



EPS

Escola Politècnica
Superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis

Document: 1. Memòria

Alumne: Francesc Reixach Prat

Director/Tutor: Joan Andreu Mayugo Majó

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria (mes/any): Setembre 2014

ÍNDEX DEL DOCUMENT NÚMERO 1: MEMÒRIA

1 INTRODUCCIÓ	6
1.1 Antecedents	6
1.2 Objecte.....	7
1.3 Abast.....	7
1.4 Especificacions tècniques.....	7
2 DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL	10
2.1 Descripció general.....	10
2.2 Característiques generals.....	11
2.3 Dimensions i aspectes generals	11
3 PARTS.....	13
3.1 Estructura.....	13
3.2 Base de treball	16
3.3 Sistema de vibració	17
3.4 Sistema elàstic	18
3.5 Altres elements i acabats màquina.....	19
4 FUNCIONAMENT	21
4.1 Descripció del funcionament.....	21
4.2 Control de l'equip	21
5 SUBCONTRACTACIÓ SISTEMA ELÈCTRIC	23

6 RESUM DE CARACTERISTIQUES	24
7 RESUM DEL PRESSUPOST	25
8 CONCLUSIONS.....	26
9 RELACIÓ DE DOCUMENTS	27
10 BIBLIOGRAFIA.....	28
10.1 Llibres.....	28
10.2 Catàlegs	28
10.3 Pàgines web.....	28
ANNEX A: PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT I DISSENY.....	29
A.1 Introducció	30
A.2 Estructura	31
A.3 Vibració.....	33
A.3.1 Tipus de vibració	33
A.3.2 Mecanismes producció vibració.....	34
A.3.3 Control vibració.....	36
A.4 Sistemes elàstics i d'aïllament vibratori	38
ANNEX B: CÀLCULS.....	40
B.1 Dimensionament	41
B.1.1 Introducció.....	41
B.1.2 Metodologia.....	42
B.1.3 Dades.....	45

B.1.4 Resultat i discussió.....	46
ANNEX C: MANUAL USUARI.....	50
C.1 Descripció de l'equip.....	51
C.1.1 Característiques generals.....	51
C.1.2 Camp d'aplicació	51
C.1.3 Correcte utilització.....	52
C.2 Contingut del manual.....	52
C.2.1 Imposicions legals	52
C.2.2 Garantia	53
C.3 Logística	54
C.3.1 Transport i desembalatge.....	54
C.3.2 Emmagatzematge	54
C.4 Dades tècniques	55
C.5 Manteniment.....	55
ANNEX D: EXPEDIENT TÈCNIC DE SEURETAT	56
D.1 Introducció	57
D.2 Factors a tenir en compte	57
D.3 Elements de seguretat del mecanisme i consells d'us	58
ANNEX E: SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC.....	59
E.1 Antecedents.....	60
E.1.1 Peticionari.....	60

E.1.2 Necessitats del peticionari	60
E.2 Objecte del projecte	61
E.3 Especificacions i abast.....	61
E.3.1 Especificacions de la petició	61
E.3.2 Abast del projecte.....	61

MEMÒRIA

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

La velocitat i el ritme frenètic que caracteritza la manera de viure de la societat actual fan indispensable optimitzar el temps a qualsevol activitat, també la dedicada al nostre benestar. Aquest és un dels principals factors d'èxit de l'entrenament i el tractament a base de vibracions. Realitzant treballs de curta durada sobre una plataforma vibratòria, són suficients perquè s'obtinguin resultats ràpids en músculs, teixits i articulacions. Treballant sobre una plataforma vibratòria es pot millorar la tonificació muscular, la força explosiva i es pot prevenir la cel·lulitis. Aquests són alguns dels temes lligats amb aquesta activitat. La simplicitat i facilitat d'ús i la reducció de la sensació del cansament fan que els treballs sobre plataforma vibratòria siguin una moda.

El principi de funcionament és un sistema de microvibracions que provoca una ràpida contracció i distensió dels músculs a una velocitat molt superior al entrenament tradicional. D'aquesta manera s'haurien d'aconseguir els mateixos resultats que un sistema tradicional, però amb un espai de temps menor, i sense la necessitat de realitzar moviments o un moviment molt reduït.

S'ha demostrat que la sobreestimació de les fibres i els teixits musculars a causa de la freqüència de vibració ocasiona una millora notable en la circulació capil·lar, permetent un millor rendiment explosiu dels músculs.



Figura 1: Usuari realitzant exercici sobre una plataforma vibratòria.
(Font: www.biolaser.com)

1.2 Objecte

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar un prototip de plataforma vibratòria capaç de treballar dins els paràmetres de freqüència, amplitud i temps per poder realitzar els exercicis en un entorn òptim.

Es pretén assolir un disseny funcional, discret, fàcil d'utilitzar i que no necessiti manteniment, sense prescindir en cap moment de la seguretat.

S'intentarà dissenyar una màquina apta i assequible per a qualsevol persona, per la realització d'exercicis a casa, en un gimnàs o un centre de recuperació.

1.3 Abast

El projecte constarà dels diferents plànols amb les mides, les unitats i els materials per la correcta construcció del prototip, i del llistat de peces que conformen les diferents parts. També inclourà càlculs i el dimensionament dels components que requereixen més atenció per tal d'assegurar el correcte funcionament del mecanisme, juntament amb l'estudi de seguretat de l'equip i la descripció del funcionament i les aplicacions. També es confeccionarà el pressupost.

Tota la part dels càlculs elèctrics del mecanisme i el disseny del sistema d'accionament de l'aparell no entraran dins de l'abast del projecte, que es centrarà més en el disseny i els càlculs mecànics de cadascun dels seus components.

1.4 Especificacions tècniques

R → Requerit

D → Desitjable

Tema	R/D	Descripció
Funció	R	Funcions d'una plataforma vibrada per a la realització d'exercicis
	R	Força de vibració dirigida en direcció vertical
	R	Rang de freqüència entre 20 a 50 Hz
	R	Amplitud de treball entre 0,8 i 1,2 mm
Dimensions	R	Llargada de la zona de treball entre 750 i 1000 mm
	R	Amplada de la zona de treball entre 350 i 600 mm
	R	Alçada de treball entre 250 i 400 mm
	R	Dimensions màximes màquina 1100 x 700 x 400 mm
Forces	R	Carrega màxima de la plataforma vibratòria 150 kg
	R	Pes total de la màquina inferior a 30 kg
Requerimen	R	Comandaments d'accionament mecànic

ts	D	Mecanisme de vibració més econòmic possible
	D	Bona estètica i acabats curosos
	R	Possibilitat d'anivellar la base de treball
	R	Fàcil d'agafar per poder-la desplaçar
	R	Poc manteniment
	R	Fàcil d'utilitzar
	D	Poc sorollós
Materials	R	Perfils tubulars i materials lleugers (Alumini)
	R	Base de treball amb terra antilliscant
Seguretat	R	Proteccions a totes les parts que poden suposar un risc per l'usuari
	D	Acabats arrodonits per evitar que l'usuari prengui mal

2 DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL

2.1 Descripció general

La plataforma vibratòria es una màquina que està pensada per realitzar-hi activitats d'entrenament i tractament. Realitzaran treballs de curta durada en una plataforma vibratòria, són suficients perquè s'obtinguin resultats ràpids en els músculs, els teixits i les articulacions.

S'ha dissenyat una prototip amb una estructura suficientment rígida i pesada per evitar la ruptura i efectes sobre la vibració. L'equip disposarà, a la part superior, d'una base rectangular plana on l'usuari realitzà els exercicis. La particularitat d'aquesta plataforma es que incorporà, a la part posterior de la base, dos motovibradors elèctrics amb els quals s'aconsegueix un moviment oscil·latori d'un grau de llibertat, produint d'aquesta manera un vibració vertical.

El prototip estarà format per dos cossos separats per quatre molles helicoïdals de rigidesa determinada. D'aquesta manera tenim, l'estructura principal d'acer amb la base on s'hi realitzen els exercicis i els suports on s'hi munten els dos motovibradors. I per l'altra banda, tenim una altra estructura amb quatre peus regulables per poder recolzar i anivellar tot l'equip al terra.

Fonamentalment, el que s'aconsegueix separant els dos cossos a traves dels quatre elements elàstics, tal i com es mostra a la figura 2, és tenir una part de la màquina amb llibertat de moviment, d'aquesta manera no queda una estructura completament rígida i ens permet que aquesta es pugui desplaçar gràcies al moviment dels motovibradors.

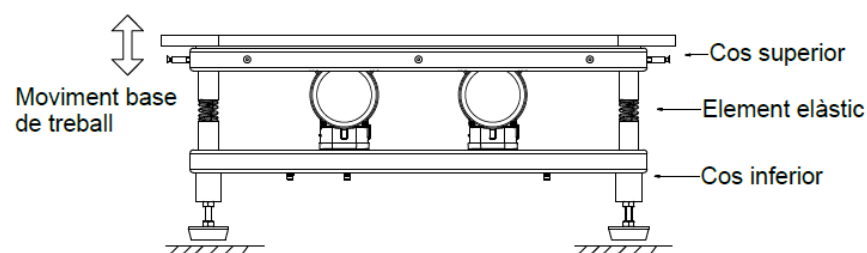


Figura 2: Els quatre elements elàstics, separen els dos cossos.

2.2 Característiques generals

2.3 Dimensions i aspectes generals

S'ha dissenyat una màquina per ser utilitzada en qualsevol centre de recuperació, gimnàs o habitatge de manera autònoma i sense la supervisió o ajuda de ningú. És per això, que durant el seu disseny s'ha tingut en compte el pes, les dimensions, la seguretat i el soroll.

Tal i com es mostra en la figura 3, s'ha dissenyat una màquina compacte de manera que tot queda integrat sota la base de treball. Les dimensions de la base són amples perquè l'usuari es senti segur quan realitza els exercicis.

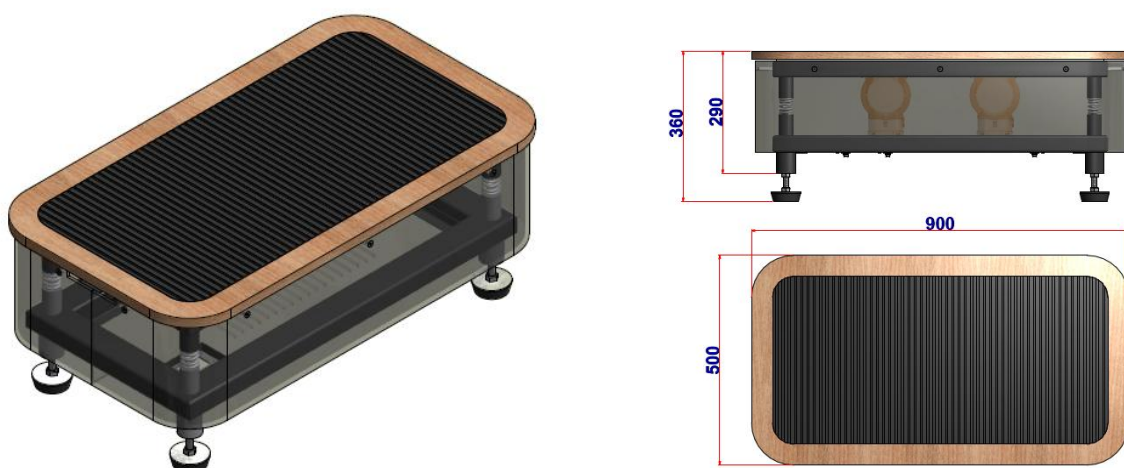


Figura 3: Disseny i dimensions plataforma on tots els components queden integrats sota la base

Per fer de la màquina un equip segur i evitar el risc d'enganxada, per part de l'usuari, s'han dissenyat un seguit de proteccions que alhora de transmetre seguretat a l'usuari també proporciona un disseny més discret i compacte. Aquestes proteccions, tal i com es mostra a la figura 4, disposaran d'uns encaixos als laterals per poder agafar la màquina i poder-la desplaçar amb facilitat.

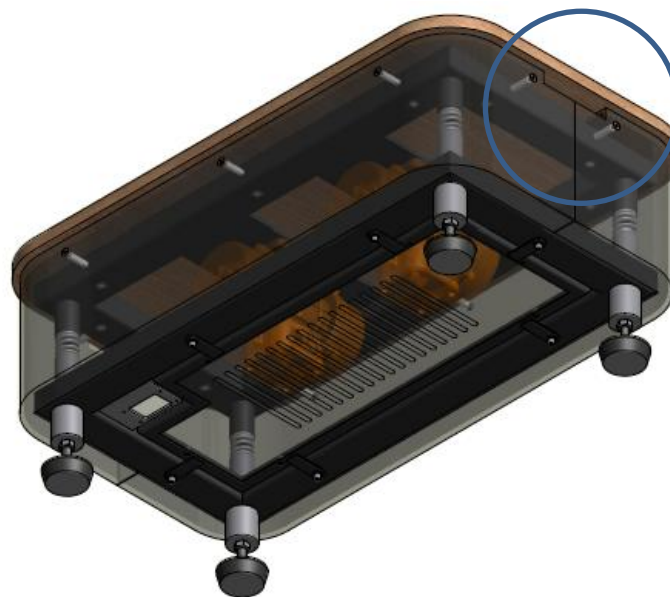


Figura 4: Detall encaix lateral proteccions.

Un dels temes que s'ha tingut en compte però que el fabricant de motovibradors ens ha comentat, és que no aconseguirem el resultat desitjat en el tema del soroll. Els motovibradors són sorollosos i per tant, l'usuari realitzarà les activitats sobre la plataforma amb aquest so. Tot i això, el fabricant ens ha assegurat que el soroll que emeten és perfectament suportable.

3 PARTS

3.1 Estructura

S'ha dimensionat i dissenyat una estructura rígida i pesada per evitar la ruptura i efectes sobre la vibració, també s'ha tingut en compte la simplicitat de les peces i el cost a l'hora de la fabricació i muntatge.

Aquesta estructura està construïda principalment amb tub rectangular d'acer estructural St 44. Aquest material ens aporta una rigidesa i pes que els altres materials no ens ho poden proporcionar. També és un material econòmic i mecanitzable. Els diferents suports són d'acer 1.1158 i es solden a l'estructura tubular.

L'estructura es divideix en dues parts, tal i com mostra la figura 5, tenim l'estructura superior, que forma part del cos superior, i l'estructura inferior, que forma part del cos inferior. Aquestes estructures, tal i com s'ha explicat a l'apartat 2.1, estan separades per quatre molles helicoidals. Cada una d'aquestes estructures incorpora els suports per muntar els diferents elements que componen la màquina.



Figura 5: Parts de l'estructura que componen la màquina

A) Estructura superior

L'estructura superior, tal i com es mostra a la figura 6, és la part de la màquina on es fixen els motovibradors, la fusta que farà de base i les molles, les quals connecten amb l'estructura inferior. En aquesta estructura també s'hi fixen els suport per collar les proteccions laterals.

Aquesta estructura de forma rectangular està formada per:

1. Un marc construït amb tub rectangular de 60x40x3 d'acer St 44 soldat.
2. Dos platines d'acer 1.1158 soldades dintre del marc, per fixar els motovibradors.
3. Quatre suports d'acer 1.1158 per fixar les molles, soldat sobre del marc.

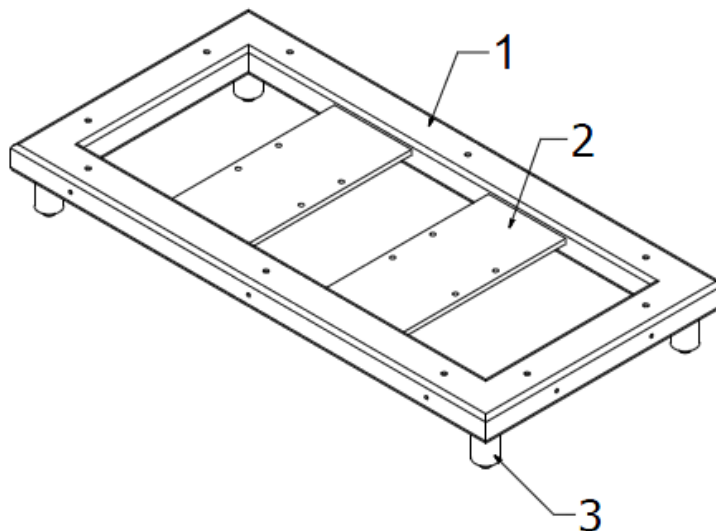


Figura 6: Estructura superior amb els elements que la formen

B) Estructura inferior

L'estructura inferior, tal i com es mostra a la figura 7, és la part de la màquina on es fixen els peus, per la part inferior, les molles per la part superior i el suport pel connector de corrent. En aquesta estructura també s'hi fixa una protecció per la part inferior.

Per mantenir l'estètica i utilitzar els mateixos materials, l'estructura inferior també s'ha construït a partir d'un marc de tub rectangular.

Aquesta estructura està formada per:

1. Un marc construït amb tub rectangular de 60x40x3 d'acer St 44 soldat.
2. Quatre suports d'acer 1.1158 per fixar les molles, soldats sobre del marc.
3. Quatre suports d'acer 1.1158 per collar els peus anivellables sota del marc.
4. Una platina d'acer 1.1158 soldades dintre del marc, pel connector elèctric.

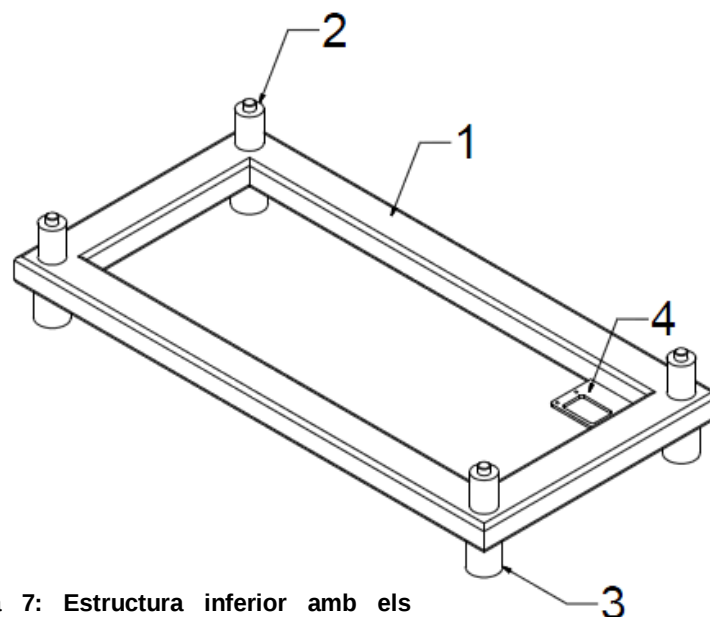


Figura 7: Estructura inferior amb els elements que la formen

3.2 Base de treball

Sobre l'estructura superior s'hi fixa la base de treball, és la zona on l'usuari realitza els diferents exercicis. Aquesta superfície és completament plana i rígida.

Aquesta base està fabricada de fusta i collada amb cargols autoroscants no passants a l'estructura de ferro, d'aquesta manera la base superior quedarà completament llisa. S'ha decidit construir aquesta part amb fusta perquè a part de complir amb els requeriments de rigidesa, planura i resistència, ens ofereix un molt bon acabat a la màquina, ja que es la part més visible.

Una de les característiques de la fusta és que és mecanitzable, per tant s'han arrodonit les arestes per aconseguir un acabat curos.

A la part superior i central de la base, tal i com es mostra a la figura 8, s'ha mecanitzat una calaixera on s'hi ha fixat una catifa adherent de cautxú per aconseguir un efecte antilliscant. D'aquesta manera l'usuari es sentirà més segur sobre la superfície i evitarem que aquest pugui relliscar.

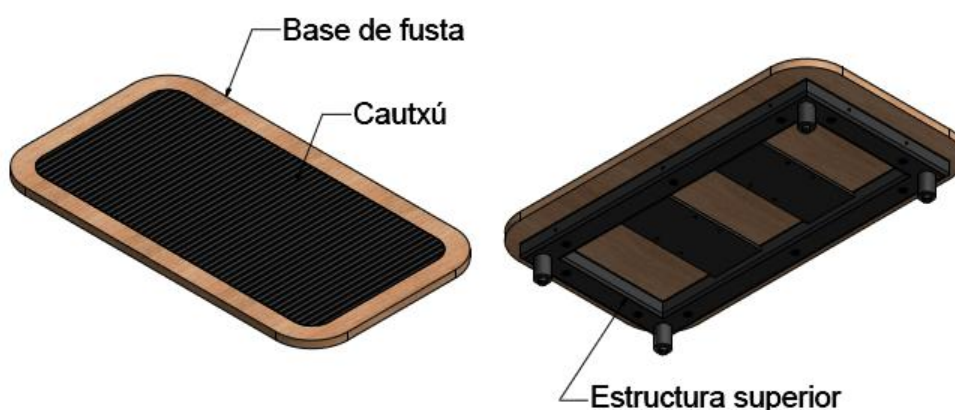


Figura 8: Base de treball amb el cautxú antilliscant i base de treball collada a l'estructura superior

3.3 Sistema de vibració

La particularitat d'aquesta plataforma per la realització d'exercicis és la seva capacitat per a vibrar, la direcció d'aquesta oscil·lació és vertical al llarg de tota la base de treball.

Després d'estudiar diferents mecanismes i sistemes per aconseguir aquest moviment de la base s'ha decidit utilitzar dos motorvibradors elèctrics. El seu disseny compacte, les prestacions i la facilitat d'instal·lació simplifiquen el disseny de la màquina. El funcionament d'aquests elements es basa en una massa excèntrica que, al girar per l'acció del motor elèctric, produeix una vibració. Tal i com es mostra a la figura 9, les masses desequilibrades estan situades a ambdós extrems del accionament elèctric.

Per aconseguir que els motovibradors produeixen la vibració orientada en una direcció, es fan funcionar en sentits oposats de gir. D'aquesta manera s'equilibren les forces centrífugues dirigides cap a les altres direccions i es sumen les forces verticals.

Donat que els motovibradors no estan acoblats mecànicament, el fabricant ens assegura que es sincronitzaran quan aquests estiguin en servei, però perquè això succeeixi no pot existir cap freqüència pertorbadora important.

Un variador de freqüència és l'encarregat de controlar la velocitat de rotació dels motovibradors i d'aquesta manera l'usuari pot ajustar l'amplitud de vibració.

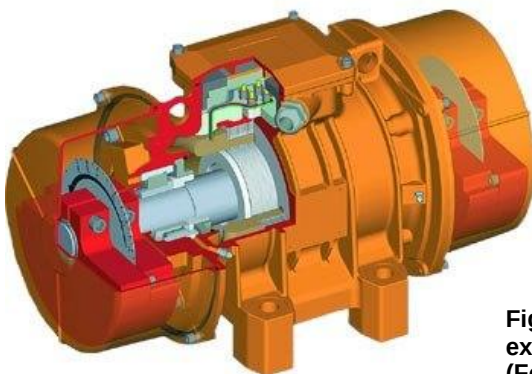


Figura 9: Motovibrador amb dues masses excèntriques a ambdós extrems.
(Font: www.olispain.es)

3.4 Sistema elàstic

En equips de vibració s'utilitzen elements elàstics per permetre la vibració a certes parts d'una màquina i que aquesta vibració no es transmeti a l'exterior o es transmeti el menys possible.

En el nostre equip utilitzarem un total de quatre molles helicoïdals d'acer per permetre la plena llibertat de moviments de la base. Es col·locaran les quatre molles en els seus respectius suports i seran l'element d'unió de l'estructura superior amb l'inferior.

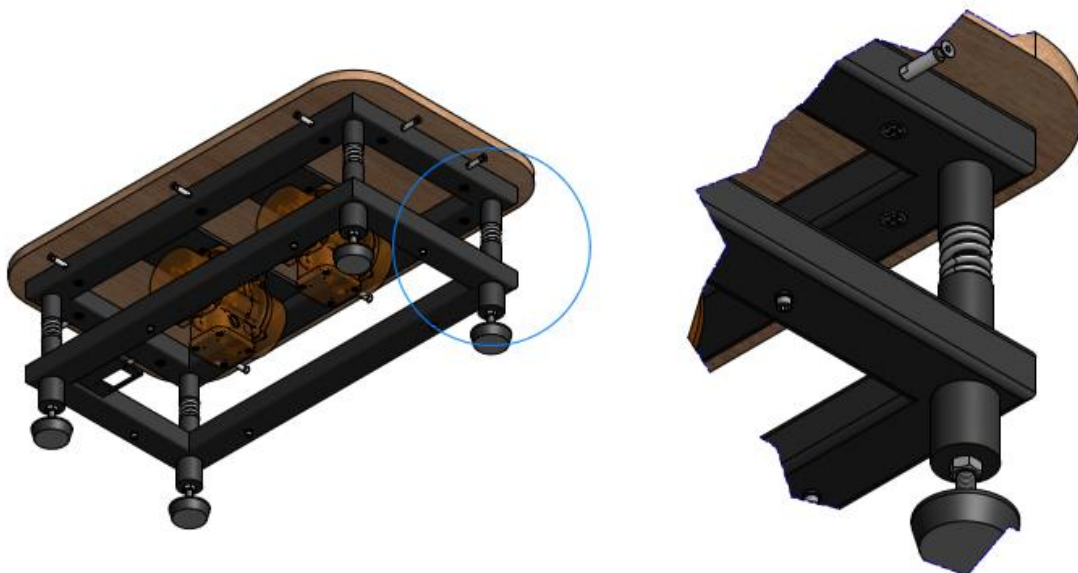


Figura 10: Detall molla helicoïdal

3.5 Altres elements i acabats màquina

A) Peus

Per recolzar la màquina al terra s'utilitzaran uns peus anivelladors amb goma a la part posterior. D'aquesta manera a part de poder anivellar la màquina i deixar la superfície superior perfectament horitzontal també ens donaran adherència al terra i evitarem que aquest es ralli o es trenqui.



Figura 11: Peus recolzament
(Font: www.eganasl.com)

B) Proteccions

Una màquina, a part de realitzar la funció per la qual ha estat dissenyada no pot suposar cap risc per la persona que l'està utilitzant. És per això que s'han dissenyat un seguit de proteccions de policarbonat per evitar el risc d'enganxada, i alhora aquestes peces ens donaran un bon acabat i aspecte a la màquina.

Les proteccions, tal i com es veu a la figura 12, estan fixades a l'estructura i protegeixen l'usuari de les molles i els motovibradors.

Les proteccions estan fabricades de policarbonat transparent, per tant es veu l'interior de la màquina sense la necessitat de desmuntar les tapes.

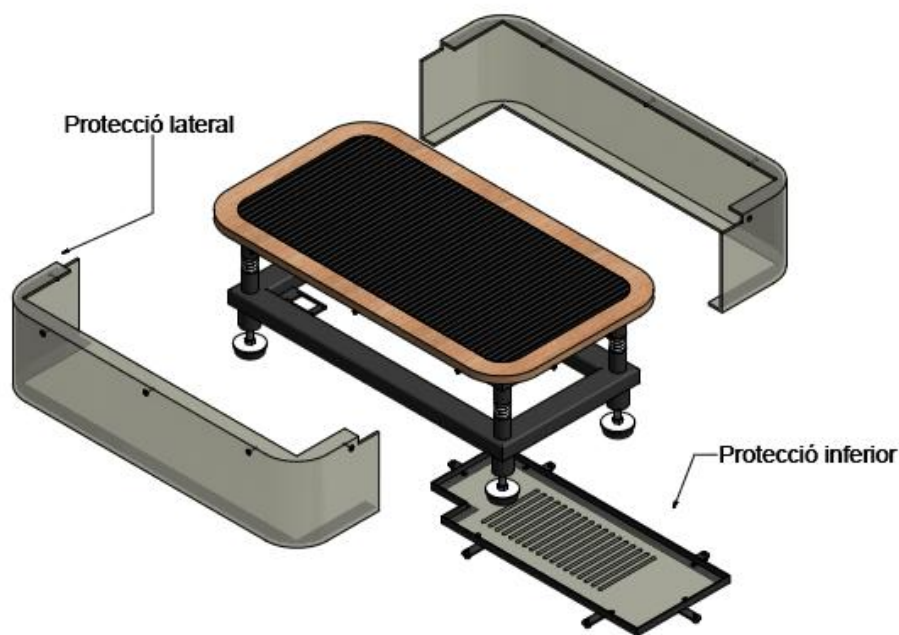


Figura 12: Conjunt de proteccions

C) Acabat superficial

El material que s'utilitza per la construcció de l'estructura és acer estructural, un material que s'oxida si no es tracta. És per això, que un cop l'estructura estigui llesta per a ser muntada, aquesta es pintarà de color negre. D'aquesta manera aconseguirem que l'estructura no s'oxidi i ens proporcionarà un bon aspecte exterior.

4 FUNCIONAMENT

4.1 Descripció del funcionament

Abans d'iniciar la seqüència de posada en marxa, s'ha d'assegurar que l'equip es troba connectat a la xarxa elèctrica amb el voltatge adequat. Altres tensions de xarxa que no siguin la correcta poden produir desperfectes o danys irreversibles a l'equip.

Per iniciar la vibració de la màquina, en primer lloc, cal posar el selector general en posició tancada i tot seguit pulsar el botó verd del quadre de control. Aquest activa els dos motovibradors simultàniament, els quals faran que la base de treball comenci a vibrar.

Els motovibradors tarden uns segons a posar-se a règim de treball i a sincronitzar-se, un cop hi arriba, la màquina està llesta per treballar.

A través del plafó de control l'usuari pot ajustar l'amplitud de vibració, variant la freqüència dels motovibradors, fins ha obtenir l'amplitud desitjada.

Un cop l'equip funciona amb règim de treball i a l'amplitud desitjada, la màquina està a punt per rebre l'usuari que realitzarà els exercicis sobre la base de treball.

4.2 Control de l'equip

El comandament principal de l'equip es troba a la part frontal de l'armari elèctric, on hi ha els botons de funcionament.

Per connectar l'equip, pel seu funcionament, és recomanable seguir la següent seqüència de connexió i desconnexió:

SEQÜENCIA DE CONNEXIÓ
Connectar l'equip a la xarxa elèctrica monofàsica 230V
Posar el seccionador principal en posició tancada
Pulsar el botó verd per iniciar la vibració
Ajustar l'amplitud amb el regulador

Taula 1: Seqüència de connexió equip.

SEQÜENCIA DE DESCONNEXIÓ
Pulsar el boto vermell per l'aturada de la vibració
Posar el seccionador principal en posició oberta
Desconnectar l'equip de la xarxa elèctric

Taula 2: Seqüència de desconnexió equip.

5 SUBCONTRACTACIÓ SISTEMA ELÈCTRIC

A falta d'experiència en la realització de sistemes elèctrics, s'ha decidit subcontractar una empresa externa, Elèctric Girona S.L.

Aquesta empresa procurarà dels plànols i esquemes de la instal·lació elèctrica, llistat dels diferents elements que la formaran i càlculs de dimensionament dels components i cables. També s'encarregarà de la construcció i muntatge del quadre elèctric i de control.

Les especificacions es recullen dins l'ANNEX E: SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC del DOCUMENT 1: MEMÒRIA d'aquest mateix projecte.

6 RESUM DE CARACTERISTIQUES

A la següent taula es poden observar les característiques principals de la plataforma vibratòria.

Dimensions generals:

Amplada: 500 mm

Llargada: 900 mm

Alçada: 360 mm

Dimensions base de treball:

Amplada: 500 mm

Llargada: 900 mm

Pes prototip de plataforma vibratòria: 28 Kg

Càrrega màxima: 170 Kg

Rigidesa molles: 385 N/mm

Potència motovibradors: 0,18 Kw

7 RESUM DEL PRESSUPOST

El preu total de fabricació del prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis és de 4.457,77 €.

8 CONCLUSIONS

Tenint en compte tot el que està exposat al llarg d'aquesta memòria i als següents annexos, així com a la resta de documents que integren el projecte, queden suficientment definits tots i cadascun dels elements que són precisos per a la fabricació del prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis.

El projecte ha estat dissenyat segons les especificacions establertes, reduint al màxim la complexitat, fent així que sigui més fàcil de construir i resulti més econòmic.

Tal com s'ha observat, en aquest projecte, s'han assolit els objectius plantejats de funcionalitat. S'ha dissenyat un mecanisme capaç de vibrar en direcció vertical dins els paràmetres establerts.

Un objectiu que no s'ha assolit és el relacionat amb el soroll, els motovibradors són sorollosos però aquest so és perfectament suportable.

El prototip s'ha construït seguint les indicacions i recomanacions descrites al llarg d'aquest projecte.

9 RELACIÓ DE DOCUMENTS

El present projecte consta dels següents documents:

DOCUMENT NÚM.1 MEMÒRIA

DOCUMENT NÚM. 2 PLÀNOLS

DOCUMENT NÚM. 3 PLEC DE CONDICIONS

DOCUMENT NÚM. 4 ESTAT D'AMIDAMENTS

DOCUMENT NÚM. 5 PRESSUPOST

10 BIBLIOGRAFIA

Per poder realitzar aquest projecte s'ha consultat la següent bibliografia:

10.1 Llibres

Chevalier, A. *Dibujo Industrial*, Editorial Noriega, Mèxic 2001.

Shigley Joseph; Mischke, *Charles R. Diseño de ingeniería mecánica*, Mc Graw Hill 5^a edició 1999.

Francesco Peticari, *La plataforma vibratòria*, 2009

10.2 Catàlegs

Electric Motovibrators MVE-Type. Catàleg motovibradors. 2009

Catàleg SPEC. Molles. 2010

Catàleg ESUTIL. Catàleg fixacions. 2009

10.3 Pàgines web

Lloc web del fabricant de peus regulables EGAÑA, www.eganasl.com (Juny 2014)

Lloc web del fabricant de motovibradors OLI, www.olispain.es (Juny 2014)

Lloc web del fabricant de perfils de ferro FERROS PUIG, www.ferrospuig.com (Juny 2014)

ANNEX A: PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT I DISSENY

ANNEX A: PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT I DISSENY

A.1 Introducció

La plataforma vibrada és una màquina que està pensada per realitzar-hi activitats d'entrenament i tractament. Realitzant treballs de curta durada en una plataforma vibrada són suficients perquè s'obtinguin resultats ràpids músculs, teixits i articulacions.

La vibració per a tot el cos és subministrada a partir de la plataforma per mitjà d'estímuls que es poden dosificar i controlar. Aquests estímuls, de naturalesa mecànica, són en forma d'oscil·lacions sinusoïdals verticals.

Es pretén dissenyar una màquina, tal com la figura A1, amb una estructura rígida i una plataforma rectangular a la part superior, base de treball. L'equip ha d'incorporar un mecanisme que produeixi un moviment oscil·latori vertical fins a la base.

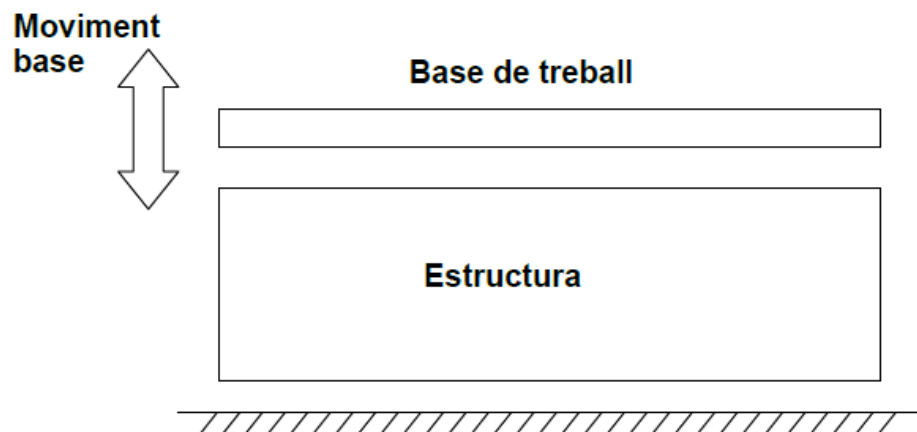


Figura A1: Croquis prototip de
plataforma vibratòria.

A.2 Estructura

El cos principal de la màquina ha d'estar format per una estructura que incorpori diferents suports per collar el mecanisme de vibració i fixar-hi els diferents elements que conformaran el prototip.

La part superior d'aquesta estructura serà una superfície llisa i rectangular la qual vibrarà per l'efecte d'un mecanisme oscil·lant.

L'estructura de la màquina vibratòria ha de ser suficientment rígida per diferents motius:

- Evitar que es deformi quan està treballant.
- Evitar la ruptura de l'estructura per fatiga dels materials.
- Evitar la pèrdua d'ona vibratòria, prevenint que el radi d'acció de l'ona es limiti al costat del mecanisme de vibració.

Per aconseguir una estructura suficientment rígida i que pugui suportar el pes d'una persona sense patir deformacions, mentre la màquina està en funcionament, s'han estudiat diferents alternatives.

Alguns dels aspectes que s'han tingut en compte a l'hora de dissenyar l'estructura, ha estat el material, la complexitat en la fabricació i el cost. Tanmateix, també, s'ha tingut en compte de no sobredimensionar l'estructura ja que estaríem augmentant el pes mort a vibrar sense cap benefici.

Alguns dels primers dissenys es mostren a les figures següents.

A. Estructura amb perfil d'alumini:

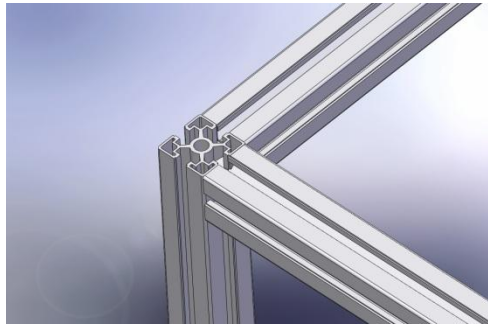


Figura A2: Estructura a partir de perfil d'alumini (Font: www.boschrexroth.es)

B. Tub estructural

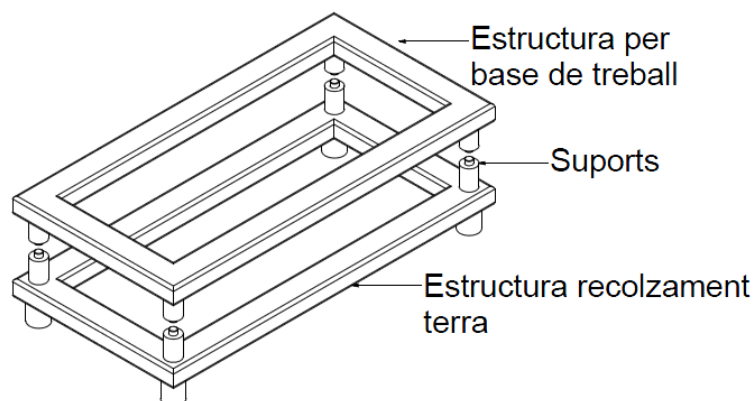


Figura A3: Estructura a partir de tub rectangular estructural

C. Placa d'acer tallada amb làser

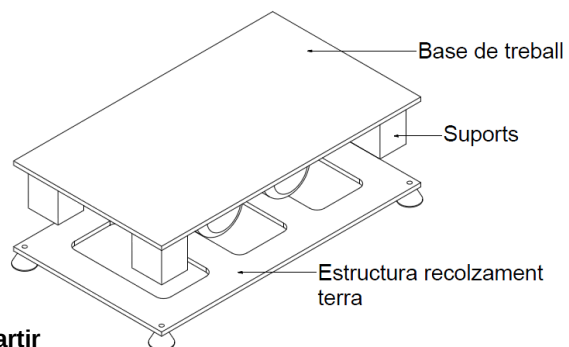


Figura A 4: Estructura a partir d'acer tallat

Després d'avaluar les diferents alternatives s'ha arribat a la conclusió que la millor solució és fabricar l'estructura amb tub estructural. Les altes propietats mecàniques de l'acer, el seu reduït cos i la facilitat per ser soldat ens han decantat per aquesta solució.

Construir l'estructura amb perfil d'alumini no es una bona solució. Per unir aquests tipus de perfils s'utilitzen unions cargolades i s'afluïxen ràpid. Per tant aquesta solució ha quedat descartada.

Una altre bona solució hauria estat fabricar l'estructura partint de planxa i tallant-la amb làser. Però el seu alt cos i l'elevat pes ens van fer decantar per l'estructura tubular.

A.3 Vibració

A.3.1 Tipus de vibració

Denominem vibració a un moviment oscil·latori sobre una posició d'equilibri. Per tant, en la seva forma més senzilla, una vibració es pot considerar com un moviment repetitiu al voltant d'una posició d'equilibri. La posició d'equilibri és a la que arribarà quan la força que actua sobre ell sigui zero. S'anomena vibració de cos sencer quan totes les parts del cos es mouen juntes en la mateixa direcció en qualsevol instant.

En el mercat les plataformes vibrades es classifiquen segons el tipus de vibració que produeixen, tal i com es mostra en la figura A5. Es classifiquen en tres tipus:

A. Plataformes oscil·lants:

Aquestes plataformes creen desplaçaments basculants sobre un eix central.

B. Plataformes lineals:

En aquestes plataformes la força vibrant es dirigeix al llarg d'una sola direcció de manera alternativa sinusoïdal a través del temps.

C. Plataformes tri planars:

Produeixen un moviment en totes direccions.

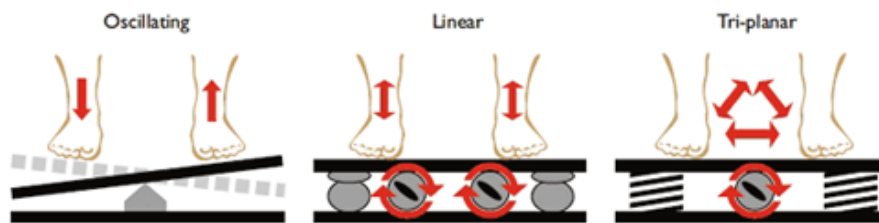


Figura A5: Classificació plataformes comercials segons moviment de la base de treball (Font: www.vibroplate.es)

Les especificacions tècniques del prototip estableixen que s'ha de dissenyar una màquina amb un mecanisme que produeixi oscil·lacions verticals de baix a dalt a tota la superfície de la plataforma.

La màquina estarà sotmesa a una vibració forçada, on una força alterna o de moviment s'aplica a un sistema mecànic. En vibració forçada la freqüència de la vibració és la freqüència de la força o el moviment aplicat.

A.3.2 Mecanismes producció vibració

Segons les especificacions tècniques, la màquina ha de disposar d'un mecanisme que produeixi un moviment alternatiu vertical. A continuació, es descriuen alguns dels mecanismes per produir aquest moviment.

A. Mecanisme jou escocès:

Per jou escocès s'entén un mecanisme que permet transformar un moviment rectilini alternatiu (d'una guia) en un moviment de rotació (d'una manovella i el seu arbre). També pot funcionar a l'inrevés canviant la rotació d'un arbre i una manovella en un moviment alternatiu rectilini.

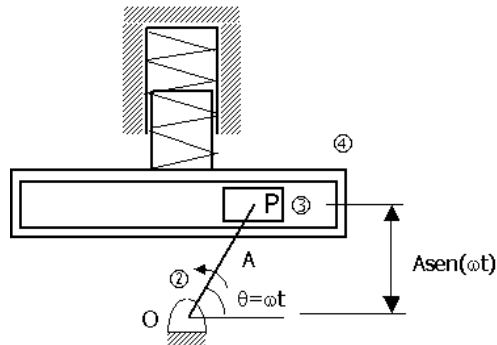


Figura A6: Croquis jou escocès

B. Vibrador pneumàtic unidireccional:

La vibració es produeix per la diferència de pressió d'aire al pressionar el pistó. Dues masses reaccionen de forma oposada, l'una amb l'altre. Una es el pistó i el seus pesos i l'altre la camisa i el conjunt a vibrar.



Figura A7: Vibrador pneumàtic unidireccional. (Font: www.urbar.com)

C. Motovibrador elèctric:

Un motovibrador es un aparell elèctric que produeix una força vibrant que es dirigeix a totes les direccions, 360° rotativament, en sentit horari o antihorari. El mètode de vibració unidireccional s'aconsegueix utilitzant dos motovibradors de característiques electromecàniques iguals, que giren un en sentit contrari respecte l'altre, tal i com es mostra a la figura A8.

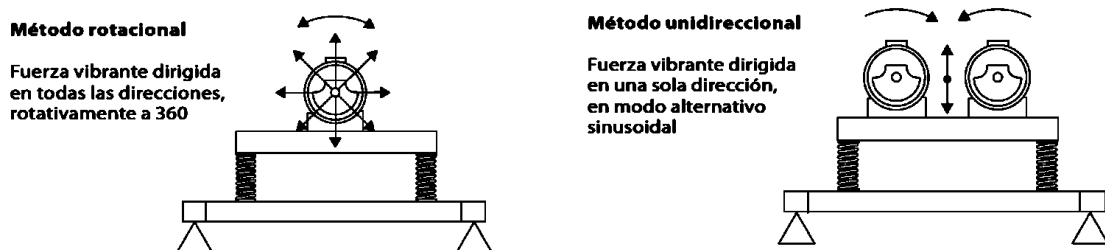


Figura A8: Direcció vibració, segons numero de motovibradors. (Font: www.italvibra.com)

En el disseny proposat, dos motovibradors seran els encarregats de produir el moviment vibratori a la màquina. S'ha escollit aquest mecanisme ja que l'estructura quedarà molt més simple i no farà falta la construcció de guies ni eixos per aconseguir el moviment desitjat. També s'ha descartat l'opció del vibrador pneumàtic ja que la majoria d'habitatges no disposen d'aire per el funcionament d'aquest.

A.3.3 Control vibració

A. Sincronització motovibradors

Un dels casos més freqüents pels motovibradors és l'aplicació de dos motovibradors, els quals produeixen vibracions orientades en una direcció per mitja de sentits oposats de gir.

Donat que els motovibradors no estan units mecànicament, segons el fabricant de la marca *friedrich-schwingtechnik* una auto sincronització es produeix per mitjà de la freqüència dels motors. Després de l'arrencada, els motors no funcionen de forma

sincronitzada i ho faran quan estiguin en servei, amb la mateixa freqüència i amb la mateixa fase.

Perquè això succeeixi, no pot existir cap freqüència pertorbadora en el rang de freqüència d'accionament, ja que en cas contrari no es produiria una sincronització dels motors.

Les causes perquè aquestes freqüències pertorbadores, és a dir perquè la sincronització no es produeixi, poden ser:

- Una freqüència pròpia de la màquina massa alta (molles massa rígides).
- Un suport insuficientment rígid.
- Components de la màquina insuficientment rígids.
- Una màquina defectuosa (molles trencades, esquerdes a l'estructura o als suports)
- La màquina no vibra lliurement o està bloquejada per peces acoblades fixes (gomes, coles, etc.)

Si no es sincronitzen els dos motors, aquests no arribaran a les revolucions nominals, i els motors tenen un consum de corrent elevat i s'avarïen de forma prematura. A més, és malmetrà la màquina vibratòria.

B. Variació freqüència

Un altre dels requeriments de les especificacions tècniques es poder graduar la freqüència.

Un variador de freqüència és un dispositiu electrònic pel control de la velocitat de rotació en un motor de corrent alterna que ho fa per mitjà del control de la freqüència d'alimentació subministrada per el motor. Un variador de freqüència és un cas especial d'un variador de velocitat.

A.4 Sistemes elàstics i d'aïllament vibratori

Fonamentalment, en equips de vibració s'utilitzen elements per permetre la vibració a certes parts d'una màquina i així, que aquesta vibració no es transmeti a l'exterior o es transmeti el menys possible.

En sistemes d'oscil·lació lliure s'aconsella utilitzar elements elàstics com molles helicoïdals d'acer, suports de goma o esmorteïdors neumàtics per permetre la plena llibertat de moviments del equip vibrant en totes les direccions.

L'element antivibrant ha de tenir una capacitat adequada, tal per poder suportar un pes igual al pes total.

A. Esmorteïdor neumàtic

Aquest element s'utilitza per absorbir la vibració d'una màquina variant la pressió de la càmera d'aire que incorpora. Aquest element no donar rigidesa al sistema.



Figura A9: Esmorteïdor pneumàtic.
(Font: www.silentflex.com)

D. Suports de goma

Aquests tipus de suports estan compostats per un element de cautxú adherit a una placa metàl·lica. Amb aquest element aconseguim absorbir la vibració i també donem rigidesa al sistema. En aquest cas no es regulable.



Figura A 10: Suport de goma.
(Font: www.eganasl.com)

E. Molles helicoïdals

Una molla helicoïdal és un operador elàstic capaç d'acumular energia i desprendre-se'n sense sofrir deformacions permanents quan acaben les forces o la tensió aplicades. Aquest element ens dona rigidesa al sistema però no es capaç d'absorbir energia.



Figura A11: Molla helicoïdal.
(Font: www.surisa.es)

Després d'estudiar les diferents alternatives dels elements elàstics i antivibrants, s'ha arribat a la conclusió que s'utilitzaran molles helicoïdals per la construcció del prototip. S'ha escollit aquest element per les seves propietats de rigidesa, la seva simplicitat i el seu baix cost. Utilitzarem un element sense esmorteïment per arribar a la màxima amplitud de vibració, produïda pel motovibrador.

ANNEX B: CÀLCULS

ANNEX B: CÀLCULS

B.1 Dimensionament

B.1.1 Introducció

Per mantenir un sistema oscil·lant és necessari subministrar energia al sistema, en aquest cas la vibració és forçada. Si s'introdueix energia en el sistema a un ritme més elevat del que es dissipa, l'energia augmenta amb el temps, i això es manifesta amb un augment de l'amplitud del moviment. Si l'energia es proporciona al mateix ritme que es dissipa, l'amplitud es manté constant amb el temps.

Les tres parts fonamentals que s'han d'estudiar de l'equip, partint que el disseny de l'estructura es suficientment rígid i resistent, són:

- L'element que subministrarà l'energia en el sistema, en el nostre cas seran dos motovibradors elèctrics. En aquest cas s'haurà de determinar la potència i el nombre de pols, regulats per un variador de freqüència.
- Quatre molles helicoïdals seran els elements elàstics del nostre equip. La característica que haurem de determinar serà la rigidesa (K).
- Pel control de vibracions i impactes en la maquinària, s'utilitza el concepte d'amortiment com una tècnica per dissipar energia del sistema, manipulant així l'amplitud de vibració en el sistema i altres paràmetres d'estudi.

Per estudiar el comportament de la màquina i d'aquesta manera poder escollir l'element que més s'ajusta a les especificacions, s'utilitzarà una formulació adequada per desenvolupar un model matemàtic que permeti l'estudi i anàlisi del sistema vibratori.

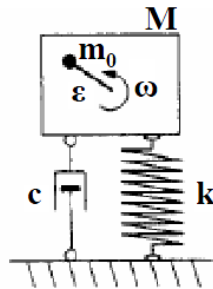
El que es busca amb aquesta simulació matemàtica és trobar el punt de vibració màxima. Tot cos o sistema té una o diverses freqüències naturals. Quan un sistema és excitat a una de les seves freqüències naturals, la seva vibració és la màxima possible.

L'augment de vibració es produeix perquè a aquestes freqüències el sistema entra en ressonància.

B.1.2 Metodologia

La vibració del nostre equip és forçada, amb una força inercial rotativa produïda pel nostre vibrador. Per l'obtenció de la resposta hem utilitzat les següents fórmules:

Primer, es calcularà l'amplitud en règim permanent, igualant energies, en funció de la massa total del sistema, del primer moment d'inèrcia i d'un factor d'amplificació. L'amplitud es calcularà mitjançant la següent fórmula:



$$X_{rp} = \frac{m_0 \varepsilon}{m} H_{rot}$$

On: m_0 [kg] = Massa descentrada o excèntrica.

ε [mm] = Excentricitat de la m_0 respecte el centre de rotació del motovibrador.

m [kg] = Massa total del sistema, en el nostre cas és la massa de tota la màquina més el pes de la persona que hi està treballant.

H_{rot} [adimensional] = Factor d'amplificació

També es pot fer ús de l'equació:

$$X_{rp} = \frac{Fc}{m} H_{rot}$$

On: F_c [kg·mm] = Moment primer d'inèrcia, aquest terme ve determinat pel fabricant de motovibradors.

Per determinar la freqüència natural del sistema utilitzarem la següent expressió, en funció de la rigidesa de la molla i la massa total:

$$W_n = \sqrt{\frac{K_T}{m}}$$

On: K_{molla} [N·m] = Rigidesa equivalent, aquest valor ens el dóna la rigidesa de la molla. La nostra màquina disposa de 4 molles disposades en sèrie per tant:

$$k_T = 4 \cdot k_{molla}$$

La següent formula s'utilitzarà per determinar la freqüència angular normalitzada en funció de la rotació del motor i la freqüència natural del sistema:

$$\Omega = \frac{W}{W_n}$$

On: Ω [adimensional] = Freqüència angular normalitzada.

W [rad/s] = Freqüència angular motor, regim nominal.

W_n [rad/s] = Freqüència angular natural.

Per determinar el factor d'amplificació utilitzarem la següent formula, en funció de la freqüència angular i l'esmoreïment:

$$H_{rot}(\Omega) = \Omega^2 H(\Omega) = \frac{\Omega^2}{\sqrt{(1 - \Omega^2)^2 + (2\zeta\Omega)^2}}$$

On: ζ [adimensional] = Esmortiment del sistema, és la capacitat d'un sistema o cos per dissipar energia cinètica en un altre tipus d'energia.

Amb les fórmules anunciades anteriorment es confeccionaran un seguit de gràfiques, com les que es mostren seguidament, per simular i comparar el comportament de la màquina en diferents situacions:

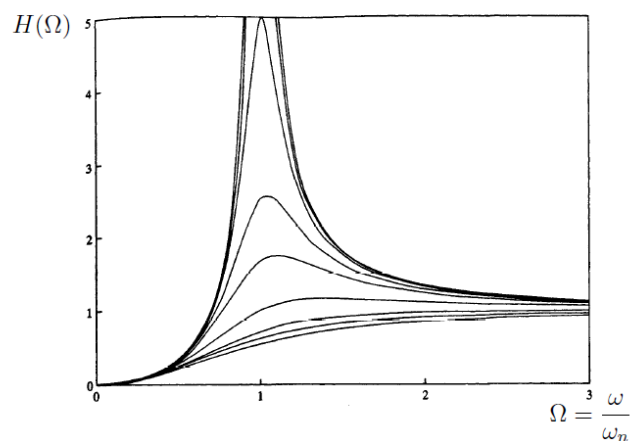


Figura B1: A l'eix de les ordenades tenim el factor d'amplificació i a l'eix de les abscisses tenim la freqüència angular, d'aquesta manera simulem el moviment de la plataforma vibrada en funció de la velocitat del motor.

El pic que fa el gràfic és quan hi ha el factor d'amplificació més gran, just en aquest punt la màquina entra en ressonància.

B.1.3 Dades

Per fer la simulació i trobar els elements que més s'ajusten a les especificacions de la màquina, hem utilitzat diversos motovibradors i molles amb diferents característiques. Un altre factor important a l'hora de fer la simulació és l'esmoreïment, i en el nostre cas aquest factor és difícil de calcular numèricament ja que l'esmoreïment d'una molla és zero, però el del conjunt de la màquina no. Per aquest motiu, hem utilitzat diferents valors d'esmoreïment per veure el comportament de la màquina.

Hem fet la simulació amb diferents masses, en funció del pes de la persona que està treballant sobre la màquina.

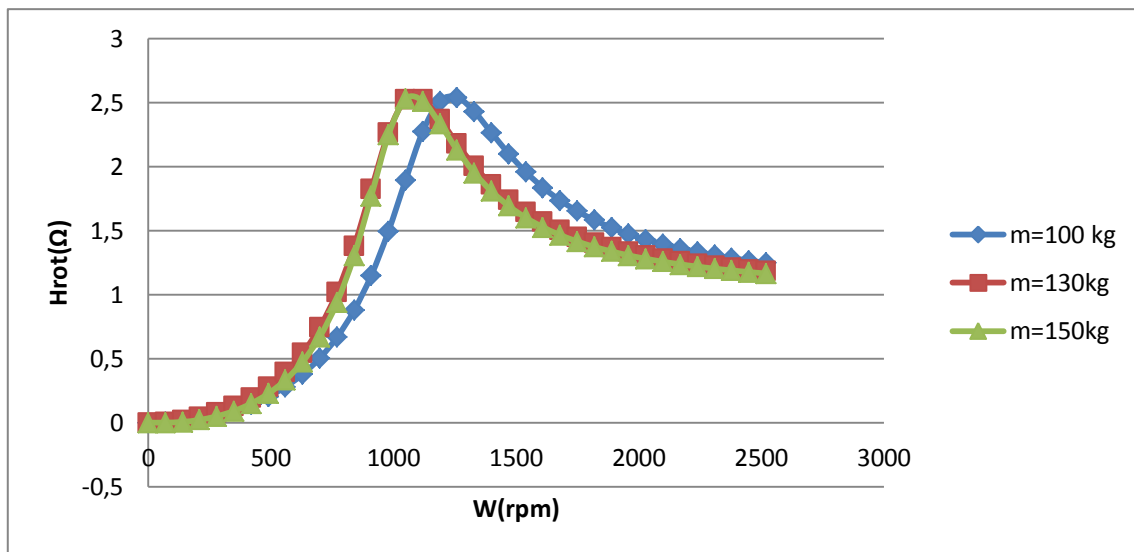
Rigidesa molla (k)	385 N/mm
Moment primer d'inèrcia del motovibrador	187 kg·mm
Massa total del sistema, s'han realitzat les gràfiques amb tres masses diferents.	100 kg, 130kg i 150 kg
Freqüència angular motor	3000 rpm
Esmoreïment, s'han utilitzat tres valor diferents ja que es un terme difícil de calcular.	0,2 ; 0,5 i 1

Taula B1: Dades generals

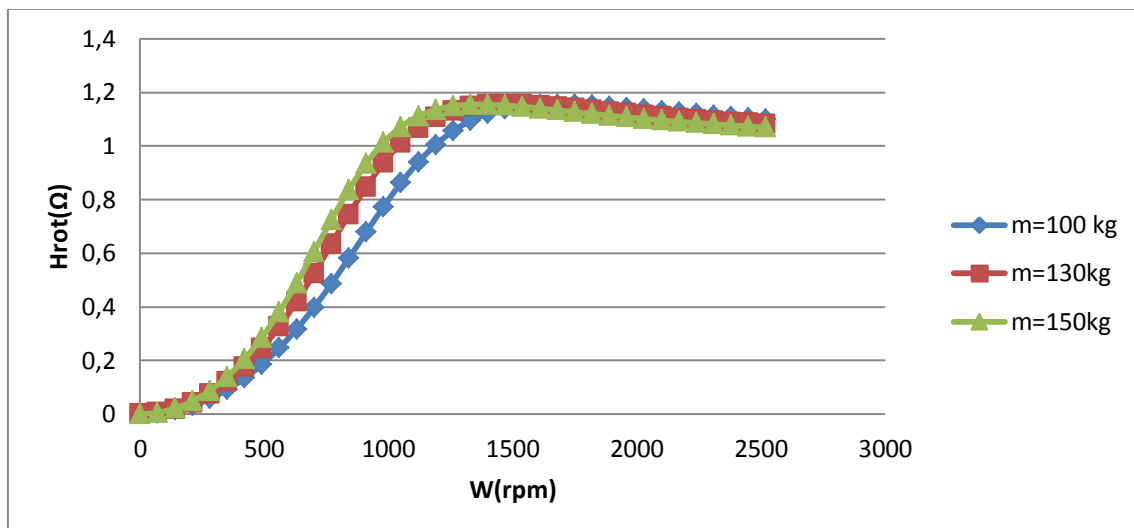
B.1.4 Resultat i discussió

A. Gràfics:

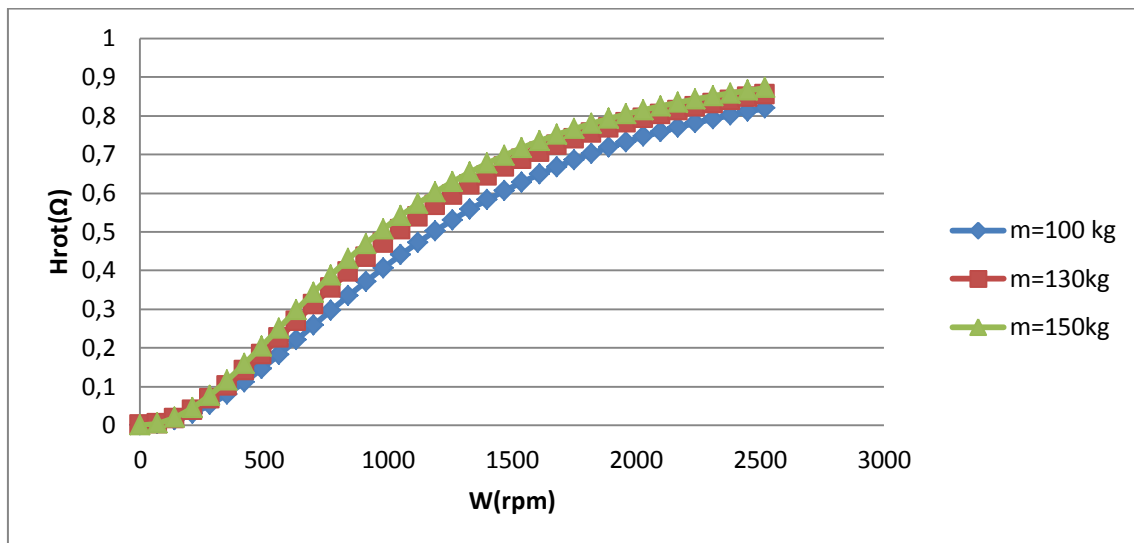
En els tres següents gràfics podem veure com el factor d'amplificació varia en funció de la velocitat de rotació del motor. Cada un dels gràfics està calculat amb un esmoreïment diferent.



Taula B 2: $H_{rot}(\Omega)$ amb $\xi=0,2$

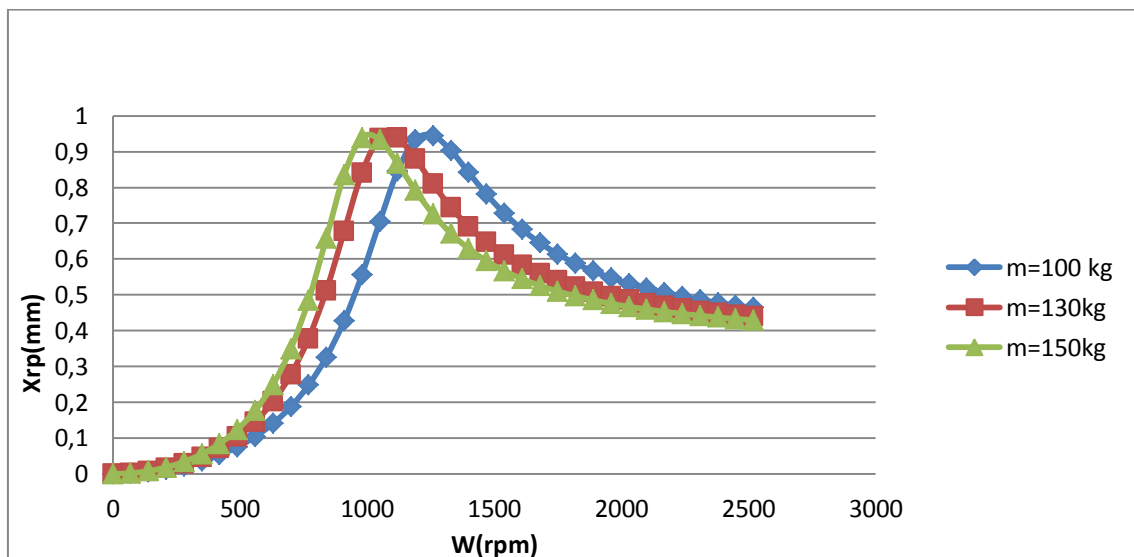


Taula B 3: $H_{rot}(\Omega)$ amb $\xi=0,5$

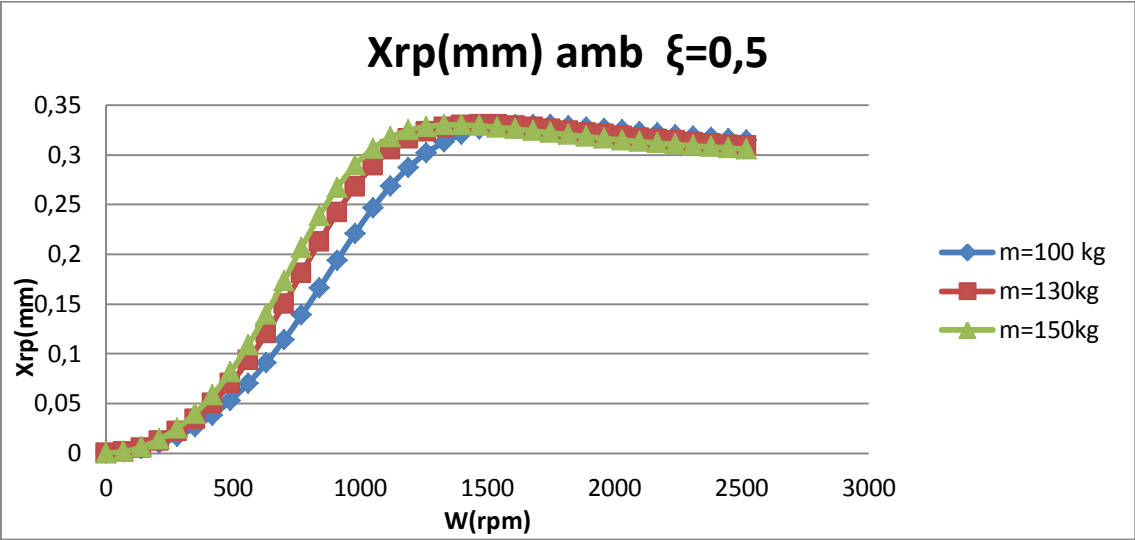


Taula B 4: $H_{rot}(\Omega)$ amb $\xi=1$

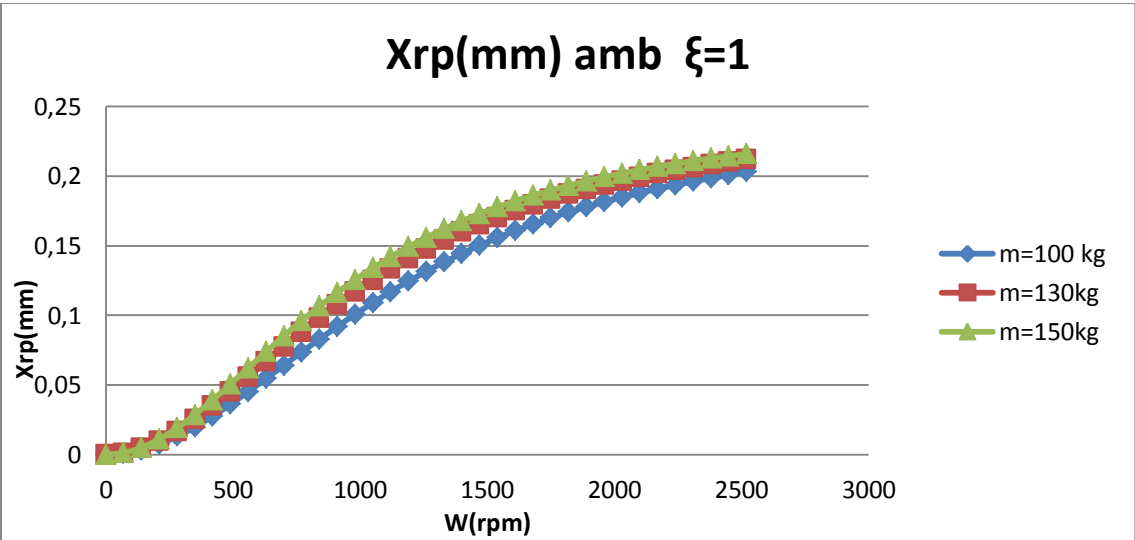
En els tres gràfics de continuació s'analitza l'amplitud de vibració de l'equip en funció de la freqüència de rotació del motor.



Taula B 5: $X_{rp}(mm)$ amb $\xi=0,2$



Taula B 6: Xrp(mm) amb $\xi=0,5$



Taula B 7: Xrp(mm) amb $\xi=1$

B. Resultats:

Després d'analitzar els gràfics comprovem que:

- Al augmentar l'esmoreïment el factor d'amplificació disminueix considerablement.
- Quanta més massa hi ha sobre la màquina, aquesta entra amb ressonància a una freqüència de rotació menor.

Per complir amb les especificacions tècniques i tenint en compte que utilitzarem un element elàstic sense esmoreïment. El prototip estarà dotat de:

Dos motovibradors elèctrics trifàsics MVE 200/2, de 3000rpm i de 187 kg·mm de moment primer d'inèrcia.
--

Quatre molles helicoïdals de rigidesa 385 N/m

Taula B 8: Elements prototip

ANNEX C: MANUAL USUARI

ANNEX C: MANUAL D'USUARI

C.1 Descripció de l'equip

El present projecte defineix la construcció d'un prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis.

L'objectiu de la màquina és aconseguir vibrar dins uns paràmetres de freqüència, amplitud i temps per poder realitzar els exercicis en entorn òptim.

La màquina incorpora dos motovibradors amb els quals es fa vibrar la base superior, és en aquesta superfície on la persona realitza els exercicis.

S'ha dissenyat una màquina per ser utilitzada en qualsevol centre de recuperació, gimnàs o habitatge de manera autònoma i sense la supervisió o ajuda de ningú.

C.1.1 Característiques generals

El mecanisme presenta les següents característiques:

- El control del mecanisme s'efectua per mitjà d'un comandament amb el qual es controla la parada, la marxa i l'amplitud de la vibració.
- La vibració s'obté a través de dos motovibradors elèctrics els quals produeixen una vibració en direcció vertical.
- L'equip disposa d'un variador de freqüència amb el qual modifiquem la velocitat de rotació del motor per aconseguir l'amplitud òptima de treball.

C.1.2 Camp d'aplicació

Aquest aparell ha estat calculat i dissenyat per tal de ser utilitzat en habitatges, centres de recuperació o gimnasos.

Cal dir que si no es fa un us adequat de l'aparell (seguint correctament el manual d'instruccions), el fabricant no es responsabilitzarà dels danys que hagi pogut ocasionar.

C.1.3 Correcte utilització

- L'aparell només podrà ser utilitzat sota les condicions específiques explicades all llarg del document.
- Només es podrà utilitzar per les funcions indicades al llarg de la memòria.

Qualsevol utilització diferent a les esmentades anteriorment, es considerarà com a una utilització indeguda.

C.2 Contingut del manual

Aquest manual conté informació de tot el que fa referència al prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis i la seva utilització. Caldrà que aquest manual sempre estigui a disposició de l'usuari que treballi amb l'aparell a més de tenir una còpia de seguretat en mans del propietari de l'aparell.

En cas de dubte amb alguna de les especificacions, caldrà posar-se en contacte amb el fabricant de l'aparell que donarà la informació que desitgi l'usuari. Cap d'aquests continguts no pot ser ni modificat ni reclamat per ningú.

C.2.1 Imposicions legals

L'empresa fabricant del producte no es responsabilitzarà per:

- Utilització indeguda de l'aparell.
- Treballs no deguts.

- La NO OBSERVACIÓ de la documentació tècnica i les instruccions del mecanisme.

L'empresa fabricant del producte es reserva el dret a modificar, en cas que es consideri necessari, la informació del contingut d'aquest manual sense previ avis.

C.2.2 Garantia

L'aparell està garantit per un període de dotze (12) mesos a partir de l'entrega. Aquesta garantia cobreix defectes de fabricació del equip, quedant exclosos la mà d'obra i els desplaçaments dels nostres tècnics.

Les operacions de manteniment explicitades al llarg del document no constaran com a garantia.

Les condicions de garantia anteriorment descrites no són aplicables en els següents casos:

- Ús de material no conforme amb les nostres instruccions.
- Reparacions o substitucions de peces subjectes al desgast normal de les màquines.
- Deteriorament, desgast o accidents per negligència, falta de vigilància o falta de manteniment per part de l'usuari.
- Danys ocasionats a material elèctric, com a conseqüència de connexions defectuoses o insuficientment protegides.
- Avaries sofertes durant el transport, quan sigui aportat pel client manipulació inadequada dels components.
- Les reparacions no han estat realitzades pel nostre personal o s'han efectuat sense la nostra autorització escrita.

- Existeixen modificacions sobre el nostre material sense la nostra autorització escrita.

En tots els casos, la responsabilitat es limita a l'execució de les formalitats de garantia exposades anteriorment, sense que cap indemnització ni interessos puguin ser reclamats pels possibles danys materials o personals ocasionats.

C.3 Logística

C.3.1 Transport i desembalatge

Caldrà transportar l'equip amb els mitjans de transport adequats i assegurant la correcta fixació dels aparells. La massa de la màquina apareix a l'adhesiu a l'exterior de l'embalatge, en cas de dubte o omissió, consultar el catàleg o contactar amb el subministrador/fabricant. Un cop ubicat l'aparell, treure el plàstic protector de l'aparell.

A la recepció del mecanisme s'ha de comprovar que tot sigui correcte i que no hagi rebut danys de cap tipus. El material enviat ve detallat als documents de tramesa. En cas d'haver-hi algun desperfecte avisar immediatament al transportista d'això. En cas que sigui necessari, portar documentació fotogràfica per tal de provar els danys ocasionats el transport.

C.3.2 Emmagatzematge

Si l'equip no ha de ser instal·lat immediatament, caldrà prendre mesures apropiades per tal d'assegurar que es conservi correctament.

Caldrà bàsicament assegurar que el l'aparell estigui en un entorn sec, lliure de pols i protegit de la llum. Una bona manera d'aconseguir-ho, serà no treure el mecanisme de la seva caixa, de manera que no es vegi afectat pels agents exteriors.

En cas de fer servir l'equip temporalment, per després emmagatzemar-lo durant un llarg període de temps, caldrà netejar curosament el mecanisme, assegurar que no

tingui cap tipus d'humitat i guardar-lo en un lloc sec, protegit de la llum i lliure de pols (per exemple, dins d'una caixa ben tancada).

C.4 Dades tècniques

Les dades tècniques es troben al llarg de la memòria d'aquest projecte. En cas que es requereixi algun tipus de reparació, caldrà consultar les dades pertinents.

C.5 Manteniment

Al tractar-se d'un prototip aquest no serà necessari realitzar cap manteniment.

ANNEX D: EXPEDIENT TÈCNIC DE SEGURETAT

ANNEX D: EXPÈDIENT TÈCNIC DE SEGURETAT

D.1 Introducció

En aquest apartat es recalcaran una sèrie de normes per tal que sigui possible usar el prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercicis amb els mínims riscos possibles. Cal dir però, que al llarg dels apartats anteriors, s'ha anat explicant una sèrie de mètodes per tal d'usar l'aparell amb les màximes precaucions possibles i assegurant així el màxim de seguretat. Per tant, en aquest apartat es recorden totes les indicacions necessàries per tal d'aconseguir fer un us responsable i segur del mecanisme, evitant així perills i riscos innecessaris.

D.2 Factors a tenir en compte

Abans d'utilitzar l'aparell la màquina, caldrà tenir en compte aquesta sèrie de factors:

- Mai no es podrà deixar la màquina desatesa i connectada. Caldrà apagar-la al finalitzar la seva pròpia tasca fent us de l'interruptor general.
- Comprovar l'estat de la màquina abans de fer-ne us.

Per tant, el mecanisme podria posar en perill a les persones en cas que:

- El mecanisme no s'utilitza adequadament, seguint les indicacions del manual d'instruccions.
- Es posi el mecanisme en marxa malgrat que s'hagi detectat una avaria.
- Mentre el mecanisme estigui en funcionament, es toqui o s'intenti modificar qualsevol dels components d'aquest.
- S'intenti utilitzar el mecanisme sense alguns dels seus components.

D.3 Elements de seguretat del mecanisme i consells d'us

Per protegir els usuaris dels possibles riscos de la màquina, aquesta està dotada d'un seguit de proteccions que es detallaran a continuació. Aquestes proteccions mai han de ser extretes.

- Protecció lateral:

S'ha col·locat una protecció que cobreix tot el perímetre de l'equip per evitar que qualsevol persona o objecte es posi amb contacte amb els element que estan amb moviment de l'equip.

- Protecció inferior:

De la mateixa manera que la protecció lateral, s'ha col·locat una protecció a la part inferior de la màquina. Amb aquesta protecció evitem que es pugui accedir als elements que estan amb moviment de l'equip.

ANNEX E:

SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC

ANNEX E: SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC

E.1 Antecedents

E.1.1 Peticionari

Nom: Francesc Reixach

Població: Girona

Carrer: Joan Miro 15

Nom empresa: Enginyeria Reixach

E.1.2 Necessitats del peticionari

És necessita la instal·lació elèctrica per un prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercici. Aquest equip està dotat de dos motovibradors elèctrics trifàsics de 0,18kw de potencia.

Per poder controlar la rotació dels motovibradors haurà de disposar d'una botonera amb les funcions de marxa, paro, llum de marxa i llum de tensió. En el quadro elèctric ha d'incorporar un paro d'emergència i el seccionador principal.

Aquest prototip ha de ser capaç d'ajustar la seva amplitud de vibració. Es per això que el sistema elèctric ha de disposar d'un variador de freqüència per el control de la velocitat del motor.

E.2 Objecte del projecte

Projectar la instal·lació elèctrica de la màquina, complint les diferents normatives i especificacions.

E.3 Especificacions i abast

E.3.1 Especificacions de la petició

Tema	R/D	Descripció
Funció	R	Instal·lació elèctrica, per controlar la parada, la marxa i la freqüència d'un prototip de plataforma vibratòria per a la realització d'exercici.
Normativa	R	La instal·lació ha de complir amb la normativa vigent.
Dimensions	R	Mides màximes del quadre elèctric 400 x 400 x 200 mm
Cost		La instal·lació ha de tenir una vida útil de 10 anys

E.3.2 Abast del projecte

El projecte ha de constar de plànols i esquemes de la instal·lació elèctrica, llistat dels diferents elements que la formaran, càlculs de dimensionament dels components i cables.