

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Mecànica

**Títol:**

DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN BANC DE CORRONS PER A  
BICICLETES AMB SIMULACIÓ DE PUJADES

**Document:** 1. Memòria i Annexos

**Alumne:** Pau Feixas Geli

**Tutor:** Dr. Lluís Ripoll Masferrer  
**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial  
**Àrea:** Enginyeria Mecànica

**Convocatòria:** Febrer 2022

**ÍNDEX****MEMÒRIA**

1	INTRODUCCIÓ.....	5
1.1	Antecedents.....	5
1.1.1	Peticionari .....	5
1.1.2	Necessitat del peticionari.....	5
1.2	Objecte del projecte.....	7
1.3	Especificacions i abast.....	7
1.3.1	Especificacions de la petició .....	7
1.3.2	Abast del projecte .....	8
2.	DISSENY ANTERIORS .....	9
2.1	Banc de corròs simple.....	9
2.2	Banc de corròs amb simulació de pujades.....	9
2.3	Anàlisi dels dissenys anteriors .....	10
2.4	Problemes trobats en el disseny del banc amb simulació de pujades .....	11
3.	DESCRIPCIÓ GENERAL .....	12
3.1	Descripció de la solució .....	12
3.2	Sistema d'accionament.....	14
3.4	INÈRCIA EN LA PUJADA.....	18
3.3	FRE.....	20
4.	BASE ESTRUCTURAL .....	24
4.1	Geometria .....	24
4.3	Configuració de la bancada fixa.....	25
4.4	Configuració del mecanisme elevador .....	26
4.5	Articulacions .....	27
4.6	Recolzaments amb el terra.....	27
5.	SISTEMA D'ELEVACIÓ .....	29
5.1	Disseny del mecanisme elevador .....	29
6.0	FRE.....	33
6.1	Disseny del fre.....	33
7.	CORRÒ D'INÈRCIA .....	36
7.1	Disseny del corró .....	36
8.	CORRETJA D'ACCIONAMENT DEL CORRÓ DE DAVANT.....	39
8.1	Funcionalitat de les politges .....	39
8.2	Disseny de les politges.....	39

8.3 Col·locació de les politges .....	40
9. CONSTRUCCIÓ DEL MODEL DE PROVES.....	41
9.1 Muntatge del banc de corròns.....	41
9.2 Realització de proves .....	51
9.3. Prova de pesos .....	53
10. RESUM DE CARACTERÍSTIQUES .....	55
11. RESUM DEL PRESSUPOST.....	56
12. CONCLUSIONS.....	57
13. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	58

### **ANNEX A: CÀLCULS**

A1. DETERMINACIÓ DE LA INCLINACIÓ DEL BANC .....	60
A2. DISTRIBUCIÓ DE MASSES.....	62
A3. REACCIONS DEL BANC AMB EL TERRA .....	64
A4. FORÇA I PARELL SOBRE EL PINYÓ .....	66
A5. RUPTURA DE LES DENTS DEL PINYÓ.....	69
A6. RESISTENCIA DE L'EIX I DEL PASSADOR DEL PINYÓ .....	71
A7. DIMENSIONS DEL CORRÓ D'INÈRCIA .....	74
A.7.1 Càlcul de l'energia necessària a emmagatzemar.....	75
A.7.2 Càlcul de l'energia a oferir per part del corró d'inèrcia.....	78
A.8 DETERMINACIÓ DE LA FORÇA DE FRE I LA POSICIÓ DEL RESSORT .....	81

### **ANNEX B: DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL DEL COEFICIENT DE FRICCIÓ**

B.1 DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL DEL COEFICIENT DE FRICCIÓ DEL FRE....	86
---	----

### **ANNEX C: CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DELS ELEMENTS COMERCIALS**

C1. MOTOR .....	90
C2. CORRONS D'ALUMINI .....	90

### **MANUAL D'US DEL BANC**

D1. PREVI A LA UTILITZACIÓ DEL BANC DE CORRONS .....	92
D2. MANTENIMENT .....	92
D3. PROGRAMACIÓ DELS FINALS DE CURSA DEL MOTOR .....	94

# MEMÒRIA

## 1 INTRODUCCIÓ

### 1.1 Antecedents

#### 1.1.1 Peticionari

El peticionari del projecte “Disseny i construcció d’un banc de corrns per a bicicletes amb simulació de pujades” és el departament d’Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial de l’Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

#### 1.1.2 Necessitat del peticionari

El departament d’Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial vol disposar d’un banc de proves de bicicletes de muntanya que simuli les condicions de conducció reals en un tram inclinat.



Figura 1: Bicicleta de muntanya pujant un pendent

Un banc de corrns és un mecanisme que permet simular la conducció d’una bicicleta en el pla. Estan formats per tres corrns giratoris col·locats de forma paral·lela que permeten la total llibertat de moviments. La roda del darrere de la bicicleta es col·loca sobre dos dels corrns i la de davant en el restant. Al pedalar, giren els dos corrns posteriors i, per tal de mantenir l’equilibri, el corró davanter es troba unit a un dels de darrere utilitzant una corretja.

En els bancs de corrns la bicicleta es troba totalment lliure, no està unida a la bancada per cap punt. Són aparells que requereixen una certa pràctica ja que cal mantenir l’equilibri. Normalment son utilitzats per ciclistes professionals per realitzar entrenaments o escalfaments.

Actualment, al laboratori de mecànica, es disposa d'un banc de corrons bàsic que es va dissenyar i construir en el Treball Final de Grau "Banc de corrons de bicicleta lliure i mesura de paràmetres de funcionament" l'any 2017. Es tracta d'un banc similar als que es poden trobar al mercat dintre aquesta tipologia

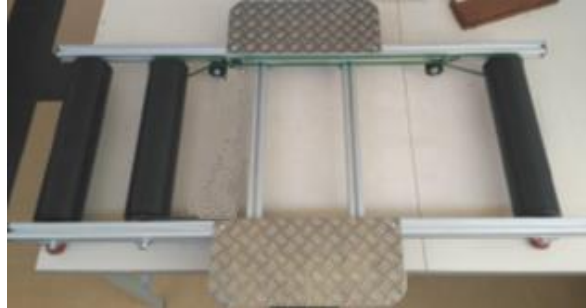


Figura 2: Banc de corrons estàndard del laboratori

El Departament d'Enginyeria Mecànica veu la necessitat de millorar el concepte existent per tal que permeti simular l'efecte d'una pujada. Actualment en el mercat no hi ha cap versió de banc de corrons com el proposat.

En el Treball Final de Grau "Disseny d'un banc de corrons per bicicletes amb simulació de pujades" de l'any 2020 es va proposar una solució per bicicletes de carretera. Incorpora un mecanisme que permet la inclinació de la bicicleta, però en cap cas simula una conducció real.



Figura 3: Banc de corrons amb simulació de pujades

Partint de la proposta anterior, en aquest nou disseny s'han millorat algunes parts que no permetien el correcte funcionament del banc. Al tractar-se d'un banc pensat per

bicicletes de muntanya s'ha dimensionat per tal que pugui assolir pendents de fins el 20%. A més, per simular el comportament real d'una bicicleta en un pendent, s'ha incorporat un mecanisme que aporta inèrcia al sistema i un mecanisme de fre que permet augmentar, de forma progressiva, la resistència a la pedalada a mesura que s'inclina el banc. Finalment, s'ha realitzat la construcció i s'han efectuat les corresponents proves de funcionament per la validació del disseny.

## 1.2 Objecte del projecte

L'objecte del projecte és el disseny, construcció i assaig d'un banc de corròns per a bicicletes que permeti la simulació de pujades. El model ha d'estar preparat per utilitzar-lo amb bicicletes de muntanya. Ha de ser capaç de simular les condicions d'una conducció real per un tram inclinat.

## 1.3 Especificacions i abast

### 1.3.1 Especificacions de la petició

A la Taula 1 es descriuen els diferents requeriments del peticionari, distingits entre obligatoris (O) i desitjables (D).

Taula 1: Requeriments del peticionari

Concepte	O/D	Descripció
Funció	O	El banc de corròns ha de permetre simular la conducció real d'una bicicleta de muntanya en un tram inclinat.
Dimensions	D	Les dimensions en planta no poden superar els 1500x600mm.
Dimensions	O	L'alçada de la posició de la bicicleta respecte el terra no pot superar els 150mm.
Ajustable	O	El banc ha de ser capaç d'adaptar-se a les diverses mides de bicicletes del mercat.
Inclinació	O	El banc ha d'aconseguir una inclinació de 12 <sup>o</sup> respecte la horitzontal.

Materials	O	El banc ha d'estar construït principalment per materials lleugers, per facilitar el transport.
Aparença	D	Les diverses parts del banc han de presentar un bon acabat.
Vida útil i manteniment	D	El manteniment en els diversos mecanismes del banc ha de ser mínim.
Cost	D	El cost màxim de fabricació ha de ser inferior a 1500 euros.

### 1.3.2. Abast del projecte

Aquest projecte inclou el disseny, construcció i assaig d'un banc de corrons per bicicletes amb simulació de pujades. El projectista aportarà tots els càlculs, plànols i documentació necessària per la fabricació del model.



## 2. DISSENY S ANTERIORS

### 2.1 Banc de corrns simple

El banc existent està configurat per tres corrns creats a partir de tubs de PVC. Es troben units, mitjançant uns suports, a una bancada de perfils d'alumini extruït. Els corró davanter està unit al de darrera mitjançant una corretja de policord i unes politges tornejades de PVC.

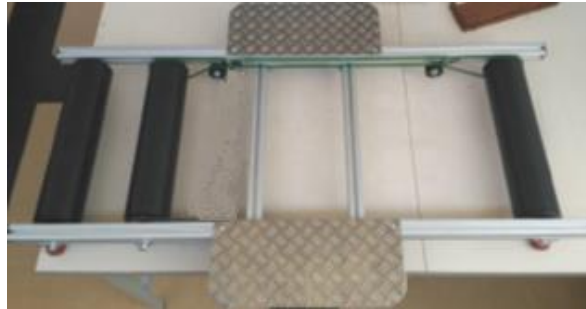


Figura 4: Vista del banc construït

### 2.2 Banc de corrns amb simulació de pujades

El banc està format per tres corrns comercials d'alumini units per una corretja de policord. Els corrns es troben sobre una bancada de perfils d'alumini extruït. A la part davantera incorpora un mecanisme amb un motor de persiana que fa girar un pinyó i, mitjançant un sector dentat unit a la bancada, el sistema s'inclina respecte el terra.



Figura 5 i 6: Vista general i detall del banc de corrns amb simulació de pujades

### 2.3 Anàlisi dels dissenys anteriors

El disseny definitiu s'ha efectuat basant-se amb les característiques que presenten el dos models de banc anteriors, avaluant els aspectes acceptables o a corregir.

Model Simple construït:

- Aspectes a corregir o millorar:
  - El corròns de PVC presenten una superfície llisa on el pneumàtic de la bicicleta tendeix a rrelliscar.
  - L'altura de la bancada respecte el terra és elevada.
  - La bancada no es pot plegar per facilitar el seu emmagatzematge quan no s'utilitza.
  
- Aspectes acceptables:
  - Els perfils d'alumini extruït utilitzats permeten una fàcil integració de tots els elements.
  - Els recolzaments a cada banda del banc augmenten la seguretat i faciliten la utilització del banc al ciclista.

Disseny de banc amb simulació de pujades:

- Aspectes a corregir o millorar:
  - El disseny no permet una conducció real fluïda, no incorpora cap mecanisme d'inèrcia.
  - La inclinació final aconseguida és de 7°, corresponent a un pendent del 15%.
  - Quan s'inclina el banc, el ciclista no pateix un augment de la resistència a la pedalada, fet que no simula correctament una pujada real.
  
- Aspectes acceptables:
  - El disseny del mecanisme d'elevació. Està conformat per un motor de persiana inserit a l'interior d'un tub.
  - Els perfils d'alumini extruït utilitzats permeten una fàcil integració de tots els elements.

## 2.4. Problemes trobats en el disseny del banc amb simulació de pujades

A continuació es detallen una sèrie de problemes trobats que presenta el disseny anterior i que impossibilitarien la viabilitat de la construcció i funcionament del banc.

### PRINCIPALS:

El sector dentat està tallat a partir d'una planxa d'acer de 4mm. A l'efectuar els càlculs de les tensions sobre cada dent, respecte el parell que ha de suportar per part del pinyó, el dentat trenca. A més es troba unit a la bancada amb una sèrie de cargols horitzontals. Quan el mecanisme es troba inclinat, la posició del pinyó respecte el primer cargol és la més llunyana i, per tant, la més desfavorable. Realitzant els càlculs, s'ha determinat que trenca.

El corró davanter, on es recolza la roda de davant de la bicicleta, es troba en una posició lleugerament inferior respecte el tub d'unió dels dos braços que configuren el mecanisme elevador. Aquest fet pot portar a que si s'utilitza el banc en la posició completament horitzontal, la roda davantera tingui fregament amb el tub fix i freni tot el conjunt, fent perdre l'equilibri al ciclista.

El motor comercial de persiana proposat no es troba disponible actualment. Les mides considerades per la integració del motor en el banc ja no són vàlides. El disseny considera un motor amb una longitud superior al propi corró de gir de la bicicleta, provocant que el banc tingui una gran amplada a la part davantera i creant uns espais buits entre el corró i la bancada.

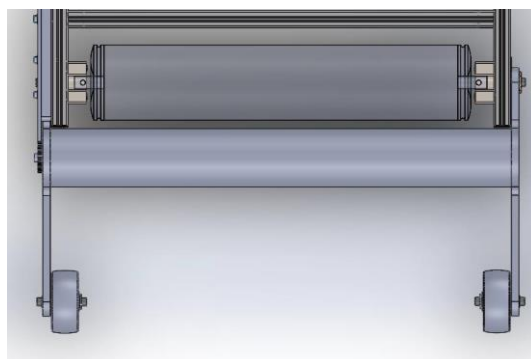


Figura 7: Imatge superior del mecanisme elevador

### ALTRES:

Els perfils estructurals utilitzats per la bancada, són perfils d'alumini extrudit de 20x40mm. Considerant el conjunt de modificacions realitzades, i el gran pes del mecanisme davanter, no garanteixen una estabilitat i resistència acceptables.

### 3. DESCRIPCIÓ GENERAL

#### 3.1. Descripció de la solució

El banc de corrns consta de tres corrns d'alumini de 90mm de diàmetre col·locats de forma paral·lela i fixats a la bancada. Dos es troben a la part posterior, sobre una bancada fixa. Es la part on es situarà la roda de darrera de la bicicleta. Entre els dos corrns hi ha col·locat un sistema d'inèrcia i un mecanisme de fre. El corró davanter es troba situat a la part davantera del mecanisme inclinable. Està unit al corró central mitjançant una corretja i una sèrie de politges tensores, per tal que la roda de davant de la bicicleta giri i no faci perdre l'equilibri al ciclista. La part inclinable es troba articulada respecte la bancada fixa i, per tal que s'elevi, per la part davantera es troba articulada amb el mecanisme elevador.

Per tal d'entendre la terminologia emprada, es presenta una imatge del disseny especificant la denominació de cada un dels conjunts que formen el banc de corrns.

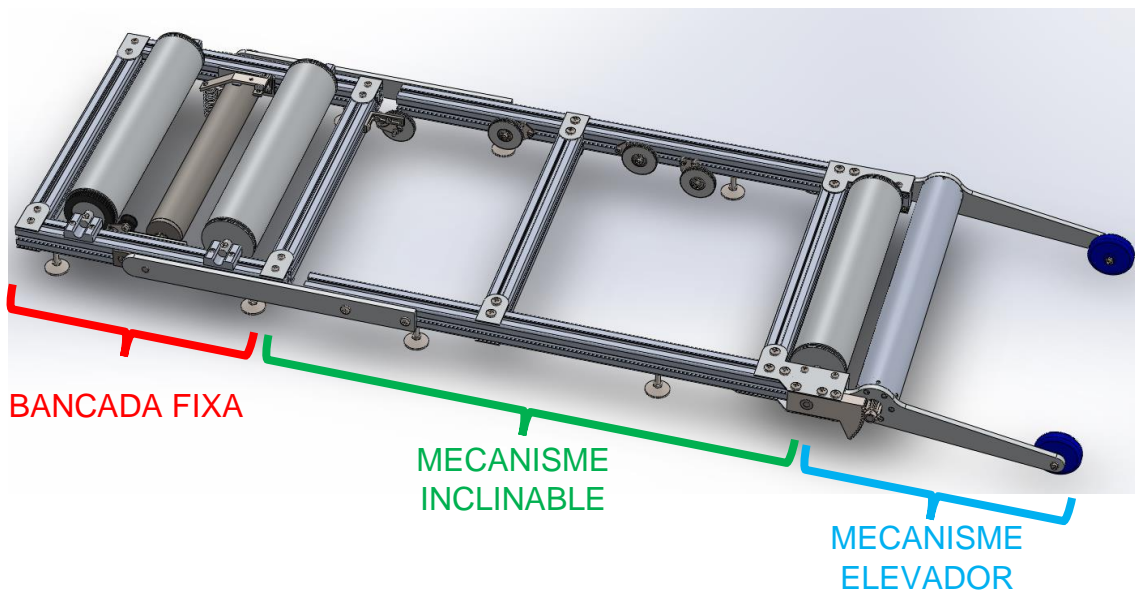


Figura 8: Banc de corrns

El banc s'ha dimensionat perquè pugui funcionar amb un ciclista adult de 80kg i una bicicleta de 20kg, amb unes mides estàndard de 1120mm de distància entre eixos i unes rodes de 311mm de diàmetre.

La bancada fixa està formada per un quadre de perfils extruïts d'alumini. Aquesta part disposa d'un corró d'inèrcia central unit al corró d'alumini de l'esquerra mitjançant una corretja dentada. A més, es disposa d'un sistema de fre regulable i proporcional respecte la inclinació del banc, encarregat d'efectuar una certa resistència sobre el corró d'inèrcia. La bancada està unida al mecanisme inclinable mitjançant dos eixos soldats que surten per cada banda.

El mecanisme inclinable està format per un quadre de perfils extruïts d'alumini encarregat de sostenir el corró davanter. Per tal que el quadre s'inclini respecte el terra es troba articulat, respecte la part de davant, amb el conjunt encarregat d'elevat el sistema. El mecanisme corresponent a la inclinació està format per un sector dentat, fixat a la bancada, i engranat amb el pinyó corresponent al mecanisme elevador.



Figura 9: Vista del banc inclinat amb una bicicleta model

El mecanisme encarregat de la elevació està format per dos braços d'alumini units mitjançant un tub travesser d'alumini. A l'interior d'aquest tub hi ha fixat un motor de persiana encarregat de fer girar el pinyó que surt per un dels braços. És l'encarregat d'engranar amb el sector dentat i permetre l'elevació del banc. Per un extrem, els braços elevadors estan articulats respecte el mecanisme inclinable mitjançant uns eixos soldats a unes plaques d'acer. Per l'altre disposen d'una roda encarregada de ser un punt de

recolzament mòbil respecte el terra. Quan el banc s'eleva aquesta part retrocedeix, reduint la llargada màxima del banc respecte la posició horitzontal de repòs.

### 3.2 Sistema d'accionament

El sistema que permet l'elevació del banc depèn del mecanisme pinyó – sector dentat. El conjunt elevador, format pels dos braços d'alumini i el tub travesser és troba articulat respecte el centre del sector dentat. Per tal de poder variar l'angle del conjunt, el sector dentat es troba engranat amb un pinyó que surt per un dels braços. El pinyó es troba unit directament al motor, per tant, els braços del mecanisme elevador giren respecte el centre del sector dentat. Si es planteja es sistema a l'espai, es pot veure que la bancada corresponent al sector dentat és manté horitzontal i que el mecanisme elevador varia l'angle d'inclinació.

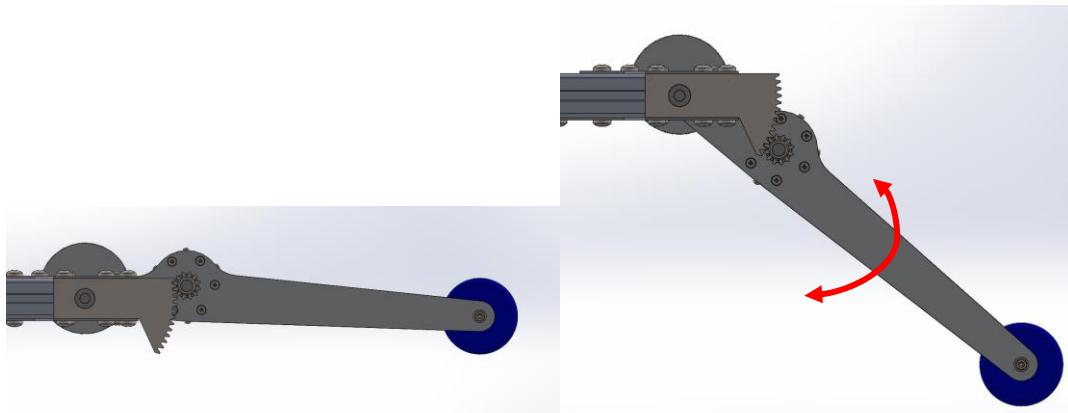


Figura 10 i 11: Vista de la variació de l'angle del mecanisme elevador a l'espai

El que succeeix a la realitat és que la roda davantera del mecanisme elevador es troba en contacte amb el terra i genera una reacció. Aquest fet genera que, al desplaçar-se el pinyó pel recorregut del sector dentat, el punt d'articulació entre el mecanisme inclinable i el mecanisme elevador s'elevi.



Figura 12: Vista del sistema inclinat

Com es pot apreciar a la Figura 12, el corró davanter ha quedat variat la seva alçada respecte la posició inicial. Amb això s'aconsegueix que la bicicleta s'inclini un angle determinat respecte a la horitzontal.

Per tal de resoldre el problema de la inclinació del banc i aconseguir els  $12^\circ$  desitjats ha estat necessari dissenyar les peces partint d'una sèrie de limitacions.

Per una banda és conèixer la reacció de la bicicleta sobre el corró davanter, que té un valor de  $386,4\text{N}$  i, per l'altre, el valor del parell que és capaç d'oferir el motor, concretament  $18\text{ N}\cdot\text{m}$ .

El procediment ha estat calcular la reacció de les rodes del banc amb el terra i posteriorment trobar el valor de la força sobre la dent del pinyó. Per trobar la força sobre el pinyó s'ha realitzat un sumatori de moments des de l'articulació. És important tenir en compte que a la Figura 14 la reacció sota la roda correspon a la suma de les dues reaccions parcials, així com en l'articulació. Això és necessari perquè el pinyó ha de ser calculat per elevat tot el sistema, no únicament una roda.

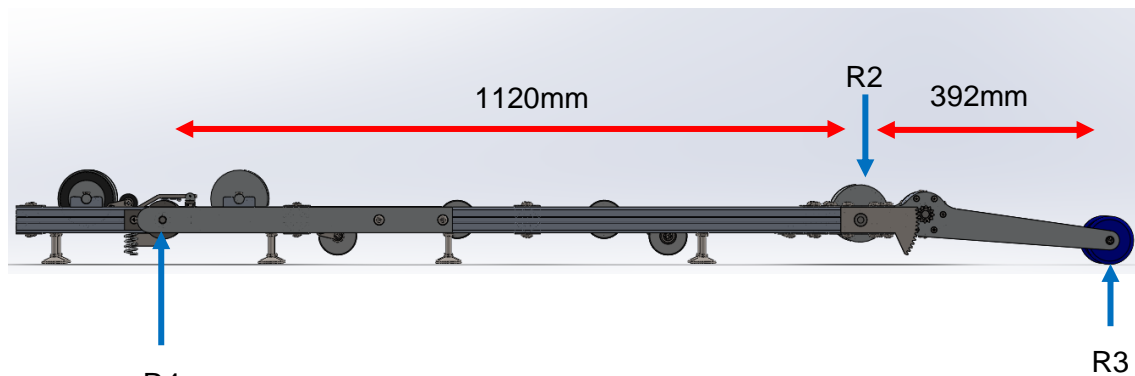


Figura 13: Vista frontal del banc amb les reaccions

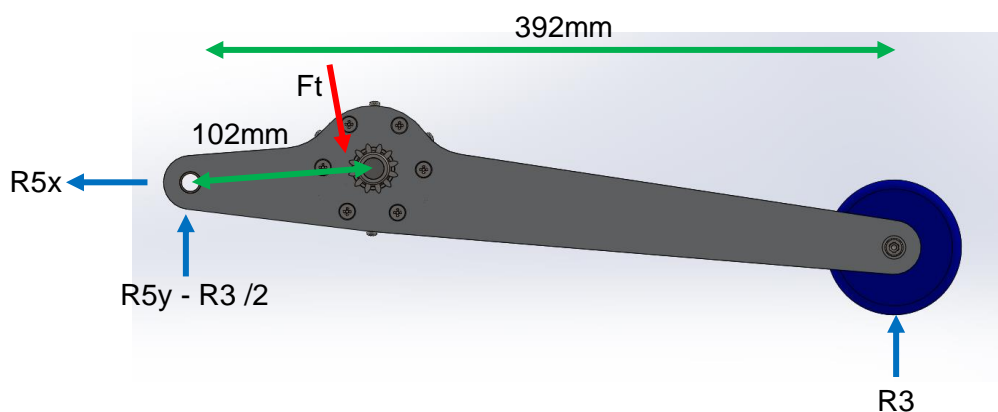


Figura 14: Vista frontal del braç amb les reaccions

Els càlculs s'han efectuat diverses vegades fins a trobar l'equilibri òptim entre la longitud del braç i la força sobre les dents del pinyó. El resultat obtingut ha estat un valor de la



reacció amb el terra R3 de 286,2N i un valor de la força sobre la dent de 1100N, que equival a un parell de 13,2 N·m. El motor, al proporcionar un parell de 18 N·m serà capaç d'inclinar el banc.

De forma simultània ha estat necessari determinar el recorregut del sector dentat per tal d'aconseguir l'angle d'inclinació desitjat. Realitzant els càlculs, el recorregut necessari per inclinar el banc  $12^\circ$ , és de  $38^\circ$ . És a dir, el braç del mecanisme elevador ha de girar un angle de  $38^\circ$  respecte el centre del sector dentat.

La solució ha estat dissenyar uns braços esvelts amb un cert angle, situant el pinyó a una certa alçada respecte l'eix de la roda. D'aquesta forma s'ha aconseguit poder iniciar abans el recorregut en el sector dentat. Una de les limitacions era l'alçada final del banc de corròns, per tant, els sectors no podia baixar un gran angle per sota el braços.

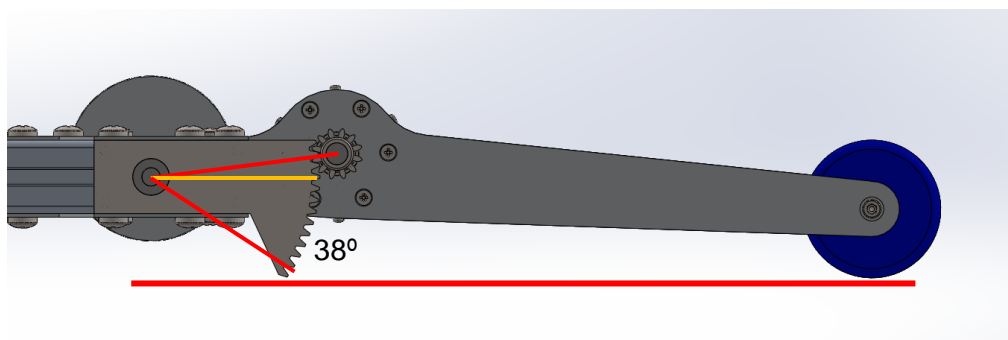


Figura 15: Recorregut del sector dentat

Per comprovar la viabilitat del disseny s'han plantejat les reaccions a la part corresponent al mecanisme elevador i s'han efectuat els càlculs per comprovar que no trenca.

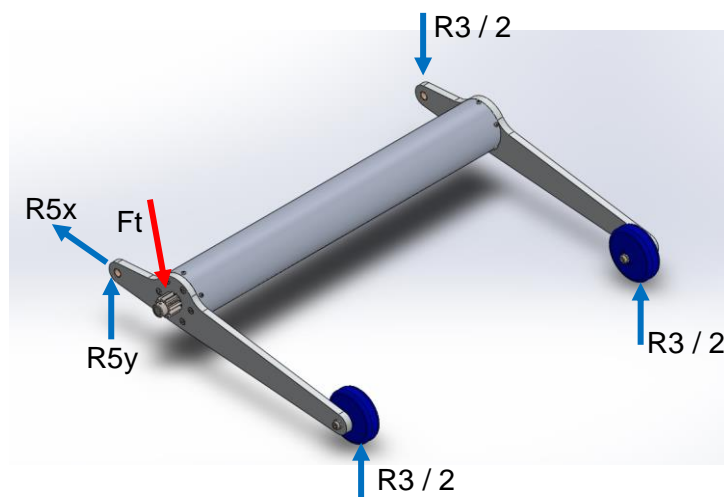


Figura 16: Reaccions del mecanisme elevador



A la Figura 16 es pot apreciar que el pinyó ha de proporcionar tota la força per contrarestar les reaccions de sota cada roda. El tub travesser permet que els dos braços s'elevin de forma simultània.

A l'interior del tub que uneix els dos braços hi ha col·locat el motor que permet l'accionament del sistema. El motor de persiana utilitzat disposa de dues parts diferenciades, un comptavoltes i un capçal tractor. Les dues parts van unides amb un tub octagonal que és on s'enrotlla la persiana.

El motor en un dels extrems disposa d'un estator fix, i la resta del cos, on es col·loca el tub octagonal, és mòbil.

La solució ha estat col·locar el motor fixat a un dels braços, i transmetre el parell fins al pinyó col·locant una tapa al final del tub octagonal amb un eix al seu centre.

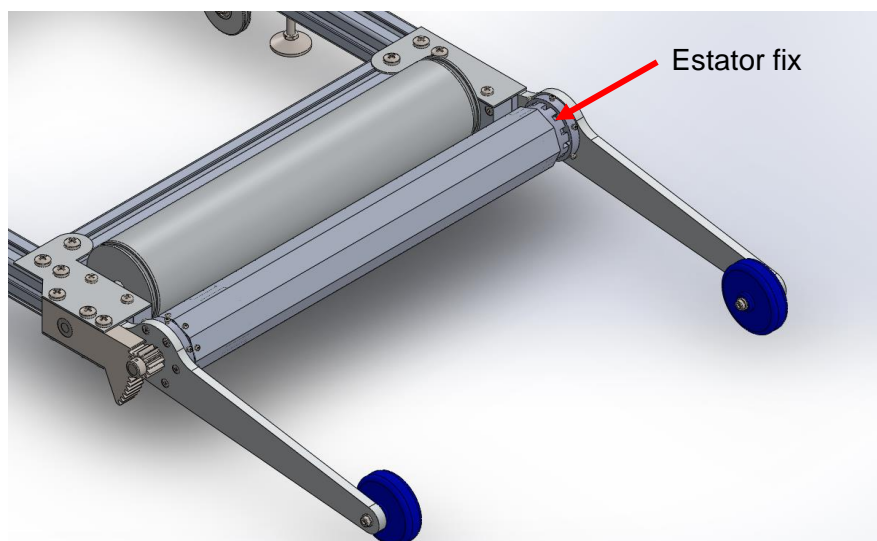


Figura 17: Vista del motor i el tub octagonal

El motor gira respecte els dos braços fixes units. D'aquesta forma s'aconsegueix transmetre el parell al pinyó i permet elevar el banc.

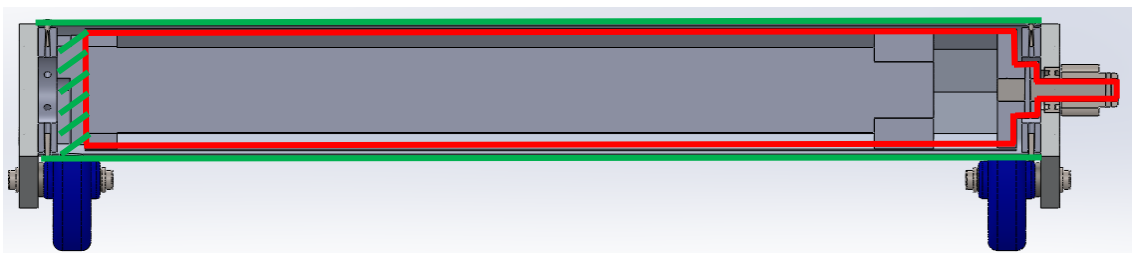


Figura 18: Secció del motor

A la Figura 18 és pot veure la part mòbil (vermella) respecte el tub travesser i l'estator (verda).

### 3.4 INÈRCIA EN LA PUJADA

El banc de corròs incorporarà un corró d'inèrcia per tal de simular el més aproximat possible el comportament de la bicicleta respecte la realitat. Per entendre la funció del corró d'inèrcia cal visualitzar els esquemes que hi ha a continuació

En el primer esquema és pot veure que, aproximadament, es comença a realitzar una força efectiva sobre el pedal quan aquest es troba a  $45^\circ$  respecte la horitzontal. Es pot determinar que cada pedal genera un parell efectiu durant  $90^\circ$  del seu recorregut. Es a dir, per cada volta completa del plat, únicament es genera parell durant  $180^\circ$ .

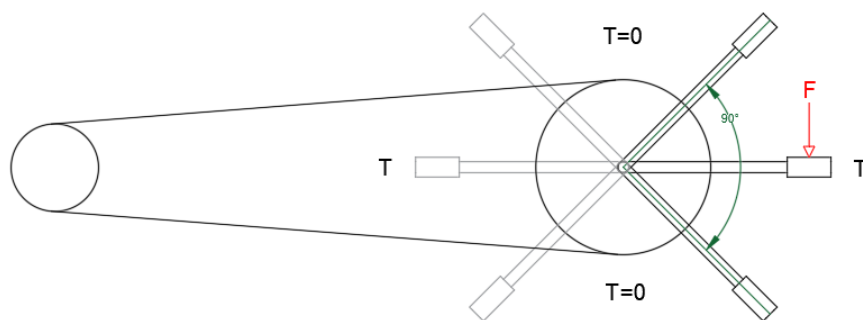


Figura 19: Esquema força sobre el pedal de la bicicleta

El següent esquema mostra gràficament el descrit anteriorment. El primer gràfic correspon a la força sobre la pedalada respecte l'angle dels pedals. Es pot veure que hi ha dos períodes en que s'aplica força i que s'inicia quan el pedal es troba a  $45^\circ$ . El següent gràfic mostra la velocitat assolida respecte la força utilitzada.

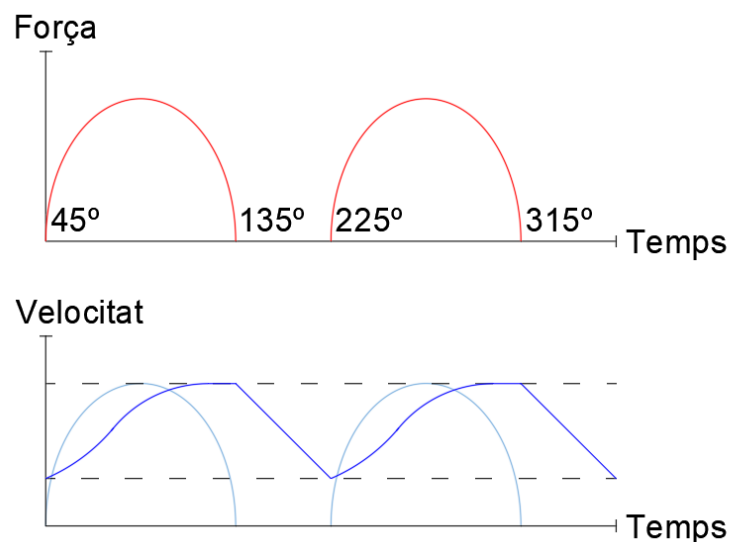


Figura 20: Gràfic força i velocitat bicicleta respecte el temps i la posició dels pedals.

En una conducció habitual per carretera, per sobre d'una velocitat aproximada de 3km/h, quan es deixa de pedalar, la bicicleta continua avançant, gràcies a la inèrcia, fins que la velocitat arriba a 0 i s'atura. Quan la bicicleta arriba a 0 el ciclista perd l'equilibri i ha de posar els peus a terra. Aquest comportament és el corresponent a la línia blau fosc de la Figura 20.

La línia blau cel correspon al comportament de la bicicleta en un banc de corrns. Es a dir, en el moment en que es deixa de pedalar, la velocitat cau dràsticament fins pràcticament aturar-se. Per evitar aquest problema és necessari incorporar un sistema que permeti emmagatzemar energia.

La solució és incorporar un corró d'inèrcia unit a un dels corrns posteriors del banc, per tal que permeti mantenir una velocitat mitjana al llarg de tota la conducció.

Es important tenir en compte, en la línia vermella de la Figura 20, que no es pot considerar una força constant en el moment de la pedalada. Aproximadament, s'assoleix la força màxima quan el pedal es troba completament horitzontal, i a continuació va disminuint.

Per conèixer les dimensions de la inèrcia s'han efectuat una sèrie de càlculs per saber l'energia necessària a emmagatzemar i, posteriorment, l'energia que és capaç d'aportar el corró proposat.

S'ha optat per un corró d'acer amb dues tapes, unit a un eix. L'eix es troba recolzat sobre dos rodaments i unit a un dels corrns mitjançant una corretja dentada.

Per els càlculs de l'energia que és capaç d'aportar el corró, una de les variables que s'ha tingut en compte, és la relació de transmissió entre el corró i l'eix de la inèrcia. Com que en el mercat hi ha diverses mides de pinyons, es tracta d'un paràmetre no limitant.

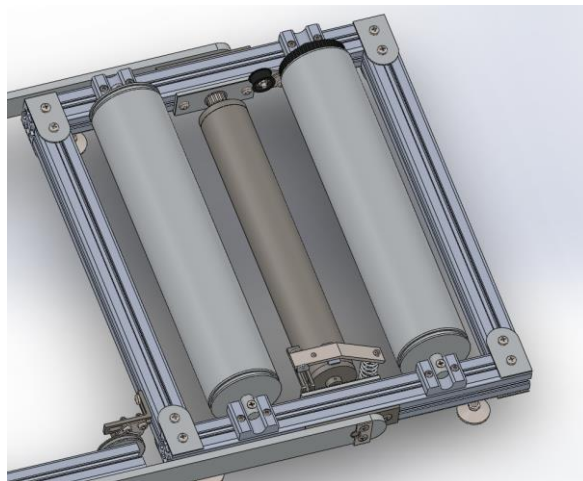


Figura 20: Vista del corró d'inèrcia entre els corrns de la bancada fixa

### 3.3 FRE

Per tal que el banc de corrns simuli la conducció real en una pujada és necessari que el ciclista pateixi un augment de la resistència a la pedalada.

Si s'analitza el comportament real d'una bicicleta en una pujada, observant el diagrama de forces que exerceix el conjunt bicicleta-ciclista, apareix una força paral·lela al terra que és la que el ciclista ha de vèncer per seguir pujant el pendent. Aquesta força depèn de l'angle d'inclinació del pendent.

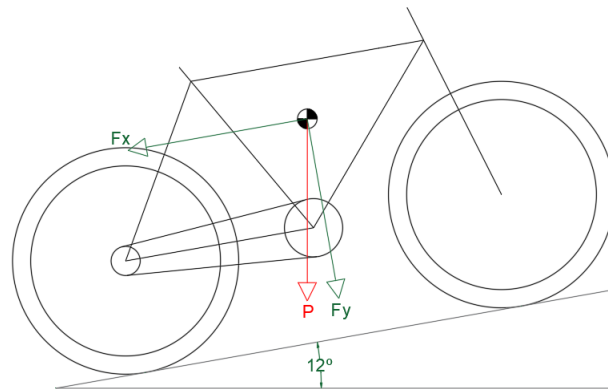


Figura 21: Diagrama de forces d'una bicicleta en un pendent

En el banc de corrns el pendent únicament afecta a la part davantera de la bicicleta, això fa que sigui necessari l'aparició de la força anteriorment descrita, proporcional a l'angle d'inclinació del conjunt, per tal que el comportament sigui igual a la realitat. L'objectiu és que la força freni la roda de darrere la bicicleta, la que està unida als pedals.

Per tal d'aconseguir una força de frenada proporcional s'ha optat per un sistema accionat per un ressort, ja que permet una regulació dels paràmetres necessaris.

Per una banda és vol una força de fre proporcional a l'angle d'inclinació del banc i per l'altre poder regular el sistema de fre per adaptar-lo al ciclista.

Per modificar la força proporcional a l'elongació, a obtenir en un ressort, és pot modificar el nombre d'espires o la pretensió.

La modificació de la constant elàstica permet variar el pendent. Segons la fórmula, en un ressort es pot obtenir una constant elàstica concreta modificant el nombre d'espires.

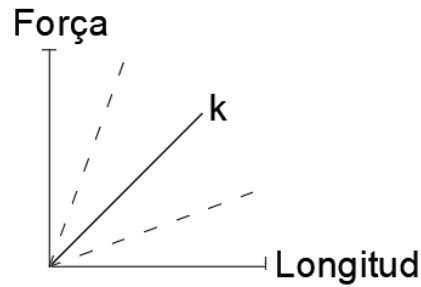


Figura 22: Esquema modificació constant elàstica modificant el nombre d'espores

La fórmula que ho permet és la següent:

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot N}$$

L'altre forma de modificar la constant elàstica és pretesant el ressort. No permet modificar el pendent però sí que els valors a obtenir siguin superiors.

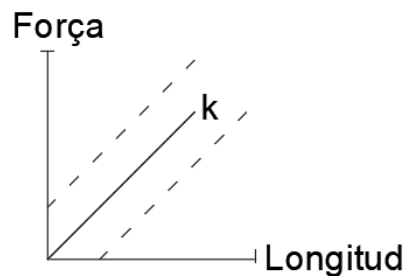


Figura 23: Esquema modificació constant elàstica modificant la tensió

Sabent que la força de fregament depèn del pes del ciclista i la bicicleta, utilitzant la modificació del nombre d'espores del ressort, és podrà aconseguir la força requerida.

Partint d'aquesta base, s'ha buscat la forma de poder integrar un ressort en el banc que s'allargui proporcional a l'angle d'inclinació.

La solució ha estat crear una extensió al final dels braços del mecanisme inclinable. D'aquesta forma, coneixent la distància respecte el punt d'articulació i l'angle d'inclinació del banc, és pot saber la distància vertical que s'allargarà el ressort.

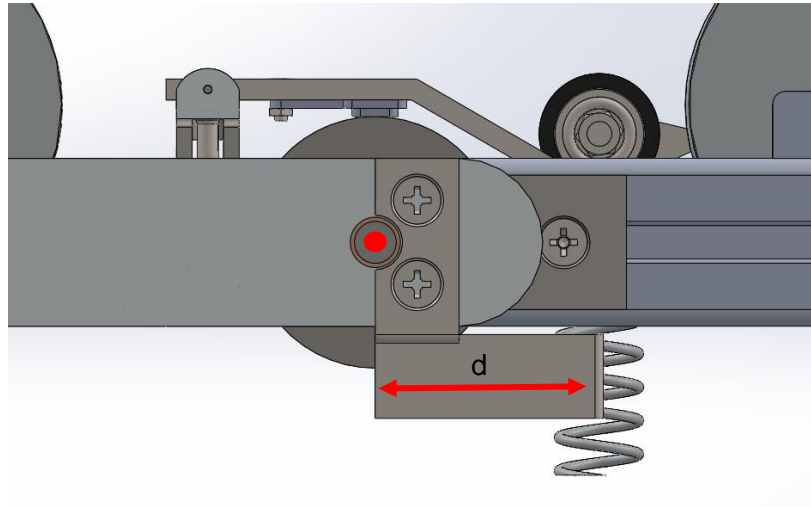


Figura 24: Vista de l'extensió del fre unida al braç inclinable

Un altre problema a resoldre ha estat la utilització de la pastilla de fre de forodo, ja que sobre els corròns on es desplaça la bicicleta no treballa correctament i, a part, és un espai ocupat per les rodes i que cal mantenir-lo lliure d'obstacles.

La solució ha estat col·locar-la sobre el corró d'inèrcia d'acer. Sobre l'acer treballa correctament.

Per dissenyar el sistema ha estat necessari calcular la força de fregament necessària sobre el corró d'inèrcia tenint en compte la diferència de diàmetres. La força de fregament a obtenir sobre el corró és la mateixa a obtenir sobre la politja dentada de l'eix d'inèrcia, ja que es troben engranats per una corretja.

Una vegada calculada la força de fregament sobre el corró, mitjançant el coeficient de fregament, s'ha calculat la força normal a aplicar per part de la pastilla de fre.

Al tractar-se, inicialment, d'un valor bastant elevat, s'ha solucionat utilitzant un braç de palanca. S'han realitzat diversos càlculs fins a obtenir la posició més favorable de la pastilla de fre. D'aquesta forma, el ressort situat a l'extrem del braç de palanca, ha de realitzar una força molt menor.

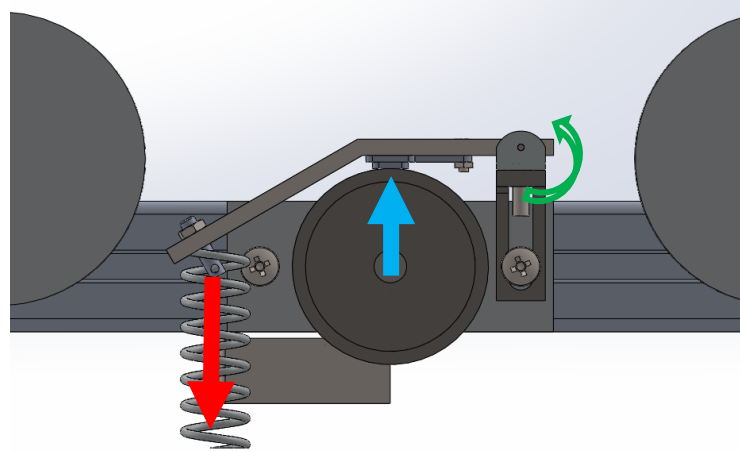


Figura 25: Vista del mecanisme de fre

Per tal de poder regular el ressort, pel la part inferior, s'ha roscat dintre dos forats feta a la pròpia extensió unida al braç inclinable. Per la part superior s'ha col·locat un cargol, unit al ressort, i cargolat al braç de palanca. D'aquesta forma es pot regular el nombre d'espines i la pretensió per modificar la constant elàstica.

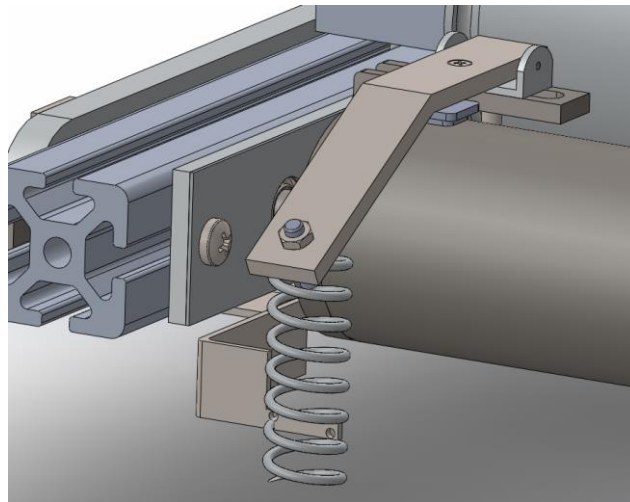


Figura 26: Vista dels elements per modificar la constant elàstica del ressort.

## 4. BASE ESTRUCTURAL

### 4.1. Geometria

Per determinar la posició dels corrons i l'eix de gir del mecanisme inclinable respecte la bancada fixa s'ha realitzat un estudi geomètric estudiant les diverses posicions.

La roda de darrere de la bicicleta, en cas que els tres corrons del banc es trobin alineats, a l'estar recolzada sobre dos corrons, els seu punt de recolzament es lleugerament inferior a la roda de davant, que esta recolzada sobre un corró col·locat a la vertical. Per corregir el desnivell es pot desplaçar el corró davanter, fent que el punt de recolzament sigui anterior o posterior a la vertical, o col·locant els dos corrons posteriors en una posició més elevada respecte el corró davanter. En el disseny s'ha optat per aquesta ultima opció, ja que el recolzament de la roda davantera, respecte la vertical de l'eix, augmenta l'estabilitat de la bicicleta sobre els corrons alhora d'iniciar la pedalada.

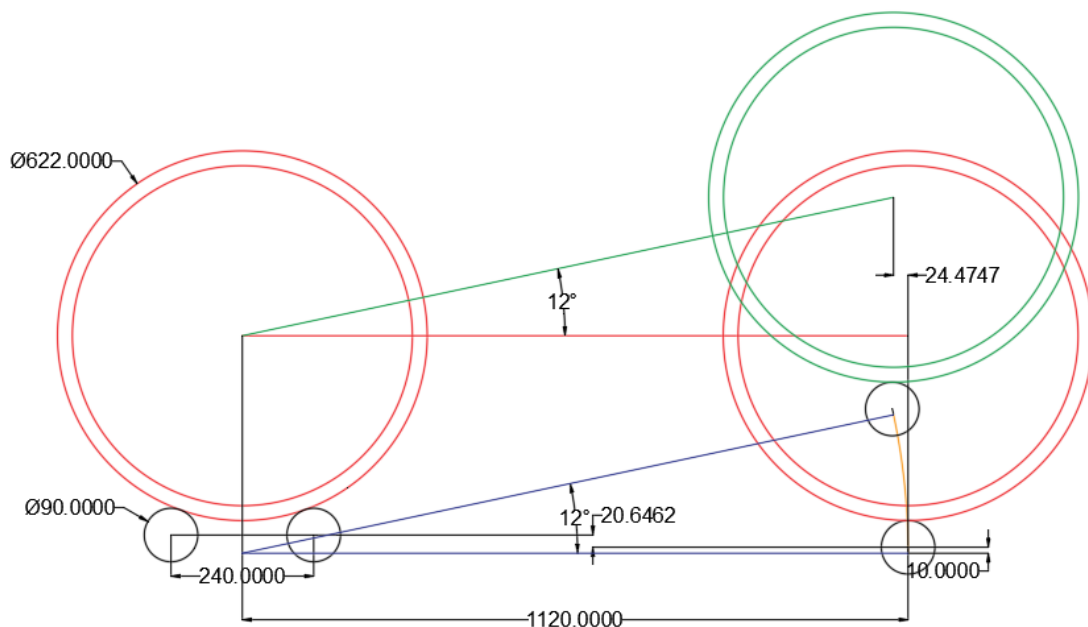


Figura 27: Estudi geomètric

Considerant una separació entre els corrons de la part de darrere de 240mm, una separació habitual en aquest tipus de bancs, el punt de gir del corró davanter ha d'estar situat per sota una distància vertical de 20,6mm.



En el cas del mecanisme inclinable, el punt de gir dels braços situat a la bancada fixa esta situat a 30,6mm per sota dels punts de gir dels corrns, és a dir, que el punt de gir entre el mecanisme inclinable i el mecanisme elevador està situat 10mm per sota del punt de gir del corró davanter.

En el moment en que el banc es troba inclinat, el corró davanter ha retrocedit una distancia aproximada de 24mm respecte el punt en que es recolza la roda quan el banc es troba horitzontal.

Es considera una distancia que el ciclista no apreciarà quan el sistema es trobi completament inclinat.

#### **4.2 Bancada i perfils estructurals**

Per la configuració de la bancada fixa i els braços del mecanisme inclinable s'han escollit perfils extorsionats d'alumini de 40x40mm amb un carril de M8. Aquests perfils presenten una gran resistència a moments flectors, tallants i moments torçors i, al mateix temps, gràcies als carrils, faciliten l'acoblament de tots els components que necessita el banc de corrns. En els carrils es poden utilitzar femelles de M8, M6 i mides inferiors. Al ser d'alumini, una de les principals característiques, és la seva lleugeresa, imprescindible per un banc de corrns.

#### **4.3 Configuració de la bancada fixa**

En la bancada fixa, s'ha escollit una configuració lleugerament rectangular. En tot moment s'ha buscat una solució compacta i que permetés la integració de tots els elements necessaris. Es la part del banc on les reaccions de la bicicleta son majors, per tant, es necessita una gran estabilitat amb el terra. Els perfils longitudinals on es recolzen els corrns permeten la possibilitat de modificar la distancia entre ells per adaptar-los a rodes de mides diverses. El corró d'inèrcia, que es troba a l'interior de la bancada, també es pot desplaçar al llarg dels perfils, tot i que esta limitat per la corretja que l'uneix al corró posterior. El fre, per una banda, es troba fixat a la mateix placa de l'eix de la inèrcia i, per l'altre, al braç corresponent al mecanisme inclinable. L'eix de gir dels braços inclinables es troba alineat amb l'eix d'inèrcia. En cas de modificar la posició de la inèrcia, simultàniament es modifica la posició del fre i la posició dels braços inclinables.

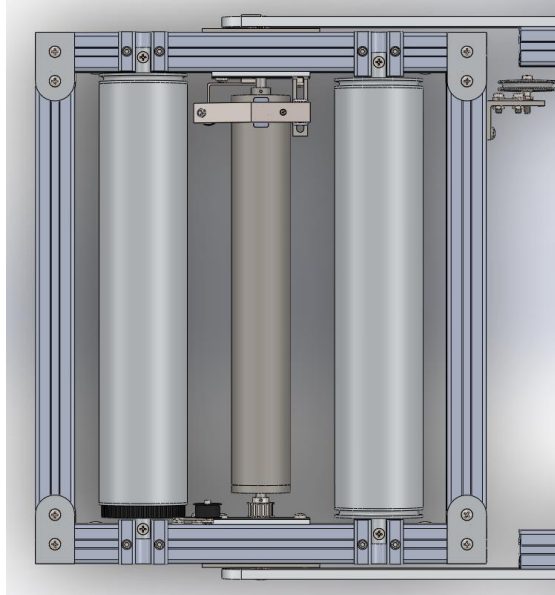


Figura 28: Vista superior de la bancada fixa

#### 4.4 Configuració del mecanisme elevador

La part corresponent el mecanisme inclinable, s'ha decidit crear un xassís sòlid i resistent per tal que les barres aguantin tots els esforços. Està format per dues barres longitudinals i dos travessers, un col·locat a molt poca distància del corró davanter, per ajudar en la unió de tots els elements, ja a que és la part amb major concentració d'esforços del banc. L'altre està col·locat aproximadament a la meitat dels perfils longitudinals, tot i que aquest últim té la possibilitat de ser col·locat al llarg de tot el perfil. El conjunt de politges tensores també poden ser desplaçades al llarg de tot el perfil longitudinal.

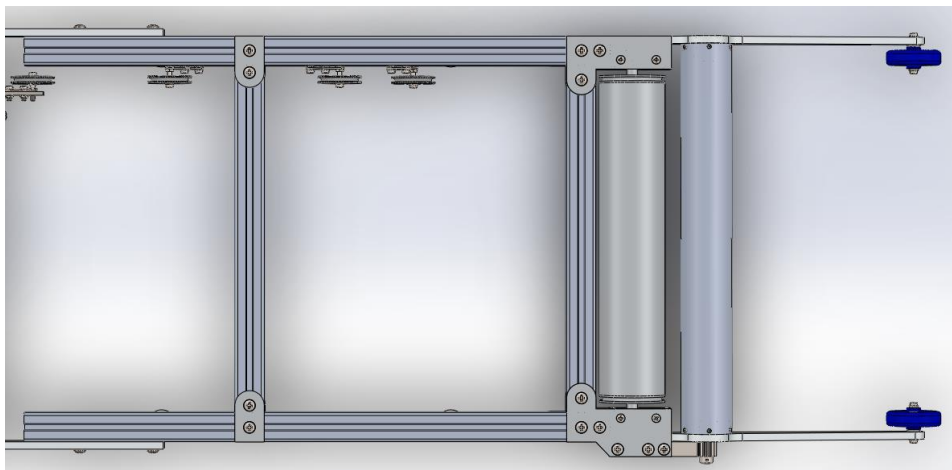


Figura 29: Vista superior del mecanisme inclinable i el mecanisme elevador

#### 4.5. Articulacions

Per la unió del mecanisme inclinable amb la bancada fixa, s'ha optat per dissenyar dues peces a mida. Es tracta de dos extensions dels perfils d'alumini extruït del mecanisme inclinable. Estan formades d'alumini i tallades amb doll d'aigua. En una banda tenen un forat de  $\varnothing 12\text{mm}$ , encarregat de ser el punt de gir respecte la bancada i, per l'altre, dos forats de  $\varnothing 9\text{mm}$  que seran el punt d'unió amb els braços del mecanisme elevador. Aquesta última part permet una gran versatilitat, ja que possibilita la modificació de la llargada del banc, podent ser adaptat a diverses mides de bicicletes. A més és eficaç alhora de voler desmuntar el banc en dues parts per guardar-ho.

L'articulació està formada per una placa d'acer cargolada a la bancada fixa amb un eix central d'acer de  $\varnothing 10\text{mm}$  soldat. Aquest eix està unit amb el forat posterior dels braços de l'articulació, juntament amb un casquet de coure per facilitar el gir entre components. Per facilitar la soldadura i crear una unió rígida el forat de la placa de suport i la part de l'eix encaixada és de  $\varnothing 15\text{mm}$ .

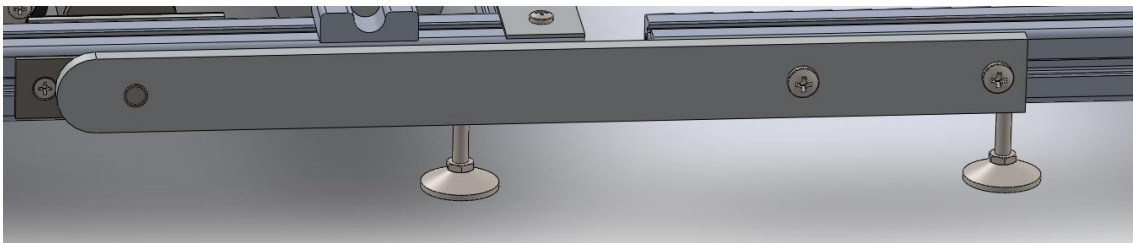


Figura 30: Vista del braç corresponent al mecanisme inclinable

#### 4.6 Recolzaments amb el terra

Un dels objectius del disseny era reduir el màxim possible l'altura del banc respecte el terra. La part que limita això és el sector dentat, ja que és el responsable de proporcionar el grau d'inclinació del conjunt. Aquest fet fa que si es desitja un angle d'inclinació del sistema molt elevat, es necessiti un sector dentat amb un major angle  $i$ , per tant, augmenta la distància respecte el terra. S'ha buscat un equilibri entre els dos requeriments.

Per tant, com que realment no interessa regular l'altura del banc respecte el terra, s'ha decidit col·locar, quatre peus de goma fixes roscats sota la bancada fixa i quatre peus de goma fixes roscats sota els perfils d'alumini extruït del mecanisme elevador. Aquests últims s'han col·locat per reduir les tensions sobre els eixos que uneixen els braços amb

la bancada fixa quan el mecanisme es troba completament horitzontal i les reaccions amb el terra de les rodes situades als braços del mecanisme elevador. Els peus de goma aporten una gran estabilitat al conjunt i s'adapten a les superfícies que no estan perfectament anivellades.

A la part davantera, els recolzaments són dues rodes tornejades de niló blau de  $\varnothing 75\text{mm}$ , el mínim per no augmentar l'altura del banc respecte el terra. Les rodes són capaces de suportar la càrrega i oferir una fàcil integració amb els braços del mecanisme encarregat de l'elevació. S'utilitzarà un eix d'acer de  $\varnothing 12\text{mm}$  amb una separació entremig de  $\varnothing 18\text{mm}$ . Una part anirà fixada al braç del mecanisme elevador i l'altre serà el punt de gir de la roda. Els eixos aniran fixats amb un cargol amb una volandera per cada banda. Les rodes tenen un coixinet de lliscament, és a dir, el forat de niló lliscarà directament sobre els eixos d'acer.

Aquest últim punt de recolzament cal que estigui format per rodes mòbils ja que, a l'augmentar la inclinació del banc, la llargada total del sistema es redueix.

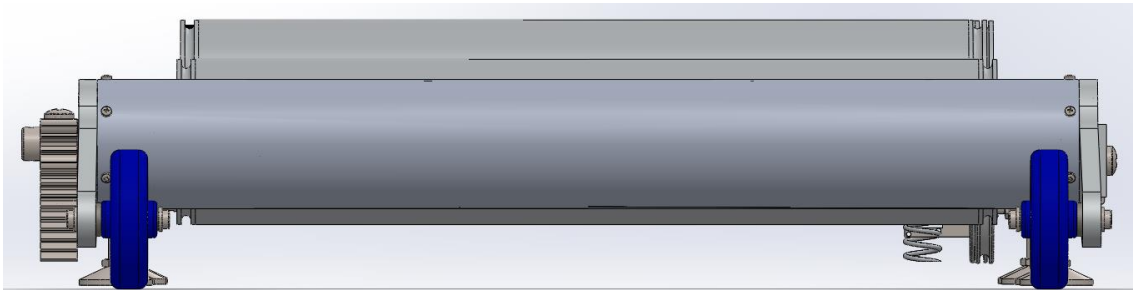


Figura 31: Vista frontal del banc

A la Figura 31 és pot apreciar el conjunt de recolzaments respecte el terra del banc, els peus de goma i les rodes del mecanisme elevador. El sector dentat, situat a l'esquerra de la imatge, es troba a una distància de seguretat suficient, respecte el terra, per no fregar quan el banc es troba horitzontal. Actualment l'altura del punt de recolzament de la bicicleta amb el corro davanter respecte el terra és de 124mm.

## 5. SISTEMA D'ELEVACIÓ

### 5.1 Disseny del mecanisme elevador

Des del primer moment s'ha optat per la opció d'integrar el motor dintre l'estructura del propi banc, ja que millora l'estètica del banc i els pesos estan ben compensats

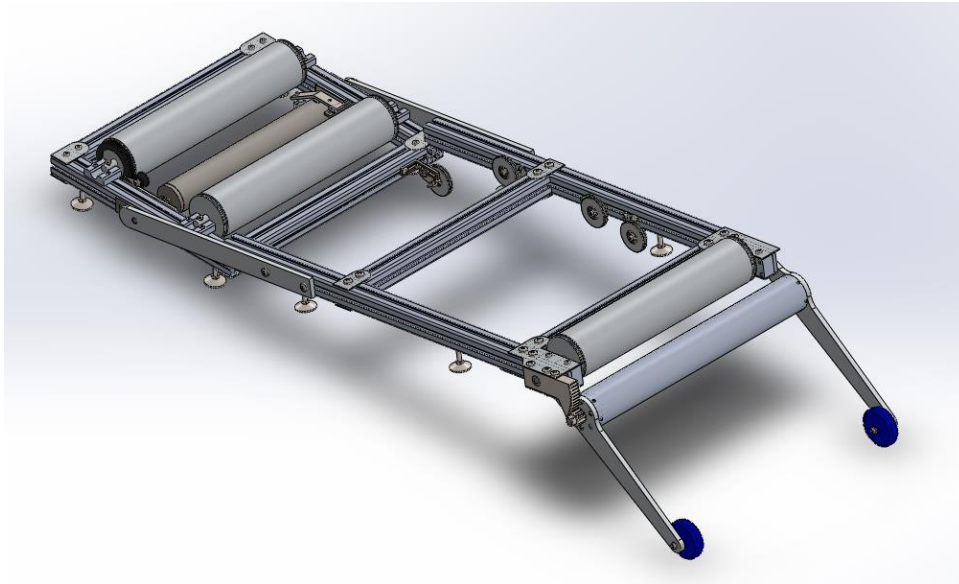


Figura 31: Vista del banc inclinat

La opció d'utilitzar un motor de persiana és la mes adequada, ja que s'adapta perfectament i compleix les necessitats. El propi motor ja integra el reductor i tots els elements elèctrics necessaris, únicament és necessari fer la instal·lació de forma correcta i connectar-lo a la corrent.

El motor escollit és un motor comercial de persiana (TG M 3017) de parell 18N·m. Té forma de cilindre i una longitud aproximada de 446mm.

Concretament disposa de finals de cursa programables i comandament a distància. Això permet que el ciclista pugui accionar el mecanisme mentre està pedalant, a més de poder aturar el sistema a la inclinació desitjada.

La longitud del motor és inferior a la longitud de 500mm dels corrns, comptant els extrems. Aquest fet a permès dissenyar el sistema reduint l'espai existent entre el corró i els braços del mecanisme elevador.

S'ha buscat la utilització d'un motor amb el menor parell possible sense afectar l'angle màxim d'inclinació del sistema. Posteriorment s'ha comprovat que tots els elements implicats suportessin el parell i el conjunt de forces implicades en

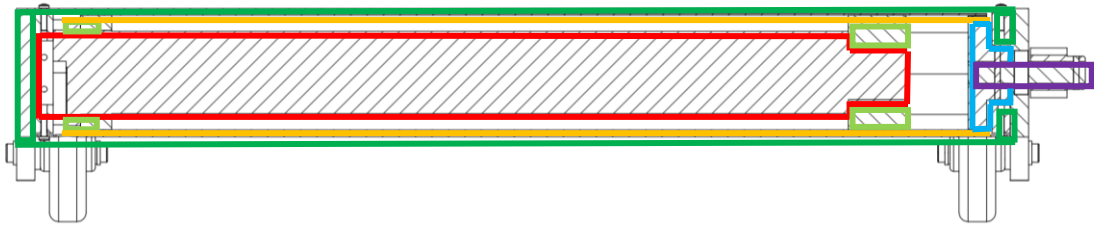


Figura 32: Secció del mecanisme elevador

El motor (zona vermella de la Figura 32) disposa, en un extrem, d'un estator fix, pensat per estar fixat a la paret. La resta és un cilindre de secció menor amb dues parts diferenciades, un comptavoltes a l'esquerra, encarregat dels finals de cursa, i un capçal rotatori a la dreta, encarregat d'entregar el parell efectiu. En aquestes dues parts (rectangles verd clar de la Figura 32) s'hi col·loquen unes peces de PVC.

La funció de les peces de PVC és unir la part rotatòria del motor amb el comptavoltes mitjançant un tub d'alumini octagonal de 60mm. És el tub on habitualment s'hi enrotlla la persiana.

En el cas del banc de corrons, el motor es muntarà de la mateixa forma que en una persiana, però amb alguna modificació.

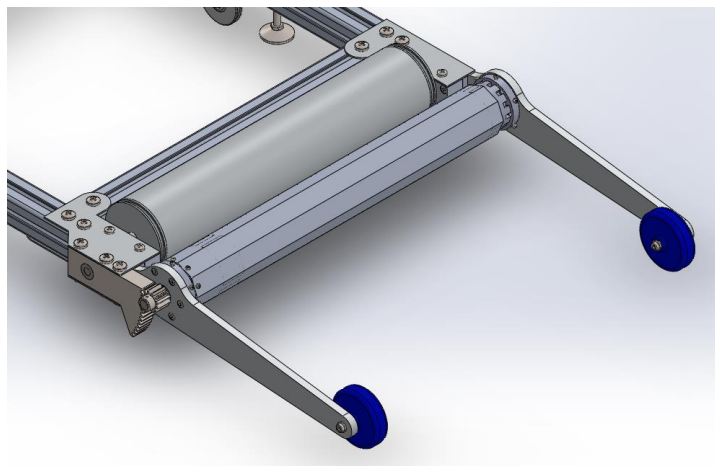


Figura 33: Vista del tub octagonal

L'estator anirà fixat a un anell d'acer (rectangle verd fosc de l'esquerra a la Figura 32) i aquest a un dels braços del mecanisme elevador. En l'altre braç del mecanisme elevador

hi haurà un altre anell d'acer fixat. Els dos anells serviran per col·locar un tub d'alumini per tal d'unir els dos braços. D'aquesta forma s'aconseguirà una elevació simultània per part dels dos braços.

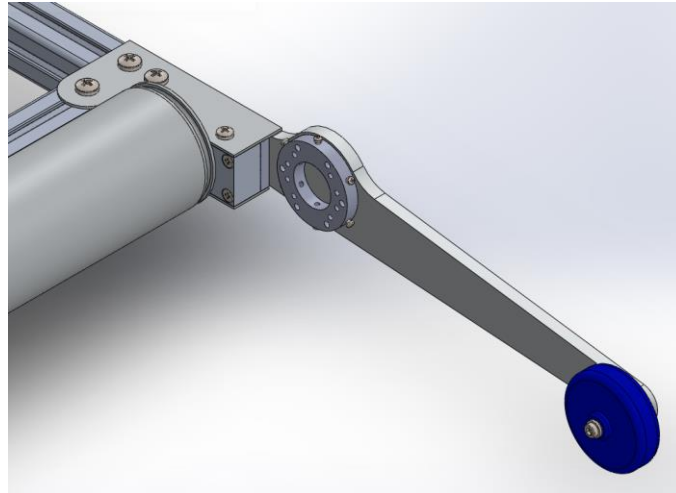


Figura 34: Vista de l'anell d'acer cargolat al braç on es fixa la bancada del motor

El tub octagonal (línies taronges a la Figura 32) girarà lliurement dintre el tub d'alumini. A l'extrem final del tub octagonal s'hi col·locarà una peça d'alumini dissenyada a mida (línies blaves a la Figura 32). Aquesta peça encaixarà perfectament dintre el tub octagonal i permetrà fixar un eix al centre (rectangle morat a la Figura 32). Aquest eix és el que en el seu extrem tindrà el pinyó. L'eix sortirà pel braç elevador contrari a l'estator. Per tal de minimitzar el moment flector a l'eix es col·locarà un rodament al braç elevador.

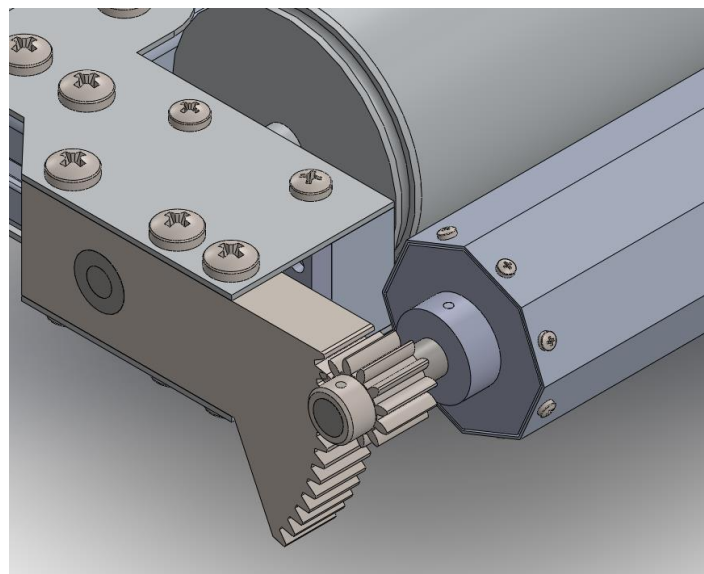


Figura 35: Vista de la tapa del tub octagonal amb l'eix del pinyó unit al centre

El motor utilitzat disposa de finals de cursa programables, permetent aturar al sistema quan s'arribi al límit superior (banc completament horitzontal) i inferior (banc totalment inclinat) del sector dentat. El cable d'alimentació del motor, que surt de l'estator, sortirà per un forat del tub d'alumini que uneix els dos braços del mecanisme elevador.

Pels braços elevadors, s'ha optat per uns braços esvelts d'alumini de 10mm de gruix. Per una banda es troben articulats amb el mecanisme inclinable i per l'altre disposen d'unes rodes.

El corró davanter, al recolzar-se alineat amb l'eix d'articulació, s'han creat uns suports específics que van cargolats amb cargols M6 a les plaques que tenen l'eix soldat en el centre. Per unir els blocs, formats per la placa amb l'eix i el suport del corró davanter, amb la bancada del mecanisme inclinable s'han creat unes plaques a mida tallades a partir d'una planxa de 2mm d'acer inoxidable. A tractar-se d'una zona amb gran concentració d'esforços s'han col·locat plaques a la part superior i inferior. Les plaques van cargolades als perfils d'alumini extruït amb cargols M8 i unides als blocs amb cargols M6. A la banda on es troba el sector dentat, aquest, es troba també cargolat a les plaques, per les dues bandes, amb cargols M8.

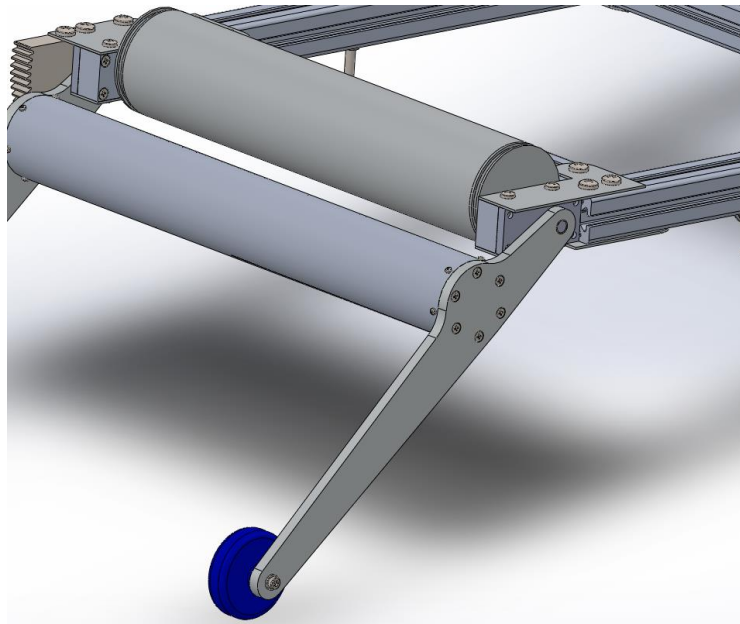


Figura 36: Vista de les articulacions



## 6.0 FRE

### 6.1 Disseny del fre

Per tal d'aconseguir frenar la roda de darrere de la bicicleta és necessari frenar algun dels dos corròns inferiors.

Estudiant un comportament extrem, és a dir, plantejant dues situacions on en cadascuna un dels dos corròns posteriors quedés completament frenat, per algun motiu, és poden extreure les següents conclusions.

Si es frenés el corró posterior de més a la dreta passaria que el ciclista, si continués pedalant, sortiria del banc. Això passa perquè la roda tractora de la bicicleta ja no gira sobre dos recolzaments giratoris, sinó que un actua com el propi terra i la bicicleta avança cap endavant.

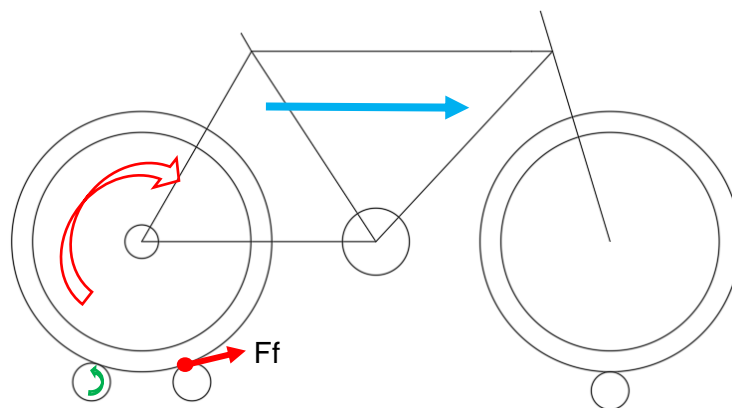


Figura 37: Situació en que es frenés el corró de la dreta

En el cas contrari, si es frena el corró de més a l'esquerra, l'anterior no succeeix, ja que com que la bicicleta sempre intenta avançar cap endavant, es troba amb un recolzament mòbil. En aquest cas, únicament es produeix un fregament entre el corró de l'esquerra i la roda.

Per tant, és necessari frenar el corró de l'esquerra de la bancada fixa i l'altre deixar-lo completament lliure.

La superfície dels corrons comercials és d'alumini mecanitzat, amb un acabat estriat per tal d'aconseguir la màxima adherència del pneumàtic de la bicicleta i evitar que aquest rellisqui.

Pel fre s'ha decidit utilitzar una pastilla comercial de ferodo d'un fre de disc d'una bicicleta.

Aquest tipus de pastilles no treballen correctament sobre els corrons d'alumini, a més que és necessari deixar lliure la màxima superfície possible del corrons per la bicicleta.

Aprofitat que el banc incorporarà un corró d'inèrcia, format per un cilindre d'acer, s'ha decidit frenar directament el corró d'inèrcia, ja que es trobarà engranat amb el corró de l'esquerra de la bancada fixa.

Coneixent la força de frenada necessària, proporcional al pendent, i la relació de transmissió entre el corro posterior i el corro d'inèrcia, és pot conèixer la força de fricció necessària sobre el corró d'inèrcia.

Com que el fre ha d'actuar sobre el corró d'inèrcia i ha de ser regulable es muntarà sobre un angle comercial d'acer, subministrat amb els perfils d'alumini extruït, que disposa d'un carril central per unir-hi elements. Per aprofitar cargols, l'angle es collarà a una de les plaques dels rodaments de l'eix d'inèrcia.

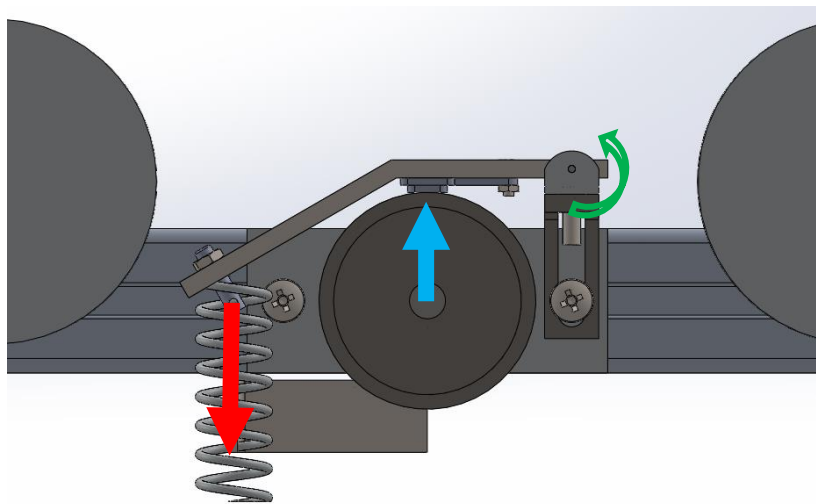


Figura 38: Vista del mecanisme de fre

Per aconseguir un augment proporcional de la força respecte l'angle d'inclinació s'ha optat per utilitzar un braç de palanca i un ressort. Per una banda el braç de palanca aconsegueix reduir la força a aplicar, ja que, segons les mides, la força necessària a aplicar a un extrem, per aconseguir el valor de la força normal en el centre, és molt

inferior a aquesta. Per l'altre el ressort aconseguix l'augment proporcional de la força aplicada sobre el braç. En un ressort, regulant el nombre d'espines i, segons el diàmetre exterior i el diàmetre de l'espina, és pot regular la seva constant elàstica.

Com que la força que efectua el ressort depèn de la constant elàstica i de la longitud final, s'ha optat per un sistema regulable que permeti variar la  $K$  i aconseguir la força desitjada.

El braç de palanca del fre es trobarà articulat respecte una peça tallada a mida a partir d'un tub rectangular i que estarà fixada sobre un angle d'acer amb un carril central que permet regular la seva posició.

En un dels braços inclinables, concretament el contrari del que hi ha la transmissió entre el corró i el corró d'inèrcia, és col·locarà una extensió de tal forma que, quan augmenti l'angle, aquesta baixi verticalment estirant el ressort. Es col·locarà per la part posterior a l'eix de gir per evitar que quan s'elevi el sistema l'extensió toqui a la bancada fixa.

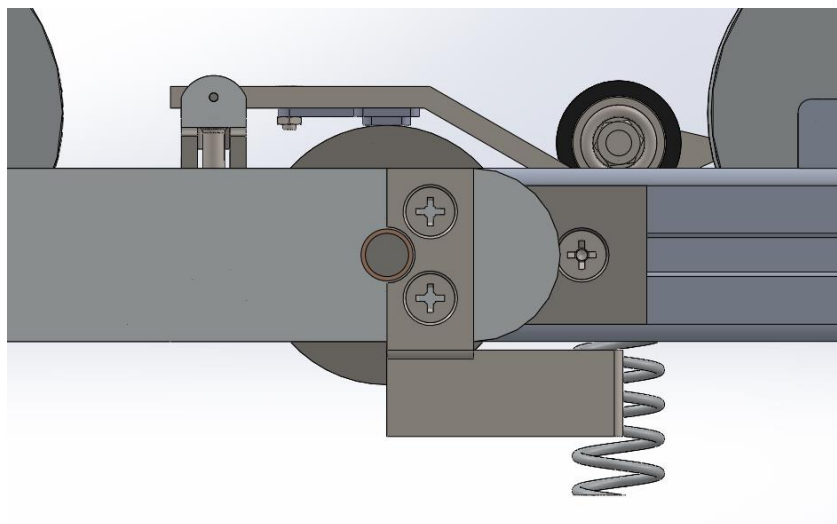


Figura 39: Vista de l'extensió del fre unida al braç inclinable

El braç articulat és trobarà corbat un angle de trenta graus per tal que el sistema s'integri millor en el conjunt del banc i per evitar que la roda de la bicicleta pogués fregar sobre alguns dels elements que sobresurten, com el tensor del ressort.

## 7. CORRÒ D'INÈRCIA

### 7.1 Disseny del corró

Per el disseny del corró d'inèrcia s'ha optat per un eix giratori entre dos rodaments. Sobre l'eix hi ha una roda dentada, engranada amb el corró posterior del banc i un cilindre d'acer que actua d'inèrcia.

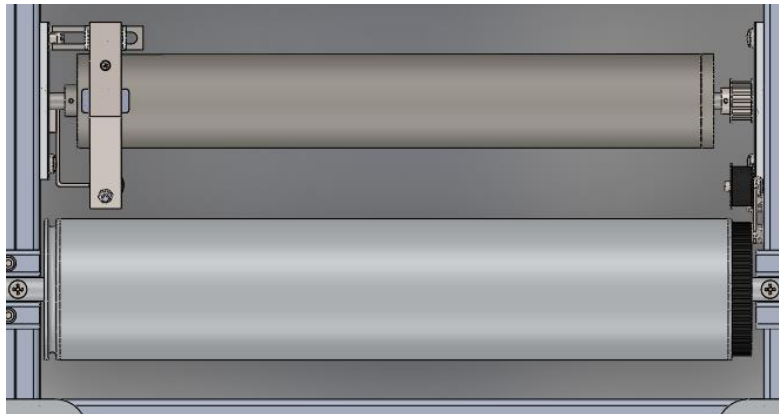


Figura 40: Vista superior del corró d'inèrcia

Per la transmissió s'ha optat per una corretja dentada, ja que el principal inconvenient era incorporar un sistema per engranar el corró comercial amb la inèrcia. La solució ha estat mecanitzar un dels laterals del corró, preparat per treballar amb una corretja de policord, de tal de poder-hi encaixar una corona dentada realitzada a mida amb una impressora 3d.

A l'utilitzar una corretja dentada la solució més fàcil ha estat utilitzar un pinyó comercial per engranar-lo amb l'eix de la inèrcia. Tan el cilindre d'acer com el pinyó estan units a l'eix mitjançant un passador d'acer de 2,5mm.

Per determinar les mides de la corona dentada del corró i el pinyó de la inèrcia s'han realitzat una sèrie de càlculs en funció de la velocitat mitjana de la bicicleta i l'energia necessària a emmagatzemar per tal de mantenir la velocitat. Efectuant els càlculs s'ha pogut determinar les mides mínimes necessàries del cilindre d'acer. S'ha utilitzat un tub d'acer de diàmetre 60mm, de gruix 4mm i amb una longitud de 390mm.

El superfície del cilindre de la inèrcia s'ha mecanitzat completament per millorar l'acabat i permetre utilitzar-lo pel sistema de fre. Al mecanitzar-lo s'ha aconseguit el coeficient de frec desitjat, ja que la pastilla de fre treballa de forma més eficient.

Concretament el coeficient de frec entre la pastilla de forodo i el corró d'acer és de 0,2. Per trobar-lo s'han realitzat una sèrie d'assajos experimentals amb el banc de corrons simple que hi ha al laboratori de mecànica.

La corretja de transmissió utilitzada és una corretja de dentat quadrat amb un pas de 5mm i 80 dents. Per tal de reduir l'espai entre el corró i l'eix de la inèrcia i mantenir la corretja en tot moment tensada s'ha decidit col·locar una politja tensora que permet regular l'angle i que està formada per un rodament i un seguidor a mida realitzat amb una impressora 3d.

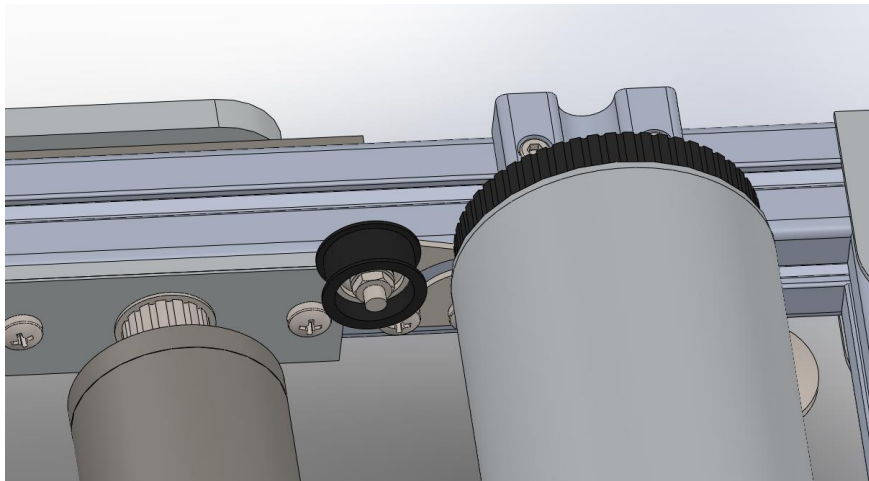


Figura 41: Vista del tensor de la corretja dentada

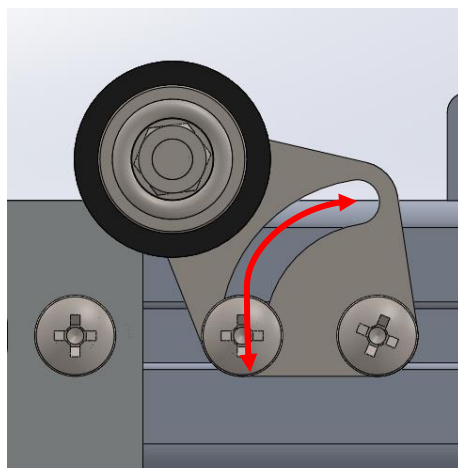


Figura 42: Vista angle regulació tensor

Per tal que l'eix giri correctament s'ha optat per posar a cada banda un rodament encaixat dintre una placa d'alumini cargolada a la bancada fixa. Per evitar que els rodaments surtin degut al gir de l'eix, s'ha col·locat una xapa d'acer d'1mm sobre cada placa d'alumini. Aquesta disposa d'un forat central amb un diàmetre 2mm inferior al rodament.

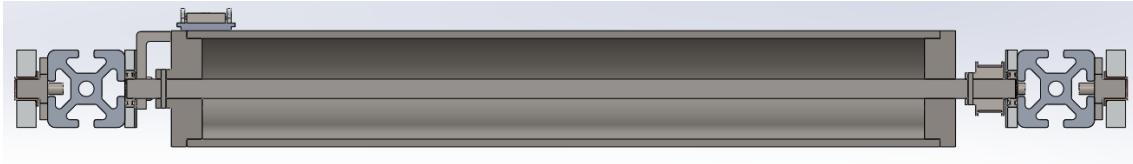


Figura 43: Secció del corró d'inèrcia

## 8. CORRETJA D'ACCIONAMENT DEL CORRÓ DE DAVANT

### 8.1 Funcionalitat de les politges

En la conducció habitual d'una bicicleta, la roda de darrera és l'encarregada de proporcionar el moviment, ja que es troba engranada amb el pedals. És la roda que rep un parell de força efectiu. La roda de davant únicament és l'encarregada de facilitar un segon punt de recolzament amb el terra i de determinar la direcció de la bicicleta.

En el banc de corrons, al no desplaçar-se la bicicleta, és necessari transmetre el moviment dels corrons de la part de darrere al corró de la part de davant, ja que sinó en tot moment la roda davantera es trobaria parada i faria perdre l'equilibri al ciclista.

Per engranar els dos corrons s'utilitza una corretja de policord elàstica. Com que els dos corrons no es troben completament alineats respecte la vertical i per el mig hi ha barres travesseres que conformen l'estructura del banc, és necessari utilitzar un conjunt de politges per evitar que hi hagi qualsevol fregament de la corretja amb algun punt i, simultàniament, garantir que es trobi tensada.

### 8.2 Disseny de les politges

Per les politges tensores s'ha decidit partir d'un rodo de niló blanc i mecanitzar-lo fins a obtenir una politja d'un diàmetre de 60mm amb un carril de 5mm per la corretja, igual que els dels corrons comercials. Al centre de les politges hi ha un rodament encarregat de proporcionar un moviment fluid.

Com que és necessari poder variar la posició de les politges tant en el la horitzontal com en la vertical, s'ha optat per tallar unes plaques d'acer inoxidable que permeten variar l'angle. Aquestes plaques es troben unides als perfils d'alumini extrudit del banc en dos punts i en l'altre tenen la politja.

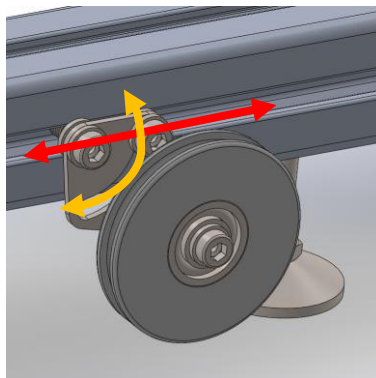


Figura 44: Politja tensora

### 8.3 Col·locació de les politges

Al tractar-se d'un banc amb simulació de pujada, que s'inclina, quan es varia l'angle respecte la horitzontal, la corretja pot quedar destensada.

Per aquest motiu és necessari col·locar una politja fixa a la bancada fixa del banc, per tal de garantir un punt fix en el que es pugui recolzar la corretja i que eviti el fregament amb qualsevol barra. S'ha col·locat utilitzant un angle d'acer, subministrat amb els perfils d'alumini extruït, que disposa d'un carril central per cargolar-hi diversos elements. La resta de politges es col·loquen al llarg de les barres del mecanisme inclinable. Concretament dues a la part davantera, encarregades de redirigir la corretja que va cap al corró davanter i la restant a menys distància de la bancada fixa.

Aproximadament, en el centre del mecanisme inclinable, hi ha una barra de reforç per fer més rígid el conjunt. L'objectiu és que la corretja de policord passi per la part inferior d'aquesta barra ja sinó podria ser un impediment pel correcte funcionament de la bicicleta sobre el banc perquè ciclista alhora de baixar de la bici podria enganxar-se amb la corretja.

La longitud de la corretja és de 3m. Realitzant uns càlculs aproximats, ja que les politges es poden variar de posició, la diferencia de longitud de la corretja de policord en les dues posicions del sistema no cal tenir-la en compte ja que ofereix una certa elasticitat per adaptar-se.

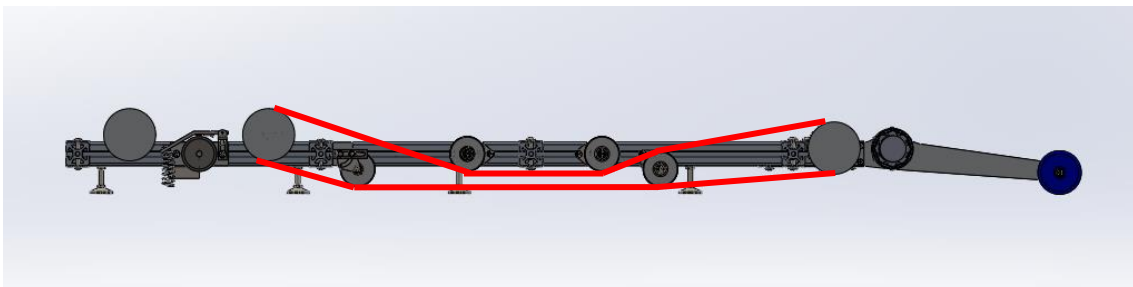


Figura 45: Representació de la corretja amb el banc horitzontal

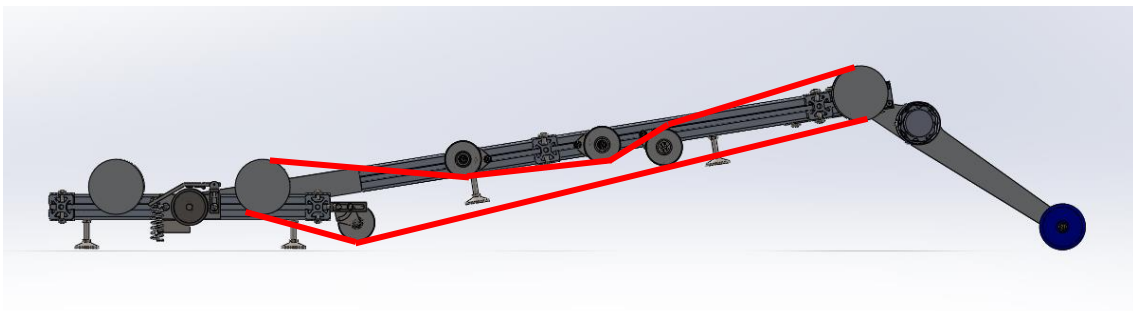


Figura 46: Representació de la corretja amb el banc inclinat



## 9. CONSTRUCCIÓ DEL MODEL DE PROVES

Per construir el banc i posar-lo en funcionament és necessari seguir de forma simultània els apartats d'aquest bloc. Per una banda s'explica el muntatge pas per pas i, per l'altre, el conjunt de proves i mesures que cal efectuar per assegurar-se que el conjunt funcionarà de forma correcta.

### 9.1 Muntatge del banc de corrns

El muntatge del banc s'ha efectuat de forma separada per cadascuna de les tres parts (bancada fixa, mecanisme inclinable i mecanisme elevador). Per l'assemblatge final únicament cal unir les tres parts, com s'explica posteriorment, i acabar de col·locar els elements comuns.

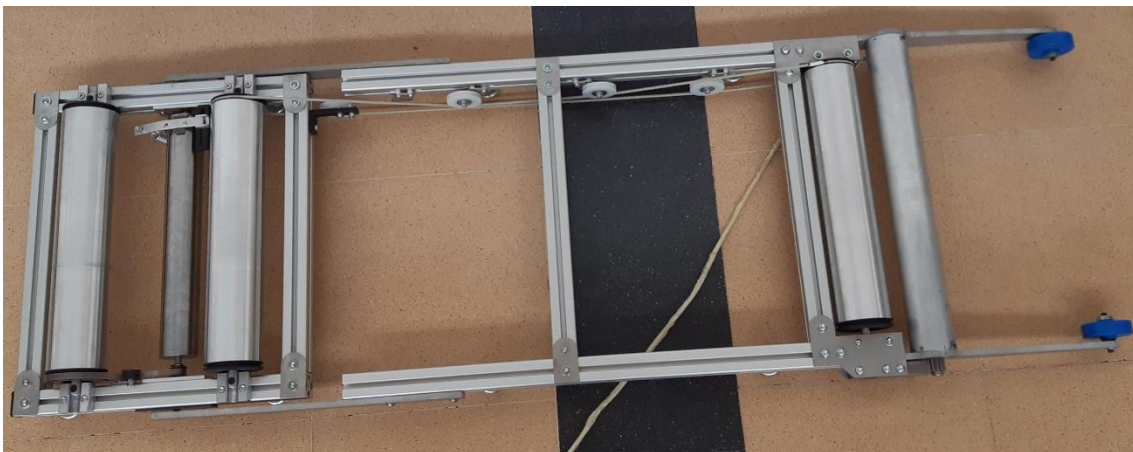


Figura 47: Vista del banc de corrns muntat

#### **BANCADA FIXA:**

Per començar és necessari muntar l'estructura que conforma la bancada, l'encarregada de sostenir la resta d'elements. Es comença unint els quatre perfils d'alumini extrudit, dos de longitud 540mm en sentit longitudinal i dos de longitud 452mm en sentit transversal, amb les plaques d'unió d'acer inoxidable. Es col·loquen quatre plaques en les cantonades superiors i quatre plaques en les cantonades inferiors cargolades amb cargols M6. Seguidament és necessari col·locar els quatre peus de goma corresponents a aquesta part. D'aquesta forma s'obté una base sòlida que facilita el muntatge de la resta d'elements.

Els següents elements inicialment es munten de forma centrada. Com que es tracta de peces cargolades en els perfils, s'ajustarà la seva posició a la fase final del muntatge.

Es col·loquen les dues plaques, amb els eixos soldats, encarregades de ser el punt de gir del mecanisme inclinable, en cadascun dels laterals de la bancada. Es cargolen amb cargols avellanats M6. També es munten els dos corrons comercials amb els seus respectius suports. Concretament el corró modificat amb la corona dentada es col·loca a l'esquerra. Alhora de muntar-lo és necessari ja posar la corretja dentada, per evitar desmuntar-lo més endavant. Hi ha tres tipus de suports pels corrons, amb tres longituds diferents. Els dos de longitud intermèdia corresponen al corró de la dreta, el de longitud més petita al recolzament del corró modificat més proper a la corretja dentada i el restant al l'altre recolzament que queda.



Figura 48: Vista recolzaments corró

Una vegada muntats els corrons és necessari muntar el corró d'inèrcia. Primer es munta el subconjunt de forma separada i posteriorment es col·loca a la bancada. Inicialment es necessari muntar el cilindre de la inèrcia i el pinyó dentat sobre l'eix col·locant els corresponents passadors de 2,5mm. A continuació és necessari muntar els extrems de l'eix en els rodaments corresponents. Els rodaments es troben inserits dintre les plaques de recolzament de l'eix d'inèrcia. Per evitar que els rodaments surtin, a davant de les plaques es col·loquen les paques d'1mm de gruix. Per tal que encaixi és necessari muntar a la bancada tot el conjunt descrit amb les plaques de suport. Alhora de muntar-lo a l'interior de la bancada és necessari engranar la corretja amb el pinyó. Les plaques es cargolen als perfils amb cargols M6. Inicialment es col·loca la inèrcia centrada, alineada amb l'eix de les plaques exteriors.

Seguidament es munta el tensor de la corretja dentada. Per aquesta part s'utilitza una placa tensora, un rodament i la peça seguidora realitzada en 3d. Es cargola al perfil amb

cargols M6, procurant alinear el seguidor amb el pinyó i la corona dentada del corró. El braç tensor es col·loca a la posició en que la corretja queda suficient tensada.



Figura 49: Vista corretja dentada

Els últims elements a muntar són els corresponents al fre i a la politja tensora de la corretja circular de policord, tot i que únicament es poden col·locar les parts fixes a la bancada, la resta es muntaran al final. Concretament a la part dreta del corró d'inèrcia, cargolat a la pròpia placa de suport de costat contrari a la corretja dentada, es col·loca l'angle d'acer comercial. L'angle es munta que sobresurti 9mm respecte la bancada fixa. Sobre l'angle es munta l'articulació del braç i el braç de palanca amb la pastilla de fre en el seu centre, cargolada amb un cargol M3. Per unir el braç amb la bancada s'utilitza un passador de 2mm.

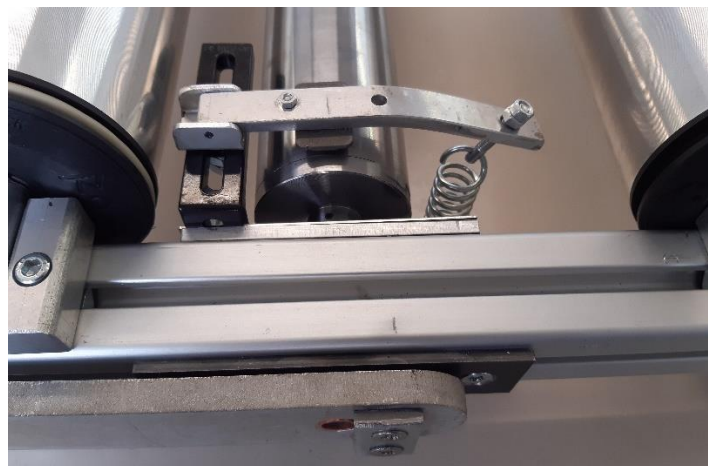


Figura 50: Vista fre

A la part de mes a la dreta de la bancada fixa, per la part exterior, es munta un altre angle d'acer comercial. Aquest es col·loca de forma horitzontal i cargolat amb cargols de M6. En l'angle es munta una placa tensora amb cargols M6 i una politja. Per muntar la politja tensora, primer es col·loca el corresponent rodament en el seu centre i

s'encapsula entre dues volanderes. A continuació es cargola a la placa tensora amb un cargol M6.



Figura 51: Vista politja fixa

### **MECANISME INCLINABLE:**

Pel mecanisme inclinable, com en l'apartat anterior, es comença per muntar la base de perfils extrudits d'alumini i els peus de goma. Concretament, en aquesta part, s'utilitzen dos perfils de longitud 800mm en sentit longitudinal i dos travessers de 460mm en sentit transversal. Un dels travessers es situa en el centre de les barres amb les corresponents paques d'acer inoxidable, dues a la part superior i dues a la part inferior, cargolades amb cargols M6. L'altre barra es col·loca a la part davantera. Aquesta, per unir-la als perfils, utilitza quatre plaques d'acer inoxidable totalment diferents entre elles i encarregades de també encaixar la peça que serà el punt de recolzament del corró davanter i el punt de gir del mecanisme elevador. Concretament les plaques es situen segons van a l'esquerra o a la dreta i a la part superior o inferior. Aquestes van cargolades als perfils amb cargols M8.

Concretament, a les plaques de la dreta, ja es pot muntar el sector dentat i cargolar-lo amb cargols M8 per la part superior i inferior. El sector dentat disposa d'un casquet que redueix del diàmetre del seu forat central que ja es pot col·locar.



Figura 52: Vista sector dentat

Seguidament es col·loquen els quatre peus de goma a la part inferior i a cadascun dels laterals del mecanisme inclinable, concretament a la part de darrere, es munten els braços del mecanisme inclinable amb cargols M8. La posició dels braços es regularà en la fase final del muntatge i en el moment de la utilització del banc, ja que permeten regular la longitud total de l'aparell segons el tipus de bicicleta.

Finalment, en el perfil longitudinal de la dreta és munten tres politges tensores de la corretja de policord. Concretament una a la part esquerra del primer travesser i les altres dues a la dreta. Pel muntatge de es politges, com s'ha especificat anteriorment, primer es col·loca el rodament corresponent dintre les politges mecanitzades i s'encapsula amb dues volanderes i un cargol M6. Posteriorment es munta sobre la placa tensora col·locada prèviament sobre el perfil i cargolada amb cargols M6. L'ajustatge de l'angle de les politges es regularà al final.

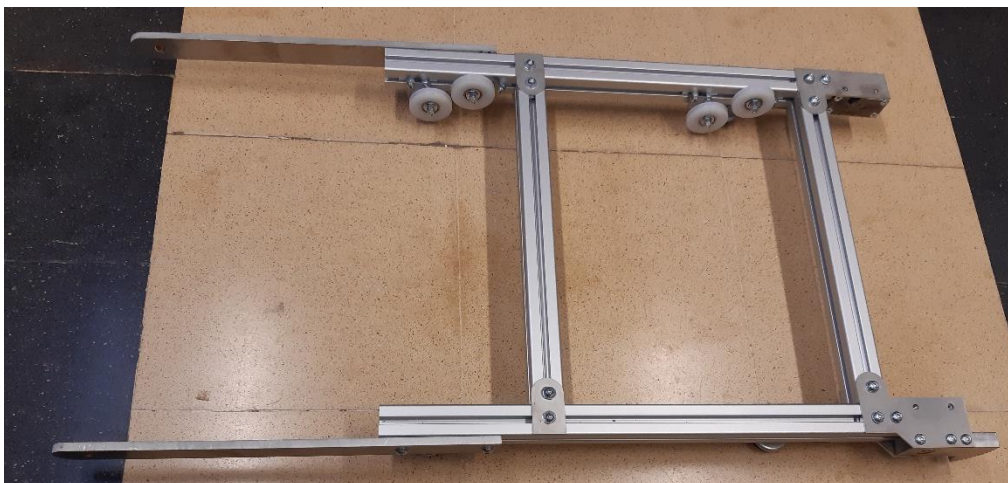


Figura 53: Vista mecanisme inclinable



**MECANISME ELEVADOR:**

Per realitzar el muntatge del mecanisme elevador és comença per col·locar sobre l'eix de gir i la part mòbil dels finals de cursa del motor de persiana les peces de plàstic de forma octogonal subministrades amb el motor. A continuació es col·loca el tub octogonal d'alumini sobre el motor de persiana. D'aquesta forma s'uneixen les peces de plàstic corresponents a les parts descrites. En una banda del tub octogonal hi ha l'estator del motor i en l'altre sobresurt el tub respecte el final del motor. En la part que sobresurt es col·loca la tapa del tub octogonal i es cargola amb cargols M3 de cap pla. Anteriorment, en el centre de la tapa, s'ha col·locat l'eix del pinyó fixat amb un passador de diàmetre 3mm.



Figura 54: Vista motor dintre el tub octagonal



Figura 55: Vista tapa tub octogonal amb l'eix

El següent pas és encapsular el conjunt anterior dintre el tub d'alumini encarregat d'unir els dos braços del mecanisme elevador. Es col·loca el conjunt en el centre del tub i es fa sortir el cable elèctric del motor per el forat del tub. Seguidament es cargola un dels dos anells que aniran a cada extrem del tub d'alumini, concretament el de l'esquerra.

Aquest es l'encarregat de fixar l'estator del motor. Per muntar l'anell s'utilitzen cargols avellanats M5. Una vegada fixat l'anell, es fa acostar l'estator del motor a l'anell, empenyent-lo per l'altre costat, i es fixa amb els quatre visos subministrats amb el motor. Els visos es col·loquen en els forats de l'anell que es trobin alineats amb els forats que ja porta l'estator del motor preparats.



Figura 56: Vista anell amb l'estator del motor fixat

Després de fixar el motor ja es pot col·locar l'anell corresponent a la part dreta del tub d'alumini i fixar-lo amb els cargols avellanats M5. A l'eix que sobresurt per la part dreta, es col·loca la volandera de PVC que actuarà de separador entre les parts metàl·liques. Per finalitzar el conjunt es munten els dos braços del mecanisme elevador. El de l'esquerra únicament cal cargolar-lo amb cargols avellanats M5 amb l'anell del tub d'alumini corresponent. El braç de la dreta, que porta en el centre un rodament, és necessari encaixar-lo amb l'eix que sobresurt i cargolar-lo com l'anterior.



Figura 57: Vista superior mecanisme inclinable

Una vegada els braços ja fixats, es pot muntar el pinyó dentat en l'eix i fixar-lo amb el passador de diàmetre 3mm.



Figura 58: Vista pinyó

Per finalitzar la part corresponent al mecanisme elevador, es munten els eixos corresponents a les rodes a la part davantera dels braços. Els eixos s'encaixen per la part interior del conjunt i tenen un sobre gruix que impedeix que surtin. Per la part exterior es fixen amb cargols M4 i una volandera i per la part interior es col·loquen les rodes, dues volanderes M12 sobre l'eix, una a cada banda, i es fixa amb un altre cargol M4 i una volandera per evitar que la roda surti.



Figura 59: Vista superior mecanisme elevador

#### **MUNTATGE DEL CONJUNT:**

Per el muntatge final del banc de corrns és necessari començar per unir el mecanisme elevador amb el mecanisme inclinable. Primer de tot és necessari col·locar els dos casquets de coure als forats on anirà l'eix de gir del mecanisme elevador. Posteriorment



és necessari agafar els conjunts de cada banda del banc, formats per el suport del corró davanter cargolat amb la placa que té soldat l'eix del mecanisme elevador, i col·locar els eixos dintre els casquets dels forats dels braços del mecanisme elevador. El suport amb l'eix de major longitud correspon a la dreta del banc, la banda on hi ha el sector dentat. Finalment és necessari col·locar el corró davanter dintre les guies de cada bloc de suport i entrar tot el conjunt de tal forma que encaixi entre les plaques d'acer inoxidable del mecanisme inclinable. Cal entrar-lo suaument i de forma completament horitzontal. El joc entre els blocs del corró i l'eix i les plaques superior i inferior de cada banda del mecanisme inclinable és molt petit, ja que el conjunt, una vegada cargolat, ha de quedar el més rígid possible. Cal entrar el conjunt fins que coincideixin els forats de les plaques amb els que hi ha als blocs de suport del corró davanter i, al mateix temps, procurar que el pinyó queda perfectament engranat amb el sector dentat. Una vegada muntat tot el seu lloc és fixaran els blocs a les plaques amb cargols M6, dos a la part superior i dos a la part inferior a cada banda del banc.

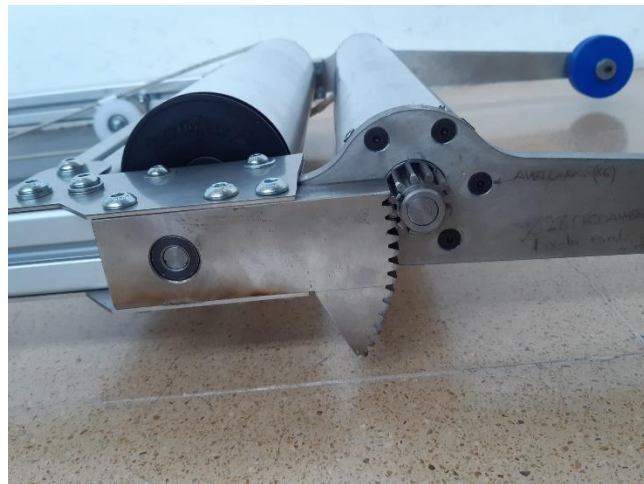
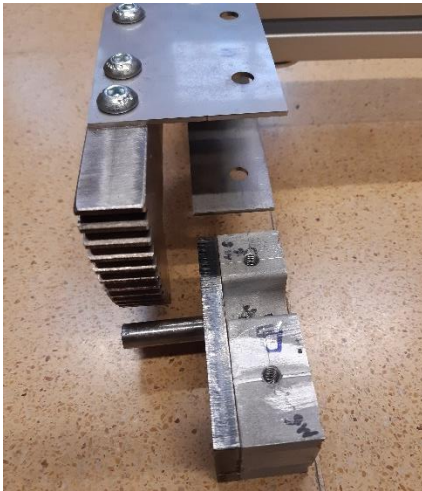


Figura 60: Vista del sector dentat i el bloc de recolzament del corró amb l'eix

Figura 61: Vista del sector dentat engranat amb el pinyó

A continuació cal unir el conjunt del mecanisme inclinable i el mecanisme elevador amb la bancada fixa. Per muntar aquesta part únicament és necessari col·locar els dos casquets de coure als forats on anirà l'eix a cada braç del mecanisme elevador i encaixar-los amb els eixos de les plaques laterals de la bancada fixa. Serà necessària afluixar els cargols d'un dels dos braços per tal que sigui possible encaixar els eixos.



Figura 62: Banc complet

Una vegada unides totes les parts del banc, cal completar el muntatge del fre. Cal cargolar el conjunt soldat entre l'angle que actua de braç i l'angle que té unit el ressort al braç de l'esquerra del mecanisme elevador utilitzat dos cargols avellanats M6. Aquesta part ha de quedar completament rígida respecte el braç, ja que serà el conjunt encarregat de modificar la longitud del ressort, del qual, la força que s'obté actua sobre el braç de palanca de la pastilla del fre. Finalment és necessari muntar el ressort entre el braç inferior i el braç de palanca superior. En el braç de palanca anirà unit a un cargol amb un forat que té el diàmetre d'espira i permetrà regular la tensió. Per la part inferior el ressort es "cargolarà" entre dos forats, de diàmetre igual a l'espira, que permetran regular el nombre d'espores que actuen, és a dir, modificar la constant elàstica.

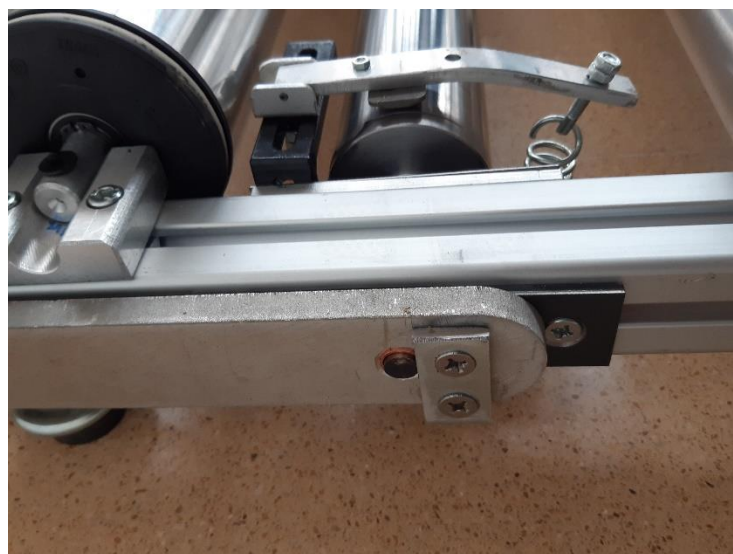


Figura 63: Vista fre

Per acabar el muntatge de tot el banc únicament és necessari muntar la corretja de policord entre totes les politges tensores i el corro davanter i el de la dreta de la bancada fixa. Serà necessari assegurar-se de la correcta alineació de totes les politges tensores amb les guies dels dos corrons.



Figura 64: Vista del banc amb una bicicleta

## 9.2 Realització de proves

La part del banc en que és necessari assegurar-se del seu correcte funcionament és el motor ja que, una vegada muntat el conjunt, qualsevol actuació requerirà desmuntar de nou tot el mecanisme elevador. La resta de parts es troben visibles i la seva regulació és més simple de realitzar.

Es recomanable comprovar el funcionament del motor en els següents casos:

- Abans de muntar qualsevol element sobre ell, és a dir, just quan es treu de l'embalatge amb que es subministra.
- Una vegada s'insereix el motor amb el tub octagonal dintre el tub d'alumini que uneix els dos braços. Es necessari comprovar que gira de forma fluida i sense fregament dintre el tub d'alumini.
- Una vegada es munta tot el mecanisme elevador. En aquest cas serà necessari comprovar que el pinyó gira i no es produeixen fregaments en cap zona.



- Després d'unir el mecanisme elevador i el mecanisme inclinable. Serà necessari assegurar-se que les dues parts es troben correctament unides i el pinyó es troba ben engranat amb el sector dentat. En aquest punt ja es podrà comprovar la inclinació del banc i és podran regular els finals de cursa.
- Finalment es tornarà a comprovar el funcionament una vegada estigui muntat tot el banc.



Figura 65: Prova mecanisme elevador (pla)



Figura 66: Prova mecanisme elevador (inclinat)

La resta de parts a comprovar son les següents:

- Assegurar-se que les rodes de recolzament amb el terra del mecanisme elevador giren correctament respecte el seu eix.
- Comprovar que totes les poltges tensores giren de forma fluida i no freguen amb cap part del banc.
- Que la tensió del la corretja dentada sigui l'adequada. Serà necessari comprovar els seu funcionament girant el corro posterior de forma manual. D'aquest forma també es comprova que l'eix del corró d'inèrcia gira de forma correcta respecte els rodaments.
- Pel que fa al fre, quan el banc es troba completament horitzontal, no ha d'actuar.

- Serà necessari girar manualment el corró posterior de la dreta i assegurar-se que la corretja de policord es torba suficient tensada i transmet el moviment al corró davanter, a més de comprovar que no te fregament amb cap part metàl·lica.

Abans de posar el banc en funcionament cal comprovar que totes les barres d'alumini extrudit de la bancada que actuen de travessers es troben a 90 graus dels perfils longitudinal, ja que sinó podria afectar a l'estabilitat del sistema. La part més crítica son els braços que uneixen el mecanisme inclinable amb la bancada fixa, com que es tracta d'una part modificable que actua sobre la longitud total del banc, es necessari que la longitud dels dos braços, respecte la bancada fixa, sigui la mateixa per cada banda.



Figura 67: Vista del banc inclinat amb una bicicleta

### 9.3. Prova de pesos

Una vegada comprovat el correcte funcionament del mecanisme elevador amb el banc totalment muntat i havent seguit tots els passos de les comprovacions necessàries abans de la posada en funcionament, és necessari efectuar una prova de pesos abans de provar-lo amb la bicicleta i el ciclista.

Seguint les reaccions calculades que actuen sobre cada element, és col·loquen un conjunt de pesos, de forma progressiva, sobre el mecanisme elevador.

Aproximadament, per un ciclista d'uns 80 kg, es col·loquen fins a 30 kg. D'aquesta forma es comprova que el sistema segueix funcionant correctament amb una càrrega aplicada. En aquesta part, com que és el motor el que ha d'aguantar un augment del parell, és necessari comprovar si funciona.

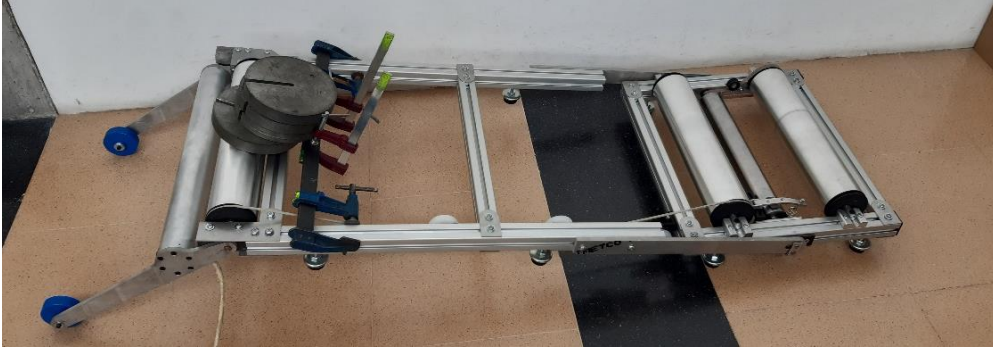


Figura 68: Prova de pesos

La resta d'elements, com els corròns de darrere, es troben recolzats sobre les barres i aquestes sobre el terra amb els peus de goma, per tant, no és necessari comprovar el sistema, ja que si s'ha muntat el banc de forma correcta aguanten perfectament les reaccions.

Finalment s'ha comprovat el funcionament del banc amb el ciclista i la bicicleta. S'han efectuat proves de funcionament per tal de comprovar la resposta del motor i l'elevació del banc.



Figura 68. Realitzant proves de funcionament del banc

## **10. RESUM DE CARACTERÍSTIQUES**

Càrrega màxima admissible pel banc de corrons: 100kg

Angle màxim d'inclinació: 12°

Dimensions del banc de corrons: 1750 x 574 mm

Mínima i màxima longitud del banc: 1710 mm / 1800 mm

Mínima i màxima separació dels corrons de la bancada fixa: 240 mm / 285 mm

## **11. RESUM DEL PRESSUPOST**

El preu total de fabricació i muntatge del banc de corrons és de MIL DOS CENTS VUIT AMB SEIXANTA-TRES CÈNTIMS (1.208,63€).



## 12. CONCLUSIONS

L'objecte d'aquest projecte era dissenyar i construir un banc de corrns per bicicletes amb simulació de pujades. El projecte ha estat dissenyat segons els especificacions establertes pel departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial.

Una de les condicions era que el banc estes preparat per funcionar amb bicicletes de muntanya, es a dir, que fos capaç d'entregar el pendent habitual de les pistes per on circulen i, a més, simular la conducció real.

Els projectes anteriors han servit per avaluar els aspectes acceptables o a corregir de cadascun dels dissenys. El projecte del banc amb simulació de pujades s'ha utilitzat com a base per no repetir els mateixos errors de disseny i per partir d'una base alhora de dissenyar el mecanisme capaç d'inclinar el banc.

Per tal de simular les condicions reals d'una pujada, en el banc s'hi ha incorporat un mecanisme que aporta inèrcia al sistema i un mecanisme de fre que actua proporcionalment segons el grau d'inclinació.

Per assolir els 12º d'inclinació requerits s'ha hagut de dimensionar múltiples vegades el mecanisme elevador per tal de trobar la millor solució, tenint en compte el parell del motor, la força sobre les dents del pinyó i les reaccions del braços amb el terra i l'articulació.

El muntatge del banc s'ha realitzat correctament. Han sorgit alguns problemes alhora de col·locar el motor, amb el tub octagonal, dintre el tub d'acer que uneix els braços i aconseguir que giri de forma fluida.

Realitzant proves, s'ha comprovat que el sistema és capaç d'elevant-se amb un ciclista pedalant.

Pau Feixas Geli

Dilluns, 10 de gener de 2022

### **13. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

#### DOCUMENT N°1: MEMÒRIA I ANNEXOS

- MEMÒRIA
- ANNEXOS
  - o A- Càlculs
  - o B- Determinació experimental del coeficient de frec
  - o C- Característiques tècniques dels elements comercials
  - o D- Manual d'us del banc

#### DOCUMENT N°2: PLÀNOLS

#### DOCUMENT N°3: PLEC DE CONDICIONS

#### DOCUMENT N°4: ESTAT D'AMIDAMNETS

#### DOCUMENT N°5: PRESSUPOST

- o Annex de pressupost: Cost de redacció del projecte

# ANNEX A: CÀLCULS

## A1. DETERMINACIÓ DE LA INCLINACIÓ DEL BANC

Per realitzar el càlcul de la màxima inclinació que pot assolir el banc es parteixen de les mides entre punts d'articulació.

La longitud des del centre del sector dentat fins a la roda de suport és fixa, ja que correspon a la longitud del braç de suport del mecanisme elevador.

En canvi, la longitud des de l'articulació de la bancada fixa, fins al centre del corró davanter, al correspondre a la distància entre eixos de la bici utilitzada, pot ser variable. Per aquest cas i la resta de càlculs s'utilitzarà la mida d'una bicicleta estàndard d'adult, 1120mm.

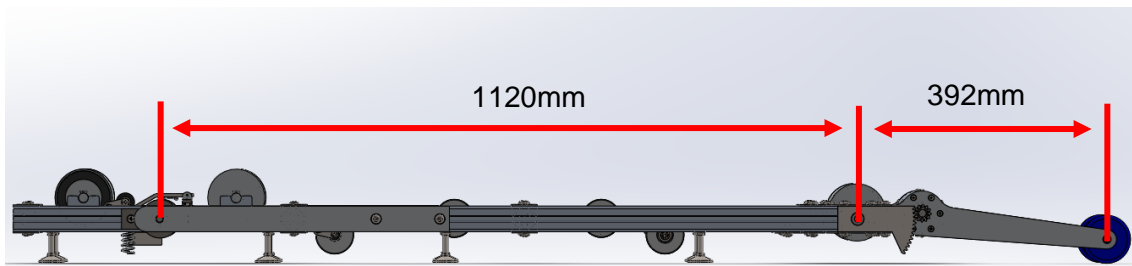


Figura A.1: Vista frontal del banc amb mides

Per conèixer l'alçada que s'eleva el corró davanter respecte el terra és necessari conèixer el recorregut del pinyó respecte el sector dentat.

Guardant una dent de marge, tant per el límit superior com inferior, el recorregut efectuat per el pinyó respecte el centre del sector dentat és de 38°.

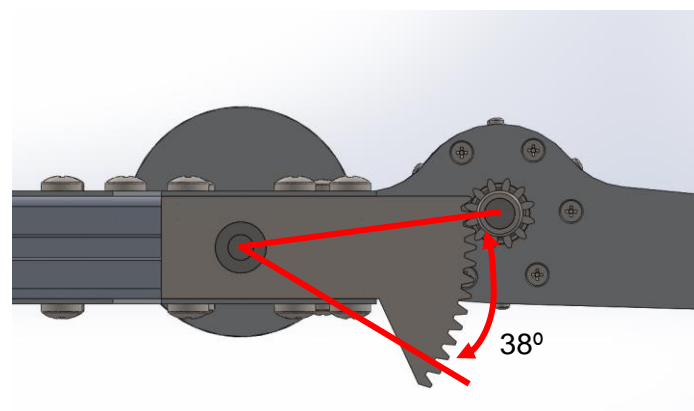


Figura A.2: Recorregut del pinyó respecte el centre del sector dentat

Considerant l'angle es calcula l'alçada que s'eleva el corró davanter.

$$\sin(\alpha) = \frac{h}{l}$$

Dades:

- $\alpha = 38^\circ$
- $l = 392 \text{ mm}$

L'alçada que s'eleva el punt d'articulació, respecte el terra, és de 241,34mm.

Seguidament es calcula l'angle d'inclinació del mecanisme inclinable respecte l'horitzontal.

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{l}$$

Dades:

- $h = 241,34\text{mm}$
- $l = 1120\text{mm}$

L'angle màxim al que es pot elevar el mecanisme inclinable son  $12^\circ$ .

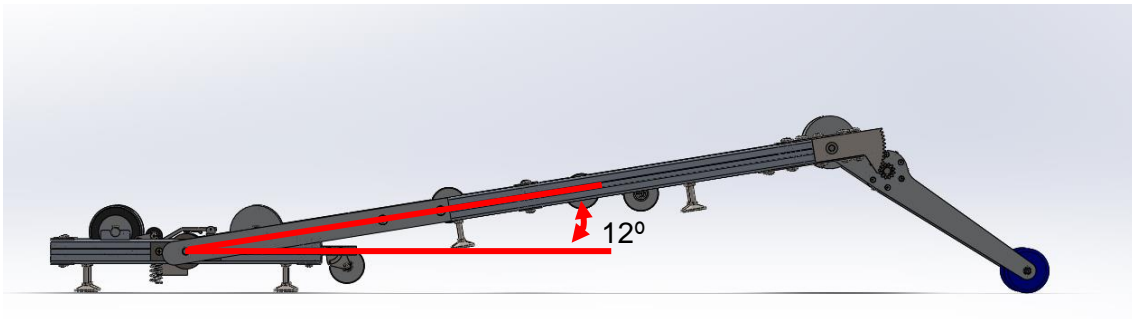


Figura A.3: Angle d'elevació del banc

En les carreteres, el pendent mesurat són els metres que es puja verticalment per cada 100m que s'avança en sentit horitzontal.

A continuació es calcula l'alçada que s'assoleix en un recorregut de 100m i una inclinació de  $12^\circ$ .

Utilitzant la formula anterior del sinus i substituint les dades següents:

Dades:

- $\alpha = 12^\circ$
- $l = 100 \text{ m}$

S'obté un pendent aproximat del 20%

## A2. DISTRIBUCIÓ DE MASSES

Per calcular les reaccions del conjunt bicicleta-ciclista sobre el banc de corrns ha estat necessari distribuir les masses sobre els diversos punts de recolzament del ciclista sobre la bicicleta.

S'ha considerat una bicicleta amb una massa de 20kg i un ciclista adult amb una massa de 80kg.

A continuació es mostra una imatge amb les masses repartides sobre els diferents punts de la bicicleta i les reaccions d'aquesta amb els punts de recolzament del banc de corrns.

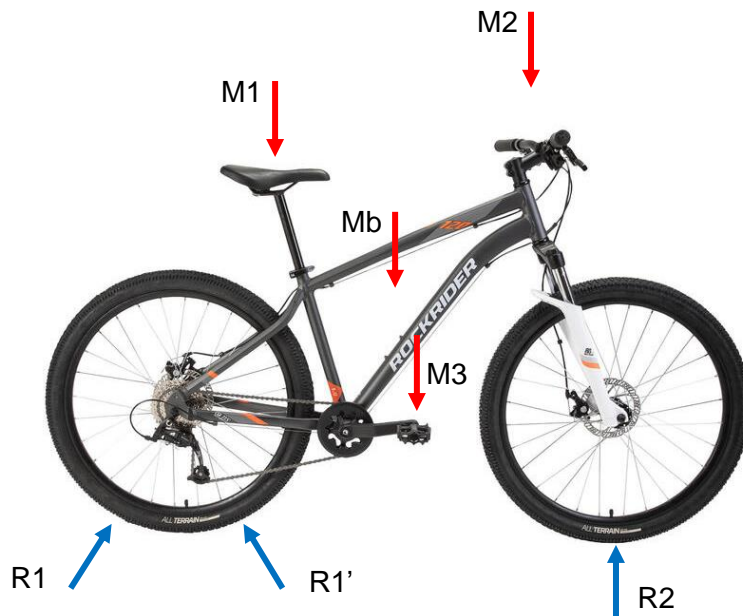


Figura A.4: Distribució de masses sobre la bicicleta

Les diverses masses repartides corresponen a:

M1 (massa del ciclista sobre el seient) = 48kg (equival a un 60% de la massa del ciclista)

M2 (massa del ciclista sobre el manillar) = 8kg (equival a un 10% de la massa del ciclista)

M3 (massa del ciclista sobre els pedals) = 24kg (equival a un 30% de la massa del ciclista)

Mb (massa de la bicicleta) = 20kg

De forma esquemàtica es consideren les següents longituds:

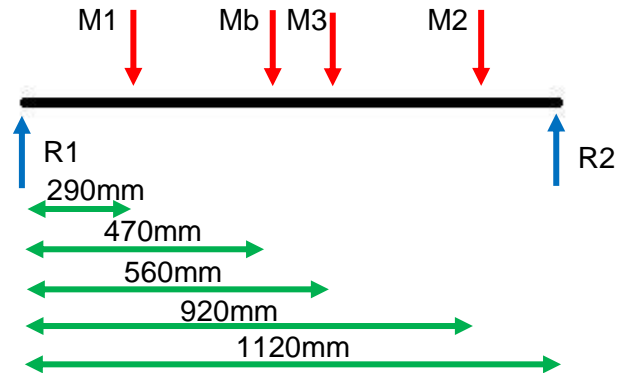


Figura A.5: Distància distribució de masses

Per el càlcul de les reaccions de les diverses masses s'ha aplicat un sumatori de moments respecte R1 i un sumatori de forces verticals.

Tenint en compte que l'eix de la roda de darrere es situa centrat entre els dos corrns posteriors, la reacció R1 es distribueix de forma equivalent entre els dos punts de recolzament.

Considerant la longitud menor com L1 i la superior com L5:

$$\sum MR1 = 0$$

$$R2 \cdot L5 = (M1 \cdot L1 + Mb \cdot L2 + M3 \cdot L3 + M2 \cdot L4) \cdot 9,81$$

$$\sum Fy = 0$$

$$R1 + R2 = (M1 + Mb + M3 + M2) \cdot 9,8$$

Calculant s'obté un valor de R2 de 386,4N i un valor de R1 de 594,5N.

### A3. REACCIONS DEL BANC AMB EL TERRA

A la bancada fixa, on es recolza la roda de darrera, les reaccions entre la bicicleta i els corròns es distribueixen entre els quatre peus de goma recolzats sobre el terra. Es una zona on les reaccions son poc importants, ja que es tracta d'una bancada rígida amb una gran estabilitat.

La part corresponent al mecanisme inclinable i el mecanisme elevador, quan el banc es troba completament horitzontal, disposa de vuit punts de recolzament. Dos corresponents als punts d'articulació amb la bancada fixa, quatre peus de goma distribuïts sota els perfils d'alumini i les dues rodes del mecanisme elevador.

Per el càlcul de les reaccions d'aquesta última part, cal considerar l'instant en que es comença a inclinar i els quatre peus de goma perden el contacte amb el terra. Es calculen les reaccions que hauran de suportar les rodes davanteres i les articulacions amb la bancada fixa. Com que el banc es completament simètric el càlcul es realitza en el pla.

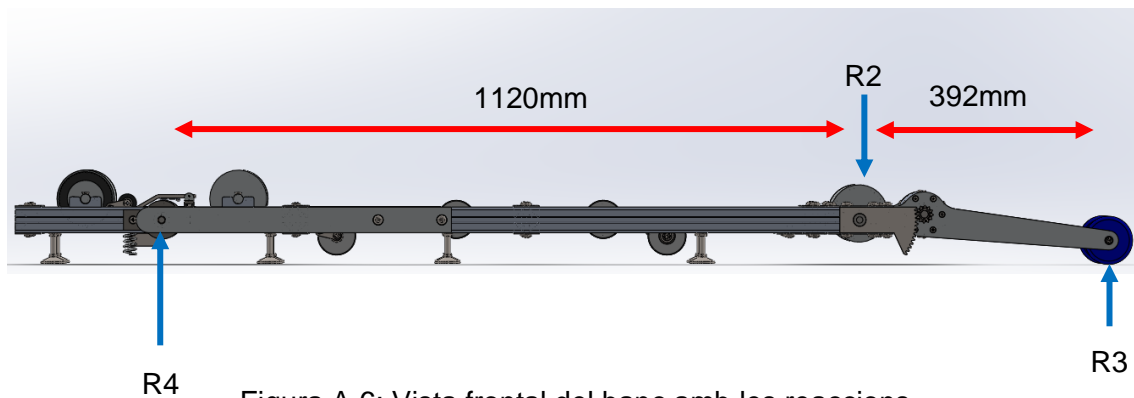


Figura A.6: Vista frontal del banc amb les reaccions

S'aplica un sumatori de moments respecte l'articulació de darrere i seguidament un sumatori de forces.

Dades:

- $R2 = 386,4\text{N}$

$$\sum MR4 = 0$$

$$R2 \cdot 1120 = R3 \cdot 1512$$



$$\sum Fy = 0$$

$$R3 + R4 = R1$$

Calculant s'obté un valor de R3 de 286,2N i un valor de R4 de 100N.

Considerant que la bicicleta no sempre es troba centrada sobre els corrns, en el pitjor dels casos, el valor de les reaccions sobre una roda i sobre un dels eixos posteriors seran les obtingudes. El valor de R3 trobat s'utilitzarà per el càlcul del pinyó.

#### A4. FORÇA I PARELL SOBRE EL PINYÓ

El pinyó és l'element encarregat de transmetre el parell efectiu del motor i d'inclinar tot el banc de corrons. Ha de ser capaç de contrarestar les reaccions de les rodes amb el terra per tal d'elevat el sistema.

A continuació calcula la força sobre les dents del pinyó i les reaccions del punt d'articulació del mecanisme elevador amb el mecanisme inclinable.

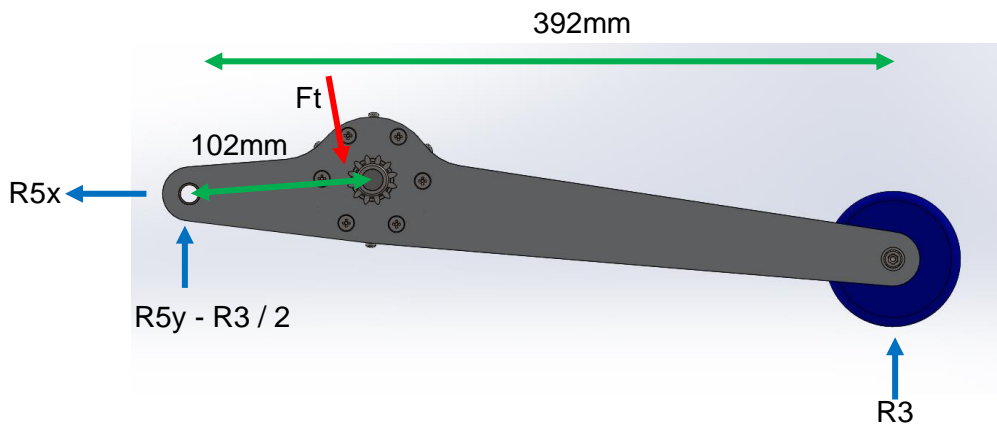


Figura A.7: Vista frontal de mecanisme elevador amb les reaccions

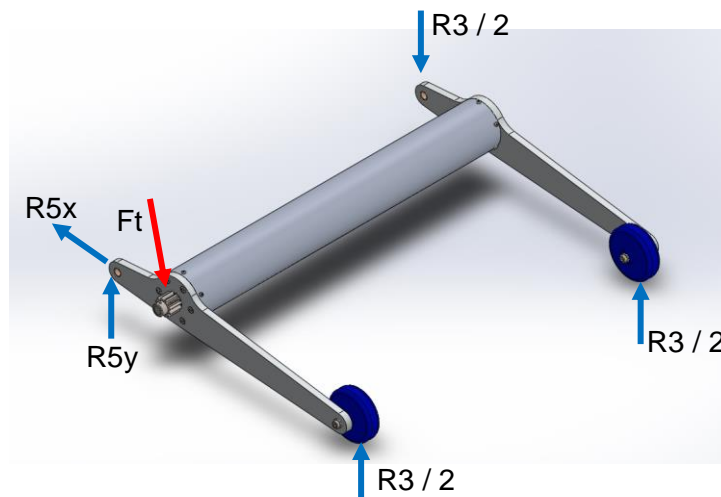


Figura A.8: Reaccions del mecanisme elevador

Coneixent la reacció  $R_3$  i els radis primitius del sector dentat (90mm) i el pinyó (12mm), s'aplica un sumatori de moments respecte  $R_5$ .

Dades:

$$- R3 = 286,2\text{N}$$

$$\sum MR5 = 0$$

$$Ft \cdot 102 = R3 \cdot 392$$

S'obté que el pinyó haurà suportar una força de 1100N per elevar el banc de corrons.

Per el càlcul de les reaccions a l'articulació, primer es necessari trobar l'angle que forma amb l'horitzontal la línia que passa pels centres de l'articulació i el pinyó. Coneixent que la distancia vertical és de 10mm:

$$\sin(\alpha) = \frac{h}{l}$$

Dades:

$$- h = 12 \text{ mm}$$

$$- l = 102 \text{ mm}$$

S'obté un angle de 5,6°.

A continuació s'aplica sumatori de forces verticals i horitzontals.

$$\sum Fx = 0$$

$$R5x = Ft \cdot \sin(\alpha)$$

$$\sum Fy = 0$$

$$R5y - \frac{R3}{2} + R3 = Ft \cdot \cos(\alpha)$$

Realitzant el càlcul s'obté un valor de  $R5x$  107,4N de  $i$  i un valor de  $R5y$  de 665,4N.

El motor comercial de persiana que entrega el menor parell és de 18N·m.

A continuació és calcula el parell mínim que serà necessari que proporcioni el motor per tal d'inclinar el banc

$$M = Ft \cdot rp$$

Dades:

- $Dp$  pinyó = 24mm
- $Ft = 1100N$

S'obté un parell de 13,2N·m. El motor és capaç de proporcionar el parell trobat.

## A5. RUPTURA DE LES DENTS DEL PINYÓ

Per comprovar que el pinyó escollit no trenca amb la força sobre la dent a suportar es realitza el càlcul del coeficient de seguretat.

Dades:

- $Z = 12$  dents
- $M$  (mòdul) = 2
- $D_p = 24$  mm
- $b = 20$  mm
- $n = 17$  rpm
- $F_t = 1100$  N
- $K_a = 1$
- $K_s = 1$
- $K_m = 1,6$
- $J_1 = 0,21$
- $St = 235$  MPa
- $Y_N = 1,6$
- $K_T = 1$
- $K_R = 1$
- $N_1 = 100$

Aplicant:

$$w_1 = n \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$v = \frac{w_1 \cdot D_p}{2000}$$

$$K_v = \frac{6.1 + V}{6.1}$$

$$\sigma = F_t \cdot K_v \cdot K_a \cdot \frac{K_s}{b \cdot m t} \cdot \frac{K_m}{J}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{St \cdot Y_n}{K_T \cdot K_R}$$

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma}$$

S'obté un coeficient de seguretat de 1,78.

En el cas desfavorable que el pinyó quedés travat rebria una força corresponent al parell màxim del motor.

Es calcula la força sobre la dent amb un parell de 18N·m.

Dades:

$D_p = 24\text{mm}$

$$F_t = \frac{T}{r_p}$$

S'obté una força sobre la dent de 1500N. Si es substitueix aquest valor a les equacions anteriors s'obté un coeficient de seguretat de 1,3. El pinyó no trenca.

## A6. RESISTÈNCIA DE L'EIX I DEL PASSADOR DEL PINYÓ

Per el càlcul de la resistència del passador i de l'eix es considerarà el cas més desfavorable, és a dir, amb el parell màxim que és capaç d'oferir el motor.

En l'apartat corresponent al càlcul de la resistència de les dents del pinyó, s'ha comprovat que el pinyó no trenca encara que rebí el màxim parell. Per el funcionament del sistema, interessa que el primer element a trencar sigui el passador, ja que és un element fàcil de substituir. Per tant, és el que ha de tenir menor coeficient de seguretat.

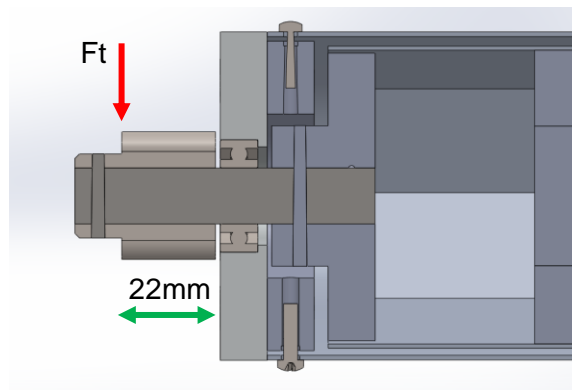


Figura A.9: Secció pinyó

Primer és calcula la resistència de l'eix.

Dades:

$$F_t = 1500 \text{ N}$$

$$T = 18 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$D_{\text{eix}} = 12 \text{ mm}$$

$$L = 22 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{adm eix}} = 275 \text{ MPa}$$

Càlcul de la tensió provocada pel moment flector:

$$M = F_t \cdot l$$

$$\sigma(M) = \frac{M \cdot 32}{\pi \cdot d^3}$$

S'obté una tensió de 194,5 MPa.

Càlcul de la tensió provocada pel moment torçor:

$$\sigma(T) = \frac{16 \cdot T \cdot D}{\pi \cdot D^4}$$

S'obté una tensió de 53 MPa.

En els dos casos l'eix aguanta perfectament, ja que el valor és inferior al límit elàstic.

Finalment es calcula la resistència del passador.

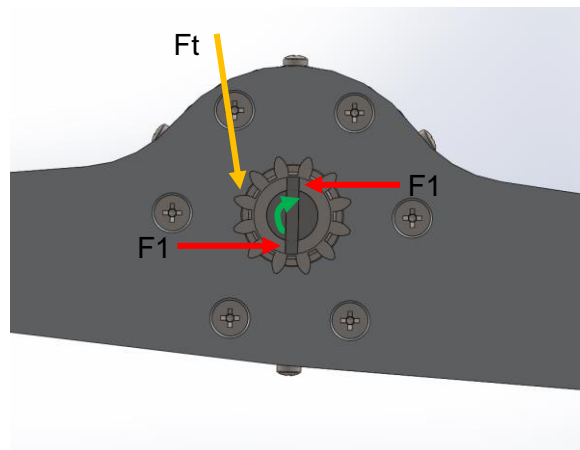


Figura A.10: Secció passador

Quan l'eix del motor giri el passador serà l'element encarregat de transmetre el moviment al pinyó i aquest inclinar el banc.

El passador rep una força a tallant que es divideix en dues forces iguals i depèn del diàmetre de l'eix.

Càlcul de la força F1:

Dades:

$$F_t = 1500 \text{ N}$$

$$T = 1800 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$D_p = 24 \text{ mm}$$

$$D_{\text{eix}} = 12 \text{ mm}$$

$$F_1 = \frac{T}{2 \cdot r_{\text{eix}}}$$



Calculant s'obté una F1 de 1500N.

Finalment es calcula l'àrea del passador i el tallant.

Dades:

D passador = 3mm

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$V = \frac{F}{A}$$

Calculant s'obté una àrea de 7.06 mm<sup>2</sup> i un tallant de 212 MPa. Per obtenir el funcionament especificat al principi serà necessari col·locar un passador d'acer amb un límit elàstic de 235 MPa. D'aquesta forma el coeficient de seguretat serà de 1,1, inferior a l'obtingut en el càlcul a ruptura de les dents del pinyó.

## A7. DIMENSIONS DEL CORRÓ D'INÈRCIA

Com ja s'ha explicat en l'apartat corresponent en la memòria, el banc inclourà un corró d'inèrcia, unit a un dels corròs de la part posterior, per tal de simular el comportament real d'una bicicleta.

Representant el funcionament d'una bicicleta, es pot determinar que la velocitat no és del tot constant, sinó que en el moment de la pedalada augmenta i en el moment que no es realitza cap parell efectiu sobre els pedals disminueix.

Plasmat gràficament quedaria així:

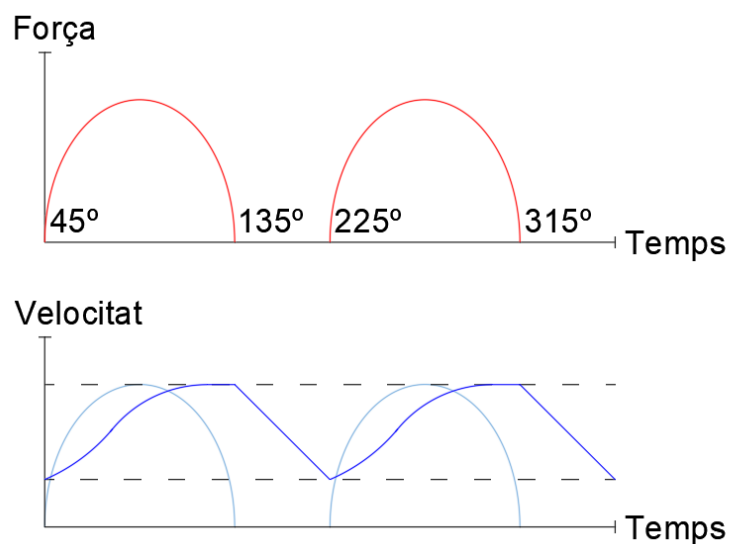


Figura A.11: Gràfic força i velocitat bicicleta respecte el temps i la posició dels pedals.

La línia vermella mostra la força efectuada sobre els pedals que genera un parell. La línia blau cel mostra el comportament de la velocitat de la roda en cas de no utilitzar un sistema d'aportació d'inèrcia. La línia blau fosc mostra el comportament d'una bicicleta en una conducció real, la velocitat mai arriba a 0.

Per simplificar es pot suposar que en tot moment es manté una velocitat aproximada de 0,7 vegades la velocitat màxima.

Si s'observa el mode de funcionament d'uns pedals, únicament es realitza un parell efectiu aproximadament d'uns 180° per cada volta completa de 360°.

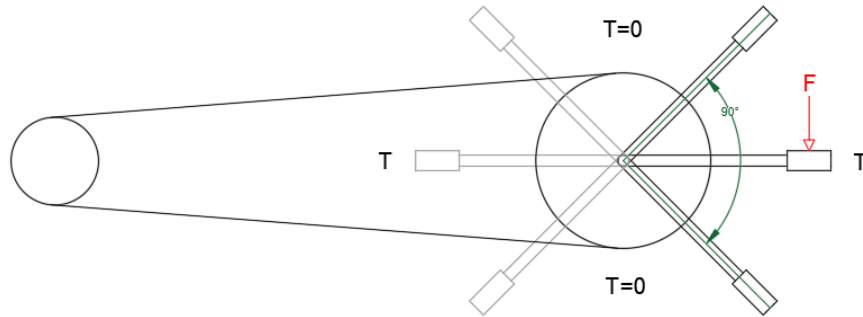


Figura A.12: Esquema força sobre el pedal de la bicicleta

Per realitzar els càlculs i obtenir la mida aproximada del corró d'inèrcia es treballarà amb energies.

Cal tenir en compte que en tot moment es calcularà un corró d'inèrcia per una bicicleta model amb un ciclista amb una massa concreta. A la realitat no és així, però en tot moment s'utilitzaran els valors més comuns, els que en la majoria de vegades haurà de treballar el banc de corròs.

### A.7.1 Càlcul de l'energia necessària a emmagatzemar

Inicialment cal plantejar les dades que coneixem del conjunt. Es suposarà una massa de treball del conjunt ciclista – bicicleta de 90 kg. Per realitzar els càlculs de resistència mecànica dels elements s'han suposat 100 kg, tot i que una cosa és la resistència que és capaç d'oferir l'aparell en un cas puntual i l'altre és el funcionament del corró d'inèrcia. En un hipotètic cas en que el banc hagués de suportar la màxima càrrega, el corro no seria un impediment pel correcte funcionament.

En el cas del pendent, es suposa una inclinació del mecanisme elevador de  $10^\circ$ , una possible inclinació de treball habitual del banc.

Amb aquestes dades, i tenint en compte una mida de la biela del pedal de 170mm es calcula:

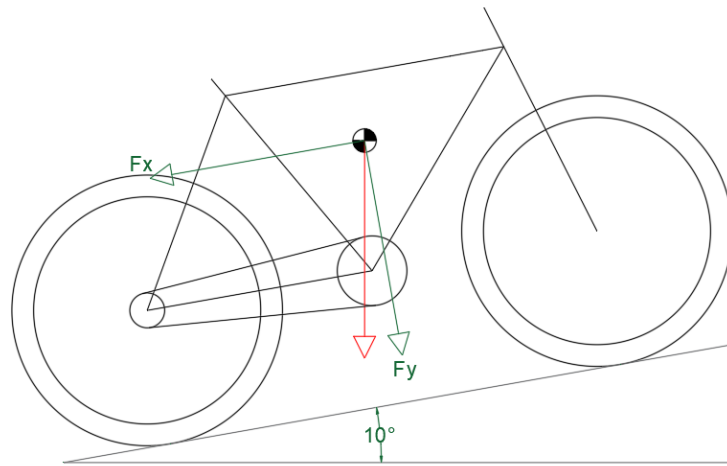


Figura A.13: Diagrama de forces sobre la bicicleta

Dades:

- $M = 90 \text{ kg}$
- $\alpha = 10^\circ$

$$F_x = M \times 9,81 \times \sin \alpha$$

S'obté una força de 153,13 N.

En una pujada, com més pronunciat sigui el pendent, la relació de transmissió plat – pinyó serà petita, és a dir, es buscarà realitzar poca força de pedalada a canvi d'avançar una menor distància. Això es tradueix en utilitzar el plat de menors dimensions i el pinyó de majors dimensions. En nombre de dents, considerant els més comuns del mercat, es suposa un plat de 39 dents i un pinyó de 23.

Per tant, la relació de transmissió serà de  $39 / 23 = 0,589$

Tenint en compte un radi de les rodes de la bicicleta de 0,311 m, es procedeix a realitzar el càlcul de la força mínima necessària per fer avançar la bicicleta i de l'energia acumulada en cada volta completa del plat.

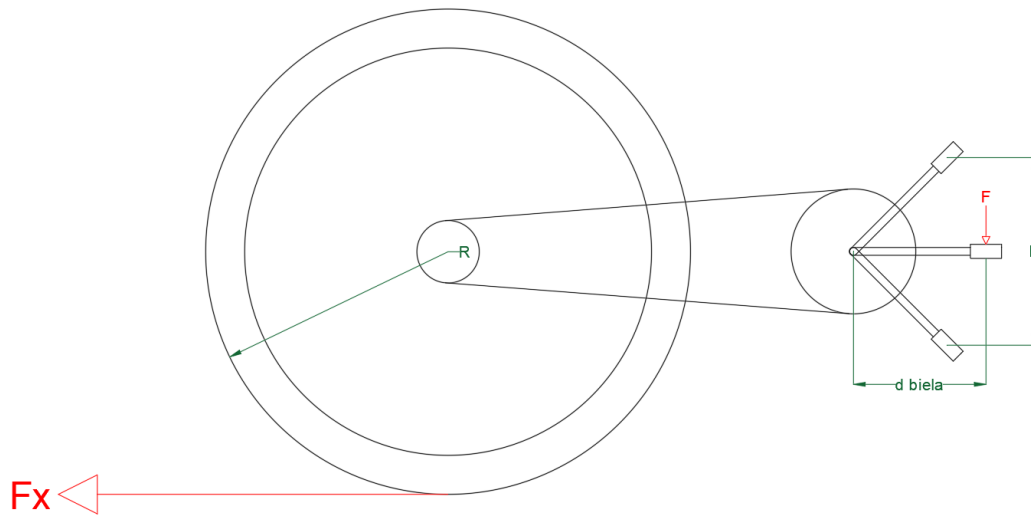


Figura A.14: Gràfic de la força sobre el pedal i de la roda amb el terra

Dades:

- $d \text{ biela} = 170 \text{ mm}$
- $F_x = 153,13 \text{ N}$
- $\text{Radi roda} = 311 \text{ mm}$
- $\text{Rel. transmissió} = 0,589$

$$F \times d \text{ biela} = F_x \times \text{radi roda} \times \text{rel. transmissió}$$

Calculant s'obté una força  $F$  necessària en el pedal de 165,19N.

A continuació es calcula l'alçada  $h$  en que la força aplicada al pedal ofereix un parell de treball efectiu.

Dades:

- $\alpha = 45^\circ$ .
- $d \text{ biela} = 170 \text{ mm}$

$$h = 2 \times d \text{ biela} \times \sin \alpha$$

S'obté una alçada  $h$  de 0,240m.

Ara és pot calcular l'energia potencial corresponent a 1/4 de volta.

Dades:

- $F = 165,19\text{N}$
- $h = 0,240\text{ m}$

$$E = h \times F$$

L'energia és de 39,65J.

Per cada volta de 360°, 2/4 de volta, corresponen a energia acumulada. Per tant, l'energia total acumulada és de 79,3 J.

Considerant que en tot moment es manté una velocitat constant corresponent al 0,7 de la màxima, aplicant la formula de l'energia cinètica s'obté que l'energia mínima necessària correspon al  $(0,7)^2$  de l'energia total generada per cada 360°.

Per tant, l'energia necessària a emmagatzemar perquè permeti mantenir la velocitat constant correspon al 0,49 de l'energia total acumulada.

E emmagatzemada necessària = 38,58J

### **A.7.2 Càlcul de l'energia a oferir per part del corró d'inèrcia**

A continuació és calcula la mida mínima necessària del corró d'inèrcia per tal que sigui capaç d'aportar, com a mínim, la quantitat d'energia necessària a emmagatzemar calculada.

Es parteix de les mides conegudes que es vol que tingui el corró per integrar-lo en el conjunt del banc. Pels càlculs en tindrà en compte les possibles relacions de transmissió del corró d'inèrcia amb el corró posterior del banc.

Les dades conegudes són:

Ø Diàmetre corró = 60 mm

e Gruix tub = 4 mm

L longitud corró = 390 mm

p densitat acer = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Inicialment es calcula la massa total del tub d'acer que conformarà el corró d'inèrcia:

$$M = (\pi \times r_{ext}^2) - (\pi \times d_{int}^2) \times p_{acer} \times L$$

La massa és de 2,15 kg.

A continuació es suposa una velocitat mitjana de la bicicleta d'uns 10 km/h. S'ha tingut en compte que el mecanisme elevador es troba aixecat 10°. Es una velocitat habitual per aquest tipus de pendents.

La velocitat en m/s és de 2,77m/s.

El diàmetre exterior de la roda dentada per on s'engranarà la corretja de transmissió amb el corró d'inèrcia és d'aproximadament 90mm. .

Per tant la única dada variable per aconseguir l'energia necessària és la mida de la roda unida a l'eix del corró d'inèrcia. Es partirà dels diàmetres comercials existents.

Es important tenir en compte que sobre el banc de corròs la roda de la bicicleta únicament rota. A la realitat hi ha un moviment de rodament (rotació + translació).

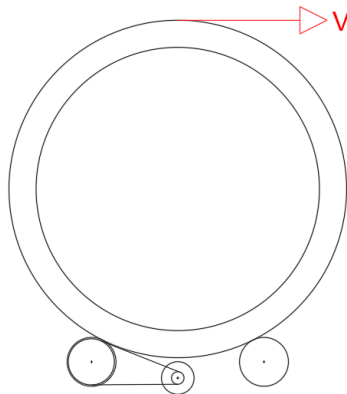


Figura A15: Esquema del la transmissió de la inèrcia i la velocitat de la roda

Tenint en compte les següents formules es procedeix a calcular l'energia.

Dades:

- V roda = 2,77 m/s
- Diàmetre corró = 90 mm
- Diàmetre inèrcia = 60 mm
- Massa inèrcia = 2,15 kg

$$V_{inèrcia} = V_{roda} \times \frac{D_{inèrcia}}{D_{politja}}$$

Càlcul de l'energia que aporta la inèrcia al sistema

$$E_{possible} = \frac{1}{2} \times m_{inèrcia} \times V_{bicicleta}^2$$

Ø Diàmetre politja	30 mm	25 mm	20 mm
V inèrcia	5,54 m/s	6,65 m/s	8,31 m/s
Energia possible	33 J	47,53 J	72,23 J

L'energia necessària a emmagatzemar és de 38,58 J.

Observant els resultats, s'escull un diàmetre de la politja de la inèrcia de 25mm, ja que aportarà més de l'energia necessària a emmagatzemar.



## A.8 DETERMINACIÓ DE LA FORÇA DE FRE I LA POSICIÓ DEL RESSORT

Primer de tot s'ha calculat el diagrama de forces suposant una massa de la bicicleta de 20 kg amb un ciclista de 90 kg i una inclinació respecte el terra de  $10^\circ$ .

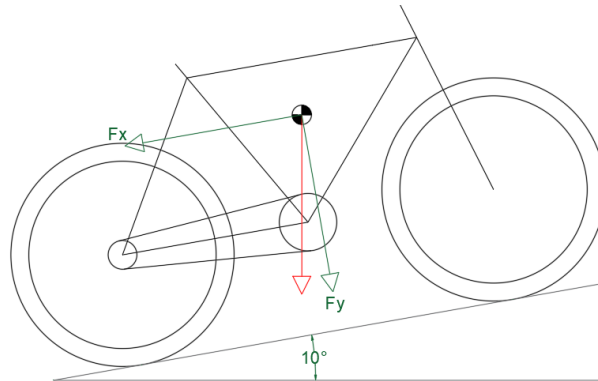


Figura A.16: Gràfic del diagrama de forces

Primer de tot es calculen les components de la força:

$$F_x = M \times 9.81 \times \sin(\alpha)$$

$$F_y = M \times 9.81 \times \cos(\alpha)$$

Realitzant els càlcul, s'obté una  $F_x$  de 153,31N i una  $F_y$  de 869,48N.

La força de fricció a realitzar sobre el corró de la roda de darrera és de 153,31N.

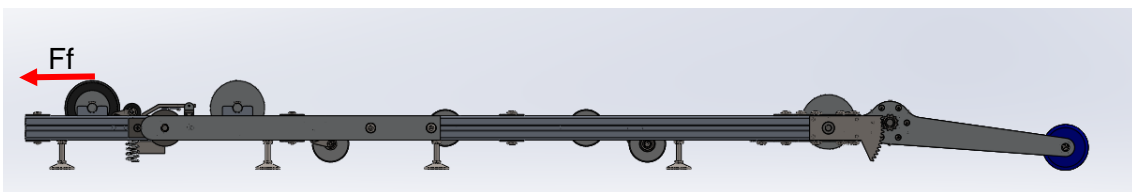


Figura A.17: Força de fricció sobre el corró

A continuació cal conèixer la força de fricció a obtenir sobre el corró d'inèrcia.

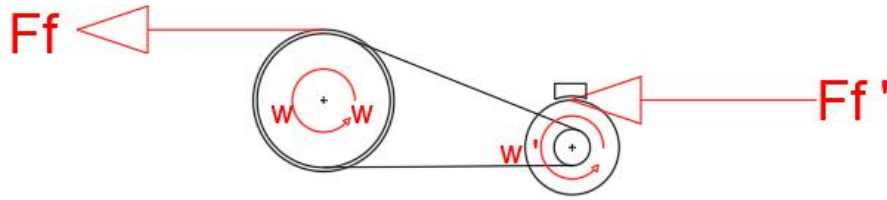


Figura A.18: Esquema funcionament corròs

Per trobar  $F_f$  es coneixen els diàmetres i la relació de transmissió.

Dades:

- D corró = 90 mm
- D corró inèrcia = 60 mm
- D pinyó = 25 mm

$$F_f' = F_f \cdot \frac{d_{\text{pinyó}}}{d_{\text{inèrcia}}}$$

Aplicant la fórmula s'obté que la força de fricció sobre el corró d'inèrcia ha de ser de 63,87N.

Coneixen la força de fricció és pot obtenir la força normal a aplicar, aplicant la fórmula de la força de fricció amb el coeficient conegut de 0,2.

$$F_f = \mu \cdot N$$

Calculant s'obté que la pastilla de fre ha d'aplicar una força normal de 319,4N.

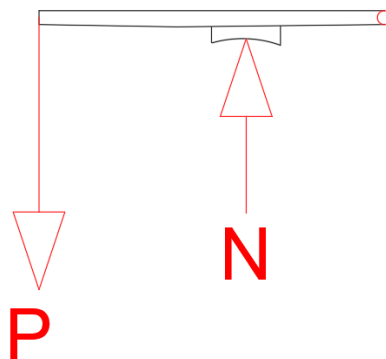


Figura A.19: Esquema de forces sobre el braç de palanca del fre

Coneixent la força normal a obtenir a la pastilla de fre podem conèixer la força amb que s'haurà d'estirar el braç de palanca per tal d'aconseguir-la.

Es sap que la mida d'es de l'extrem articulat al centre son 45mm i del centre al punt on anirà el ressort son 55mm.

Aplicant sumatori de moments des de l'articulació obtenim la força a realitzar amb el ressort.

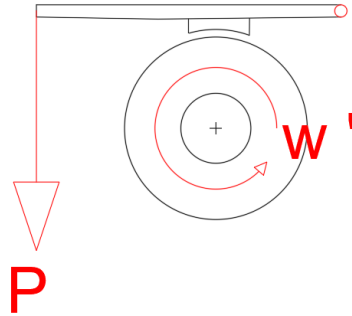


Figura A.20: Esquema de funcionament del fre

Dades:

L articulació-centre = 40mm

L centre-p = 55 mm

$$N \cdot Lac = P \cdot (Lcp + Lac)$$

Calculant s'obté una força necessària de 134,48N.

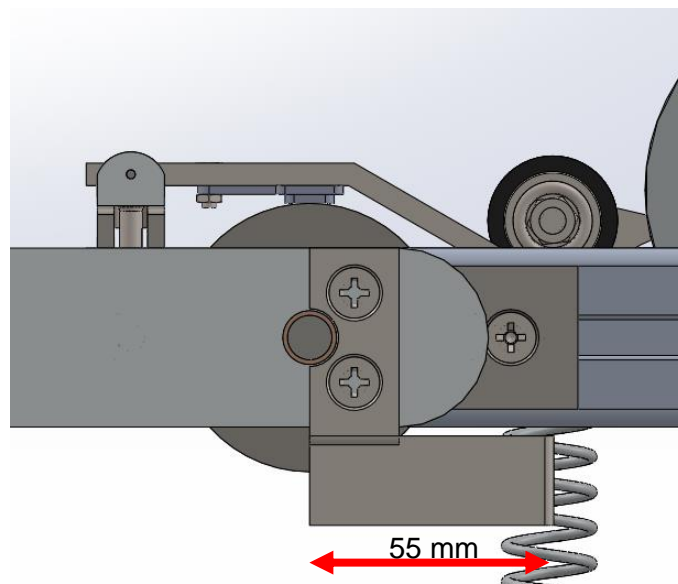


Figura A.21: Esquema fre

Coneixent que la inclinació del banc habitualment serà de  $10^\circ$  i que la distància entre el punt d'articulació i el punt on està situat el ressort és de 55mm és pot conèixer la distància vertical d'elongació del ressort

Aplicant la fórmula del sinus obtenim una elongació de 9,55 mm.

Amb la fórmula del ressort podem trobar la constant elàstica K corresponent.

$$Fm = K \cdot (l - l_0)$$

Calculant s'obté una K de 14 N/mm

La constant elàstica d'un ressort és pot modificar variant el nombre d'espores, tal com ens mostra la fórmula següent:

$$N = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot k}$$

On,

- G = 79300 MPa
- D és el diàmetre del ressort
- d és el diàmetre de l'espira

Aplicant la fórmula sabrem el nombre d'espores que ha de tenir el ressort per tal d'obtenir la constant elàstica.

Disposant d'un ressort amb un diàmetre D=19mm i un diàmetre d'espira d=2,4mm el nombre d'espores serà de 4.

# ANNEX B: DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL DEL COEFICIENT DE FRICCIÓ

## B.1 DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL DEL COEFICIENT DE FRICCIÓ DEL FRE

Tal com s'explica en la memòria, per tal de simular de forma realista un pujada, cal que, a l'aixecar-se el mecanisme elevador i inclinar-se el banc de corrons, el ciclista rebi una oposició al moviment.

A la realitat, la força de fricció de la bicicleta amb el terra depèn de la massa del ciclista i el coeficient de fricció de la roda amb el terra.

En el banc de corrons s'ha dissenyat un mecanisme que permet incrementar la força que efectua una pastilla de fre de forodo sobre el corró d'inèrcia mitjançant un braç de palanca i un ressort. El mecanisme va unit a un dels braços inclinables del banc de tal forma que a l'augmentar l'angle d'inclinació, augmenta la força de contacte entre la pastilla i el corró d'inèrcia.

L'explicació del mecanisme es troba a la memòria, a l'apartat indicat en l'índex. Els càlculs corresponents es troben a l'annex A.8.

A continuació s'explica el procés amb el qual s'ha determinat experimentalment el coeficient de frec entre la pastilla de fre i un corró d'acer que simula el corró d'inèrcia del banc.

S'ha utilitzat el banc de corrons simple que hi ha al laboratori de mecànica, sobre el qual s'ha muntat un prototip del fre dissenyat. Per tal de simular correctament el fre definitiu s'ha col·locat un tub d'acer tornejat, engranat amb un dels corrons, que simula la inèrcia.



Figura B.1: Vista del fre amb el que es van efectuar les proves

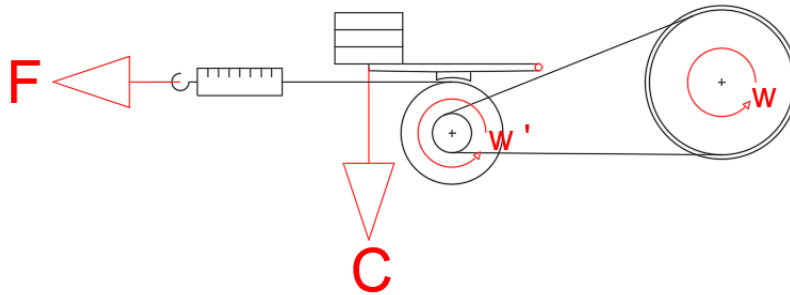


Figura B.2: Esquema de les proves a realitzar

L'objectiu és carregar varis pesos en C per tal que s'apliqui una càrrega proporcional entre el fre i el corró d'inèrcia.

Concretament la càrrega proporcional equival a 2 vegades C. El braç de palanca té una longitud de 100mm i el fre es troba situat just al centre.

Utilitzant un dinamòmetre es podrà calcular experimentalment la  $F_f$  i posteriorment, aplicant la fórmula, trobar el coeficient de fricció.

$$F_f = \mu \times N$$

S'enrotllarà un fil al voltant del corró d'inèrcia i aquest unit al dinamòmetre. Al carregar un pes aquest frenarà el corró. L'objectiu és estirar el fil i anotar la mesura en el moment en que aquest cedeixi i es mogui el corró.

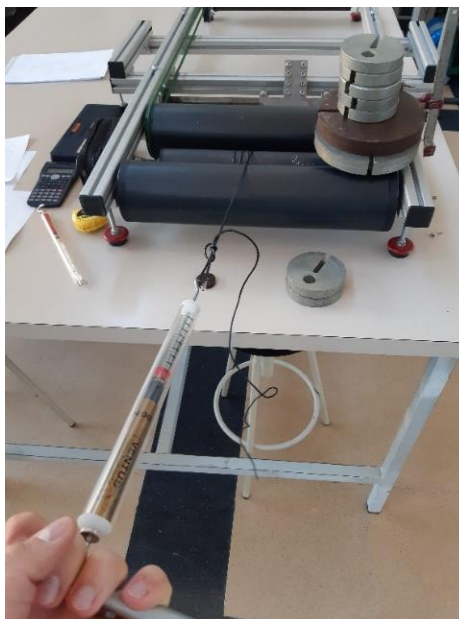


Figura B.3: Imatge de la determinació del coeficient de fricció experimental

Taula B.1: Càlcul dels coeficients de frec en cada prova

<b>Pes (N)</b>	<b>Ff (mesura 1) (N)</b>	<b>Ff (mesura 2) (N)</b>	<b>N (N)</b>	<b><math>\mu</math></b>
52	23	24	104	0,22
62	27	28	124	0,22
72	31	31	144	0,215
82	34	34	164	0,21
92	37,5	37	184	0,20
102	36	38	204	0,18
112	38	41	224	0,176
122	42	45	244	0,178
132	45	46	264	0,172
142	49	50	284	0,174
152	52	50	304	0,167
162	55	56	324	0,171
172	61	60	344	0,175

Calculant la mitjana s'obté un coeficient de fricció de 0,19. Molt similar al teoritzat en un principi.



**ANNEX C:**  
**CARACTERÍSTIQUES**  
**TÈCNIQUES DELS**  
**ELEMENTS**  
**COMERCIALS**

## C1. MOTOR

El motor comercial utilitzat en el banc és de la marca TTGO, concretament el model TG ME 1817.

Entrega un parell de 18 N·m i una velocitat de 17 rpm.

Funciona amb un comandament a distància i disposa de finals de cursa programables.

Es connecta directament a 230V.



Figura C.1: Imatge motor comercial

## C2. CORRONS D'ALUMINI

Els corròs utilitzats en el banc són uns corròs de la marca RooDool model Track.

Són corròs d'alumini amb un diàmetre de 90mm i a cada banda disposen d'una tapa de plàstic amb una guia de 5mm d'amplada per col·locar una corretja circular.

Els eixos disposen d'un forat central per col·locar un cargol M6.



Figura C.2: Imatge corró comercial

# ANNEX D: MANUAL D'ÚS DEL BANC

## **D1. PREVI A LA UTILITZACIÓ DEL BANC DE CORRONS**

Per utilitzar correctament el banc de corrons i evitar accidents, és necessari seguir una sèrie d'instruccions d'ús i manteniment de la màquina.

Abans d'iniciar la posada en funcionament cal:

- Anivellar correctament el banc de corrons .
- Comprovar que la corretja de policord que uneix els corrons es troba degudament tensada.
- Comprovar que la corretja dentada que uneix el corro amb la inèrcia es troba degudament tensada.
- Comprovar que tots els corrons giren correctament de forma fluida .
- Comprovar el correcte estat de les dents del sector dentat i el pinyó.
- Comprovar el correcte estat del cable elèctric.

Una vegada s'ha connectat a la corrent el motor cal:

- Comprovar que el sistema s'eleva i torna a la posició horitzontal

Es necessari efectuar una prova de funcionament sense càrrega per comprovar el correcte funcionament del mecanisme elevador.

## **D2. MANTENIMENT**

En cas que sigui necessari substituir algun element del banc de corrons perquè presenta algun tipus de desperfecte és necessari el següent:

- Substituir la peça per una que tingui les mateixes dimensions i propietats que l'original
- Efectuar les proves corresponents abans de posar-lo de nou en funcionament

Pel desmuntatge del mecanisme elevador és necessari seguir els següents passos:

1. Descargolar els cargols que uneixen les plaques superiors amb els blocs de l'articulació
2. Retirar el corró davanter
3. Descargolar els cargols que uneixen les plaques inferiors amb els blocs de l'articulació

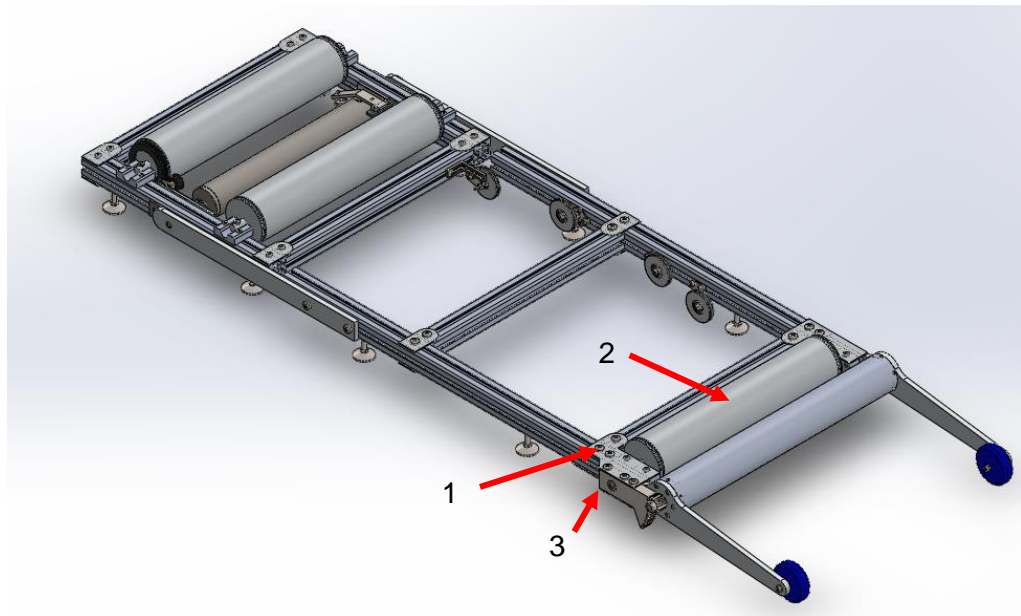


Figura D.1: Vista del banc de corrons

Arribat aquest pas el mecanisme elevador haurà quedat alliberat de la resta del banc. Per extreure el motor de l'interior cal seguir els següents passos:

1. Extracció del passador i retirada del pinyó.
2. Descargolar el cargols que uneixen els braços elevadors amb els anells de l'interior del tub d'alumini.
3. Descargolar els cargols que uneixen la bancada del motor amb un dels anells d'acer.
4. Descargolar els cargols que uneixen els anells d'acer amb el tub d'alumini
5. Retirada dels anells d'acer.
6. Extracció del motor procurant no malmetre el cable elèctric .
7. Retirada del tub octagonal que cobreix el motor.

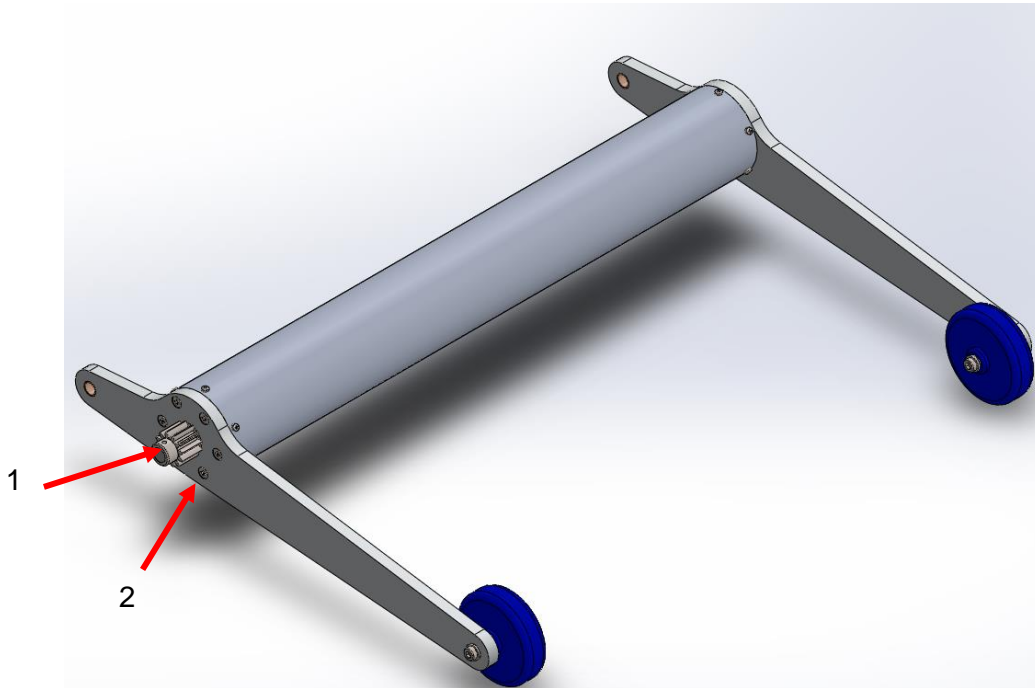


Figura D.2: Vista mecanisme elevador

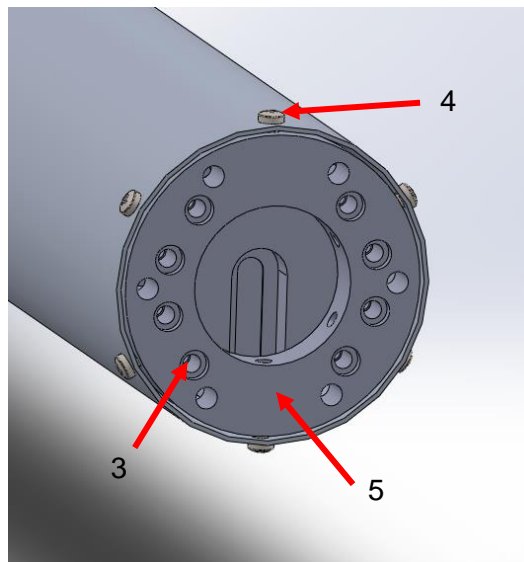


Figura D.3: Vista anell acer interior tub

### D3. PROGRAMACIÓ DELS FINALS DE CURSA DEL MOTOR

El motor utilitzat en el banc de corrons és un motor de persiana amb un parell efectiu de 18 N·m i comanament remot. Disposa d'un comandament a distància que permet girar el motor en un sentit o l'altre i parar-lo a la meitat del recorregut.

La programació dels finals de cursa es fa amb el propi comandament a distància.

Únicament disposa de tres botons, una fletxa cap amunt, un quadrat i una fletxa cap avall.



Figura:

Una vegada unit el mecanisme elevador amb el mecanisme inclinable i havent comprovat que el pinyó funciona correctament sobre el sector dentat cal programar els finals de cursa per evitar que el pinyó surti fora del seu recorregut i, de forma simultània, automatitzar la pujada i baixada de la inclinació del banc.

Els passos a seguir són:

- 1- Col·locar el banc en repòs, totalment horitzontal i pressionar durant tres segons de forma simultània la fletxa que apunta cap amunt i el quadrat del comandament. De forma automàtica el motor realitzarà uns girs i guardarà el punt de parada.
- 2- Col·locar el banc totalment inclinat, guardant de marge una o dos dents del sector dentat, i pressionar simultàniament la fletxa que apunta cap avall i el quadrat durant tres segons. El motor efectuarà uns girs de forma automàtica i guardarà el punt de parada.
- 3- Col·locar el banc amb una inclinació intermèdia i pressionar les fletxes que apunten cap amunt i cap avall simultàniament durant tres segons. El motor, com en els casos anteriors, girarà i guardarà el punt de parada.

Una vegada realitzat l'anterior el sistema ja pot actuar de forma automàtica.

Pressionant la fletxa que apunta cap avall del comandament el mecanisme s'inclinarà fins a l'angle màxim i si, seguidament, es pressiona la fletxa que apunta cap amunt el sistema tornarà a la posició horitzontal de repòs. Durant el recorregut, si es pressiona el quadrat, el sistema s'aturarà en aquella posició.

Cal recordar que les fletxes del comandament no coincideixen amb la posició del banc perquè el sistema actua de forma inversa respecte una persiana, és a dir, quan el prem la fletxa que apunta cap avall la persiana baixa però, en el cas del banc, el pinyó es desplaça pel sector dentat i fa inclinar el sistema. Per el cas contrari el sistema torna a la posició horitzontal de repòs.