

1. Resum

Aquest projecte sorgeix com a solució a una necessitat concreta d'una empresa que es dedica a la fabricació de tapes (seients) de WC mitjançant injecció de plàstics. Dita empresa, necessita acreditar que els seus productes compleixen les normes franceses NF referents a seients de WC, amb la finalitat de vendre els seus productes a França amb totes les garanties de qualitat requerides per tal normativa. Segons aquestes normes, l'empresa en qüestió ha de disposar, a més, de les eines necessàries per garantir que totes les seves tapes de WC destinades a comercialitzar-se a França compleixin totes les especificacions de les normes NF referents a seients de WC. Una d'aquestes especificacions, fa referència a un assaig per a comprovar la fiabilitat mecànica de les tapes de WC. El disseny d'aquesta màquina d'assaig es l'objecte del present projecte, que recull bàsicament:

- Resum de les especificacions que ha de complir la màquina d'assaig segons les normes NF pel que fa a tapes de WC, i explicació de l'assaig per comprovar la fiabilitat mecànica de tapes de WC.
- Descripció de les tapes de WC a assajar.
- Metodologia de disseny seguida per arribar a la creació de la màquina d'assaig.
- Funcionament i descripció de la màquina projectada.
- Pressupost necessari per realitzar la màquina d'assaig.





2. Sumari

1. RESUM	1
2. SUMARI	3
3. INTRODUCCIÓ	5
3.1. Origen del projecte.....	5
3.2. Motivació	5
3.3. Objectius del projecte.....	5
4. ABAST DEL PROJECTE	7
5. DESCRIPCIÓ DE LES TAPES DE WC A ASSAJAR	9
6. DESCRIPCIÓ DE LES NORMES NF PER SEIENTS DE WC	11
6.1. Contingut de la norma NF referent a seients de WC	11
6.2. Especificacions i descripció de l'assaig de la fiabilitat mecànica de tapes de WC.....	11
7. POSSIBLES ALTERNATIVES CONCEPTUALS PER A LA MÀQUINA D'ASSAIG DE TAPES DE WC	15
7.1. Sistema d'elevació mitjançant cadena o corretja	15
7.2. Sistema d'elevació mitjançant cilindre pneumàtic	16
7.3. Sistema d'elevació mitjançant braços en forma "d'aspa" i palpador	17
7.4. Sistema d'elevació mitjançant lleva-palpador	17
8. DESENVOLUPAMENT DE LA MÀQUINA D'ASSAIG MITJANÇANT LLEVA-PALPADOR	19
8.1. Principals òrgans de la màquina.....	19
8.2. Evolució general del disseny de la màquina d'assaig	20
8.3. Disseny i descripció dels components de la màquina d'assaig.....	24
8.3.1. Taula d'assaig.....	24
8.3.2. Estructura suport	25
8.3.3. Conjunt lleva-palpador.....	26
8.3.4. Motor elèctric i transmissió a utilitzar.	28
8.3.5. Transmissió per corretja i sistema de tensat de la corretja	33
8.3.6. Eixos, coixinets de fricció i elements auxiliars utilitzats	35
8.3.7. Sensor òptic d'infrarojos i comptador de cicles.	36
9. DESCRIPCIÓ DE LA MÀQUINA D'ASSAIG	39



9.1. Muntatge de la màquina	39
9.2. Funcionament de la màquina d'assaig	41
9.3. Comportament dinàmic de la tapa de WC durant l'assaig	42
10. PRESSUPOST	45
10.1. Pressupost del disseny de la màquina	45
10.2. Pressupost de la construcció de la màquina	45
10.3. Cost total de realització de la màquina d'assaig	46
11. IMPACTE AMBIENTAL	47
12. CONCLUSIONS	49
13. AGRAÏMENTS	51
14. BIBLIOGRAFIA	53
14.1. Referències bibliogràfiques.....	53
14.2. Bibliografia consultada	53
14.3. Pàgines web consultades	54



3. Introducció

3.1. Origen del projecte

La idea d'aquest projecte s'inicia en una empresa on es fabriquen tapes de WC. Les tapes es fabriquen bàsicament per injecció de termoplàstics. L'empresa té la necessitat d'obtenir la marca de qualitat NF (normes franceses de qualitat) i així poder comercialitzar a França els seus productes, complint les dites normes. L'objecte del projecte tractarà sobre el disseny d'una màquina que garanteixi el compliment d'un punt concret d'aquestes normes, segons unes pautes d'assaig establertes per les mateixes normes.

3.2. Motivació

Es necessita portar a terme aquesta màquina (a part d'altres) per tal de garantir el correcte funcionament de les tapes de WC fabricades, dintre del marc de les normes establertes per l'obtenció de la marca NF. El possible contingut mecànic i de disseny que el desenvolupament d'aquesta màquina implica, ha segut el motiu de l'elecció del seu estudi com a PFC, aprofitant les tasques dutes a terme en l'empresa en qüestió. També que el projecte pugui veure la llum i sigui realment aplicable és un aspecte que li dona sentit, ja que arriba a fer-se palpable físicament quan es finalitzi i tindrà una aplicabilitat real.

3.3. Objectius del projecte

El projecte té com a objectiu crear una màquina que permeti complir amb facilitat i garantia les especificacions d'un dels apartats de la norma NF pel que fa referència a la qualitat dels seients de WC. Segons les dites normes [AFNOR, 1999, p. 3]: "El fabricant, importador o proveïdor del producte ha d'estar en condicions de fabricar per al seu client els elements necessaris per justificar que les prescripcions recollides a la normativa son respectades. La concessió de la norma NF als productes ofereix la garantia de que aquests elements estan controlats sota la vigilància de AFNOR (certificació per tercera part)". D'aquesta manera el present projecte té com a objectiu la construcció i aplicació d'una màquina que simuli el obrir i tancar d'una tapa de WC segons les especificacions recollides a un dels apartats les normes NF i que fa referència a la fiabilitat mecànica de tapes de WC, amb la finalitat d'obtenir certs resultats descrits al mateix apartat de la norma.



4. Abast del projecte

El projecte contempla l'estudi detallat de tots els components de la màquina, la funció de cadascun i la seva fabricació (de ser necessària).

Dels equips elèctrics, hidràulics, electrònics o informàtics, de ser-hi, només es definiran les seves prestacions.





5. Descripció de les tapes de wc a assajar

La màquina d'assaig que es projecta té com a requisit l'adaptabilitat a tots els models de tapes que es fabriquen a l'empresa actualment. Per això es necessita conèixer els paràmetres geomètrics i físics de les tapes que influeixen en el disseny de la màquina d'assaig. Cal remarcar que la màquina en qüestió simularà el obrir i tancar de una tapa de WC, segons les especificacions recollides de les normes NF pel que fa a seients de WC, que s'explicaran posteriorment.

El paràmetre físic principal que cal conèixer es la massa de la tapa, que oscil·la entre 1,5 kg i 2,9 kg, segons tapes, i la posició del seu centre de masses per tal de poder simplificar els càlculs; el centre de masses de cada tapa s'obté mitjançant una eina de propietats del programa de representació tridimensional de sòlids SolidWorks, que ofereix el centre de massa de cada model de tapa, suposant homogeneïa la seva densitat. D'aquesta forma es té informació de cadascuna de les tapes un cop representades al SolidWorks tridimensionalment.

Pel que fa als paràmetres geomètrics cal fer referència a:

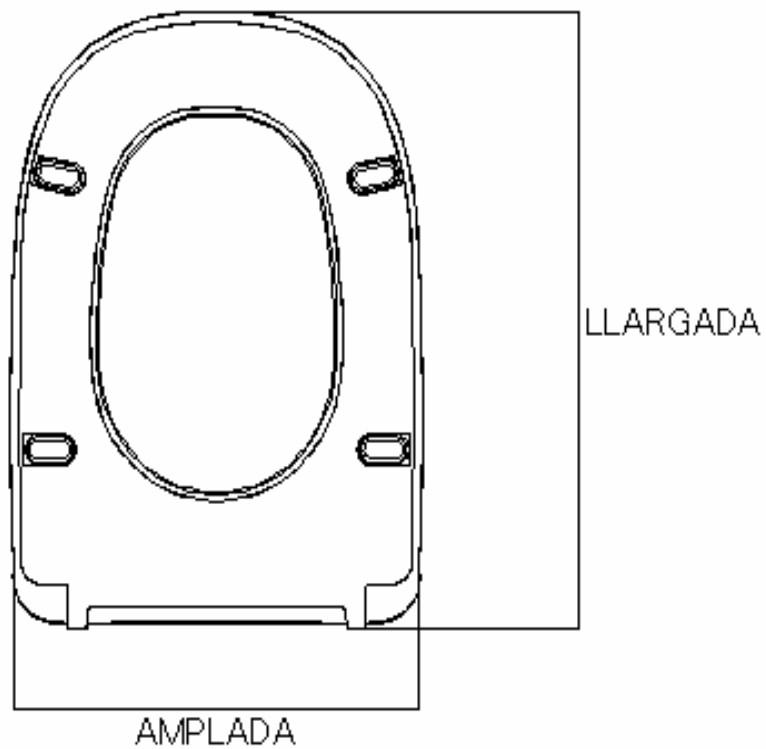
- Amplada de la tapa: varia entre 330 i 375 mm segons model.
- Llargada de la tapa: va des de 425 a 460 mm segons model.
- Distància entre cargols de fixació: A la màquina d'assaig s'estableix aquesta distància fixada a 160 mm entre cargols. Les tapes fabricades son adaptables a les ceràmiques de WC que tenen una distància entre cargols de 120 a 170 mm i per tant totes podran fixar-se a la màquina si la distància de fixació 160 mm.
- Alçada des de l'eix de rotació als topalls del seient.



SECCIÓ LATERAL TAPA

Fig. 5.1 Paràmetres geomètrics: alçada eix-topalls.





VISTA INFERIOR TAPA

Fig. 5.2 Paràmetres geomètrics: amplada i llargada.



6. Descripció de les normes NF per seients de WC

6.1. Contingut de la norma NF referent a seients de WC

La denominació concreta de la norma NF pel que fa a seients de WC i les especificacions de la qual es tenen en compte com a referència en aquest projecte es NF-XPD12-207 T3 Octubre 1999. El contingut d'aquesta norma es resumeix bàsicament en els següents punts:

- Dimensions i adaptabilitat dels seients a les ceràmiques de WC.
- Aspecte exterior inicial dels seients (defectes, polit superfícies, pintura, taques...).
- Adaptació a l'ús dels seients (seguretat, higiene, resistència les càrregues, frontisses, corrosió)
- Durabilitat dels seients (productes químics i taques, jocs de les fixacions, comportament front la humitat i l'aigua calenta)
- Traçabilitat dels seients produïts.
- Annexes corresponents a punts concrets de la norma (especificacions d'assaig).

6.2. Especificacions i descripció de l'assaig de la fiabilitat mecànica de tapes de WC

En concret, aquest projecte fa referència a l'apartat 7.2 de la norma NF-XPD12-207 T3 Octubre 1999. Aquest punt tracta sobre la fiabilitat mecànica de tapes de WC pel que fa al nombre de cicles de correcte funcionament que assegurin les fixacions de la tapa amb la ceràmica, el despreniment dels topalls de la tapa i el aspecte de la superfície del seient. A l'Annex A.3.3 de la citada norma, es descriuen les especificacions que han de complir-se per realitzar l'assaig de fiabilitat mecànica de tapes de WC. Aquestes especificacions es descriuen a les línies que segueixen, segons la traducció directa de la norma [AFNOR, 1999, p.15,20,21]:

“Les fixacions del seient no han de presentar desgast. No han de permetre un joc superior a 1 cm. Els topalls han de estar al seu lloc i en bon estat. El seient de WC ha de fixar-se a sobre d'un dispositiu rígid i de igual actuació que la ceràmica d'un WC. El parell de collada dels cargols de fixació de la tapa de WC ha de ser de 2 N·m. El conjunt de la tapa fixat s'ha de elevar fins un angle de 85° respecte l'horitzontal i s'ha de deixar caure lliurement per

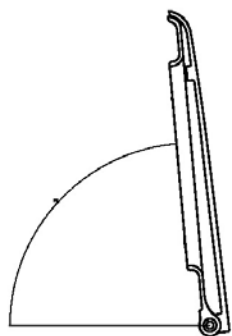


gravetat. Aquest cicle s'ha de repetir 30.000 vegades sense interrupcions de llarga durada (es pot parar la màquina per fer alguna observació en un moment donat i tornar a posar-la en marxa un cop feta tal observació). Cal fer una observació cada 10.000 cicles i anotar el nombre de cicles a partir del qual el sistema de subjecció comença a afluixar-se, si es presenta el cas. Tornar a collar llavors els cargols fluixos (si s'han afluixat) i continuar fins els 30.000 cicles. Passats 30000 cicles, cal apreciar el joc axial mesurant el desplaçament axial màxim del punt A de la figura. El punt A és el punt més allunyat de l'eix de rotació de la tapa i que està contingut sobre l'eix de simetria de la mateixa. Per fer aquesta observació del joc axial, cal aplicar una força horitzontal F de 20 N sobre un lateral de la tapa*. S'ha d'anotar la posició A' que pren el punt A (la distància entre el punt A inicial centrat respecte les fixacions de la tapa i el punt A'). El punt A' , és, dit d'una altra manera, la posició que pren el punt A quan s'aplica la força lateral de 20 N. Repetir l'operació en el sentit oposat i anotar la posició A'' corresponent. El joc axial es la distància $A' - A''$. Per tal de obtenir la marca NF en qüestió, aquest joc axial no ha de superar els 10 mm; a més, els topalls han d'estar al seu lloc i en bon estat, les fixacions no han de presentar deteriorament i les superfícies de xoc no s'han de veure ratllades o amb signes de cops."

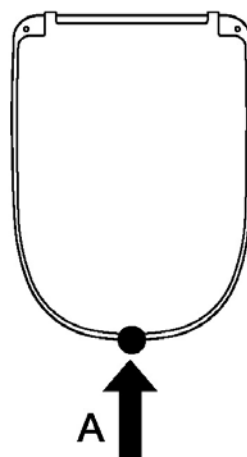
A la pàgina següent es mostren diversos aspectes esquemàtics relatius a aspectes de l'assaig que s'ha de portar a terme.

*La norma no estableix a quina distància de l'eix de rotació de la tapa; s'estableix com a norma a l'empresa aplicar la força F de 20 N a 2/3 de la llargada total de la tap, prenent com a origen el seu eix de rotació).

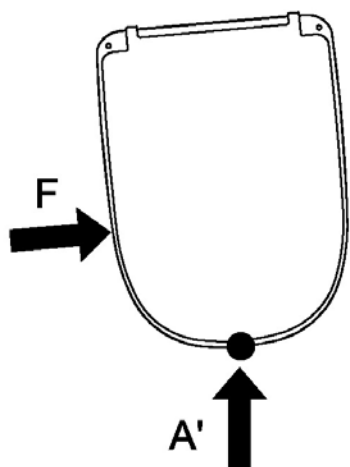




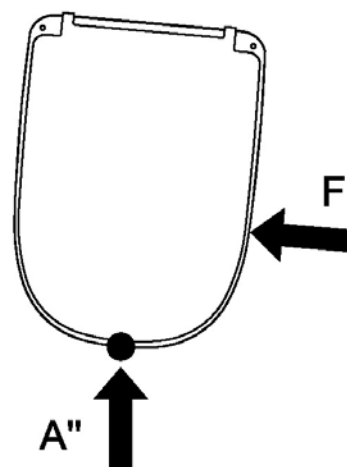
SECCIÓ LATERAL TAPA 85°



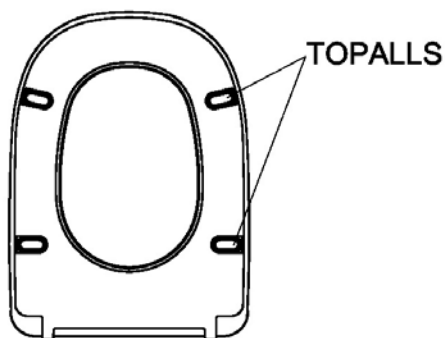
VISTA SUPERIOR TAPA



VISTA SUPERIOR TAPA



VISTA SUPERIOR TAPA



VISTA INFERIOR TAPA

Fig. 6.2.1 Descripció esquemàtica de diversos aspectes de l'assaig





7. Possibles alternatives conceptuals per a la màquina d'assaig de tapes de WC

Un cop coneguts els principals paràmetres de les tapes de WC que es volen assajar, es comença a pensar en quines dimensions, components i disposicions per la màquina que, a grans trets, siguin les que marquin l'inici del projecte cap a solucions cada cop més concretes.

Per començar, el que és absolutament necessari, és una taula o similar que simuli la ceràmica del WC i a més serveixi de suport estructural de tots els components de la màquina d'assaig; les mides de la taula vindran acotades, en un principi, per les dimensions d'amplada i llargada de la tapa.

Seguidament, cal fer l'observació que la màquina en qüestió, a més de servir per a l'assaig de les tapes, sigui fàcilment transportable i accionada de la forma el més universal possible, per tal de poder ser exposada en fires com a atracció al stand o per ser manipulada i emmagatzemada amb facilitat a planta. Es requereix per tant que la màquina ocupi el mínim espai, sigui bastant lleugera, i sigui de fàcil accionament i transport.

A continuació, es passa a descriure, en diferents apartats, les alternatives que s'han tingut en compte de sistemes per obtenir la funcionalitat desitjada.

7.1. Sistema d'elevació mitjançant cadena o corretja

Aquesta alternativa tracta d'eleva la tapa a través d'un palpador solidari a la tapa, sobre el que actua una cadena amb algun tipus de passador, que deixi anar el palpador un cop obtinguts els graus d'elevació desitjats. Tot el sistema seria accionat per un motor elèctric (amb el reductor adequat). Aquest primer sistema resulta econòmic i funcional, però poc estètic i molt voluminós, tenint en compte que cal fer tota una estructura per subjectar els pinyons. Es pensa amb altres disposicions dels pinyons i de la cadena amb passador que ocupin menys espai, però amb totes es troba la dificultat de obtenir 85° d'elevació de la tapa. A més, el sistema es considera poc robust (unió passador-cadena) i poc atractiu estèticament. Una primera aproximació esquemàtica pot ser la que es visualitza a la Figura 7.1.1 de la pàgina següent.



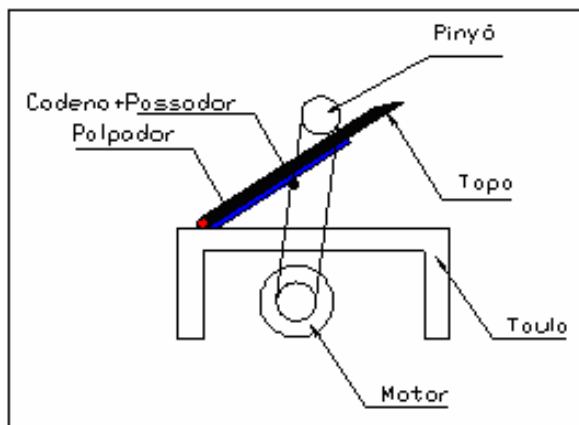


Fig. 7.1.1 Solució funcional mitjançant cadena+passador

7.2. Sistema d'elevació mitjançant cilindre pneumàtic

Es tracta d'elevat la tapa mitjançant un èmbol pneumàtic, comandat per algun tipus d'electrovàlvula que permetés fer una pujada lenta i una retirada ràpida de l'èmbol per tal de la tapa caigui lliurement fins a la taula simuladora de la ceràmica. Segurament hauria de ser un cilindre de doble efecte, per permetre aquesta retirada ràpida del cilindre. Aquest sistema resulta molt simple de realitzar i és satisfactori estèticament, però requereix d'un sistema pneumàtic per al seu accionament, amb l'inconvenient de que cal, en el cas de ser exposada en fires, un stand amb disponibilitat de sistema pneumàtic o adjuntar un compressor junt amb la màquina, fent en aquest últim cas la màquina pesada i sorollosa. Una aproximació esquemàtica de la màquina:

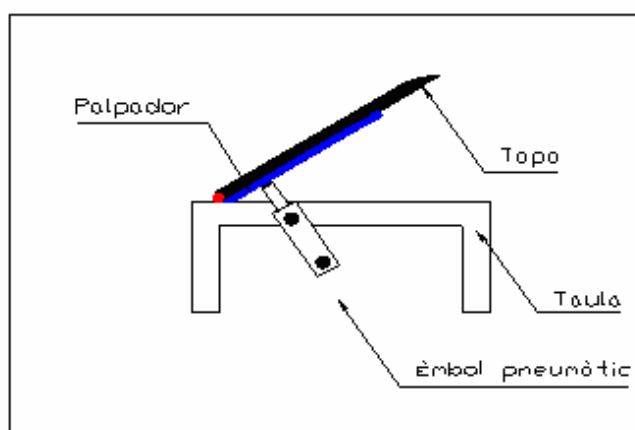


Fig. 7.2.1 Solució mitjançant èmbol pneumàtic



7.3. Sistema d'elevació mitjançant braços en forma "d'aspa" i palpador

El sistema es similar al de elevació per cadena, utilitzant un passador que llisqui d'alguna manera a sobre d'un dels braços de forma que vagi elevant-se la tapa. El sistema resulta econòmic, però igual que en el primer sistema, molt voluminós i poc satisfactori estèticament. Esquemàticament el sistema queda:

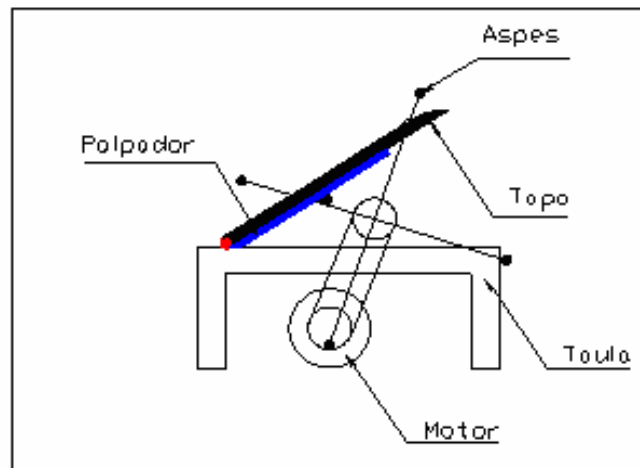


Fig. 7.3.1 Solució esquemàtica mitjançant braços en aspa

7.4. Sistema d'elevació mitjançant lleva-palpador

El sistema és derivat de l'anterior d'elevació mitjançant braços, però ara es simplifiquen els braços a una lleva de dimensions molt més reduïdes. Aquesta alternativa està d'acord amb les premisses a complir que s'han enumerat al principi d'aquest capítol; la màquina ocupa menys espai que amb els altres sistemes, resulta més lleugera, es acciona per un motor elèctric i estèticament és molt més atractiva que les opcions descrites als apartats 7.1 i 7.3. Degut a les seves característiques aquest es el sistema escollit per a ser desenvolupat cap a solucions concretes de la màquina. Una visió esquemàtica de la màquina amb aquest sistema es mostra a la Figura 7.4.1 de la pàgina següent.



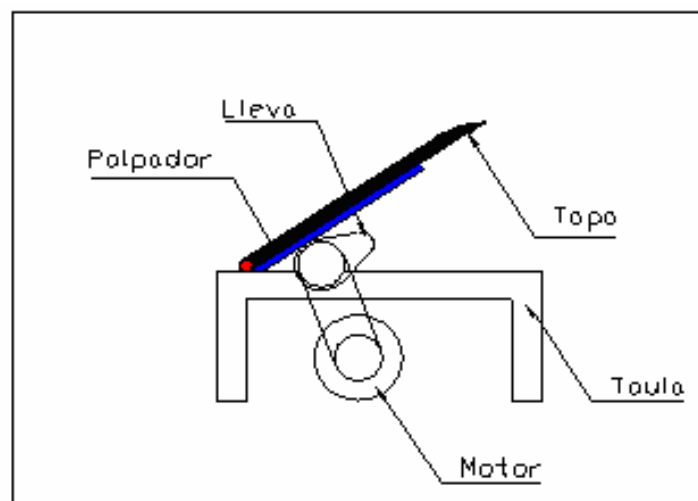


Fig. 7.4.1 Solució mitjançant lleva-palpador



8. Desenvolupament de la màquina d'assaig mitjançant lleva-palpador

Al capítol anterior s'han vist els diferents aspectes pels quals es tria el sistema de lleva-palpador per buscar solucions funcionals per la màquina d'assaig. Un cop escollida aquesta alternativa s'ha de passar a treballar amb ella i veure si aquesta resulta factible o, per contra, cal buscar un nou concepte per solucionar la composició de la màquina.

8.1. Principals òrgans de la màquina

La màquina que es projecta constarà de diversos components i sub-components. Seguidament es passa a llistar els components que es consideren bàsics per poder començar el disseny de la màquina d'assaig i els requisits que han de complir:

- Taula d'assaig: ha de simular la ceràmica del WC i, a més, servir de suport estructural per tots els components. Ha de ser lleugera. S'ha d'adaptar a totes les tapes del catàleg, descrites a l'apartat 5 de la present memòria, tant pel que fa a amplada i llargada com pel que respecta a la fixació de la tapa.
- Motor elèctric: ha de proporcionar el parell necessari per aixecar qualsevol tapa del catàleg en el temps de cicle establert i també ha de ser lleuger.
- Reductor: ha de proporcionar la relació de reducció adequada per tal de aixecar la tapa en el temps de cicle estipulat. Com tots els components ha de ser lleuger.
- Lleva: ha de tenir una determinada forma i disposició a l'espai tal que permeti aixecar la tapa de forma més o menys lenta i deixar-la anar seguidament per a que caigui lliurement.
- Palpador: ha de ser solidari a la tapa de WC i es el òrgan que aixeca directament tapa. Està accionat per la lleva. Ha de ser capaç d'adaptar-se a les diferents dimensions de les tapes del catàleg.



8.2. Evolució general del disseny de la màquina d'assaig

Per tal de poder començar el disseny de la màquina, es necessita un punt de partida, unes idees inicials que permetin disposar els components a l'espai, valorar aquesta disposició i inclinar-se cap a la solució que proporciona més avantatges. Seguidament es fa una descripció general del procés que s'ha portat a terme en el disseny de la màquina, per passar posteriorment a la descripció individual i concreta de components que la conformen. D'aquesta manera, el primer punt en que es comença a treballar és en les dimensions de la taula d'assaig que simula la tapa de WC. Les cotes de llargada i amplada de les tapes més grans del catàleg son 460 i 375 mm; es decideix partir d'una taula de 500x400 mm on es pensen muntar la resta de components.

Un cop definida la mida inicial de la taula d'assaig es passa a resoldre un aspecte determinant: la disposició de la lleva. La lleva serà l'encarregada de l'elevació de la tapa, mitjançant un element intermedi entre aquesta i la tapa: el palpador. El palpador serà la peça que tindrà contacte directe amb la tapa. Es plantegen dos suggeriments per tal de ubicar la lleva a l'espai, pensant amb la seva funcionalitat de aixecar la tapa i deixar-la caure lliurement; per tal de explicar les dues alternatives serà d'utilitat visualitzar la següent il·lustració:

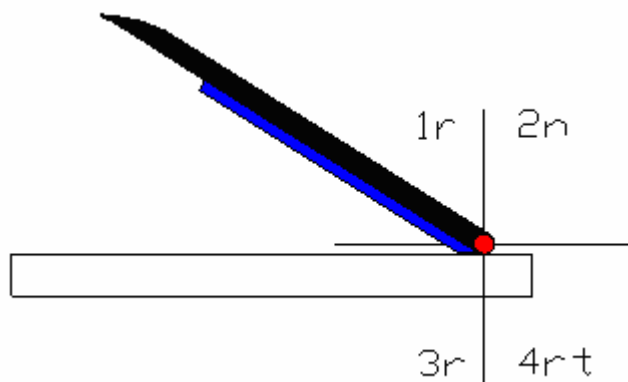


Fig. 8.2.1 Possibles ubicacions de la lleva a l'espai

Es distingeixen 4 quadrants centrats a l'eix de gir de la tapa de WC on pot situar-se l'eix de gir de la lleva. El primer i quart quadrant queden descartats ja que no es possible elevar directament la tapa mitjançant una lleva l'eix de la qual es trobi disposada en aquests quadrants, faria falta algun element auxiliar que "enganxés" el palpador a la lleva i així poder aixecar la tapa. Descartats aquests dos quadrants, cal decidir quin dels dos que queden (2n i 3r) és més adequat. Situar la lleva al 2n quadrant suposa allargar el palpador per darrere de l'eix de gir de la tapa i per tant fer la taula més gran; situar-la al 3r quadrant resulta molt més



directe i compacte. Les dues solucions són vàlides, de fet son simètriques i per tant equivalents en els esforços a suportar per la lleva. Per tant, s'escull el 3r quadrant per a disposar l'eix de la lleva, ja que tot resulta més compacte i més satisfactori estèticament.

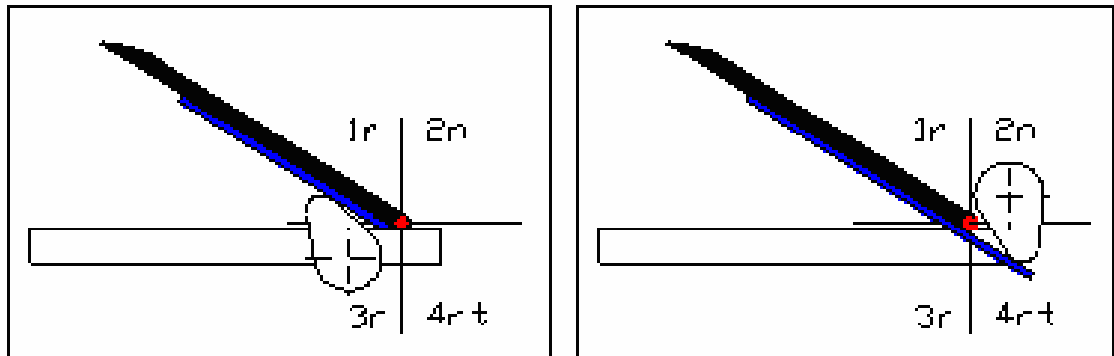


Fig. 8.2.2 Disposicions aproximades de la lleva al 2n i 3r quadrant.

Una vegada definit on s'ubica la lleva, es passa a solucionar peça a peça la geometria, materials i demés característiques de cadascuna de la resta de peces i de la seva disposició al conjunt. Es comença pel disseny del palpador, de forma que s'adapti a totes les tapes del catàleg, sense interferir amb els topalls de la tapa (ja que ha de lliscar a la base de la tapa lliurement). D'aquesta forma s'adapta l'amplada de la taula d'assaig per donar espai per allotjar el palpador i permetre el joc per poder provar les tapes del catàleg amb diferent amplada. Quan el palpador queda solucionat, s'escull un perfil de lleva adequat, de forma "còncava-convexa", que permeti l'elevació ràpida de la tapa i la posterior frenada al voltant dels 85° d'elevació de la tapa i la caiguda lliure d'aquesta. També es defineix la posició relativa entre aquestes dues peces, cal ubicar tant el palpador com la lleva a l'espai, fixant-los a la taula; això es va fent conjuntament mentre s'evoluciona amb el disseny d'aquestes dues peces (lleva, palpador): es redimensiona la taula, els allotjaments del palpador en aquesta.

Es necessiten també eixos i elements de suport per a la lleva i el palpador, que també es van desenvolupant de forma que tot quedi compacte i sigui senzill de muntar. Es pensa en dos elements auxiliars per tal de millorar el comportament mecànic del palpador durant el funcionament de la màquina. Un d'aquests elements es la utilització d'una molla de torsió. Aquesta molla s'instal·la sobre l'eix del palpador amb la finalitat que el palpador torni ràpidament a la seva posició horitzontal i que ho faci amb major rapidesa que la tapa en caiguda lliure. El segon element es tracta d'un imant que actua a mode de retensor. Aquest imant, solidari a la taula, s'encarregarà de garantir la posició horitzontal del palpador al final de la caiguda lliure, sense rebots que puguin interferir amb la caiguda de la tapa.



Fixats i dimensionats els elements mecànics responsables de l'elevació de la lleva a l'espai, i disposant de les dades físiques i geomètriques de les tapes de WC, es pot passar a calcular el parell necessari per tal de triar un motor i transmissió adequats per aixecar la tapa de WC. Els càlculs pel que fa referència a l'obtenció del parell per a la tria del motor es troben recollits a l'Annex A. Aquesta tasca de càlcul del parell motor es porta a terme mitjançant les equacions d'equilibri dinàmiques del conjunt i amb l'ajut del programa de dibuix Autocad per tal d'obtenir les dades geomètriques necessàries per als càlculs. Seguidament s'explica la metodologia seguida per l'obtenció de les dades geomètriques esmentades; com a punt de partida, es disposa del perfil de lleva i de la geometria del palpador així com la seva disposició a l'espai. De la mateixa manera es coneixen les dades de les tapes de WC a assajar (massa, posició del centre de masses...). Primerament, s'escull una de les tapes, la que té més massa del catàleg, per dimensionar el motor tal de dimensiona el motor per al major esforç, i tenint en compte que la distribució de la massa en cadascuna de les tapes es molt similar (la posició del centre de masses de un model de tapa a un altre no varia significativament). A partir d'aquí, es troben les equacions d'equilibri dinàmic del conjunt tapa-palpador-lleva. Per tal d'obtenir els valors de les variables, es representa a l'Autocad el conjunt de les 3 peces de la següent forma: es fa una representació per cada 5° de gir de l'eix de la lleva i per un rang de angles que va des del primer contacte lleva palpador (palpador i tapa en posició totalment horitzontal, 0°), fins una elevació de la tapa respecte l'horitzontal de 85°. Això es fa representant, cada 5° de gir, la lleva tangent al palpador en el punt corresponent i igualment la tapa elevada pel palpador.

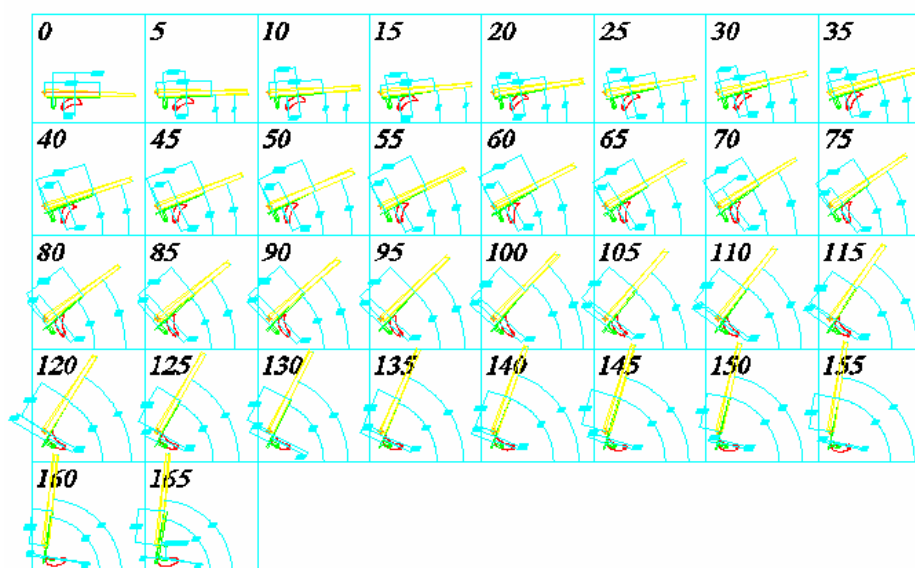


Fig. 8.2.3 Discretització del moviment del conjunt cada 5° de gir de la lleva



A partir d'aquí es prenen les mesures necessàries de distàncies entre punts de contacte de cada posició per a fer el càlcul del parell. Determinades aquestes variables geomètriques, el paràmetres físics dels components, fixant la velocitat angular de la lleva en 6 min^{-1} (1 cicle cada 10 segons) i aplicant aquests valors a les equacions del comportament dinàmic del conjunt, s'obté el parell per a cada configuració de 0° a 165° . Conegut el parell per a cada configuració (cada 5° de gir de la lleva) es passa a calcular el parell equivalent pel que fa a escalfament i a aplicar rendiments dels mecanismes sobre aquest, ja que existeix frec entre components i certs rendiments de les transmissions. A continuació, es tria el motor elèctric que accionarà tot el sistema, a partir del parell equivalent requerit i les voltes de la lleva desitjades (6 min^{-1}). El motor escollit es tracta d'un motorreductor monofàsic, de gran capacitat de reducció i baixa potència. Definit el motorreductor i el nombre de voltes a la sortida d'aquest, i conegudes les voltes per unitat de temps que ha de realitzar la lleva, es passa a calcular la transmissió entre motorreductor i lleva, que s'acaba realitzant mitjançant corretja trapezoïdal SPZ i dues politges de les dimensions necessàries per tal d'obtenir les voltes requerides a l'eix de la lleva. S'ubica el motorreductor a l'espai juntament amb les politges.

Definit el conjunt d'elevació de la tapa, es passa a comprovar mitjançant càlculs, que el comportament de la tapa durant el cicle d'elevació es el desitjat: el que es pretén és elevar la tapa fins a 85° i que aquesta caigui lliurement fins a 0° ; el que també podria passar és que la tapa pugés a una certa velocitat fins a 85° i després per la pròpia inèrcia continués fins a superar els 90° respecte l'horitzontal i caigués en el sentit oposat, fet totalment indesitjable. Per aquest motiu es fa un balanç energètic (Annex B) per estudiar quin es el comportament de la tapa un cop assolits els 85° . El resultat de aquest estudi es que la tapa, en arribar als 85° , continua la seva trajectòria en el mateix sentit d'elevació, però mai arriba a superar els 85° i pocs minuts de grau. Després la tapa cau pel seu propi pes, pel mateix cantó per on s'ha efectuat la pujada. Es evident que la velocitat de rotació de la lleva escollida i el perfil de la mateixa contribueixen a que la tapa no arribi a superar els 86° . Cal notar que la velocitat de rotació de la lleva s'ha escollit de 6 min^{-1} per dos raons: la primera és el que la tapa no adquireixi velocitats elevades i assegurar la caiguda pel costat desitjat (com s'ha comprovat). Es pot pensar en fer servir velocitats de rotació de la lleva més elevades (per fer més curt el temps de cicle i per tant d'assaig), però hi ha un segon factor que fa que es decideixi no augmentar tal velocitat. Aquesta segona raó s'estableix per fer el més similar a l'ús real de la tapa de WC pel que fa a la cadència d'elevació (encara que la norma no defineix cap cadència en les caigudes de la tapa de) ja que una velocitat de rotació més elevada podria arribar a escalfar les articulacions de la tapa de WC (recordem que és de plàstic) i falsejar d'alguna manera els resultats (jocs a les articulacions deguts l'escalfament).

Com a comentari, es pot destacar que s'ha valorat la possibilitat de representar el mecanisme en algun programa de simulació per tal d'obtenir el parell a l'eix de la lleva en



diversos instants, però es descarta per la dificultat en la representació de les condicions lliscants dels enllaços entre tapa-lleva-palpador. Per aquest motiu es decideix aplicar un mètode analític per obtenir totes les dades geomètriques i aplicar les equacions d'equilibri per trobar el parell motor necessari.

La tasca de disseny comença a arribar al seu final, i el que es defineix seguidament son tots els coixinets de fricció, unió entre les diferents peces i demés detalls constructius per acabar de solucionar la màquina d'assaig de tapes de WC.

Cal remarcar que ha segut de molta ajuda el programa de dibuix 3D SolidWorks per al disseny i disposició de tots els components.

Com s'ha dit abans, aquest és el resum general de la tasca de disseny de la màquina d'assaig. Posteriorment, s'analitzarà el disseny de cada component, individualment i amb més profunditat.

8.3. Disseny i descripció dels components de la màquina d'assaig

8.3.1. Taula d'assaig

La taula d'assaig té com a funció principal simular la ceràmica d'un WC i suportar tots els elements que permetin l'elevació de la tapa. El disseny ha començat a partir d'una planxa d'alumini de 500x400x15. S'ha escollit l'alumini per la seva lleugeresa i aspecte. El primer que es necessita a la taula son dos orificis per tal de fixar la tapa mitjançant les frontisses estàndard de cada tapa de WC. Aquests orificis es mecanitzaran passants a 160 mm de distància entre ells de forma que es puguin fixar totes les tapes del catàleg (veure apartat 5). Seguidament s'ha de realitzar l'allotjament pel palpador a la taula. El disseny de la taula es va desenvolupant conjuntament amb el disseny de la lleva i del palpador (bàsicament, també amb el disseny d'altres components, però amb menys rellevància sobre el resultat final de la taula) de forma que es va adaptant l'allotjament del palpador a mesura que aquest va evolucionant el seu disseny. Aquest allotjament s'adapta a la geometria del palpador i lleva, i, a més, es procura que l'orifici que s'ha de fer a la taula sigui el mínim possible per tal de permetre la mobilitat de lleva i palpador. Es busca el mínim orifici per tal que no es vegin directament els components que conformen la màquina des de la part superior i aquesta sigui més atractiva estèticament. Es decideix allotjar un imant a la taula per tal que faci de retensor del palpador, amb la finalitat d'evitar el rebot d'aquest darrer al arribar al final de la seva caiguda lliure. Aquest retensor magnètic s'ha de fixar mitjançant un cargol collat a la taula. La taula disposa de tots els allotjaments per cargols i forats roscats necessaris per muntar tots el elements restants que falten per completar el conjunt. Les dimensions finals de



la taula son de 500x430x15. El disseny de la taula s'ha estudiat de forma que, tot i que es tracta d'una peça unitària, es pugui realitzar senzillament i amb eines normalitzades en qualsevol màquina de fressar convencional, amb la finalitat que el seu cost no sigui molt elevat.

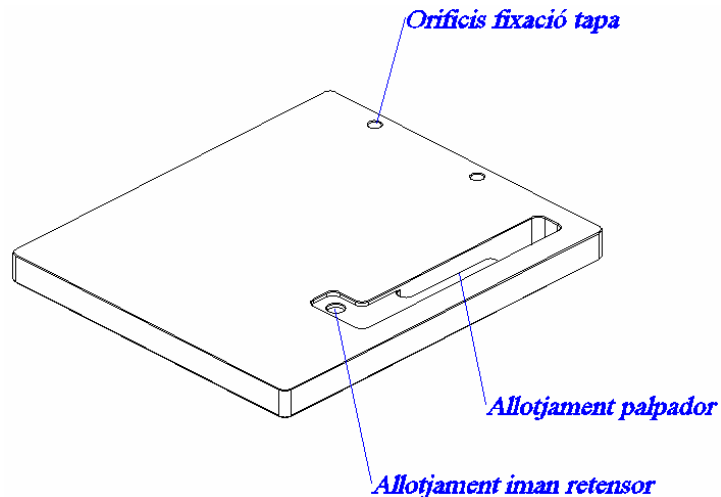


Fig. 8.3.1.1 Vista general de la taula d'assaig

8.3.2. Estructura suport

L'estructura suport es l'encarregada de suportar la taula d'assaig així com altres elements que necessitin fixar-se en un lloc diferent a la taula d'assaig. Encara que es posa en compromís la lleugeresa de tot el conjunt, es pensa en fabricar l'estructura suport a partir de perfils normalitzats d'acer estructural soldats entre si. El contacte entre l'estructura suport i el terra es farà utilitzant uns Silent-blocks, amb la finalitat d'amortir les vibracions produïdes per la caiguda de la tapa sobre la taula d'assaig. L'estructura va proveïda de quatre forats per fixar una platina addicional, encarregada de suportar el motor i destinada també a poder tensar la corretja de la transmissió, com es veurà més endavant, mitjançant uns traus colisos.



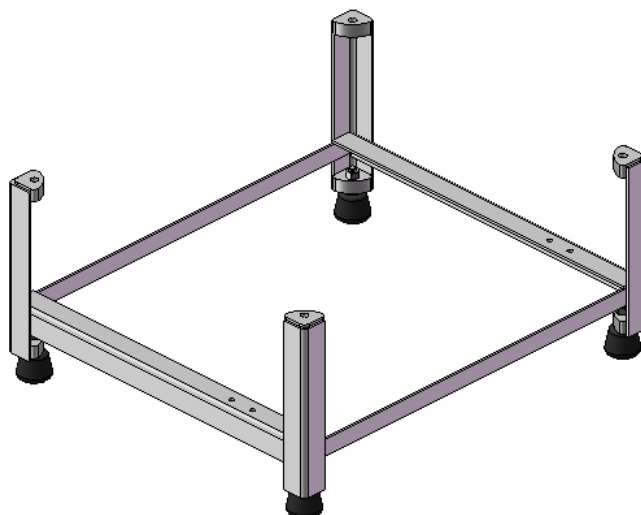


Fig. 8.3.2.1 Vista general de l'estructura suport

8.3.3. Conjunt lleva-palpador

Començant pel palpador, els requeriments que aquest ha de complir són:

- Intentar minimitzar l'esforç d'elevació de la tapa de WC, sempre amb compromís amb una grandària de les peces reduïda. El palpador, juntament amb la lleva son els encarregats d'aixecar la tapa directament.
- Adaptabilitat a totes les amplades de tapa: el disseny del palpador realitzat, s'adapta a totes les tapes del catàleg gràcies a la distància entre el palpador i els orificis de fixació de la tapa a la taula i també gràcies a la forma de la punta de palpador, en forma de "ganxo", que permet un contacte de la punta del palpador i només de la punta durant tot el recorregut d'elevació per a tots els tipus de tapa.

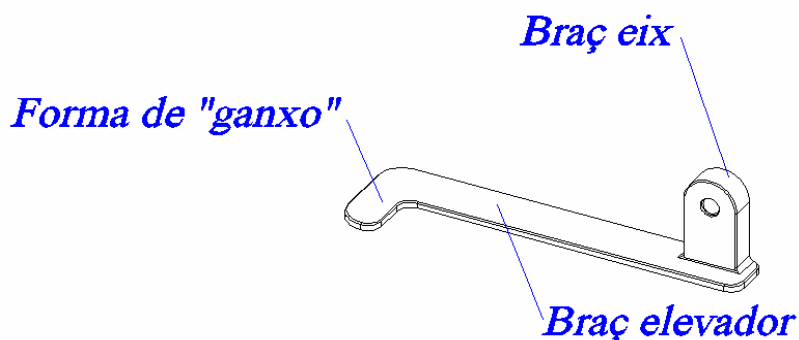


Fig. 8.3.3.1 Vista general del palpador



- El material del palpador ha de tenir: una duresa superficial elevada, coeficient de fricció baix, resistència a la fatiga, lleugeresa, ha de ser magnètic (que es pugui enganxar amb imant retensor) i a més ha de ser soldable (ja que es realitza a partir de dues “sub-peces”, “braç eix i “braç elevador”). El palpador es troba de forma continua amb fricció, per una banda amb la tapa de WC i per l'altra amb la lleva. A més, degut al funcionament de la màquina, aquesta peça està sotmesa a caiguda lliure, sofrint un petit xoc contra la taula cada cicle d'elevació. Encara que es posi en compromís la lleugeresa, degut a les dimensions reduïdes d'aquesta peça, s'escull un acer de construcció S 235 (segons UNE 10025-94).
- El palpador ha de tenir un allotjament per fixar una molla de torsió per fer el retorn del palpador a la seva posició més ràpid que el de la caiguda lliure de la tapa.

Per tal de fabricar el palpador, es parteix de dues “sub-peces” : braç eix i braç elevador. Les dues peces es realitzen separadament a la fresa a partir del mateix tipus de material, i posteriorment es solden amb la disposició indicada als plànols. Finalment es pensa en una làmina de Teflón (marca registrada per l'empresa DuPont) que servirà per evitar el desgast del palpador. Aquesta làmina prendrà la forma del palpador, es collarà mitjançant cola al palpador i es canviarà en cas que es desgasti. D'aquesta forma s'evita el haver de canviar tot el palpador en cas que es desgasti pel seu fregament continuat amb la lleva.

Seguint amb el disseny de la lleva, les especificacions necessàries per aquesta peça són:

- El material ha de tenir, igual que el del palpador, una duresa superficial elevada (resistència al desgast) i un baix coeficient de fricció, ja que aquesta es troba en continu contacte de frec amb el palpador. S'escull per a la lleva un acer 2C45 (segons UNE 36051) bonificat per proporcionar una duresa superficial al voltant de 58 ó 60 HRc i evitar així qualsevol tipus de desgast durant el fregament amb el palpador (amb la làmina de Teflón). El procés de fabricació seguit consta d'un pre-mecanitzat a fresa, tractament tèrmic de bonificat, tall del perfil final de lleva i xaveter a màquina de tall per electroerosió de fil i acabat sorrejat per matar rebabes i donar un aspecte superficial més atractiu i de més baix coeficient de fricció que el acabat amb tall per fil.
- La lleva és l'òrgan de la màquina encarregat de fer possible l'elevació de la tapa amb posterior caiguda lliure. El seu disseny ha estat pensat per tal que compleixi aquesta funció amb la màxima fidelitat. Per aquest motiu s'escull inicialment un perfil de lleva concau-convex:



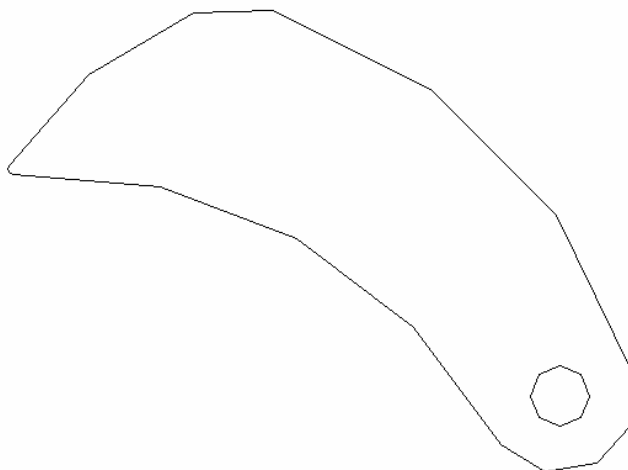


Fig. 8.3.3.2 Vista general de la lleva inicial tipus amb perfil concau-convex

A partir d'aquesta idea inicial, es continua desenvolupant el disseny de la lleva per tal que sigui resistent, robusta i fàcilment instal·lada. El perfil de lleva escollit, juntament amb la disposició i geometria del palpador permeten que la tapa de WC s'elevi ràpidament durant els primers instants del cicle i posteriorment vagi fent més lenta la seva velocitat, per tal de no ser "empentada" més enllà dels 85° d'elevació. Es decideix proveir la lleva amb dos plans per tal de poder-la manipular amb una clau fixa, un cop instal·lada. Es pensa en mecanitzar un quadrat a la lleva per tal d'allotjar l'eix i impedir el gir entre les dues peces (eix-lleva), però finalment aquest bloqueig es porta a terme mitjançant una xaveta entre l'eix i la lleva. També es modifica el perfil de certa manera per tal de fer més robusta la lleva.

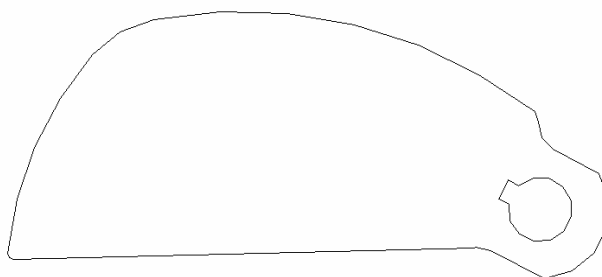


Fig. 8.3.3.3 Vista general del disseny final de la lleva

8.3.4. Motor elèctric i transmissió a utilitzar.

Conegut el perfil de lleva i el palpador a utilitzar, així com la seva disposició a l'espai, es passa a escollir el motor elèctric que es necessita, així com la transmissió i reducció.



Es calcula el parell necessari a l'eix de la lleva, parell equivalent (càlcul del motor per escalfament), a partir de l'evolució del parell resistent. Aquests càlculs es troben recollits a l'Annex A.

El problema que es planteja, un cop obtingut el parell a l'eix de la lleva, es que, com que es desconeix la transmissió i la reducció a emprar, resulta complicat el càlcul directe i cerca d'un motor. S'ha de buscar un motor, adaptar una reducció i transmissió i comprovar que tot plegat compleix amb les especificacions pel que fa a parell equivalent o d'escalfament a l'eix del motor. Aquest mètode de prova i error s'haurà de fer tantes vegades com sigui necessari fins a arribar a una bona solució. Per tal de acotar un poc les variables amb que es treballa, es decideix buscar un motor i reductor (sigui mecànic o electrònic) que proporcionin una velocitat i parell el més semblant possible als respectius velocitat de gir i parell de la lleva. Amb aquesta elecció de motor i reducció, la relació de reducció que proporciona la transmissió serà propera a 1 i no afectarà molt en el càlcul del parell sobre la sortida del reductor (d'aquesta forma es pot escollir el motor més fàcilment, sense contemplar la relació de transmissió).

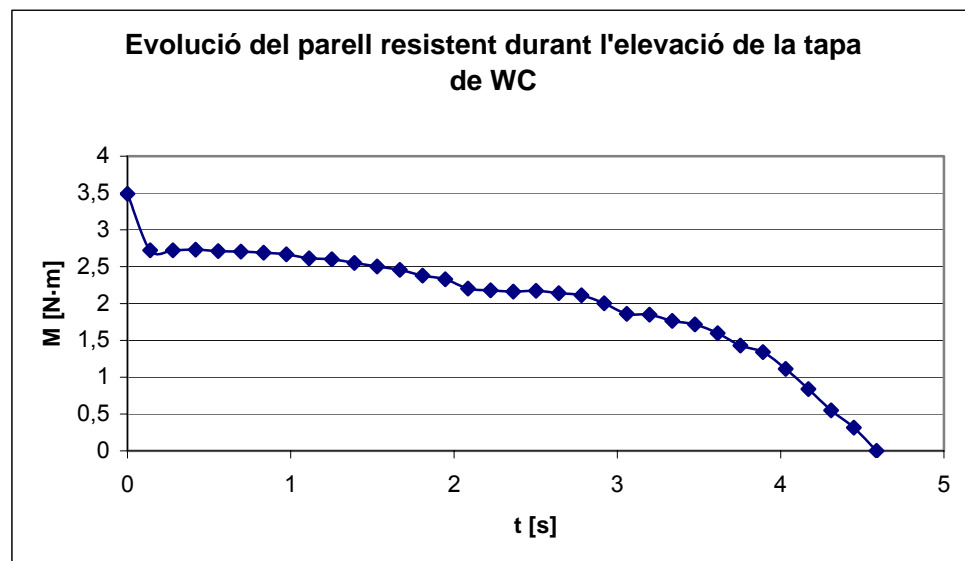


Fig. 8.3.4.1 Evolució del parell resistent a l'eix de la lleva

Es pren la decisió de implantar una transmissió per corretja entre el reductor i l'eix de la lleva. Es pensa en la transmissió per corretja ja que és econòmica, senzilla d'instal·lar i perquè els parells a transmetre no són elevats. Cal notar que la velocitat de rotació a l'eix de la lleva es molt baixa, de $\omega=0,63 \text{ rad/s}$ (6 min^{-1}), i aquí estiba la dificultat de trobar uns dispositius que ofereixin tal relació de reducció.



Pensant en possibles solucions per a les necessitats d'accionament que es requereixen, el ventall de possibilitats pel que fa a motors, reductors i variadors de freqüència es molt ampli. Es pensa en diverses alternatives amb productes que es troben al mercat que es valoren com a possible solució, tal com s'explica a continuació:

- Motorreductor trifàsic asíncron de doble vis sens fi: es tracta de un motor trifàsic asíncron que incorpora un reductor de doble vis sens fi, proporcionant una relació de reducció molt elevada. Existeix una elevada varietat i oferta d'aquest tipus de motors al mercat. Es descarta aquesta opció ja que els parells que proporcionen aquest tipus de motors son massa elevats i la màquina resultaria sobredimensionada.
- Motor monofàsic o trifàsic asíncron + variador de freqüència: la utilització de variadors de freqüència per a relacions de reducció molt elevades comporta que els motors s'hagin de sobredimensionar o s'hagi de instal·lar un sistema de refrigeració auxiliar, ja que al girar el motor a molt baixes voltes, aquest s'escalfa amb molta rapidesa. Per aquest motiu s'hauria d'escollir un motor molt més resistent a l'escalfament (un motor més gran), i resultaria també sobredimensionat.
- Motorreductor monofàsic asíncron : es tracta de un motor monofàsic que incorpora un reductor. Els parells i velocitats de gir que proporcionen aquest tipus de motorreductor han de ser del ordre dels que es requereixen a l'eix de la lleva. Es una possibilitat a tenir en compte.
- Motorreductor monofàsic asíncron + variador de freqüència: en cas de no trobar cap reductor amb capacitat per arribar a una relació de reducció tant elevada, es pensa en combinar les dues solucions anteriors per arribar a una solució de compromís. D'aquesta forma una primera reducció de la velocitat del motor es realitza mitjançant el variador de freqüència, baixant fins una velocitat de gir que no suposi un gran sobredimensionat del motor pel que fa a l'escalfament del bobinat. La segona reducció fins a la velocitat desitjada es realitzarà amb un reductor. Aquesta solució s'ha de tenir amb compte també, però resulta més cara que solucions anteriors.
- Motor universal + reductor: els motor universals son motors que poden funcionar tant amb corrent alterna com continua. Son els motors que s'utilitzen normalment per aplicacions com maquines de foradar, batedores y altres petits electrodomèstics. El problema que comporten aquests motors es que no estan dissenyats per a estar contínuament en servei. El seu temps de servei continu es limitat i sol estar entre 20 minuts i 1 hora. La duració d'aquest assaig es calcula que es de quasi 4 dies, i per tant aquest tipus de motors no són aplicables.



Després de fer les tasques de recerca de motors, reductors, motorreductors i variadors de freqüència, es troba una família de motorreductors de baixa potència de la marca Panasonic (Panasonic G-Series, consultar Annex C per més informació sobre aquests motors) que s'adapta a les necessitats de la màquina projectada.

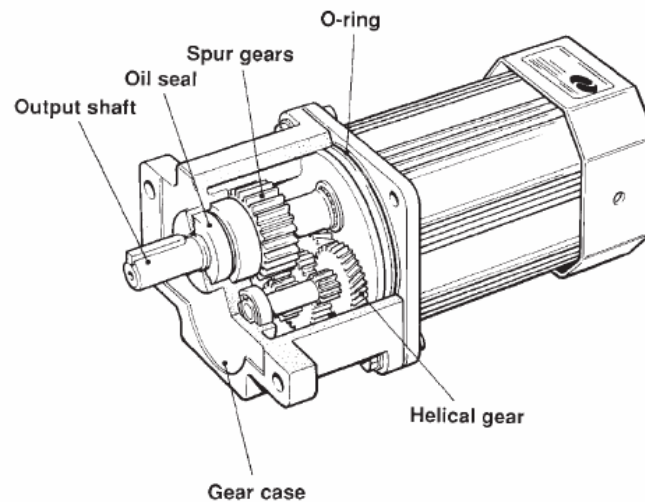


Fig. 8.3.4.2 Motorreductor Panasonic G-Series

A continuació es detalla el procés que s'ha seguit per l'elecció del motor concret dintre d'aquesta família de motors Panasonic G-Series: es coneix el parell necessari que ha de proporcionar el conjunt transmissió-reducció-motor, calculat a partir del parell requerit pel que fa a escalfament del motor (veure Annex A) aplicats rendiments de la transmissió per corretja i sobredimensionant per seguretat aquest valor obtingut amb un coeficient de seguretat $C_s=1,5$, el parell necessari a l'eix de la lleva es $M_l= 2,93 \text{ N}\cdot\text{m}$. S'ha de remarcar que M_l inclou el rendiment de la transmissió per corretja, per facilitar la cerca del motor requerit (en el càlcul de M_{II} a l'Annex A, no es té en compte aquest rendiment,). Es coneix també la velocitat angular desitjada per la lleva, de $\omega=0,63 \text{ rad/s}$ (6 min^{-1}). Tal i com s'ha esmentat abans es busquen motors amb velocitats i moments nominals el més similars possibles als necessaris a l'eix de la lleva, amb la intenció de mantenir la relació de transmissió mitjançant corretja pròxima a 1. Així es comença a portar a terme el mètode de prova i error proposat a l'anterior pàgina, començant intuïtivament per la sèrie de motorreductors Panasonic G-Series (consultar Annex C) de 6W . Es veu primerament que els motors els quals la seva velocitat s'aproxima més a la velocitat de gir de la lleva, necessiten una caixa de reducció addicional, la qual cosa seria desitjable evitar.

D'aquesta forma es selecciona per començar el mètode de prova i error un motorreductor PAN GS006IGE010.0AL1 de parell nominal $2,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ i velocitat nominal de $8,2 \text{ min}^{-1}$. Per ajustar aquesta velocitat de rotació a la velocitat de la lleva, es fa servir una transmissió a



partir de 2 polítics estàndard per corretja trapezoïdal de diàmetres primitius 71 mm (per a l'eix de la lleva) i 50 mm (per a l'eix del motor). La relació de transmissió proporcionada per aquestes polítics es de $i=50 / 71=0,7$

Nominal speed r/min	Gearbox model number	Standard Induction Motor Model Number : M6IA6G4GE			Quick Reversible Motor Model Number : M6RA6G4GE			Length L	Weight kg	
		Actual speed @230V	Rated torque Nm	Assembly number	Actual speed @230V	Rated torque Nm	Assembly number			
500	M6GA 3B	408	0.11	PAN GS 006 IGE 500.0 A L1	408	0.11	PAN GS 006 RGE 500.0 A L1	133	1.0	
300	M6GA 5B	245	0.18	PAN GS 006 IGE 300.0 A L1	245	0.18	PAN GS 006 RGE 300.0 A L1	133		
200	M6GA 7.5B	163	0.27	PAN GS 006 IGE 200.0 A L1	163	0.27	PAN GS 006 RGE 200.0 A L1	133		
150	M6GA 10B	123	0.33	PAN GS 006 IGE 150.0 A L1	123	0.33	PAN GS 006 RGE 150.0 A L1	133		
100	M6GA 15B	82	0.5	PAN GS 006 IGE 100.0 A L1	82	0.5	PAN GS 006 RGE 100.0 A L1	133		
75	M6GA 20B	61	0.66	PAN GS 006 IGE 075.0 A L1	61	0.66	PAN GS 006 RGE 075.0 A L1	142		
60	M6GA 25B	49	0.83	PAN GS 006 IGE 060.0 A L1	49	0.83	PAN GS 006 RGE 060.0 A L1	142		
50	M6GA 30B	41	1.0	PAN GS 006 IGE 050.0 A L1	41	1.0	PAN GS 006 RGE 050.0 A L1	142		
30	M6GA 50B	25	1.7	PAN GS 006 IGE 030.0 A L1	25	1.7	PAN GS 006 RGE 030.0 A L1	142		
20	M6GA 75B*	16.3	2.3	PAN GS 006 IGE 020.0 A L1	16.3	2.3	PAN GS 006 RGE 020.0 A L1	142		
15	M6GA 100B*	12.3	2.5	PAN GS 006 IGE 015.0 A L1	12.3	2.5	PAN GS 006 RGE 015.0 A L1	142		
12.5	M6GA 120B*	10.2	2.5	PAN GS 006 IGE 012.5 A L1	10.2	2.5	PAN GS 006 RGE 012.5 A L1	142		
10	M6GA 150B*	8.2	2.5	PAN GS 006 IGE 010.0 A L1	8.2	2.5	PAN GS 006 RGE 010.0 A L1	142		
8.3	M6GA 180B*	6.8	2.5	PAN GS 006 IGE 008.3 A L1	6.8	2.5	PAN GS 006 RGE 008.3 A L1	142		
M6GA 10XM* Additional gearbox M6GA 10XM must be used for speeds of 7.5 r/min and below										
7.5	M6GA 20B*	6.1	2.5	PAN GS 006 IGE 007.5 A L1	6.1	2.5	PAN GS 006 RGE 006.0 A L1	165		1.2
6.0	M6GA 25B*	4.9	2.5	PAN GS 006 IGE 006.0 A L1	4.9	2.5	PAN GS 006 RGE 006.0 A L1	165		
5.0	M6GA 30B*	4.1	2.5	PAN GS 006 IGE 005.0 A L1	4.1	2.5	PAN GS 006 RGE 005.0 A L1	165		
3.0	M6GA 50B*	2.5	2.5	PAN GS 006 IGE 003.0 A L1	2.5	2.5	PAN GS 006 RGE 003.0 A L1	165		
2.0	M6GA 75B*	1.6	2.5	PAN GS 006 IGE 002.0 A L1	1.6	2.5	PAN GS 006 RGE 002.0 A L1	165		
1.5	M6GA 100B*	1.2	2.5	PAN GS 006 IGE 001.5 A L1	1.2	2.5	PAN GS 006 RGE 001.5 A L1	165		
1.3	M6GA 120B*	1.0	2.5	PAN GS 006 IGE 001.3 A L1	1.0	2.5	PAN GS 006 RGE 001.3 A L1	165		
1.0	M6GA 150B*	0.8	2.5	PAN GS 006 IGE 001.0 A L1	0.8	2.5	PAN GS 006 RGE 001.0 A L1	165		
0.8	M6GA 180B*	0.7	2.5	PAN GS 006 IGE 000.8 A L1	0.7	2.5	PAN GS 006 RGE 000.8 A L1	165		

Fig. 8.3.4.3 Taules selecció motors 6 W Panasonic G-Series

L'elecció d'aquest motor i aquesta transmissió proporcionen una velocitat a l'eix de la lleva de 0,60 rad/s (5,74 min⁻¹), molt propera a la desitjada de 0,63 rad/s. A més, el parell que proporciona aquest motor a l'eix de la lleva aplicant aquesta primera combinació motorreductor-polítics és de 3,2 N·m (parell nominal del motor multiplicat per la relació de transmissió i), el qual supera lleugerament el requerit de $M_l = 2,93$ N·m. Per tant, l'aplicació d'aquests motorreductor i polítics es factible per la màquina que es projecta. Cal comentar que s'ha descartat el motorreductor PAN GS006IGE008.3AL1, de 2,5 N·m i velocitat nominal 0,71 rad/s (6,8 min⁻¹) pel següent motiu: la relació de reducció proporcionada per la transmissió que es necessitaria per tal d'eleva el parell a l'eix de la lleva fins al parell desitjat (per exemple la mateixa relació de reducció que en el cas anterior, de $50 / 71 = 0,7$) faria disminuir massa la velocitat de rotació de l'eix de la lleva. També al contrari, la relació necessària per fer anar la lleva a les voltes desitjades, proporcionaria un parell massa petit a l'eix de la mateixa. Es valora la possibilitat de emprar motorreductors de la família de potències de 15 W, immediatament superior als de 6 W anomenats fins ara, però tots proporcionen massa parell. Finalment, vista la manera en que s'han valorat les diverses opcions per solucionar el conjunt motor-reductor-transmissió, s'escolleix el motorreductor Panasonic PAN GS006IGE010.0AL1 de la sèrie de motorreductors Panasonic G-Series, juntament amb una transmissió per corretja trapezoïdal amb polítics d'un sol canal de 71 i 50 mm per a eixos de lleva i motor respectivament. El motor Panasonic escollit ofereix la

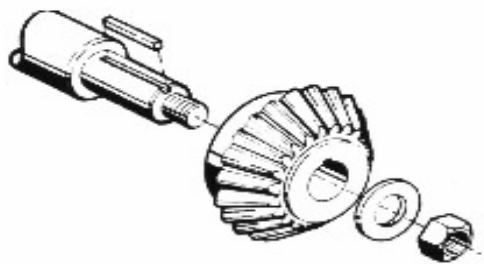


possibilitat d'adquirir també un peu estàndard (suport), de referència PAN GSM6B2, per tal de fixar-lo amb més facilitat.

Es pot consultar l'Annex C i l'Annex G per consultar més detalls sobre el motorreductor i les politges escollides respectivament.

8.3.5. Transmissió per corretja i sistema de tensat de la corretja

La transmissió entre la sortida del reductor i l'eix de la lleva es porta a terme mitjançant una corretja trapezoïdal SPZ i dues politges acanalades amb aquest tipus de perfil. Prèviament es valora la possibilitat de incorporar una corretja dentada pel motiu següent: en un principi es pensa de calcular el nombre de cicles realitzats partint de les voltes de la lleva per unitat de temps calculades teòricament; d'aquesta forma es requeria algun tipus de transmissió que assegurés l'absència de patinament. Un cop s'avança amb el procés de disseny, es veu que a les velocitats de rotació a que es treballa, hi ha absència de patinament. A més, per tal de controlar el nombre de caigudes que farà la tapa de WC, s'incorporarà un sensor òptic de infrarojos i un contador electrònic, tal i com es veurà mes endavant. D'aquesta forma es descarta la transmissió per corretja dentada i s'opta per una corretja trapezoïdal SPZ, que resulta més econòmica. Per tal d'obtenir la relació de reducció desitjada es trien politges de diàmetre primitiu 71 i 50 mm per als eixos de la lleva i el motor respectivament. Aquestes politges s'han escollit segons la disponibilitat de politges estàndard al mercat (consultar Annex G). S'empraran politges cegues, politges les quals l'allotjament de l'eix s'ha de mecanitzar segons quines siguin les dimensions dels eixos a accionar. Un detall constructiu més a tenir en compte es la manera de fixar les politges al seu corresponent eix. Com a primera solució es pensa en una unió entre politja i eix mitjançant xaveta per fixar el moviment tangencial de rotació i un cargol roscat a l'eix que pertoca.



Ajuste deslizando con chaveta.
Como en el punto anterior, requiere operaciones de mecanizado añadido de los componentes. En algunas aplicaciones pueden surgir problemas de holgura.

Fig. 8.3.5.1 Possibilitat d'ajust eix-politja



Aquest sistema (veure Figura 8.3.5.1), si bé factible pel que fa a l'eix de la lleva, obliga a mecanitzar l'eix del motor, cosa poc desitjable. Per evitar tal mecanitzat de l'eix del motor, s'utilitza un component auxiliar, de marca comercial Trantorque. Aquest component té la funció de bloquejar el moviment relatiu entre la politja i l'eix tant axial com radialment. El sistema Trantorque (consultar Annex F per a més detalls) es un sistema molt senzill de instal·lar i que ocupa molt poc espai.



Fig. 8.3.5.2 Trantorque, element d'unió politja-eix

El sistema utilitzat per tensar la corretja consisteix en fixar el motor, amb el seu peu estàndard, a sobre de una platina (que va a la vegada collada sobre l'estructura suport) proveïda de dos traus colissos. Aquests traus juntament amb una placa encaixada sobre aquests, que actua sobre el peu del motor, i un cargol amb contrafemella que empenya aquesta placa, permeten el tensat de la corretja, tal com es veu a la següent figura:

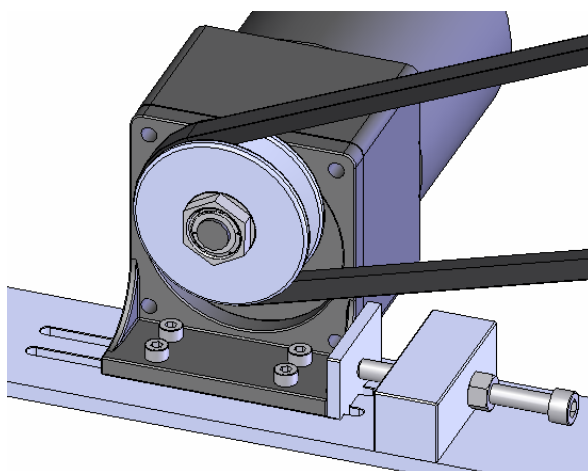


Fig. 8.3.5.3 Sistema de tensat de la corretja



8.3.6. Eixos, coixinets de fricció i elements auxiliars utilitzats

Tant l'eix de la lleva com l'eix del palpador es fabriquen en acer de construcció 2C45 (segons UNE 36.651). Les dues peces es fabriquen mitjançant mecanitzat per torn (en el cas de l'eix de la lleva fa falta una eina motoritzada per mecanitzar el xaveter) amb els pertinents acabats de superfícies rectificades.

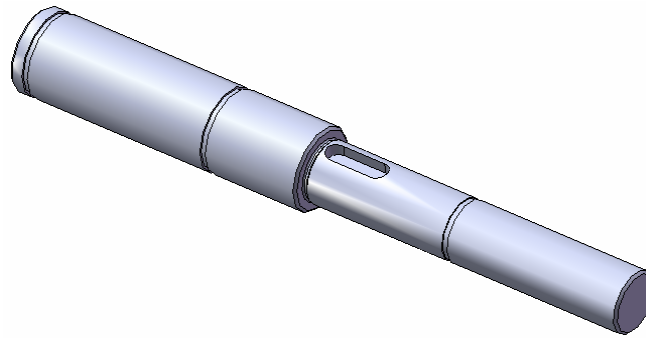


Fig. 8.3.6.1 Eix de la lleva

Els eixos estan suportats mitjançant coixinets autolubricats de la marca Ames (selfoil) (consultar Annex I) i fixats senzillament a través d'anells elàstics i volanderes a mode de separadors. L'elecció dels coixinets autolubricats es porta a terme tenint en compte els límits de utilització que dona el fabricant.(segons velocitat de gir, pressió i diàmetre) dels coixinets autolubricats. En aquest cas, degut a la baixa velocitat i poca carrega que han de suportar els coixinets, es poden utilitzar tots els del catàleg del fabricant. Per tant, s'escullen aquells que, per dimensions, s'adapten millor als eixos i suports.

Són necessàries dues peces suport auxiliars, que aniran fixades a la taula per tal de suportar els eixos esmentats. Aquestes peces es fabriquen també en acer S 235 (segons UNE EN 10025-94) i s'encarreguen de suportar els coixinets (que a la vegada suporten els eixos), i d'altres elements que componen la màquina. Les dues peces es fabriquen mitjançant fressats convencionals. No és necessari el tractament tèrmic de aquestes peces ja que no esta sotmeses ni a esforços ni a desgast.

Per tal de fer el retorn del palpador a la seva posició inicial més ràpid que el de la tapa, en el moment de la caiguda lliure, s'utilitza una molla de torsió a 90°, allotjada entre el suport del palpador i el palpador. Un altre component que te una relativa importància en la caiguda del palpador es l'imant retensor, que impedeix el rebot del palpador un cop aquest pren contacte amb la taula.



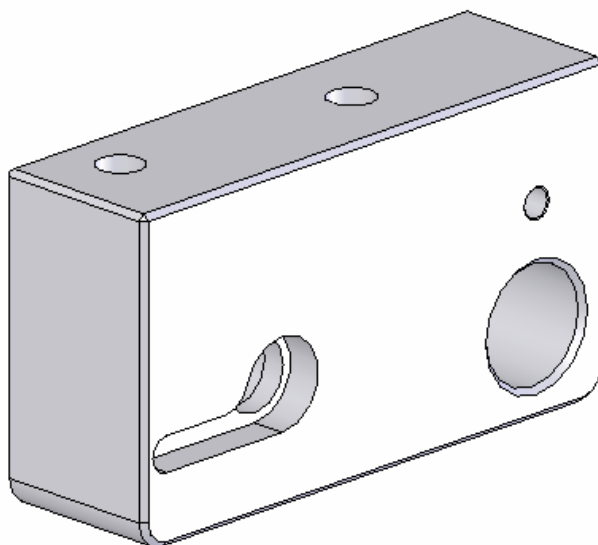


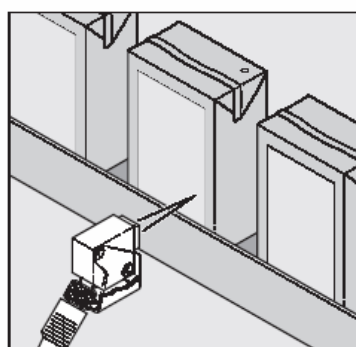
Fig. 8.3.6.2 Suport eix lleva i palpador

La resta de cargols, volanderes i femelles emprats, son components segons ISO. (Excepte els anells elàstics que s'acullen a les normes DIN)

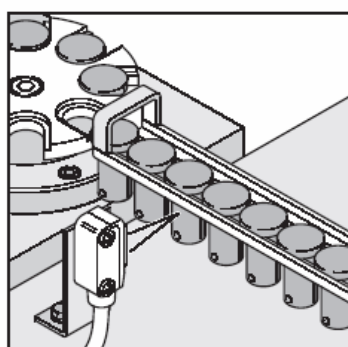
8.3.7. Sensor òptic d'infrarojos i comptador de cicles.

El nombre de caigudes que fa la tapa de WC ha de ser controlat d'alguna forma. En un principi s'havia pensat en contar aquest cicles suposant una cadència de gir de la lleva constant (coneixent la velocitat angular) i controlant el temps de funcionament.

Anwendungsbeispiele | Sample applications



Reflexions-Lichttaster an
Verpackungsautomaten
Diffuse reflective sensor on
automatic packing machine



Reflexions-Lichttaster an Montage-
automaten
Diffuse reflective sensor on
automatic assembly machine

Fig. 8.3.7.1 Exemple d'aplicacions dels comptadors de infrarojos Di-Soric



Posteriorment es pensa en incloure un sistema per evitar problemes de recompte dels cicles que fa la tapa. Es pensa en algun tipus de comptador de cicles electrònic juntament amb un sensor òptic de infrarojos (sensor retro-reflectiu).



Fig. 8.3.7.2 Comptador de cicles electrònic Di-Soric

El funcionament d'aquest tipus de sensors-emissors, es basa en l'emissió d'un feix de infrarojos que es reflecteix sobre una enganxina reflectora o dispositiu a mode de mirall; aquest feix reflectit torna al sensor-emissor, el qual, connectat convenientment a un comptador de cicles electrònic, fa augmentar en una unitat cada cop que detecta una discontinuïtat en la recepció del feix reflectit. En la màquina que es projecta, el fet que provoca aquesta discontinuïtat serà el pas de la lleva pel davant del feix de infrarojos, i, per tant, el comptador sumarà una unitat cada volta de la lleva.

L'enganxina reflectora es fixarà a sobre una de les parets del suport de l'eix de la lleva. Es sensor es munta roscat sobre el suport de l'eix de la lleva i el palpador. Tots dos elements estaran alienats per permetre la reflexió i la discontinuïtat d'aquesta quan la lleva passi pel davant del feix d'infrarojos.

El comptador, sensor i enganxines reflectores escollits son de la marca comercial Di-Soric. El comptador incorpora la funció de posada a 0 (reset). Per més informació sobre aquests dispositius es pot consultar l'Annex D i l'Annex E.



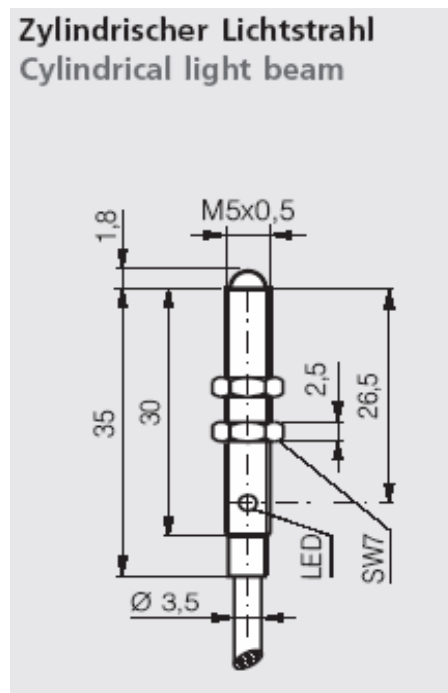


Fig. 8.3.7.3 Sensor de infrarojos Di-Soric escollit per a la màquina d'assaig



9. Descripció de la màquina d'assaig

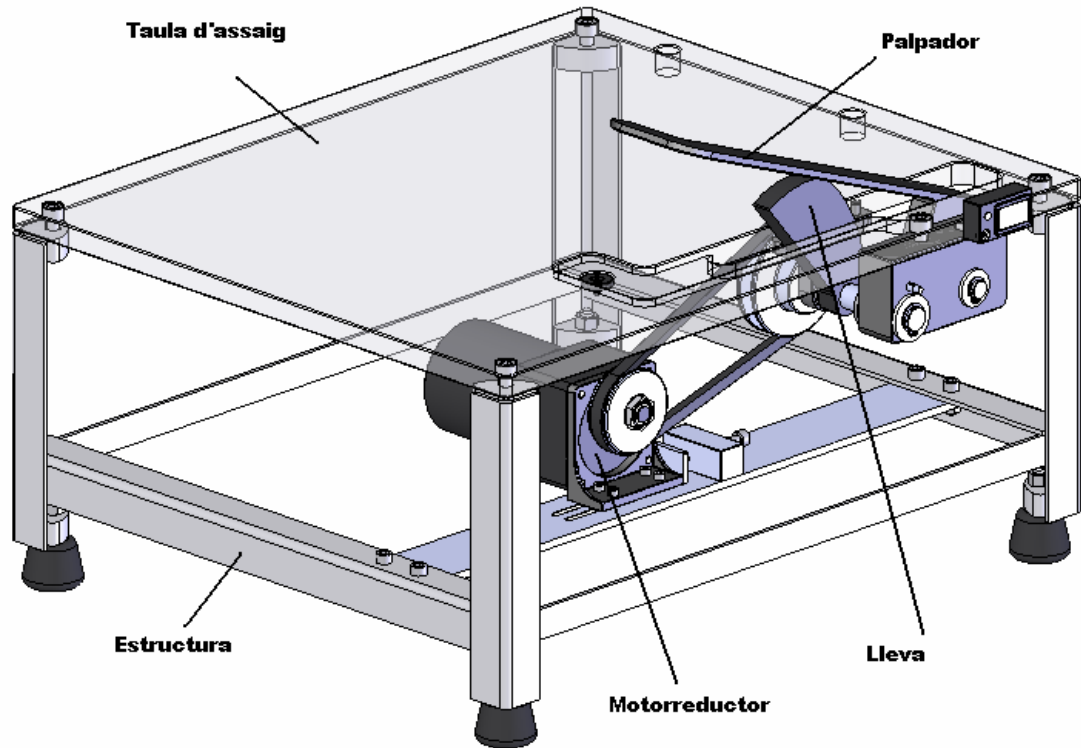


Fig. 9.1 Vista general de la màquina d'assaig i designació principals components.

9.1. Muntatge de la màquina

Un cop dissenyada, fabricats i adquirits tots els components de la màquina, aquesta s'haurà de muntar. El seu muntatge es senzill i serà descrit a les línies que segueixen.

Per començar, es fixa un "silent-block" a cadascuna de les 4 potes de l'estructura suport mitjançant 4 femelles hexagonals ISO 4034 M8. Seguidament, es fixa el suport motor+tensor sobre l'estructura suport mitjançant 4 cargols ISO 4762 M6x16 i les femelles ISO 4034 M6. A continuació es munta el bloc motorreductor Panasonic, juntament amb el peu motor "standard feet Panasonic" passant els 4 cargols ISO 4762 M4x16 i fixant les seves corresponents femelles ISO 4034 M4 als traus colisos de la platina destinada a suportar el motorreductor i als propis forats del motorreductor; aquests darrers cargols es deixen a mig collar, ja que posteriorment es procedirà a tensar la corretja dentada amb la carrera que



proporcionen els esmentats traus colisos i amb l'ajuda de la planxa tensor i el sistema de tensat. Posteriorment es col·loca la politja SPZ-50-1 sobre l'eix de sortida del motorreductor, fixant-la mitjançant el dispositiu Trantorque TTQ10.

Per un altra banda, es munten tots els components que van fixats sobre la taula d'assaig. Primerament, es procedeix a clavar els corresponents coixinets selfoil AMES sobre el suport eix lleva i palpador i sobre el suport eix lleva. A continuació, es fixa el suport eix lleva i palpador sobre la taula d'assaig mitjançant 2 cargols ISO 4762 M8x30. De la mateixa manera, es fixa el suport eix lleva amb els seus cargols ISO 4762 M6x12. Cal recordar de posar l'enganxina per al sistema de recompte mitjançant infrarojos; aquesta enganxina es fixa cobrint tot el lateral del suport eix lleva que està orientat cap al suport eix lleva i palpador, on, a la vegada es muntarà el sensor i des d'on sortirà el feix d'infrarojos. Seguidament, es fixa l'eix de la lleva tot i formant paquet amb la lleva i les volanderes corresponents (veure planos de conjunt i seccions). Es col·loquen els anells elàstics sobre l'eix lleva, de forma que aquest queda totalment fixat i llest per girar. Seguidament, es munta la politja SPZ-71-1 sobre l'eix lleva, juntament amb la corretja SPZ487. La politja es colla mitjançant el dispositiu Trantorque TTQ12. El procés de muntatge continua amb la col·locació de l'eix palpador, el palpador i la molla de torsió a 90° de la mateixa manera que s'ha procedit amb el muntatge de l'eix lleva. Cal muntar després el imant retensor al seu allotjament a la taula d'assaig mitjançant un cargol ISO 10642 M4x10. Ara, ha arribat el moment de col·locar la taula sobre l'estructura, mitjançant 4 cargols ISO 4762 M8 x 20.

A continuació es munta la corretja SPZ487 sobre la politja SPZ-50-1 i es passa a tensar-la fins que adquireixi una tensió que eviti el patinament de la corretja, mitjançant el cargol ISO 4762 M6x60 que forma part del sistema de tensat. Seguidament es colla la contrafemella per tal d'assegurar la posició del tensat. Un cop fixada la contrafemella es passa a collar els cargols ISO 4762 M4x16 del peu del motor, per deixar tot el bloc d'accionament ben subjectat.

Finalment es munta el sensor-emissor d'infrarojos sobre el suport lleva i palpador i el corresponent comptador de cicles digital sobre la taula d'assaig, realitzant les pertinents connexions entre aquests dos elements.

S'estima que tot el conjunt tindrà una massa d'aproximadament 35 kg, es a dir, podrà ser manipulada fàcilment entre dues persones un cop muntats tots els components. La màquina ocupa poc espai i per tant serà fàcilment transportable en cas de voler ser utilitzada per a mostrar-la en fires, exposicions o visites de clients a l'empresa.



9.2. Funcionament de la màquina d'assaig

Es descriu a continuació el funcionament general de la màquina d'assaig.

Per començar, es munta la tapa de WC amb els seus suports estàndard i un parell de collada de 2 N·m. Seguidament es posa el contador a 0, mitjançant la funció "reset" que incorpora. A continuació la màquina s'endolla a la xarxa monofàsica, cosa que posa en funcionament el motor. El motor transmet la seva potència al reductor, que s'encarrega de disminuir les voltes que proporciona el motor. El reductor proporciona $9,2 \text{ min}^{-1}$ a la seva sortida. A la sortida del reductor s'ubica una politja de diàmetre primitiu 50 mm que es la responsable, mitjançant una corretja trapezoïdal, de transmetre el moviment a una segona politja de 71 mm de diàmetre primitiu, instal·lada sobre un altre eix, l'eix de la lleva. Aquesta lleva, solidaria al seu eix i al gir de la segona politja, gira a una velocitat aproximada de $5,7 \text{ min}^{-1}$, gràcies a la reducció de velocitat proporcionada per la diferència de diàmetres entre les dues politges. La lleva transmet el moviment per contacte directe a un palpador, que gira sobre un altre eix paral·lel al de la lleva. Quan la lleva pren contacte amb el palpador aquest comença a elevar-se poc a poc, aixecant a la vegada a la tapa de WC, fins que aquesta arriba a 85° d'elevació per sobre l'horitzontal. En aquest moment d'elevació màxima, la geometria de la lleva del palpador i la seva posició relativa permet que el palpador quedi lliure i així el palpador i la tapa de WC realitzen la seva caiguda lliure.

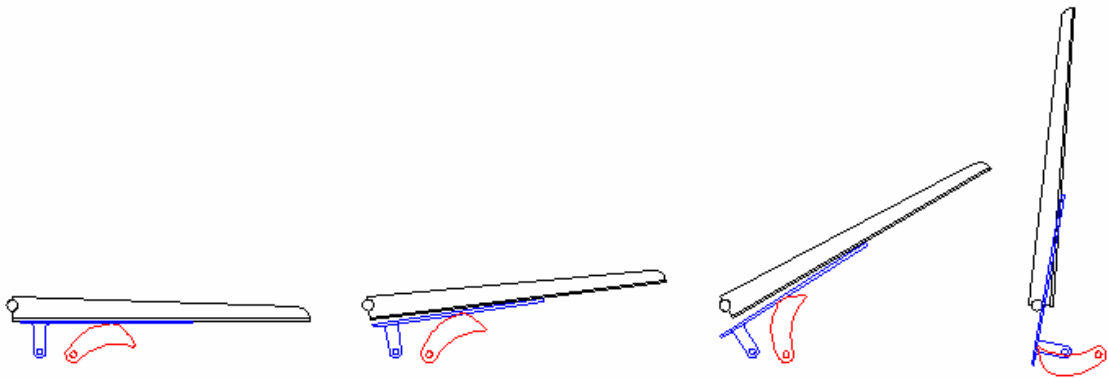


Fig. 9.2.1 Seqüència d'elevació de la tapa de WC

Cal notar que el palpador es proveeix d'una molla per tal de fer la seva caiguda més ràpida que la de la tapa i per tant no hi pugui interferir en la caiguda de la mateixa. A més, pel mateix motiu, s'instal·la un imant retensor a la taula d'assaig, de forma que, quan el palpador pren contacte amb la taula al final de la seva caiguda lliure aquest no reboti. Finalment, la tapa de WC pren contacte amb la taula d'assaig, simulant la caiguda de la tapa sobre la ceràmica. El cicle es repeteix, prenent nota de la data i hora d'inici, les vegades establertes per les normes NF pel que fa a seients de WC, en l'apartat de fiabilitat de seients de WC. La



metodologia a seguir es també l'establerta en dites normes (veure punt 4.1 i/o Annex 4 del present projecte) .

9.3. Comportament dinàmic de la tapa de WC durant l'assaig

Com s'ha dit amb anterioritat, es fa un estudi del comportament de la tapa de WC durant la seva elevació. Aquest estudi es centra principalment al voltant del darrer tram d'elevació de la lleva. L'objecte de estudi es descobrir si la tapa cau realment pel mateix costat on s'ha efectuat la pujada o, per contra, aquesta supera els 90° respecte l'horitzontal i cau pel cantó contrari. De l'estudi dinàmic s'obtenen una sèrie de dades reflectides a les següents gràfiques:

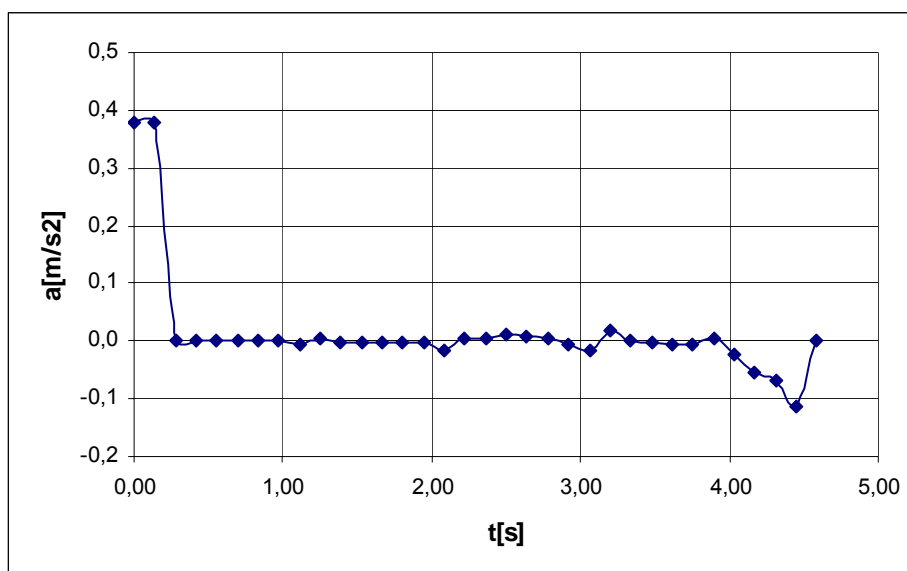


Fig. 9.3.1 Variació temporal de l'acceleració de la tapa

En aquest gràfic de la variació de l'acceleració s'observa com als primers instants d'elevació es produeix una forta arrencada. Després hi ha una pujada de la tapa a velocitat constant, on l'acceleració es troba al voltant de 0. Al final de la pujada (t=4s) s'observa una acceleració negativa, que es tradueix com una baixada de velocitat de la lleva abans d'arribar a l'elevació màxima de 85°. Aquesta frenada es produeix gràcies al perfil de lleva escollit. De la mateixa forma, es pot veure aquest fenomen a la gràfica de l'evolució de l'elevació en funció del temps. En aquesta gràfica s'aprecia aquesta frenada com una disminució del pendent (disminució de la velocitat) en el darrer tram de la corba.



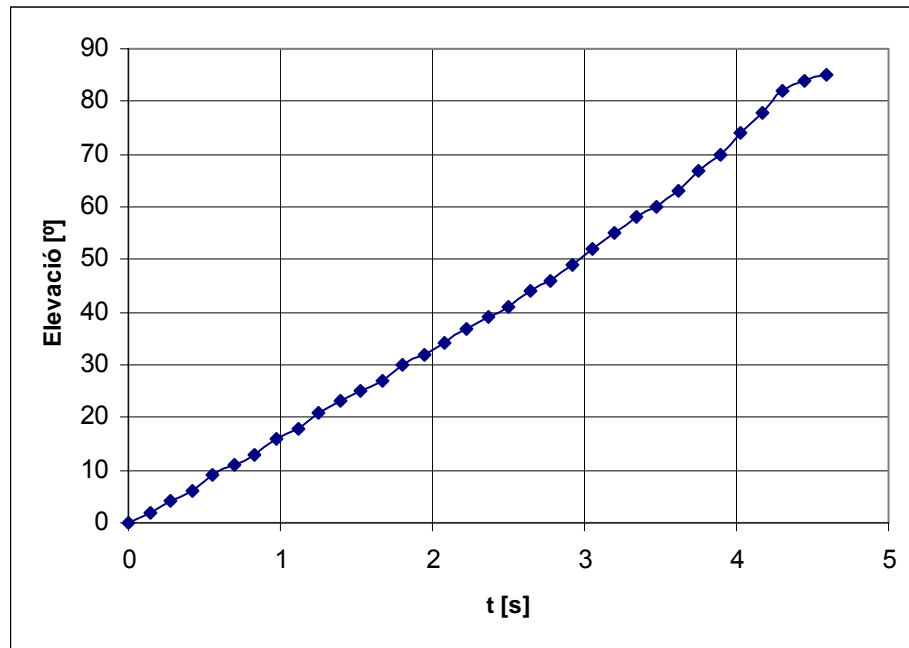


Fig. 9.3.2 Variació temporal de l'elevació de la tapa

Totes aquestes dades es tenen en compte per tal de validar el disseny del perfil de la lleva, que es el responsable d'aquest comportament en el darrer tram de elevació. De totes formes s'ha comprovat que passa amb la caiguda de la tapa de WC, fent un estudi amb més profunditat sobre el punt on el palpador deixa de empentar a la tapa (85° de inclinació). El resultat d'aquest estudi (recollit al complet a l'Annex B) es que la tapa, després de elevar-se 85° continua el seu moviment degut a la seva inèrcia, però mai arriba a superar els 86°. Es a dir, la velocitat que porta la tapa en el moment en que arriba als 85° d'elevació es ja molt baixa i això fa que la tapa no s'elevi més enllà dels 85° i alguns minuts de grau. Per tant, la tapa de WC sempre caurà pel mateix costat per on s'ha efectuat la pujada, tal i com és necessari per a realitzar l'assaig.





10. Pressupost

10.1. Pressupost del disseny de la màquina

Designació	Conceptes	Q[h]	Preu [€/h]	Total
Disseny	Hores enginyer júnior	70	25	1750
Realització plànols	Hores delineant	35	18	630
Amortització programes dibuix	Hores SolidWorks	30	8	240
	Hores Autocad	40	5	200
Cost Total Disseny				2820 €

10.2. Pressupost de la construcció de la màquina

A la taula següent es recullen els preus per a cadascun dels components que conformen la màquina. Com es pot apreciar, les peces que s'han de fabricar unitàriament suposen juntament amb el motor, la càrrega més significativa sobre el preu final de la màquina d'assaig. Les referències concretes dels components a comprar es troben al llistat de materials del plànol de conjunt, inclòs a la carpeta de projectes Annex K.

Designació	Conceptes	Q	Preu [€/u]	Total
Estructura suport	Material, fabricació	1	210	210
Silent-block	Compra	4	3,2	12,8
Femella ISO 4034 M8	Compra	4	0,25	1
Suport Motor+Tensor	Material, fabricació	1	95	95
Cargol ISO 4762 M6x16	Compra	4	0,2	0,8
Femella ISO 4034 M6	Compra	4	0,25	1
Cargol ISO 4762 M6x60	Compra	1	0,25	0,25
Planxa tensor	Material, fabricació	1	40	40
Cargol ISO 4762 M4x16	Compra	4	0,15	0,6
Femella ISO 4034 M4	Compra	4	0,15	0,6
Volandera ISO 7089-4	Compra	4	0,18	0,72
Standard Feet Panasonic	Compra	1	32	32
Motor Panasonic G-Series	Compra	1	122	122
Trantorque per eix de Ø10	Compra	1	17	17
Polijta Ø _p =50	Compra, mecanitzat	1	42	42



Designació	Conceptes	Q	Preu [€/u]	Total
Corretja SPZ L=487mm	Compra	1	14	14
Polijta Ø _p =71	Compra, mecanitzat	1	46	46
Trantorque per eix de Ø12	Compra	1	19	19
Eix lleva	Material, fabricació	1	120	120
Cir-Clip DIN 471 12x1	Compra	2	0,18	0,36
Coixinet selfoil AMES 12-14-12	Compra	1	1,4	1,4
Volandera ISO 7089-12	Compra	2	0,22	0,44
Xaveta 4x4x12,5	Compra	1	0,25	0,25
Lleva	Material, fabricació	1	180	180
Cir-Clip DIN 471 16x1	Compra	2	0,2	0,4
Volandera 7089-16	Compra	2	0,25	0,5
Coixinet selfoil AMES 16-20-30	Compra	1	2,1	2,1
Suport eix lleva i palpador	Material, fabricació	1	150	150
Molla torsió	Compra	1	0,9	0,9
Cargol ISO 4762 M8x20	Compra	6	0,25	1,5
Eix palpador	Material, fabricació	1	140	140
Coixinet selfoil AMES 12-14-20	Compra	1	1,6	1,6
Palpador	Material, fabricació	1	160	160
Sensor òptic infrarojos	Compra	1	86	86
Enganxina Reflectora	Compra	1	21	21
Soport Eix Lleva	Material, fabricació	1	130	130
Cargol ISO 4762 M6x12	Compra	2	0,18	0,36
Imant Ø20x4xM4	Compra	1	0,8	0,8
Cargol ISO 10642 M4x10	Compra	1	0,15	0,15
Taula d'assaig	Material, fabricació	1	185	185
Contador digital	Compra	1	75	75
Làmina Teflón 0.15mm	Compra	1	11	11
Cost Total Construcció				1923,48 €

10.3. Cost total de realització de la màquina d'assaig

Cost Total Disseny = 2820 €

Cost Total Construcció = 1923,48 €

Sumatori de costos = cost total disseny + cost total construcció = **4743,48 €**



11. Impacte ambiental

Tots els components de la màquina es fabriquen amb materials amb capacitat per ser reciclats (acer, alumini, bronze, plàstics). La màquina es portarà a una planta de tractament de residus al final de la seva vida útil, per tal de fer una correcta separació per al reciclatge de tots els components.

El funcionament de la màquina i el seu manteniment no generen cap tipus de residu.

Les tapes de WC fabricades amb material termoplàstic i utilitzades per fer els assaigs son triturades i el seu material es torna a aprofitar per fabricar noves tapes.

El consum elèctric de la màquina d'assaig és molt reduït (motor de 6W de potència) gràcies al càlcul precís per portar a terme l'elecció del motor.





12. Conclusions

La màquina projectada per assajar la fiabilitat mecànica de tapes de WC a la que s'ha arribat després de tot el procés de disseny, resulta una màquina compacta i senzilla d'utilitzar. La màquina podrà ser exposada en fires gràcies a la seva lleugeresa, poc volum que ocupa i accionament mitjançant un motor monofàsic. A més, s'ha procurat tenir en compte durant la fase de disseny l'aspecte estètic de la màquina.

Aquesta màquina garanteix que es compleixen les especificacions d'assaig que es recullen a les normes NF pel que fa l'apartat sobre fiabilitat mecànica de seients de WC.





13. Agraïments

En primer lloc, agrair a tota la gent de l'empresa Casajuana Industrias Plàsticas la possibilitat que m'han ofert per introduir-me en el món laboral, el tracte que he rebut de la seva part i la possibilitat de fer el PFC integrat com a una de les tasques de l'empresa. Gràcies a Manel Carbó, director del projecte i Jose Luis Nevado, pel seu especial ajut dintre d'aquesta empresa.

Agrair també al professor Jordi Martínez, ponent d'aquest projecte, el seu ajut, consells i valoracions per poder fer avançar el disseny de la màquina projectada en aquest PFC.

A tota la gent de l'empresa Cumsa i DTM Cumsa, per la seva comprensió, ajut i suport.

Als meus companys de viatge, Conrad, Felipe i Oriol, per les hores invertides a la universitat i, com no, també per les hores perdudes a Barcelona.

A tots els companys de la universitat per totes les estones i nervis que hem passat junts.

A la família de Barcelona, Anna, Conxa i Xavier.

A tota la meva família, especialment als meus pares.





14. Bibliografia

14.1. Referències bibliogràfiques

AFNOR, *XP D12-207 Octobre 1999 Appareils sanitaires-Abatants de WC*. Saint Denis La Plaine Cedex, AFNOR, 1999, p.10.

14.2. Bibliografia consultada

BOIX, O., SAINZ, L., CÓRCOLES, F., SUELVES, F. *Tecnología eléctrica*. Barcelona, Ediciones Ceysa, 2002. (Consulta sobre variadors de velocitat).

CARDONA, S., CLOS, D. *Teoria de màquines*. Barcelona, Edicions UPC, 2000. (Consultat per aplicar i plantejar el Teorema de l'energia).

CARDONA, S., JORDI, L. *Magnituds i unitats*. Barcelona, Salvador Cardona i Foix , 2003.

CHEVALIER, A. *Dibujo industrial*. México, Editorial Limusa S.A de C.V., 2002. (Disseny general i indicacions per a realitzar els plànols).

FENOLLOSA, J., MARTINEZ, J. *Quadern CM4. Corretges*. Barcelona, CPDA-ETSEIB (Publicacions d'Abast S.L.L), 2003.

FENOLLOSA, J., MARTINEZ, J. *Tecnologia de màquines quadern de treball*. Barcelona, CPDA-ETSEIB (Publicacions d'Abast S.L.L), 1999. (Consultat el càlcul de parell equivalent per a elecció del motor i determinats aspectes sobre les transmissions per corretja).

RIBA, C. *Construcció soldada*. Barcelona, CPDA-ETSEIB (Publicacions d'Abast S.L.L), 1995. (Consultes generals sobre construcció soldada)

RIBA, C. *Disseny de màquines IV. Selecció de materials 1*. Barcelona, Edicions UPC, 1997. (Consultat per la selecció dels materials dels diversos components).

RIBA, C. *Selecció de motors i transmissions en el projecte mecànic*. Barcelona, CPDA-ETSEIB (Publicacions d'Abast S.L.L), 1988. (Consultes generals per l'elecció del motor)

VIVANCOS, J., ARGUILÉS, R., PARDO, A., SIERRA, C. *Tomo I. Procesos de mecanizado. Volumen texto*. Barcelona, CPDA-ETSEIB (Publicacions d'Abast S.L.L), 1996.



14.3. Pàgines web consultades

- GROUPE AFNOR BOUTIQUE. *XP D12-207 Octobre 1999. Appareils sanitaires - Abattants de WC.*

[http://www.boutique.afnor.org/NEL5DetailNormeEnLigne.aspx?CLE_ART=FA104219&nivCtx=NELZNELZ1A10A101A107&ts=5707437, 27 de setembre de 2006].

- DI-SORIC. *Retro reflective sensors.*

[http://www.di-soric.de/media/files/PDF-Files/D69_0105de.pdf, 15 d'abril de 2007].

- DI-SORIC. *Counting module with reset function.*

[http://www.di-soric.de/media/files/PDF-Files/PI_013_0306de_int.pdf, 15 d'abril de 2007].

- MECÁNICA MODERNA. *VFD-S. Convertidores de frecuencia para motores hasta 2 kW.*

[<http://www.mecmod.com/productes/delta/pdf/VFD-S.pdf>, 11 d'abril de 2007].

- DINÀMICA DISTRIBUCIONES.

[<http://www.dinamica.net/catala/principal.htm>, 12 d'abril de 2007].

-FENNER DRIVES. *Trantorque Keyless Bushings.*

[http://www.fennerdrives.com/keyless_bushings/ttqtech.pdf, 15 d'abril de 2007]

- LENZE. *Panasonic G-Series.*

[<http://www.lenze.co.uk/multimedia/pana-gseries.pdf>, 20 d'abril de 2007]

- BROOK CROMPTON. *Single phase motors.*

[http://www.brookcrompton.com/pdf-files/2227e_1phase_v1.1e.pdf, 17 d'abril de 2007]

- DOGA, S.A.. *Motors CC.*

[http://www.doga.es/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=43&lang=cat, 17 d'abril de 2007]



- OERLICON BALZERS COATING. *Balinit C*.

[<http://www.oerlikonbalzerscoating.com/bes/spa/01-products-services/02-balinit-coatings/05-balinit-c/indexW3DnavidW261.php>, 22 d'abril de 2007].

- TEJASA. *Suspensiones elásticas*.

[<http://www.tejasa.es>, 22 d'abril de 2007]

