracions en el període de moviment retardat,—el qual ja no serà uniforme—en forma que s'adapti millor al perfil de la força antagonista de la molla; a l'ensems, això ens permetrà disminuir l'acceleració positiva o el temps en què actua l'acceleració negativa. Una forma de perfil és la representada per l'equació d'acceleració que segueix, que és la de fig. 4:

$$\frac{d^2 s}{d t^2} = -(j + K t) \qquad [22];$$

la qual, per integració, dóna:

$$\frac{d s}{d t} = -\left(j t + \frac{K}{2} t^2\right) + C,$$

en la que C és la velocitat inicial que, evidentment, serà igual a $a\ T_1$, essent a l'acceleració en el període uniformement accelerat i T_1 el temps de la seva duració. La substitució en la igualtat anterior dóna.

$$\frac{d s}{d t} = a\ T_1 - (j t + \frac{K}{2} t^2) \qquad [23];$$

la qual fórmula, per integració, condueix a

$$s = a\ T_1\ t - \left(\frac{j t^2}{2} + \frac{K}{6} t^3\right) \qquad [24],$$

per tal com la constant d'integració és 0. En totes les fórmules anteriors K representa el coeficient de proporcionalitat en l'augment de l'acceleració retardatriu. Ara bé: les superfícies $OABC$ i $CDEF$ cal que siguin iguals per seqüència de llur proporcionalitat a les velocitats en l'instant final del moviment uniformement accelerat, doncs si volem que no hi hagi cap classe de xoc en obrir la vàlvula durant el període retardatriu, hem d'anullar la velocitat adquirida durant l'accelerat. Que les superfícies són proporcionals a les velocitats es desprèn directament de la noció de velocitat, la qual és la integral respecte el temps de l'acceleració i una integral definida respecte una superfície (les ordenades de la figura són acceleracions multiplicades per la massa, i les abscisses el temps). Es comprèn que essent la massa idèntica en les dues superfícies i constituint aquesta mateixa massa el factor de proporcionalitat, les superfícies esmentades seran proporcionals a la velocitat. De lo dit es desprèn que si designem per T_2 el temps de duració del període uniformement retardat, podrem igualar les fórmules [23] i [3]; la [23], sense la constant d'integració, dóna:

$$\alpha T_1 = j T_2 + \frac{K}{2} T_2^2 \qquad [25]$$

Demés d'aquesta fórmula tindrem que l'espai recorregut amb moviment retardat, donat per la fórmula [24], ha d'ésser igual a la meitat de la cursa de la vàlvula c; per tant

$$\frac{c}{2} = \alpha T_1 T_2 - \left(j \frac{T_2^2}{2} + \frac{K}{6} T_2^3 \right) \qquad [26].$$

Amb les [25] i [26] tenim dues equacions i tres incògnites T_2, j i K, car α i T_1 ens són coneguts per la primera meitat de cursa. Per poder resoldre el sistema cal que ens fixem una altra relació qualsevol, com per exemple que l'acceleració màxima retardatriu no passi de cert valor

$$j + KT_2 = C \qquad [27]$$

En primer terme, apliquem el diagrama de les forces al cas estudiat anteriorment, variant-lo després en la forma de la fig. 4; suposarem que la vàlvula pesa 500 gr, que la secció de pas dels gasos és de 28 cmq i que la pressió inicial de la molla és de 1,2 kg per cmq de la secció de la vàlvula. Amb aquestes hipòtesis tenim que en el cas estudiat $T_1 = T_2$; llur valor comú ens serà donat per la proporció entre els angles girats i els temps emprats en la forma següent:

$$\frac{2\pi}{\frac{\pi}{8}} = \frac{\frac{1}{1.000}}{T_1}$$

d'on

$$T_1 = \frac{\frac{1}{8000}}{2} = \frac{1}{16000} \text{ minuts, o siguin } \frac{3}{800} \text{ segons.}$$

Calculats T_1 i T_2 la fórmula [4] ens donarà el valor de a:

$$5 = \frac{\left(a \dfrac{3}{800}\right)^2}{2}$$

$$10 = \frac{640000}{9\,a}\,;\; a = \frac{9}{6400000} = 711111{,}11 \text{ mm per seg}^2$$

o el què és igual

$$a = 711.1111 \text{ metres per segon}^2$$

La massa de la vàlvula serà $\dfrac{0{,}5}{9.81} = 0{,}05097$; per tant l'ordenada OA del diagrama de la fig. 3 valdrà:

$$0{,}05097 \times 711{,}111 = 36{,}24 \text{ kg}$$

i si suposem que la força antagonista de la molla val 5 quilos més en el punt C tindrem que CG serà igual a 41,24 kg., i atès que en el moment inicial val

$$28 \times 1{,}2 = 33{,}6 \text{ kg}$$

resultarà que per a una fletxa de 5 mm la força antagonista augmenta en

$$41{,}24 - 33{,}6 = 7{,}64 \text{ kg}$$

el què representa una flexibilitat de

$$\frac{5}{7{,}64} = 0{,}654 \text{ mm per kg}$$

La força màxima que farà la molla serà,

$$33{,}6 + \frac{10}{0{,}654} = 33{,}6 + 15{,}2 = 48.8 \text{ kg}$$

Anem a veure si podem modificar el perfil de la cama en forma que pugui emprar-se una molla no tant forta i que, a l'ensems, s'aprofiti millor. Per a això fixarem una acceleració màxima retardatriu de 800 m/s en un segon per vèncer la força d'inèrcia de la vàlvula, que és igual a

$$0{,}05097 \times 800 = 40{,}77 \text{ kgr.}$$

la qual, admetent com abans una pressió en la molla de 5 quilos més, representa una força antagonista de 45,77 quilos. Anem a determinar els valors de T_2, J i K, ajudats de les equacions [25], [26] i [27], les quals formaran el següent sistema:

$$\left.\begin{aligned} T_2 K + j &= 800 \\ \frac{24}{9} &= j\,T_2 + \frac{K}{2}\,T_2^2 \\ 0{,}005 &= \frac{24}{9} \times T_2 - \left(\frac{j\,T_2^2}{2} + \frac{K}{6}\,T_2^3\right) \end{aligned}\right\} \quad [28]$$

El valor 24/9 s'ha trobat multiplicant $a = \dfrac{6400}{9}$ m/s² per $T_1 = \dfrac{3}{800}$".

La solució del sistema [28] dóna:

$$j = 669{,}2 \text{ m/s}$$
$$K = 36.033$$
$$T_2 = 0{,}00363 \text{ segons}$$

Un cop resolt cal comprovar si la molla en el punt G té un valor superior a la força d'inèrcia de la vàlvula. La flexibilitat actual de la molla és

$$\frac{10}{45{,}77 - 33{,}6} = \frac{10}{12{,}12} = 0{,}821 \text{ mm/kg};$$

per tant la seva força en el punt C serà

$$33{,}6 + \frac{5}{0{,}821} = 33{,}6 + 6{,}04 = 39{,}64 \text{ kg}.$$

La força d'inèrcia de la vàlvula és

$$0{,}05097 \times 669{,}2 = 34{,}31 \text{ kg};$$

com pot veure's és inferior a la de la molla.

Ultra l'avantatge del millor aprofitament de la molla, la reducció del temps d'ascensió de la vàlvula reporta també un millorament en el rendiment volumètric del motor. No obstant, els dos perfils estudiats presenten, encara, un defecte comú. I és que degut a l'espai que s'ha deixat, segons hem dit, entre el taquet i la vàlvula, en el moment de posar-se en contacte el taquet ja ha adquirit una certa velocitat, el què origina un xoc perjudicial al mecanisme i que produeix, demés, un soroll molest, especialment en cotxes de luxe. Per evitar això podríem estudiar un perfil del mateix tipus que els estudiats, en el qual l'acceleració tingués, al començament de la cursa, un valor més petit i que, un cop assolit el contacte del taquet i la vàlvula, augmentés el valor de l'acceleració. Hi ha perfils en què l'acceleració augmenta gradualment; però aquests pertanyen a un altre tipus de cames.

Resumint, direm que en construir un excèntric cal tenir molta cura en el perfil a donar-li, puix segons sigui aquest variarà, en primer lloc, l'angle de pressió i, en segon lloc, la manera d'actuar les forces antagonistes; i tant l'un com les altres tenen una gran influència en el rendiment mecànic de l'excèntric. Fóra força interessant traçar el diagrama dels treballs; però ens allargaria massa aquest article. Tal vegada en una altra ocasió podrem desenrotllar aquest assumpte.

ANTIDI LAYRET