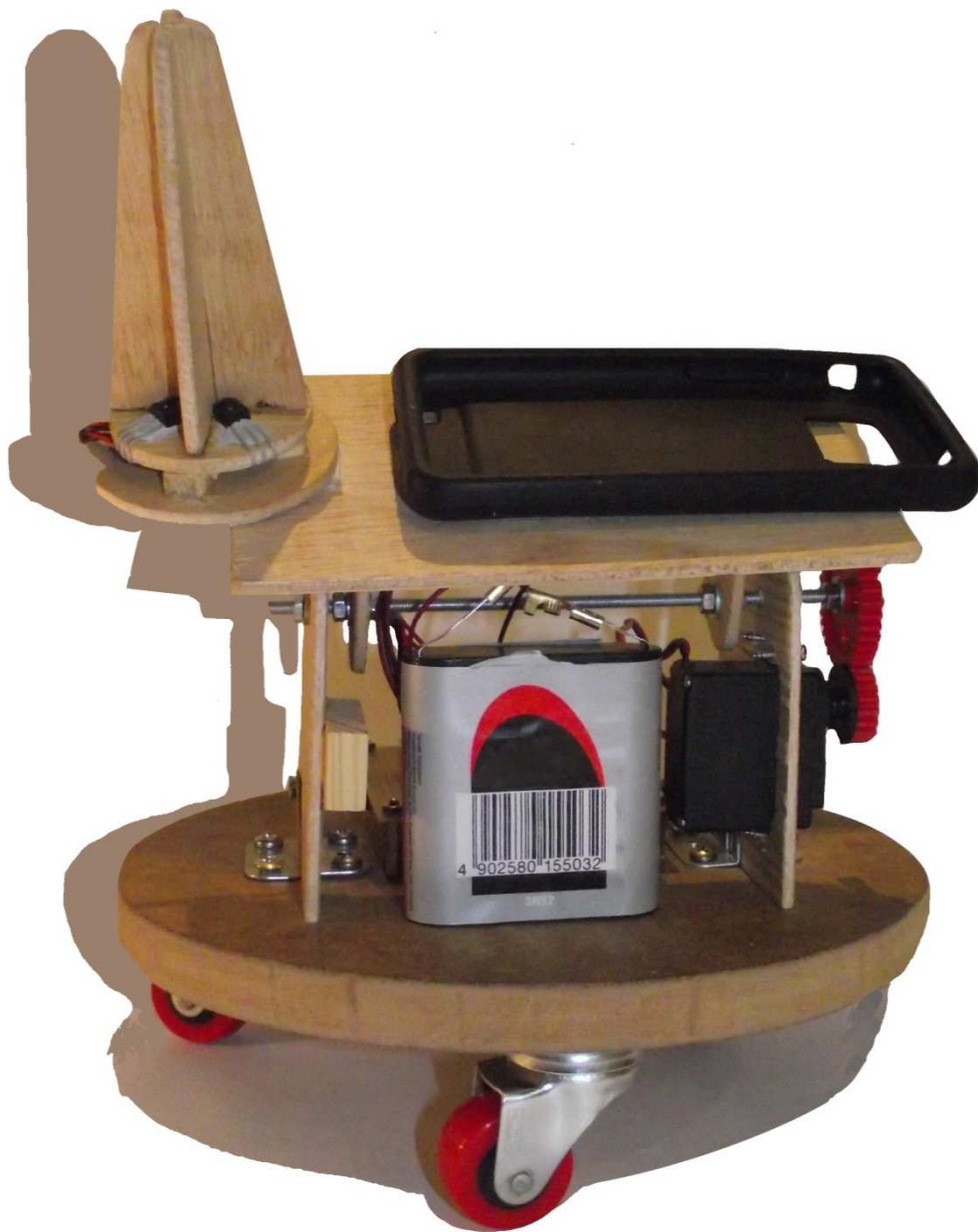


# NO EM PERDIS DE VISTA

per Xavi Genaro Muñoz



Format PDF:

<http://goo.gl/pktxP>



Autor: Xavi Genaro Muñoz

Tutoritzat per: Isaac Fibla

Institut Joaquín Bau,  
Departament de Tecnologia.

2012-2013

*“No sabien que era impossible, així que ho van fer!”*

**Samuel Langhorne Clemens, Mark Twain**

(1835 - 1910)

*A Isaac Fibla, el meu tutor en aquest treball de recerca, qui m'ha orientat i ha confiat en mi en tot moment.*



**INDEX**

1. Introducció.....	6
2. Disseny.....	7
2.1 Plànols.....	9
2.2 Modelatge 3D.....	12
3. Maqueta.....	18
4. Procés de fabricació: explicació parts.....	20
5. Circuit elèctric.....	30
5.1 Sistemes de control.....	32
5.2 Sistema PICAXE.....	35
5.3 Elements actius.....	35
5.4 Elements passius.....	36
6. Programació.....	39
7. Objectiu del projecte.....	42
8. Posada a prova i conclusions.....	42
9. Vídeo demostratiu.....	45
9. Annex.....	46

## 1. Introducció.

Les constants innovacions tecnològiques, tant en l'àmbit electrònic, informàtic o mecànic, desperten en mi un gran interès per com es fan les coses, per a què són fetes, com funcionen i com podria fer-les jo.

Aquest interès és el que em mou, el que m'ha portat a dur a terme aquest projecte.

L'objectiu d'aquest treball és augmentar els meus coneixements sobre disseny, construcció, robòtica i programació.

L'objectiu final que m'he proposat és elaborar un mecanisme autònom que em permeti enfocar diferents objectius estàtics i en moviment sense l'ajuda d'una intervenció humana, amb la finalitat d'aconseguir una eina de recolzament per fer conferències, presentacions, reunions o classes a distància, retransmissions en directe de qualsevol tipus d'acte, etc.

La metodologia que he utilitzat es basa en l'ordre lògic de l'elaboració d'un projecte: primer s'ha dut a terme el disseny de l'estructura i del circuit elèctric amb una finalitat únicament funcional. Després, s'ha modificat aquest primer disseny per crear-ne un de més estètic. El següent pas ha estat la fabricació de l'estructura i l'elaboració del circuit. Posteriorment, s'ha editat la programació més adient. Per últim, s'han dut a terme les posades a prova per perfeccionar el projecte fins complir amb l'objectiu desitjat.

## 2. Disseny.

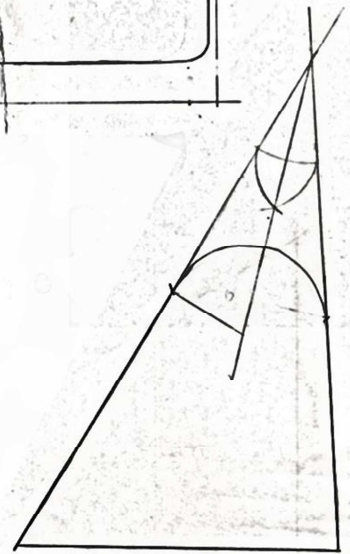
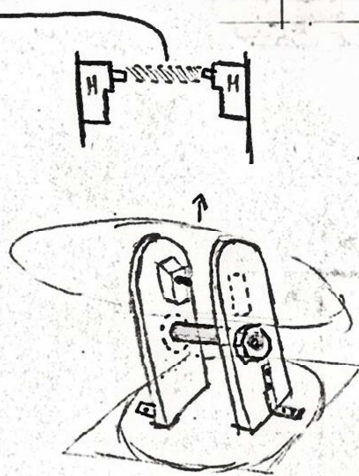
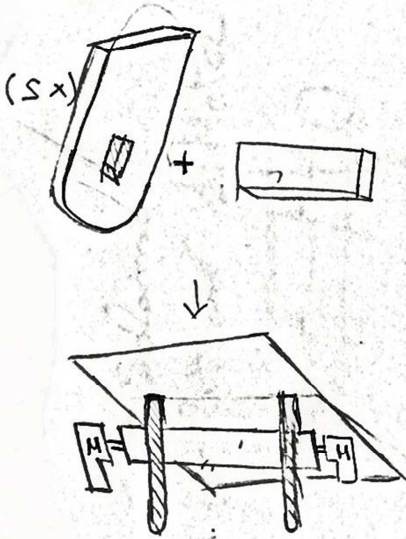
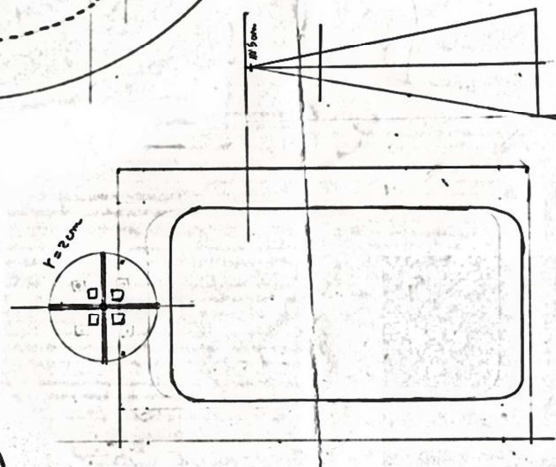
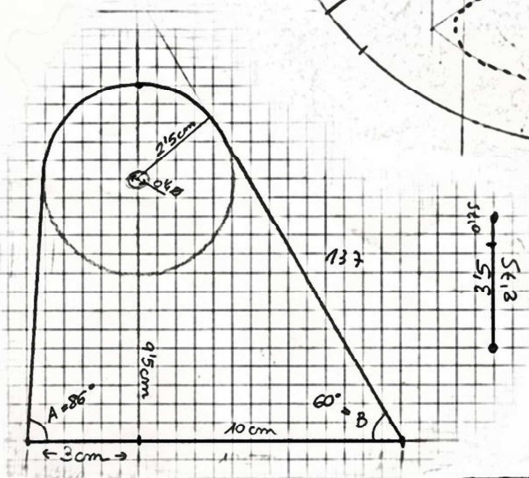
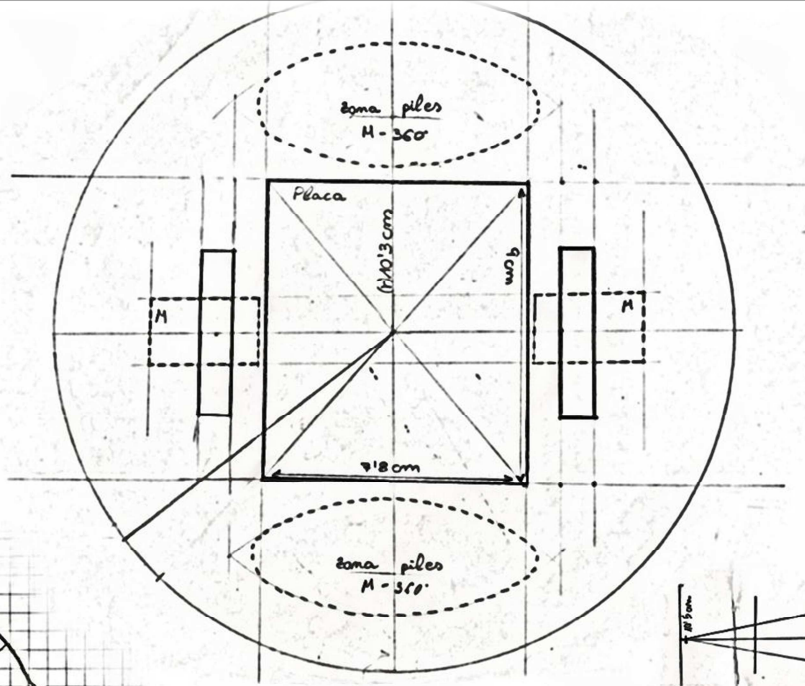
Per aconseguir que la càmera realitzi un seguiment d'algun objectiu en moviment hauré d'atribuir moviment al mecanisme que la dirigeix.

En primer lloc he de dissenyar el mecanisme que farà possible el seguiment. Aquest m'ha de permetre que l'estructura giri 360 graus sobre ella mateixa i també poder inclinar la càmera de vídeo. Per tant, he escollit dos sistemes de corretges que em permetran realitzar aquests moviments: un haurà de poder realitzar la rotació i l'altre s'encarregarà de la inclinació de la càmera. Cada un dels sistemes serà dirigit per un servomotor. Un cop determinats els mecanismes de moviment, cal pensar una estructura on s'hi adaptin perfectament. A l'hora de dissenyar l'estructura he de tenir en compte quin paper desenvolupa i com pot ajudar a millorar aquest projecte.

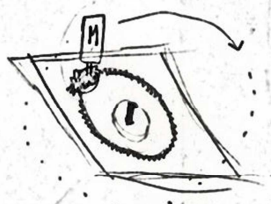
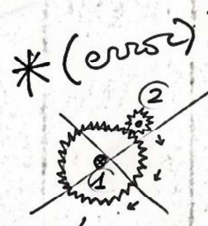
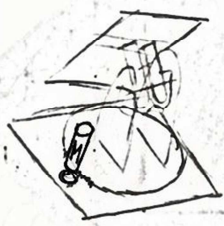
Aquest disseny l'he iniciat fent uns primers esbossos a mà de l'idea que tenia en ment i, a partir d'aquests, els he anat perfeccionant fins acabar formant una figura que compleix les meves expectatives.

El resultat final es un disseny simple per complir únicament amb les funcions mecàniques necessàries.

En la pàgina següent s'adjunta una recopilació d'esbossos que han tingut un paper important en aquest disseny.



Mellora



Ho substituït  
per corretes.  
↓  
Així dentades.

1 → fixa  
2 → mòbil → encarregada de mouer l'estructura.

### 2.1 Plànols.

Per dur a terme aquest disseny m'he ajudat de l'AutoCAD, ja que m'ha permès elaborar els plànols un cop determinada l'aparença del projecte. L'AutoCAD és un programari reconegut a nivell internacional per les seves àmplies capacitats d'edició. Entre les seves àrees d'aplicació destaquen: el disseny gràfic, l'enginyeria civil, l'arquitectura i el dibuix tècnic.

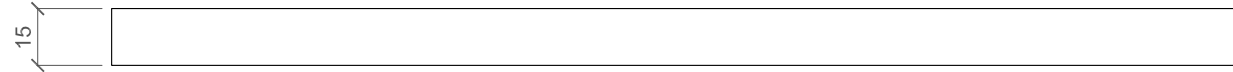
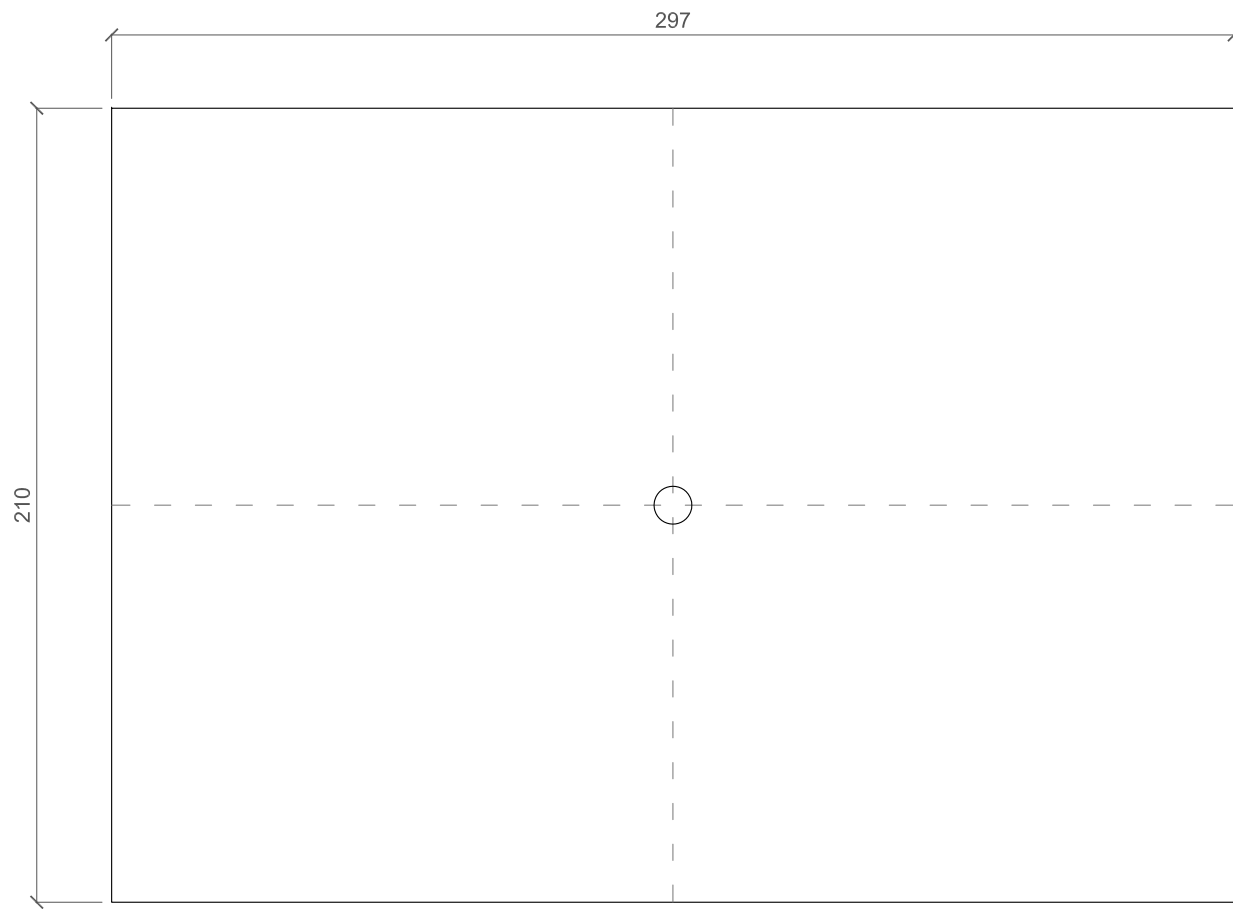
A continuació, es troben els plànols d'aquest projecte. En ells s'hi il·lustra el disseny acordat finalment juntament amb la posició de rodaments, els motors i els engranatges.



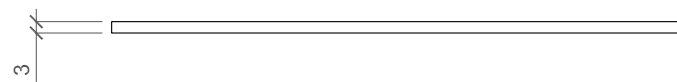
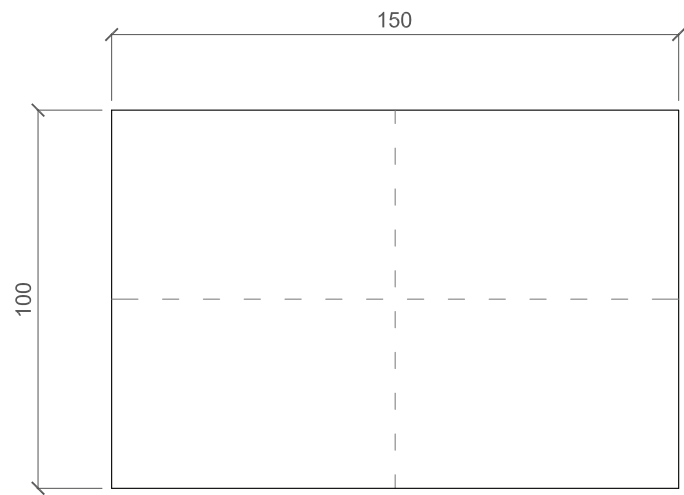
Imatge 1:  
AutoCAD, Autodesk

\*La figura piramidal, component essencial del sistema de sensors que explicaré mes endavant, ha sigut afegida després d'haver iniciat la construcció. La seva tardana incorporació es deu a que no va ser necessària fins l'etapa de programació per millorar-ne els resultats. Tot i això, ha sigut incorporada al disseny inicial per la seva gran importància dins el projecte final.

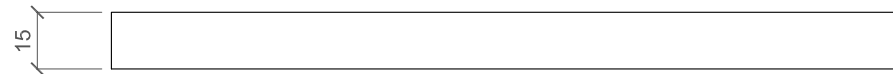
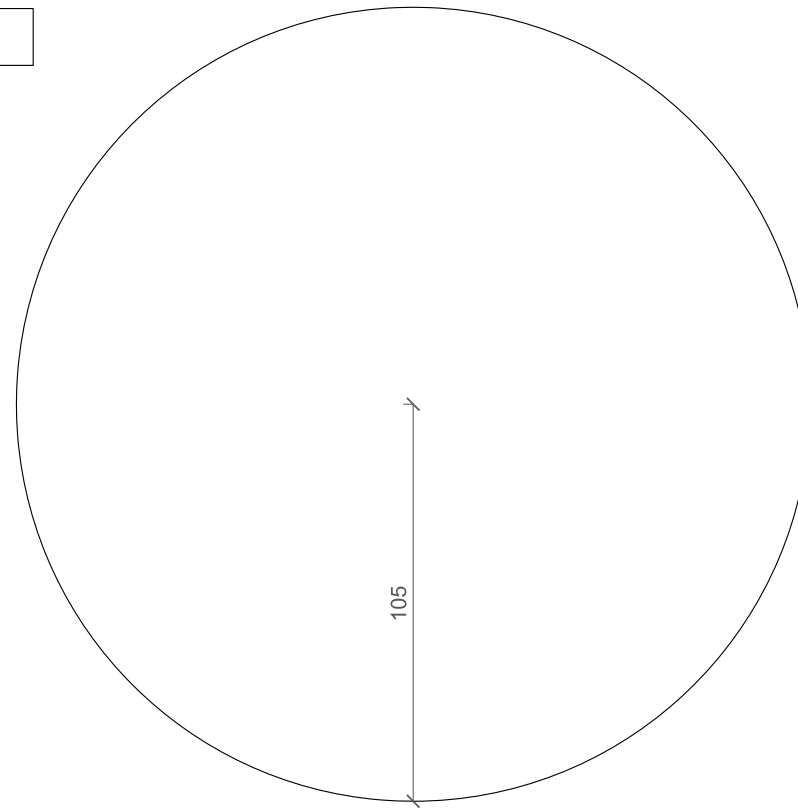
Base rectangular



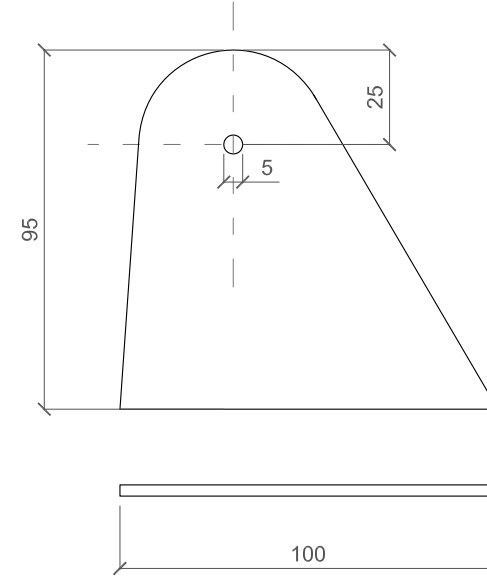
Base mòbil



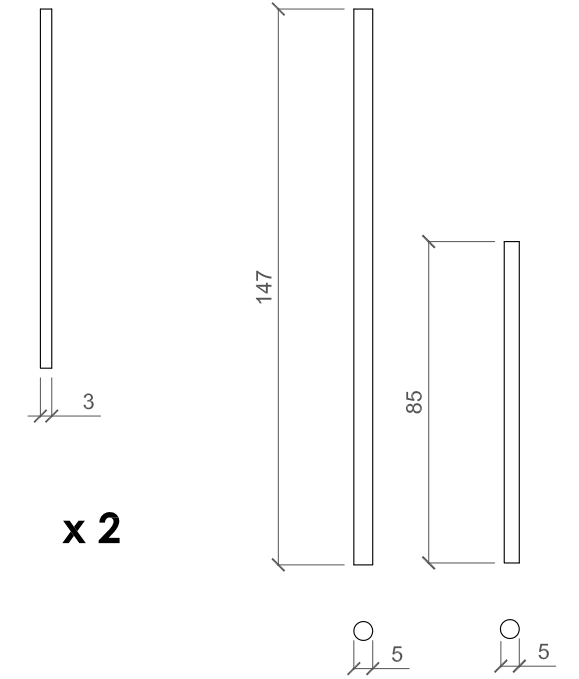
Base giratòria



Braços laterals

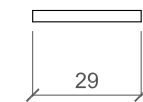
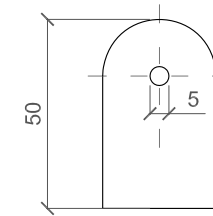


Barres d'unió



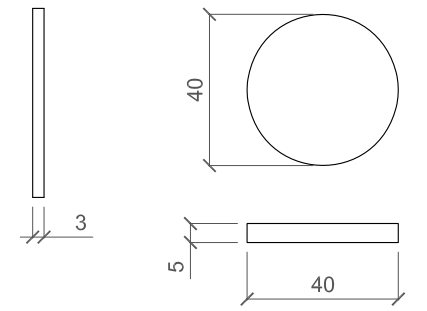
**x 2**

Braços suport mòbil

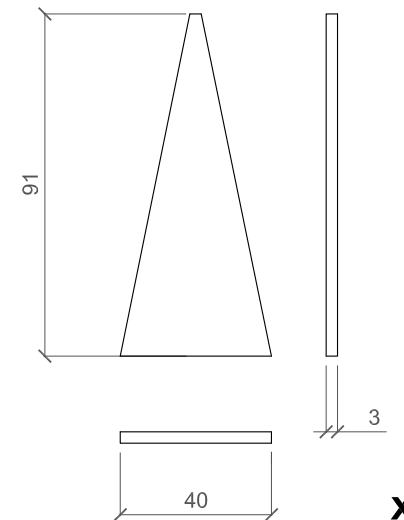


**x 2**

Base Piràmide

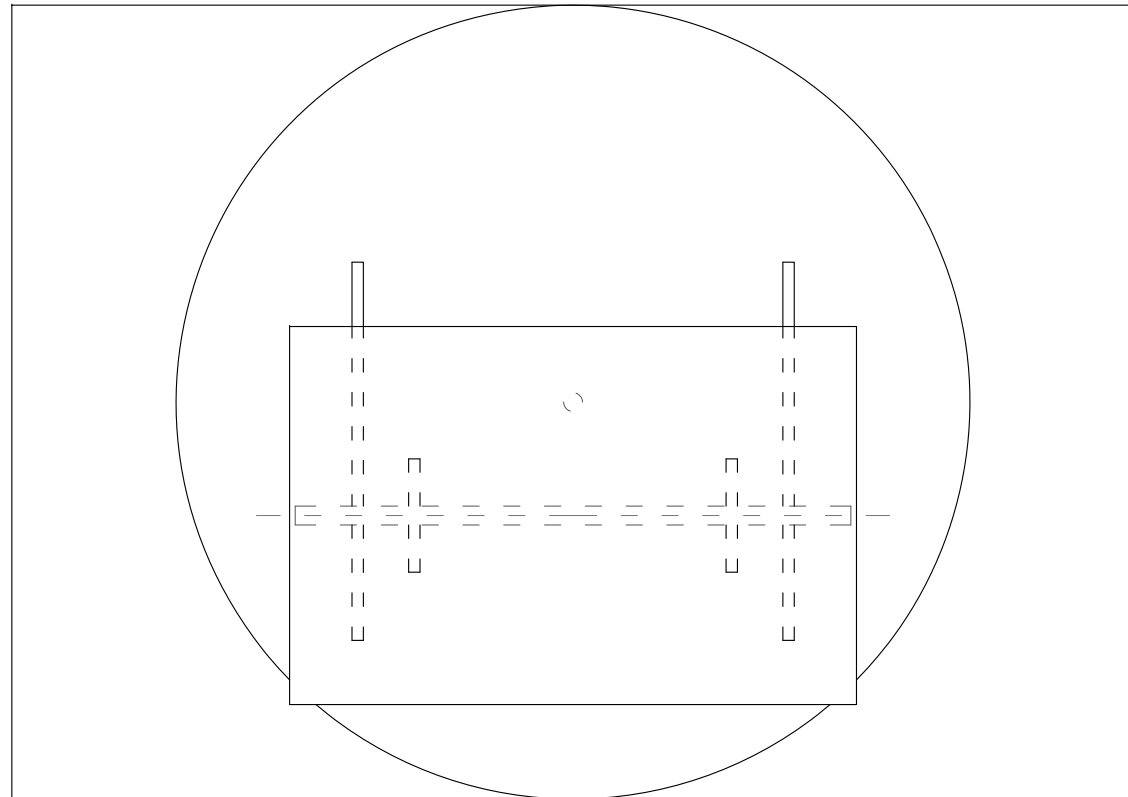


Piràmide

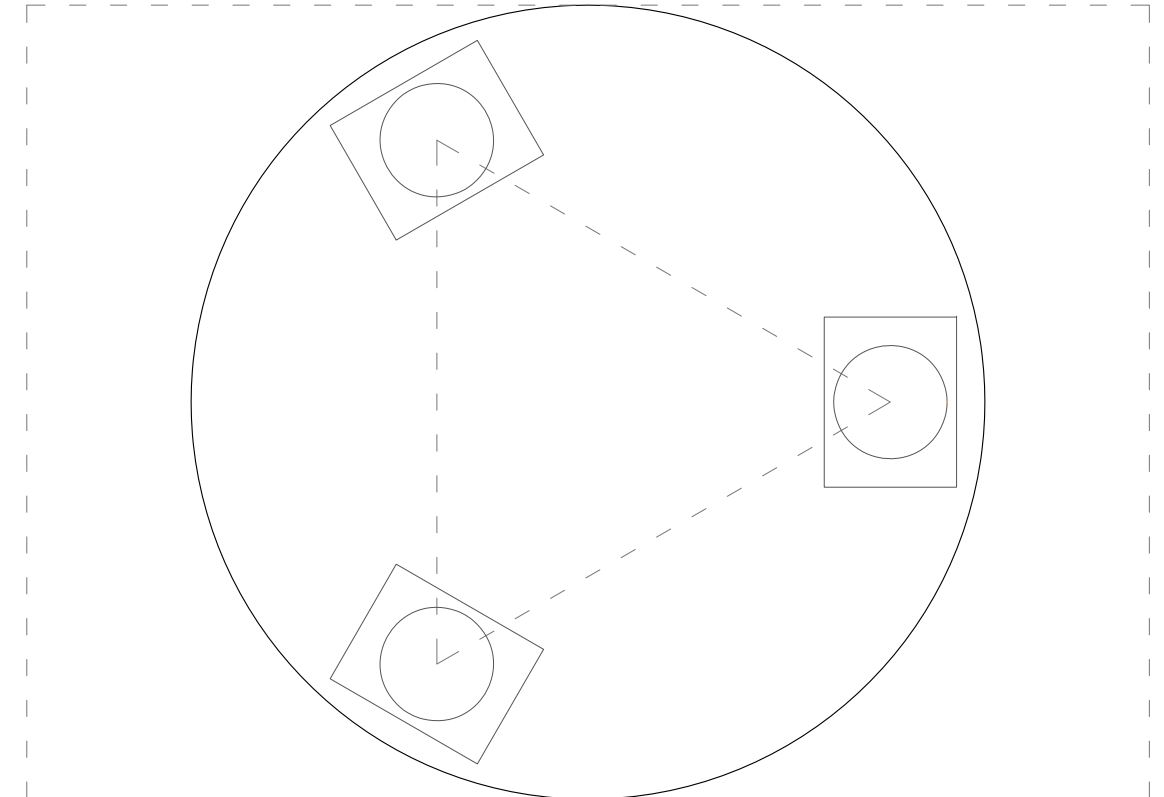


**x 2**

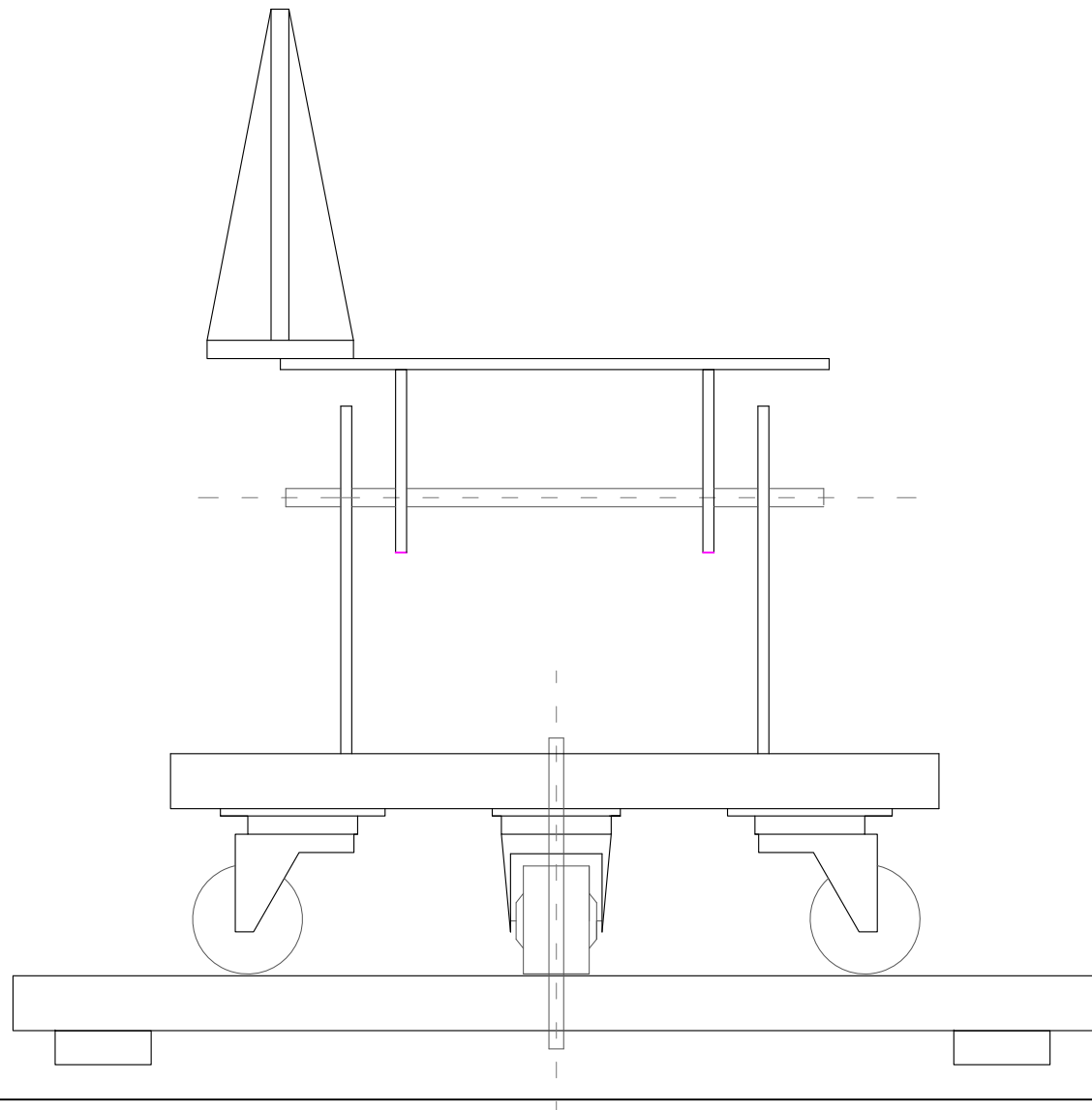
Planta



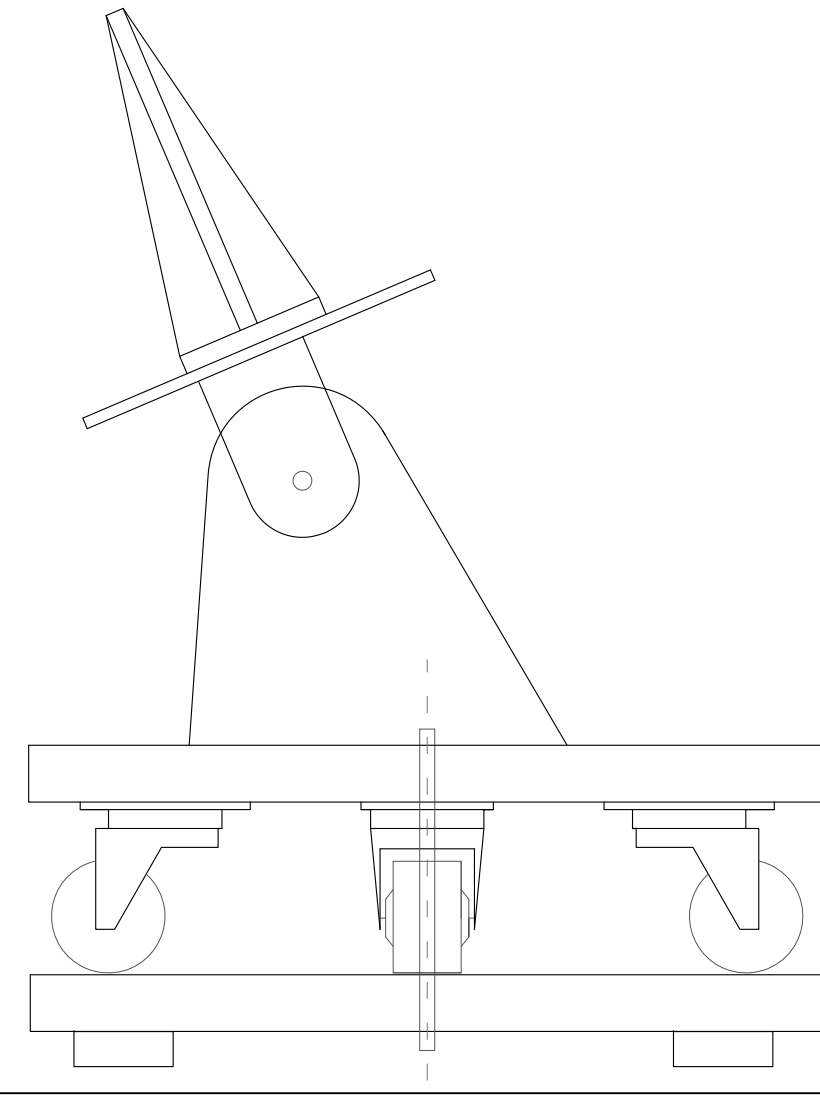
Esquema inferior



Alçat 1



Alçat 2



## 2.2 Modelatge 3D.

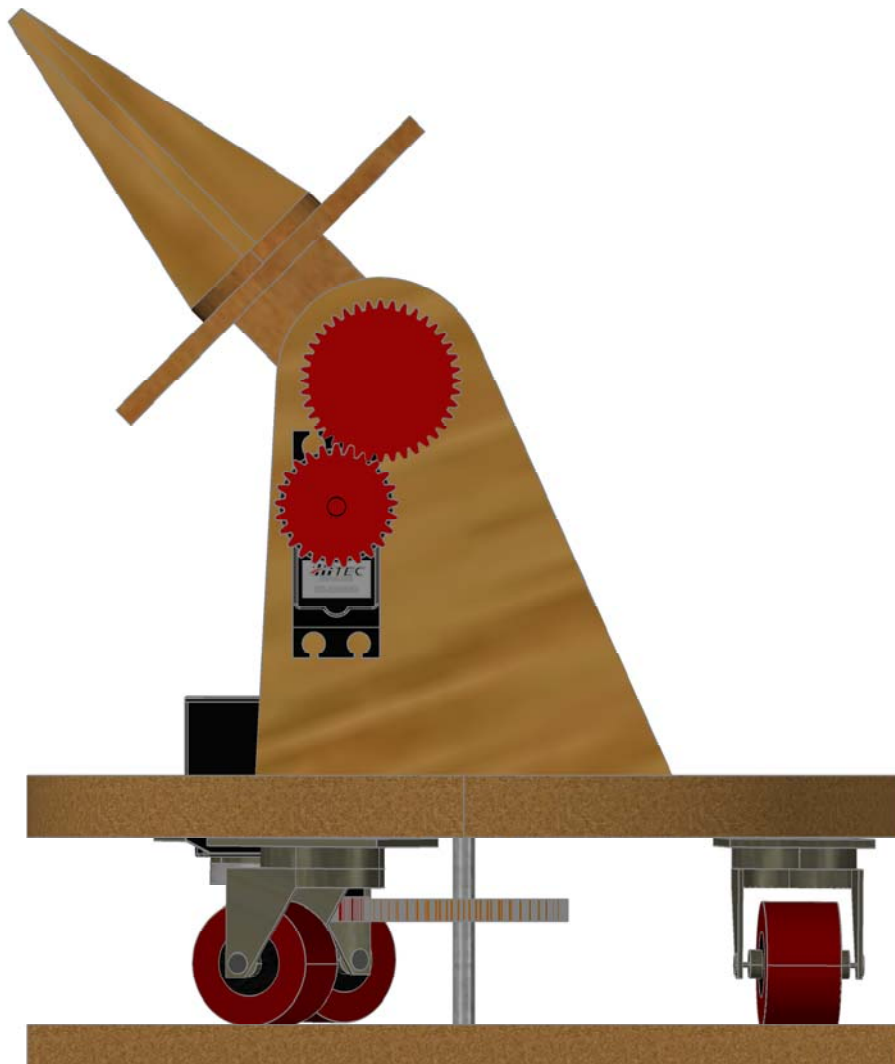
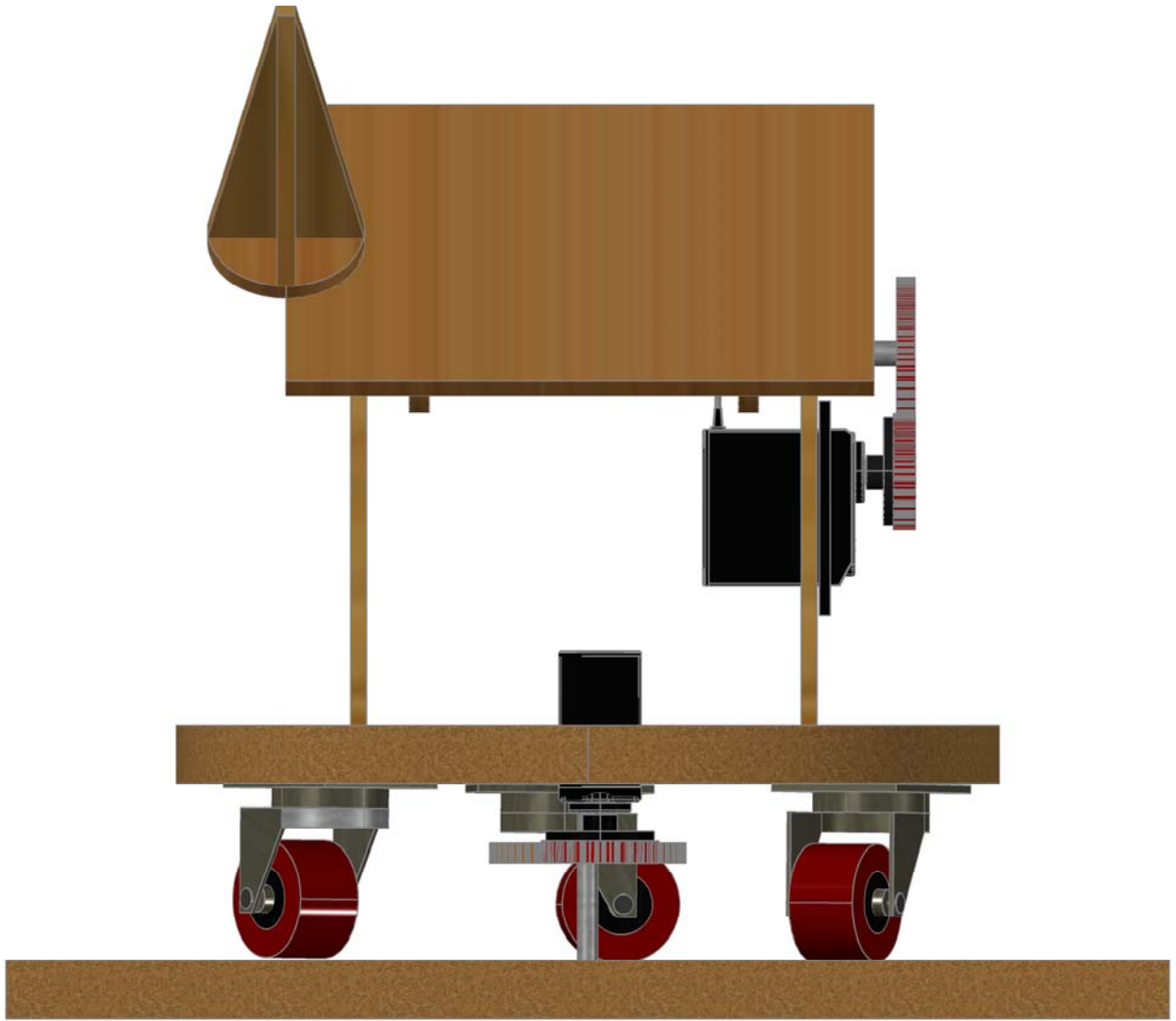
El pas següent a l'edició dels plànols és el modelatge en tres dimensions del disseny acordat. Per dur a terme aquesta tasca m'he ajudat de l'Autodesk 3DStudio Max, un programa de creació de gràfics i animacions en 3D. Aquest és un dels programes d'animació en 3D més utilitzats, especialment per crear videojocs, anuncis de televisió, arquitectura i creació de pel·lícules.

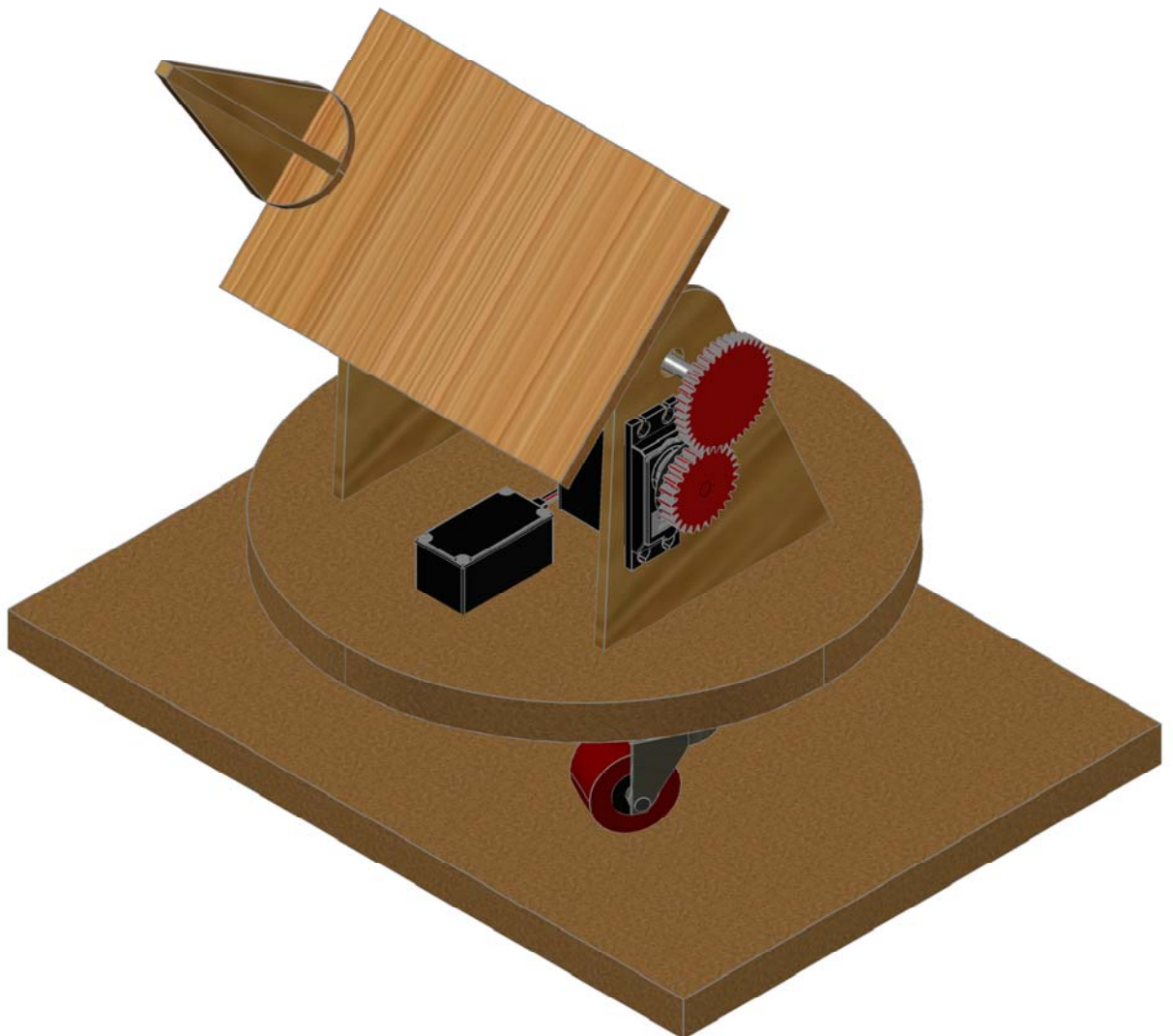
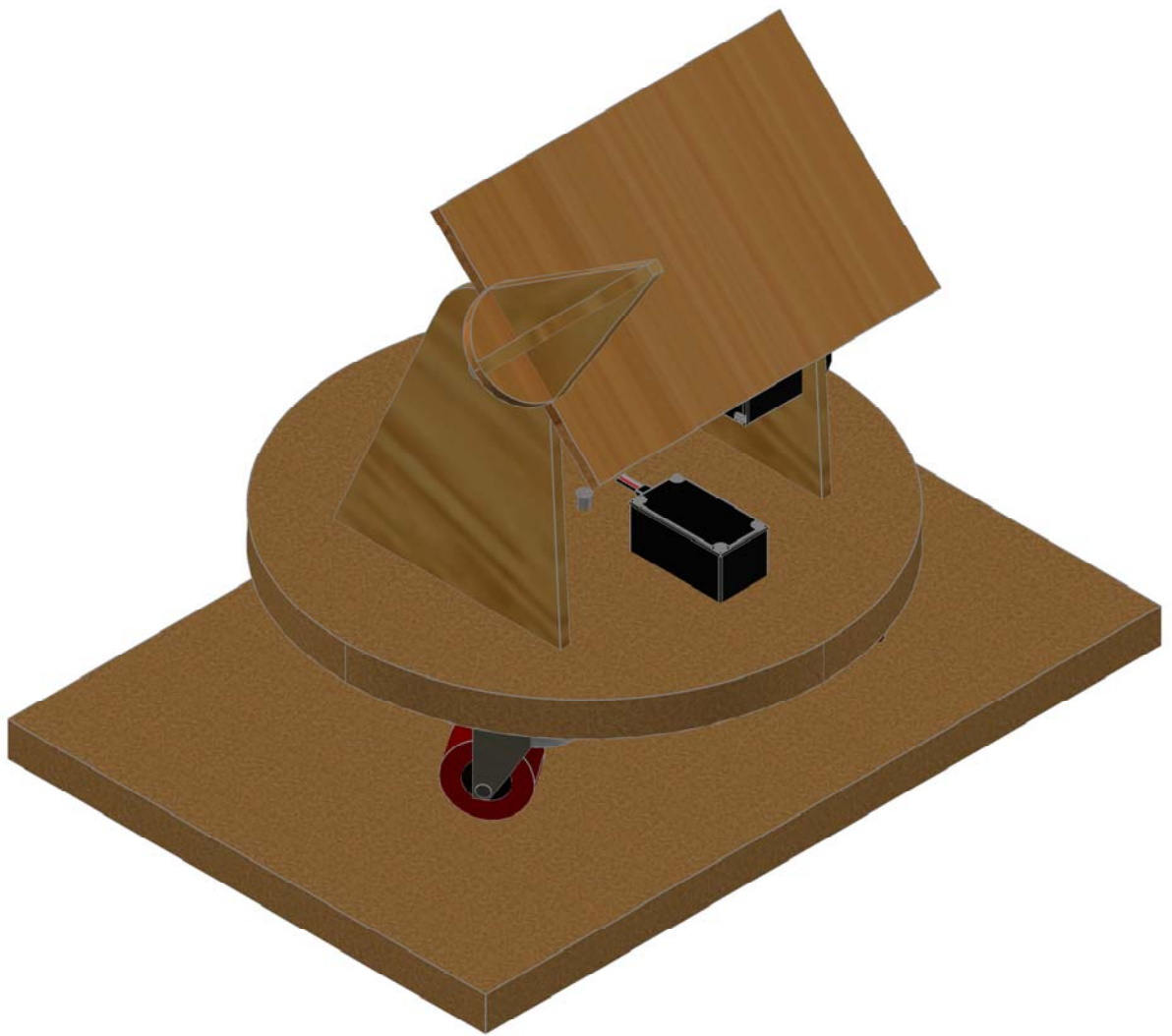
La figura en 3D s'obté a partir de la combinació dels plànols de planta, alçat i perfil, mostrats anteriorment en l'apartat de disseny, els quals ens proporcionen les tres dimensions que necessitem.

En la pàgina següent es troben els resultats del modelatge en tres dimensions del disseny del projecte.



Imatge 2:  
3Dstudio, Autodesk







Un cop finalitzada l'edició en 3D de l'artefacte, faig ús d'un nou recurs que he descobert durant la recerca d'eines de disseny. Es tracta de Augment, una eina que em permet crear



Imatge 3:  
Augment, AugmentDev

models de realitat augmentada visibles a través d'un dispositiu mòbil.

La fi d'aquest recurs és situar el projecte modelat en un ambient real, és a dir, combinar la realitat amb un prototip virtual.



Imatge 4: Resultat final del modelatge 3D

### Com funciona?

Per poder veure el resultat del disseny en tres dimensions en realitat augmentada en el teu dispositiu mòbil amb càmera, sols has d'instal·lar-te l'aplicació "Augment" que es troba disponible en la tenda Google Play per a dispositius



Android i en la App Store, en el cas de dispositius IOS. En tots dos casos és gratuïta.

Un cop instal·lada l'aplicació, sols falta executar-lo i escriure a la barra del buscador que hi apareix "modelatge", clicar en la pestanya anomenada "modelatge 3D" i fer un clic a l'ull.

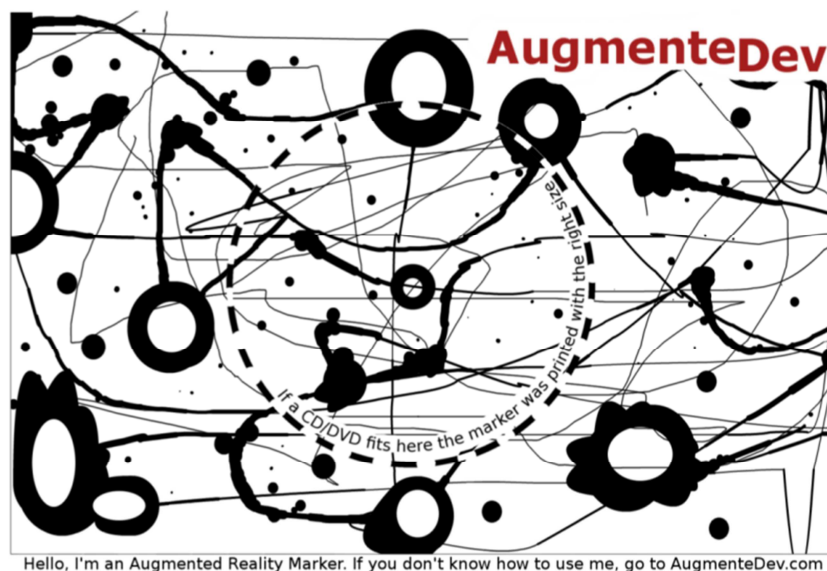
L'aplicació s'encarrega d'il·lustrar el prototip en 3D quan enfoquis el marcador que proporciono a continuació. Una característica magnífica d'aquest recurs és que pots moure el marcador i tu et pots moure al seu voltant per observar la figura des d'on vulguis, sempre que la càmera del dispositiu detecti el marcador complet.



Imatge 5: Captura feta amb el mòbil

A continuació proporciono un marcador de dimensions reduïdes. En l'annex es troba el marcador de dimensions DIN-A4 amb el qual es pot observar el model a escala 1:1.

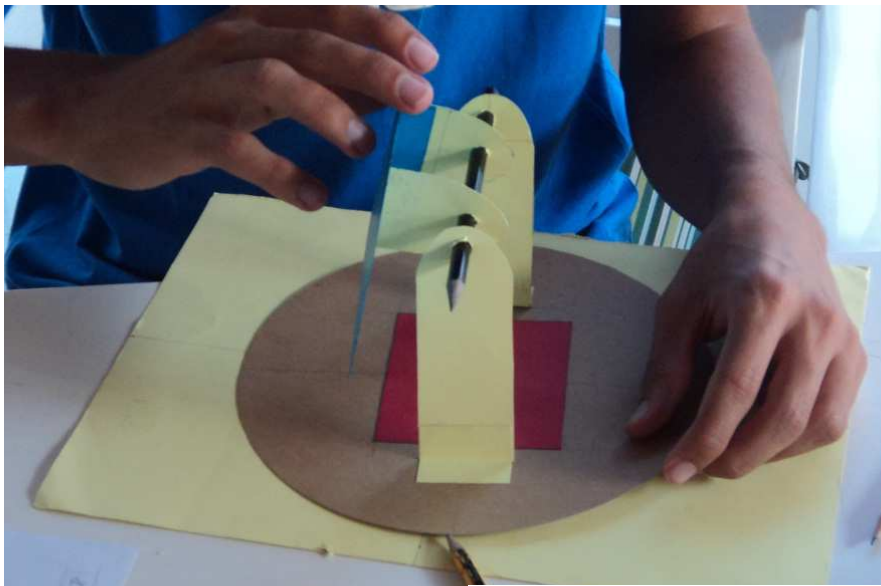
\*Recomano la visualització d'aquest model en 3D per gaudir més del resultat obtingut.



### 3. Maqueta.

Després d'haver elaborat els plànols, he construït una maqueta, a escala, del artefacte seguidor per analitzar els moviments que efectuarà, quines limitacions poden aparèixer i quines millores es poden aplicar.

La maqueta està feta amb cartó i en ella he reflectit els moviments que executarà el futur projecte. Amb la construcció d'aquesta maqueta he resolt els dubtes sobre la difícil distribució del petit espai del que dispo i m'ha ajudat a establir unes mesures proporcionals en totes les peses de l'estructura. M'he adonat dels problemes que poden sorgir a l'hora d'instal·lar la part mecànica, com la possibilitat de que la càmera topi contra els braços de fusta en el cas que l'objectiu es trobi en una posició baixa. També hauré de trobar una solució al problema de fregament entre la base rectangular de fusta i la base circular.



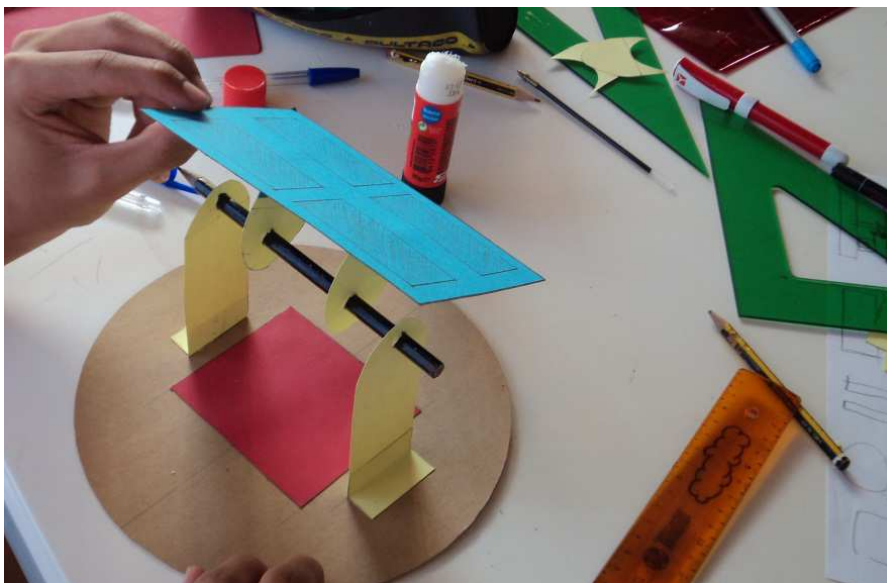
Imatge 6: Perfil, maqueta de cartró

Una de les millores més destacables que he adaptat gràcies a la construcció d'aquesta maqueta és la millora del mecanisme encarregat de dirigir la inclinació del panell situat a la part alta de l'estructura. Aquest, anteriorment, hauria disposat de dos motors situats a la part alta dels braços de fusta. Aquesta millora consisteix en situar un motor fixat en un dels braços de l'estructura que constarà d'una politja.

La part superior del mecanisme encarregat del moviment d'inclinació estarà formada per una vareta de coure i fixada a les extremitats del panell on situaré la càmera. A una de les puntes d'aquest eix de coure es trobarà una politja que serà dirigida pel motor a través d'una corretja, accionarà i dirigirà el moviment de la càmera de vídeo. Amb aquesta millora reduïm el nombre de motors i el cost total de la construcció i millorem l'estabilitat de la part superior de l'estructura llevant pes.

També he resolt el problema creat a l'hora d'enfocar un objectiu baix. Per solucionar-ho he situat un topall de fusta a la part interior d'un dels braços. D'aquesta forma, quan la plataforma baixa topa amb la peça i protegeix els braços de fusta.

L'estructura feta amb la maqueta em convenç i la seva aparença m'agrada, tiro el projecte cap endavant i inicio el procés d'elaboració.



Imatge 7: Maqueta de cartró

#### 4. Procés de fabricació: explicació parts.

En aquest procés d'elaboració d'una càmera seguidora, després d'haver millorat el projecte plantejat sobre el paper i haver resolt tots els problemes observats en la maqueta de cartró, inicio la fabricació de l'estructura.

Tal i com he il·lustrat en els plànols, aquesta estructura consta d'una base rectangular de 21cmx30cm i una plataforma giratòria circular de 21cm de radi. Aquests dos elements són fets amb tauló de fibra de densitat mitjana o DM i un aglomerat elaborat amb fibres de fusta que prèviament ha sigut compactat amb pressió i calor per aconseguir aquesta densitat mitjana, és lleuger i té un preu econòmic. Ambdós són units per un eix o vareta roscada de 4mm de diàmetre, la qual està fixada a la base amb volanderes i femelles. La plataforma circular ha de permetre girar 360 graus a l'estructura, per aconseguir-ho li han sigut cargolades 3 rodes boges a la part inferior i no ha sigut fixada a l'eix, sinó que l'única funció de l'eix sobre la plataforma és evitar que desviï la seva rotació. Aquestes rodes eleven la plataforma 5cm per sobre de la base.

L'estructura també compta amb dos braços de 15x5cm fixats a la plataforma giratòria amb dos esquadres cadascun. Aquests braços són els encarregats d'elevant la càmera, funció per a la qual subjecten un eix de coure de 4mm de diàmetre en el que hi són fixats els dos petits braços de 5x3cm que aguantaran una planxa de fusta de 15x10cm. Sobre aquesta planxa hi situaré la càmera.

Tant els quatre braços com la planxa de fusta que subjecten la càmera són fets amb *Tàblex*, un material caracteritzat per la seva duresa en contrast amb el seu gruix de menys de 4mm.

**a. Procés de fabricació: mecanisme de gir.**

## ➤ MECANISME INFERIOR 1:

Per aconseguir el gir de 360 graus de l'estructura he d'instal·lar-hi un sistema de politges. Aquest mecanisme serà dirigit per un servomotor HS-311 Standar, un servo elèctric caracteritzat per poder canviar el seu sentit de gir, que estarà instal·lat a la cara inferior de la base circular mòbil. Com a conseqüència de què la politja motriu sobresurt 2cm del nivell de la fusta, he situat la politja dirigida a sobre d'una peça de, també, 2cm de gruix.

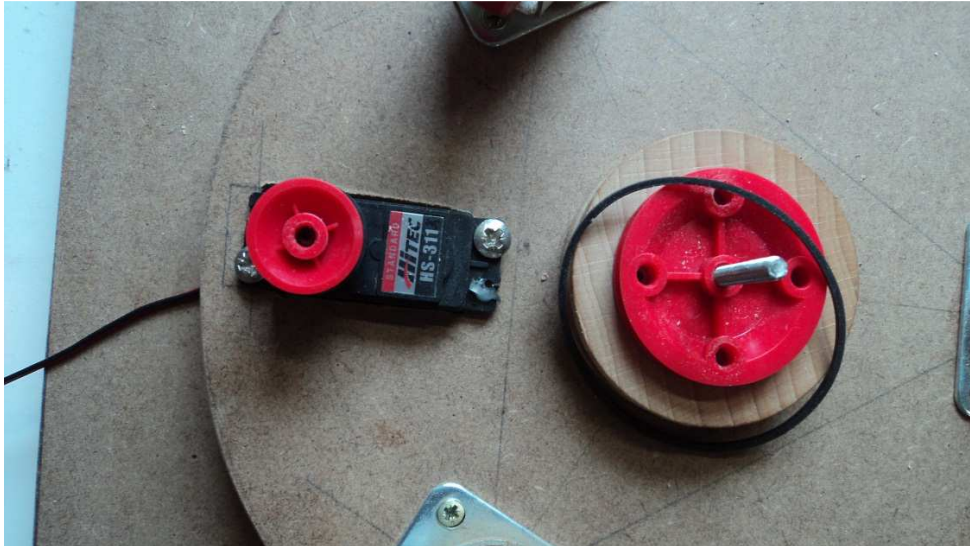
El funcionament del mecanisme de gir és el següent: la politja motriu de 2cm de diàmetre és l'encarregada de dirigir la rotació de l'estructura i està adherida a l'eix del motor. El motor és instal·lat en uns dels radis a 5cm del centre de la circumferència que conforma la base. L'altra politja de 4cm de diàmetre està situada en l'eix de rotació de l'estructura i fixada a la base, a través d'una peça de fusta, amb cargols. D'aquesta forma el mecanisme encarregat de dirigir la rotació de tota l'estructura es troba instal·lat en la mateixa estructura mòbil.

CONSTRUCCIÓ:

Primer fixo la politja central, juntament amb la peça de fusta que l'acompanya, a la base rodona amb cargols. El següent pas serà el de fer el forat per situar el motor a la part baixa. Primer he de marcar la zona on es trobarà el motor per fer uns forats amb el trepant i així poder introduir millor la caladora. Un cop buidada la zona del motor, cal llimar-la per ajustar millor el motor. Aquest és fixat a la part inferior de la base amb 4 cargols.

Ara, sols em falta instal·lar la politja motriu a l'eix del motor. Primer he d'acoblar un adaptador per al motor a la politja, per assegurar-me que el motor dirigeixi correctament la politja. Finalment, la politja amb l'adaptador són fixats a l'eix del motor amb un cargol.

Per completar el mecanisme he de situar la goma a la gola de les politges.



Imatge 8: Mecanisme inferior-1, sistema de politges

**CONCLUSIÓ:**

Hem veig obligat a modificar el mecanisme perquè en aquest s'ha produït un error.

➤ **MECANISME INFERIOR 2:**

Després d'uns dies cercant una solució, he modificat el sistema de politges defectuós. La causa d'aquesta modificació es troba en el sistema anterior de politges: la goma no s'hi ajustava bé i relliscava. A més, aquest sistema exigia molta força per efectuar molt poc moviment. El motor si que podia suportar-la, però a l'hora d'exigir-li aquesta força a la goma cabien dues possibilitats: que la goma aconseguís adherir-se bé a la politja però que finalment es trenqués per les grans tensions, o que no s'adherís i rellisqués.



Imatge 9: 1.politja nova; 2.politja vella

Per solucionar aquests problemes, he canviat les politges per unes altres amb una gola més estreta per a que s'adapti millor la goma. Però la millora més important i que ha determinat el funcionament del sistema ha estat la substitució de la politja central, situada sobre l'eix i adherida a la base giratòria, per una politja de iguals dimensions però lliure de la base mòbil. Per tant, aquesta politja es troba a la mateixa altura que la politja conductora i fixada a pressió a l'eix central amb volanderes i femelles. La finalitat d'aquest canvis exigir menys força al sistema i no provocar el mateix error del primer.

Instal·lant d'aquesta forma la politja aconseguixo el mateix resultat que si fixés un motor a la base rectangular i accionés una politja mòbil. L'únic que he fet ha estat invertir el sistema: la politja es troba fixada a la base i el motor es mou al seu voltant.

El moviment resultant és degut a les tensions produïdes per la goma entre les dos politges, a la bona adherència de la goma a aquestes i a la poca fricció del sistema gràcies als rodaments inferiors.

Tot i aquests canvis, el rendiment del sistema de politges segueix sent molt baix i produeix un moviment poc precís.



Imatge 10: Mecanisme inferior-2, sistema de politges

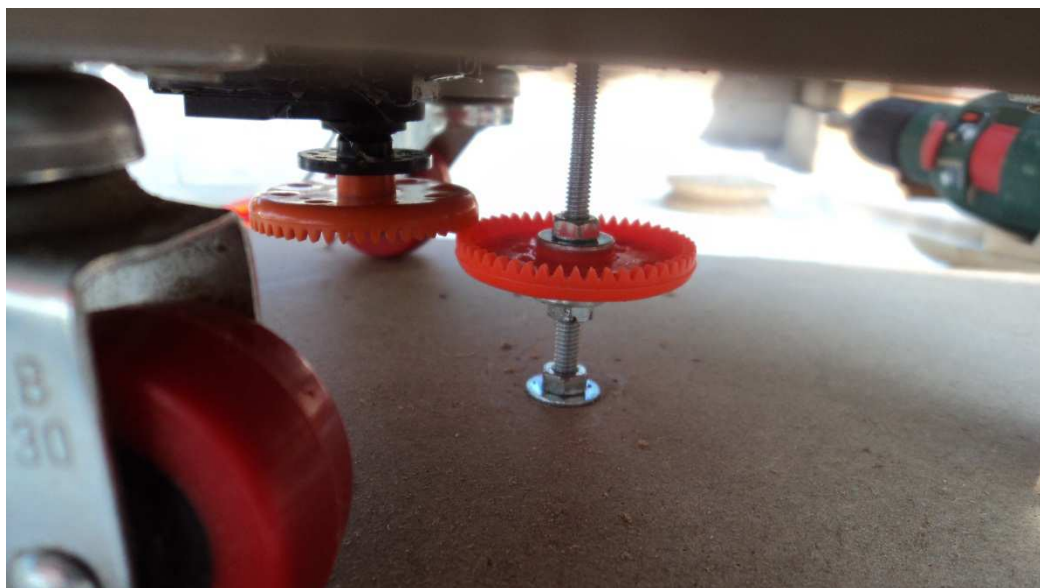
#### CONCLUSIÓ:

Em veig obligat a modificar el mecanisme perquè en aquest s'ha produït un error.

➤ MECANISME INFERIOR 3

El Mecanisme-2 tenia un problema d'eficàcia i precisió, ja que no responia a l'instant al treball efectuat pel motor ni tampoc ho feia a l'hora d'aturar-se. Tot i provar-ho amb diferents tipus de gomes, quan el motor s'engegava es produïa un retard en el moviment de l'estructura. Aquest cop, la goma, sí que s'adheria a la politja però la seva elasticitat feia que primer s'hagués de tensar per després alliberar aquestes tensions en forma de moviment. Cal afegir que aquest mecanisme no li atribuïa precisió, ja que no es controlava la posició d'aturada.

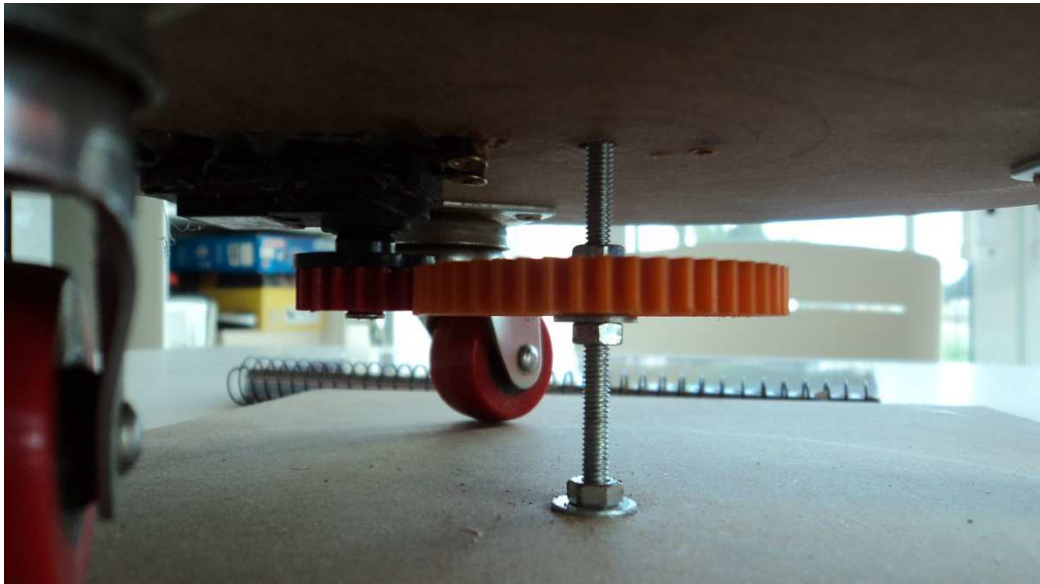
Aquesta segona millora sobre el mecanisme de gir es basa en el canvi del sistema de transmissió del moviment. Aquest cop, el gir de l'estructura es produirà gràcies a dos engranatges cilíndrics d'eixos paral·lels amb les dents d'encaixament vertical i radi 1.75cm situats de la següent forma: un dels engranatges es trobarà fixat en l'eix central a una altura de 2cm respecte de la base, l'altre estarà adherit a l'eix del motor, el qual haurà de ser aproximat cap al centre reduint la distància amb l'eix i fent que ambdós elements engranin.



Imatge 11: Mecanisme inferior-3, sistema d'engranatges d'encaixament vertical

➤ MECANISME INFERIOR 4

El mecanisme anterior ja era prou precís però quan a l'efectivitat es produïa un petit error. El tipus d'engranatge utilitzat (engranatges cilíndrics d'eixos paral·lels amb les dents d'encaixament vertical) i la llibertat de moviment vertical de la base circular sobre l'eix, provocava que l'engranatge superior, en alguns casos, li fos més fàcil saltar per sobre les dents que no pas engranar per transmetre el moviment. El canvi de tipus d'engranatge a uns engranatges cilíndrics d'eixos paral·lels i dents rectes fa que tot el treball efectuat pel motor es transformi en moviment, sense cap tipus de vulnerabilitat al sistema de moviment. L'engranatge motriu té un diàmetre de 2cm i l'engranatge fix de 5cm. Aquesta relació de diàmetres ha sigut introduïda per poder efectuar moviments més lents i, així, millorar l'estabilitat de tota l'estructura.



Imatge 12: Mecanisme inferior-4, sistema d'engranatges d'encaixament horitzontal

**b. Procés de fabricació: elements de la base giratòria.**

Sobre la base circular de fusta he de situar els diferents elements que s'encarregaran d'elevat i inclinar la càmera. A més, sobre aquesta mateixa superfície he d'instal·lar el circuit electrònic que convertirà aquest projecte en una màquina autònoma.

**➤ MECANISME SUPERIOR 1**

Aquest mecanisme està format per un servomotor, dues politges, una corretja i una vareta de coure, i es troba instal·lat en l'estructura situada a sobre de la part mòbil. La seva finalitat és permetre'ns controlar la inclinació de la càmera.

El tipus de servomotor utilitzat és el mateix que el del mecanisme inferior, un servomotor HS-311 Standar. He cargolat una politja petita de 2cm de diàmetre a l'eix motriu d'aquest servo per transmetre el parell generat a una altra politja igual però fixada a un extrem de la vareta de coure. Aquesta vareta es l'eix al qual fixaré el braços del panell.

**CONSTRUCCIÓ:**

En primer lloc, amb un trepant, faig els forats on cargolaré el braços de l'estructura a les esquadres ja fixades a la plataforma giratòria. Després, faig el mateix amb el forat per on passarà l'eix de coure. Per col·locar el servomotor he de repetir el procés que ja he fet en el mecanisme-1: Primer he de marcar la zona on es trobarà el motor per fer uns forats amb el trepant i així poder introduir millor la caladora. Un cop buidada la zona del motor, cal llimar-la per ajustar millor el motor. Aquest és fixat al braç amb quatre cargols.



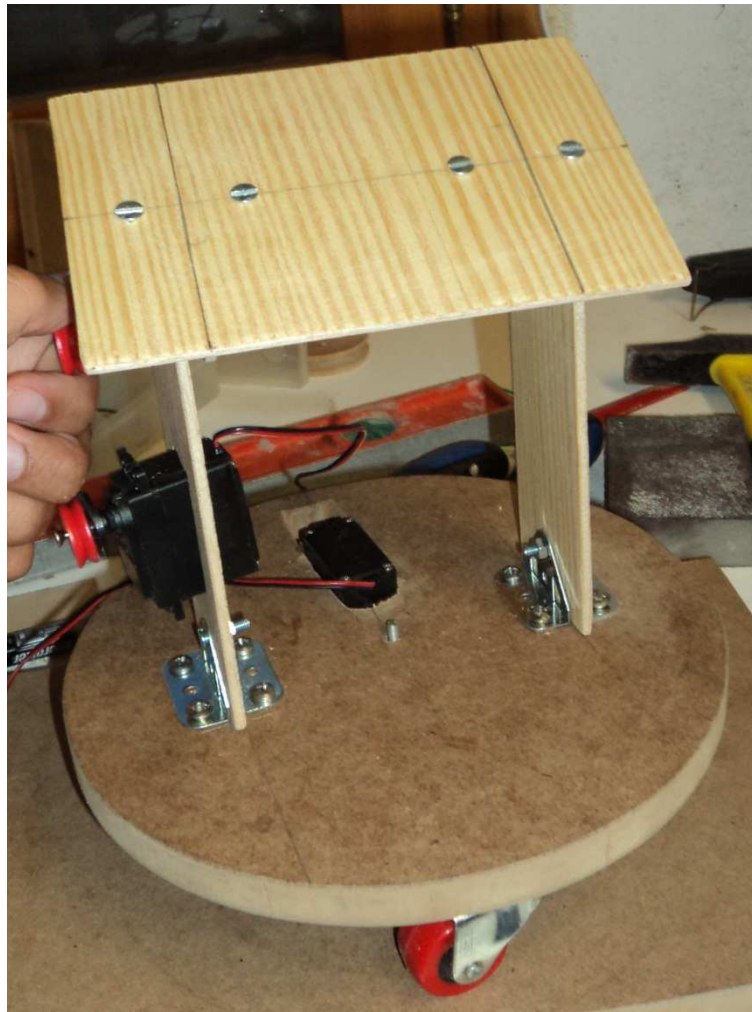
Imatge 13: Braços superiors fixats a la base giratòria

Els braços del panell també s'han hagut de foradar. Un cop passat l'eix, els he fixat a pressió amb topalls de goma.

Ara ja sols em falta cargolar els braços a les esquadres, passar l'eix, situar la politja conduïda en un dels seus extrems i passar la corretja.

#### CONCLUSIÓ:

Hem veig obligat a modificar el mecanisme perquè en aquest s'ha produït un error.



Imatge 14: Aparència final de l'estructura superior

## ➤ MECANISME SUPERIOR 2

Degut a que els mecanismes inferior i superior han sigut dissenyats al mateix temps, els errors que s'han produït al primer són els mateixos que al segon. Torna a aparèixer el problema de l'adherència de la corretja tot i tenir que venç un pes menor que en el mecanisme inferior.

Després d'haver cercat una solució per als problemes del mecanisme inferior, aplico les mateixes millores al mecanisme superior i així m'estalvio el procés de cerca.

Les millores aplicades són: la substitució de les politges, ambdues d'iguals dimensions, per dos engranatges cilíndrics d'eixos paral·lels i dents rectes. Aquestes dues politges no donen possibilitat a desengranar i, per tant, milloren l'efectivitat del mecanisme. A més, la politja motriu de 2cm de diàmetre és de dimensions inferiors a la politja conduïda, de 4cm de diàmetre, així aconseguim una reducció de la velocitat d'inclinació del panell, evitant moviments extremadament bruscos.

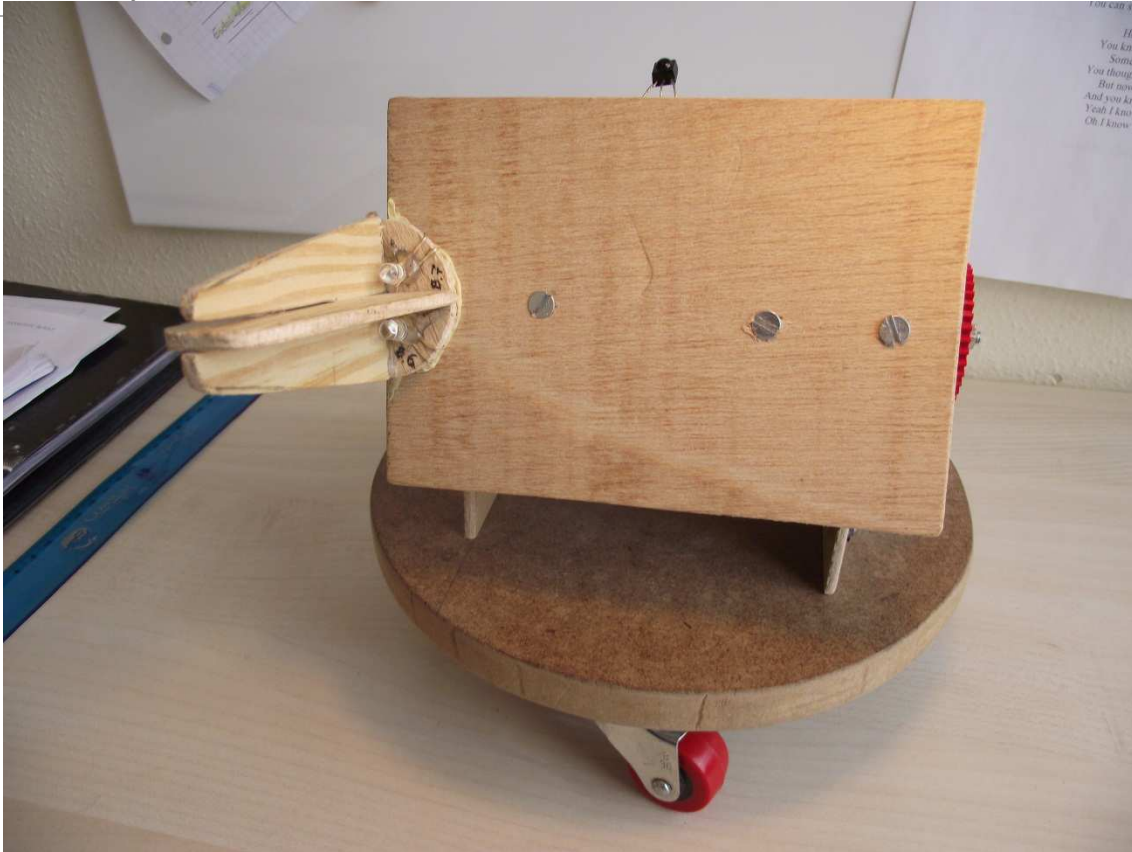
També he canviat l'eix de coure per una vareta roscada de 4mm de diàmetre. Aquest canvi es deu a que els topalls de goma utilitzats, amb el pas del temps, s'afluixaven i el panell es soltava.

La utilització de la vareta roscada com a eix em permet la fixació del panell amb volanderes i femelles.

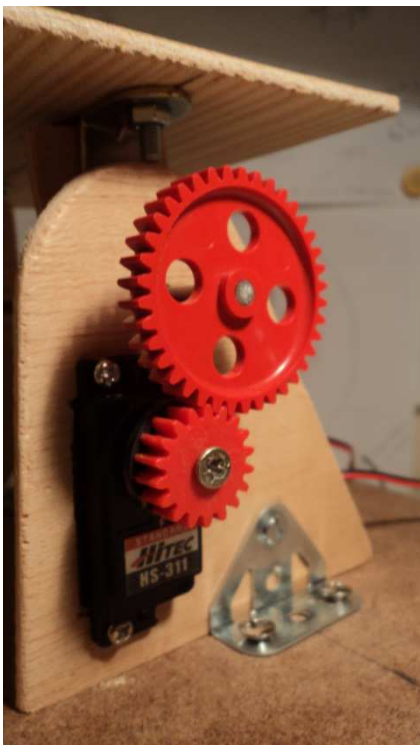
A part de les millores exigides per assegurar el funcionament del mecanisme, també he introduït millores estètiques. Una d'elles n'és la substitució dels anteriors braços alts, estrets i rectes, per uns de nous que tenen un perfil més estètic amb costats desiguals i no tan alts com els anteriors.

Aquest canvi s'ha dut a terme ja que el fi per al que han estat dissenyats no exigeix una gir del panell de més de 180 graus, per tant, disposant de 90 graus d'inclinació podem millorar l'estètica del projecte.

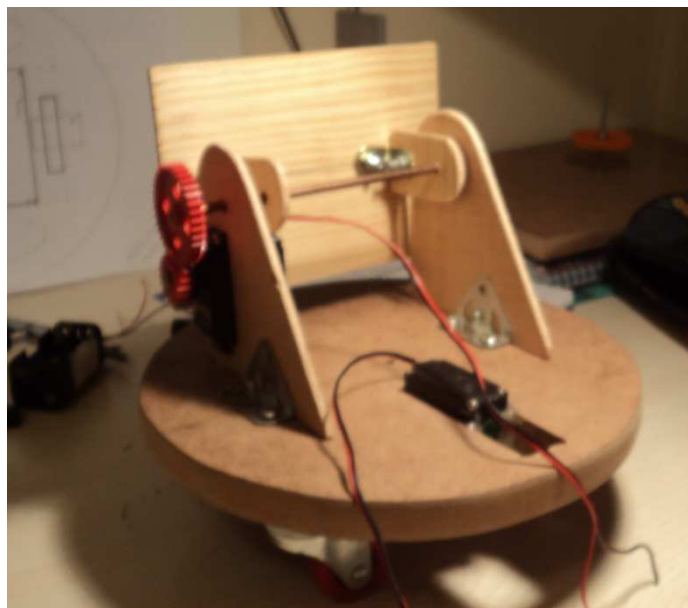
L'últim canvi efectuat en l'estructura es deu a la necessitat generada per la introducció d'un nou sistema de sensors, situat a la plataforma, que explicaré més endavant (5.1,a) Aquest canvi consisteix en la construcció d'una estructura formada per una base circular de 4cm de diàmetre sobre la qual s'alcen dues peces triangulars i creuades de 9cm d'altura, formant així una figura piramidal. La funció d'aquesta nova part de l'estructura és aïllar un sensor d'un altre per augmentar l'efectivitat del sistema de sensors.



Imatge 15: Aparència final



Imatge 16: Mecanisme superior-2,  
sistema d'engranatges d'encaixament horitzontal



Imatge 17: nova estructura - millora dels braços superiors

## 5. Circuit elèctric.

El circuit elèctric és una part essencial d'aquest projecte ja que em permet controlar els moviments de l'estructura per dirigir la càmera de vídeo. És un conjunt d'elements actius(6.2) i passius(6.3), elèctrics i electrònics connectats entre sí per permetre la circulació del corrent. Per elaborar aquest circuit he utilitzat el sistema PICAXE(6.1). L'he escollit perquè la seva programació és senzilla però a la vegada ofereix un gran ventall de projectes a elaborar, també per ser el sistema més econòmic i perquè ja l'he utilitzat anteriorment en altres projectes de menor magnitud.

El circuit d'aquest projecte es troba instal·lat en una placa veroboard, una placa que et permet elaborar qualsevol tipus de circuit elèctric ja que no consta de cap circuit integrat i, a més, et facilita el treball a l'hora de soldar els components ja que disposa de forats amb coure estanyat.

El component essencial d'aquest circuit es el microcontrolador PICAXE18M2, que consta de divuit potes que actuen com a entrades d'informació, sortides d'ordres o alimentació. Aquest xip es troba acompanyat per un connector de tipus Audio Jack Stereo que ens permet connectar un cable per programar el microcontrolador amb un ordinador. Consta de 5 potes.



Imatge 18: Connector Audio Jack (davant), microcontrolador PICAXE18M2 (darrere) i L293DNE (esquerra)

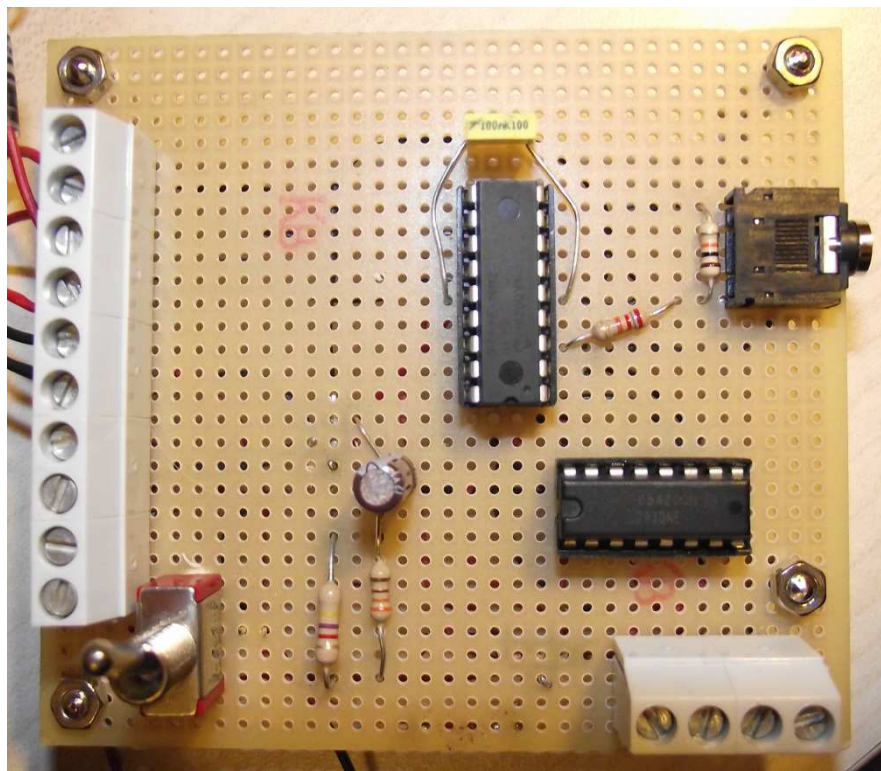
Entre el PICAXE18M2 i el connector Audio Jack cal instal·lar dues resistències elèctriques(6.3). Començant per l'esquerra del connector Audio Jack, la primera pota està connectada directament amb la pota 2 del xip; les potes 2 i 3, connectades entre sí, són unides per una resistència de 22 k $\Omega$  (quilo-ohms) amb la pota 3 del microcontrolador i, a la vegada, es connecten en paral·lel a través d'una resistència de 10 k $\Omega$  (quilo-ohms) amb les potes 4 i 5 de l'Audio Jack. Aquestes dos ultimes, 4 i 5, es connecten a la font d'alimentació elèctrica(6.2).

Com ja he dit, l'alimentació del microcontrolador es produeix en les potes 5 i 14. Cal afegir que aquestes dues també es troben connectades entre sí per un condensador(6.3) de capacitat 100 nF (nano farads) que elimina qualsevol tipus d'interferències en el circuit i millora la qualitat de la informació que s'hi transmet.

Per dirigir els dos servomotors(6.3) utilitzo les potes 15, 16, 17 i 18, però no es connecten directament amb els motors, sinó que ho fan amb un L293DNE. El L293DNE és un xip de 16 potes utilitzat per dirigir motors, i té la capacitat d'invertir el sentit del corrent per així canviar el sentit de gir de l'eix del motor. Aquest nou xip està connectat a l'alimentació del circuit amb les potes 1, 8, 9 i 16; es troba dirigit per les indicacions que rep de les potes 15, 16, 17 i 18 del PICAXE18M2 connectades amb les seves 10, 7, 15 i 2 respectivament.

Les potes 2 i 7 reben les ordres del PICAXE que, posteriorment, el xip L293DNE interpreta i acciona o no, en un sentit o en l'altre, el motor situat a la part alta de l'estructura. La informació subministrada per la pota 2 correspon al control de les potes 3 i 4, la informació de la pota 7 ho correspon a les potes 6 i 5.

El mateix passa amb la informació que reben del PICAXE les potes 10 i 15, el xip L293DNE la interpreta i acciona o no, en un sentit o en l'altre, el motor situat a la base circular, encarregat de fer girar l'estructura sobre ella mateixa. La informació subministrada per la pota 10 correspon al control de les potes 11 i 12, la informació de la pota 15 ho correspon a les potes 14 i 13. Tant les potes 4 i 5 com les potes 12 i 13 actuen com a terra, la part per on torna el corrent elèctric al seu origen.



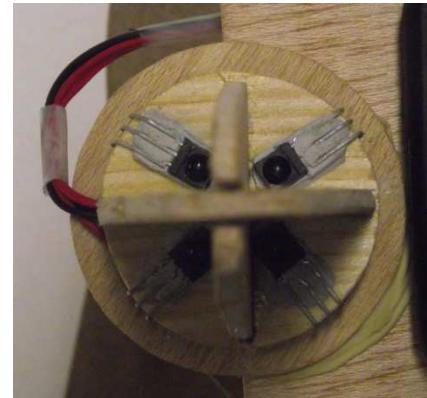
Imatge 19: distribució final dels components electrònics

### 5.1 Sistemes de control.

En el sistema de control d'aquest circuit es diferencien dos sistemes de sensors infraroig diferents:

- a) El primer, instal·lat en la estructura piramidal de fusta, té com a funció localitzar el conjunt emissor que determina la posició de l'objectiu i transmetre aquesta informació al microcontrolador. Aquesta informació determina quin servomotor ha d'accionar el microcontrolador per originar el seguiment d'aquest focus de llum infraroja.

Aquest sistema està format per quatre sensors infraroig (IR) o fototransistors (6.3) connectats en paral·lel i, a la vegada, al xip utilitzant cada sensor IR, una de les potes d'aquest.



Imatge 20: Sistema de sensors per efectuar el seguiment



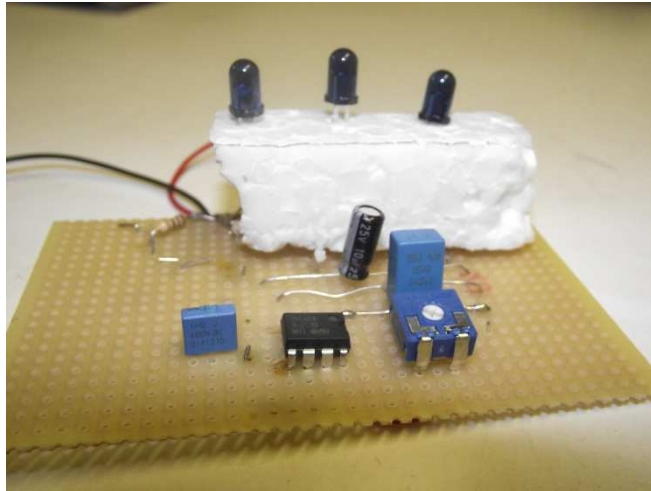
Imatge 21: Sistema de sensors TSOP4038, per efectuar el seguiment

Aquest tipus de sensors determinen si reben o no llum infraroja. En una versió anterior es van usar sensors IR LED, però degut a les males lectures efectuades vaig haver de canviar-los. Actualment, el tipus de sensor utilitzat per a aquest sistema de control es el TSOP4038, un receptor d'infraroig amb un filtre integrat per a senyals de 38 kHz. Aquest filtre permet que la llum ambiental o fortes senyals d'infraroig no desitjades no afectin als sensors i, així, poder rebre la senyal que ens interessa.

Si ho mirem com si fos un rellotge d'agulla, al sensor situat entre les 12h i les 3h li correspon la pota 12 del xip, al sensor situat entre les 3h i les 6h li correspon la pota 13, al sensor situat entre les 6h i les 9h li correspon la pota 11 i, per últim, al sensor situat entre les 9h i les 12h li correspon la pota 10 del microcontrolador.

L'altra part d'aquest primer sistema de control es troba separat de l'estructura. Em refereixo al conjunt emissor de llum infraroja, la funció del qual es determinar la posició de l'objectiu a seguir. Per a que això sigui possible és necessari que aquest element es trobi adherit a l'objectiu i enfocant al receptor.

El seu circuit es basa en l'ús d'un 555, un microcontrolador programat de baix cost que em permet la modulació del senyal.



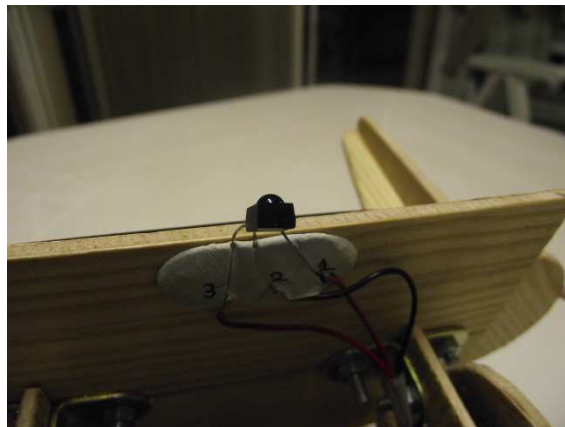
Imatge 22: Conjunt emissor de senyal infraroja

Aquest circuit s'encarrega de modular la senyal infraroja emesa per 3 LEDs infraroig i atribuir-li una freqüència de 38 khz mitjançant un nombre determinat de condensadors i resistències.

Partint de l'alimentació de 4.5 volts, el 555 està connectat a través de la pota número 8. Un condensador de  $0.1 \mu\text{F}$  (micro farads) s'uneix amb la pota número 1 i, a la vegada, a terra. Una resistència de  $100 \text{ k}\Omega$  (quilo ohms) es connecta a la pota 4 i un altre condensador, de  $10 \mu\text{F}$  (micro farads) es connecta directament a terra. Tres LEDs emissors d'infraroig estan connectats en sèrie amb una resistència de  $47 \Omega$  (ohms) i s'uneixen a la pota C (col·lector) d'un transistor 2N2222. La pota E (emissor) d'aquest transistor es connecta a terra, mentre que la pota B (base) es connecta a la pota número 3 del 555 a través d'una resistència de  $4.7 \text{ k}\Omega$  (quilo ohms). Després d'aquesta resistència en deriva una línia que es troba connectada a la pota número 2 del microcontrolador, però abans passa per una resistència de  $15 \text{ k}\Omega$  (quilo ohms) i es connecta a un potenciòmetre de  $5 \text{ k}\Omega$  (quilo ohms). La sortida d'aquest potenciòmetre, a part de trobar-se connectada al microcontrolador, s'uneix amb un condensador de  $1 \text{ nF}$  (nano farad) i de la mateixa manera ho fa la pota número 6 del 555. Finalment, aquest condensador es connecta a terra i tanca el circuit.

- b) El segon sistema de sensors també utilitza la llum infraroja però amb una altra finalitat. Aquest sistema es basa en la transmissió d'informació a través d'un comandament a distància, ja que té la capacitat de codificar la senyal infraroig que emet i, en aquest cas, el sensor és diferent que en el sistema esmentat anteriorment. Aquest sensor es diferencia dels anteriors perquè és capaç de descodificar la senyal emesa pel comandament per, així, permetre que el microcontrolador la pugui interpretar i dirigir els servomotors.

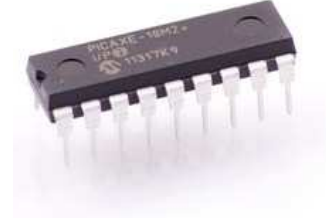
El sensor utilitzat en aquest sistema té tres potes, de les quals, de dreta a esquerra com indica l'esquema, la pota número 1 està connectada a la alimentació a través d'una resistència de  $4.7\text{ k}\Omega$  (quilo-ohms), a la vegada que envia la informació directament a la pota 9 del microcontrolador PICAXE18M2. La pota 2 del sensor actua com a terra. Per últim, la pota 3 es troba connectada a la alimentació amb una resistència de  $330\Omega$  (ohms) i a la vegada ho està també a la connexió terra amb un condensador de  $4.7\text{ uF}$  (micro farads).



Imatge 23: Sensor LED020, descodificador

### 5.2 Sistema PICAXE.

El nucli d'aquest circuit és el microcontrolador PICAXE18M2. Un microprocessador especialitzat en controlar equips electrònics que inclou en un sol xip les tres unitats funcionals d'un ordinador: una unitat central de processament (CPU), memòria i unitats d'entrada i sortida, és a dir, es tracta d'un ordinador complet en un sol circuit. Es un dispositiu molt complex que conté milers de transistors, resistències i altres components electrònics. En la seva memòria només es pot emmagatzemar una programació(6.0).



Imatge 24: Microcontrolador PICAXE18M2

### 5.3 Elements actius.

Els elements actius d'un circuit elèctric són dispositius capaços de generar una tensió o un corrent, és a dir, un camp elèctric, i subministrar energia als elements que se li connecten directament o a través d'un cable.

L'element actiu que he utilitzat en aquest circuit és la font d'alimentació elèctrica. L'energia elèctrica subministrada a aquest circuit és generada per una bateria elèctrica o pila, més concretament, es tracta d'una pila de petaca de 4.5 volts. Aquest dispositiu transforma l'energia d'una reacció química en energia elèctrica.

Una bateria està formada per dues o més cel·les electroquímiques connectades en sèrie. Dins d'una bateria elèctrica es produeix una reacció química entre dues substàncies, una que pot cedir fàcilment electrons (material reductor) i una altra que els absorbeix (material oxidant), per això rep el nom de reacció d'oxidació-reducció.

### 5.4 Elements passius

Són els elements d'un circuit elèctric que reben l'energia per emmagatzemar-la o convertir-la en una altra classe d'energia i es caracteritzen per generar una diferència de potencial entre els seus borns i per dissipar energia en forma de calor. Els elements passius d'un circuit elèctric es classifiquen en resistències o reactàncies, condensadors o capacitàncies i bobines o inductàncies.

Els elements passius que he utilitzat en aquest circuit són:

- Resistències elèctriques:

En aquest circuit s'han utilitzat resistències de pel·lícula de carbó o ceràmiques. Aquest tipus és molt habitual avui dia, i és utilitzat per a valors de fins a 2 watts. S'utilitza un tub ceràmic com a substrat sobre el qual es diposita una pel·lícula de carbó. Per obtenir una resistència més elevada es practica una esquartera en forma d'espiral, amb el que s'aconsegueix augmentar la longitud del camí elèctric, el que equival a augmentar la longitud de l'element resistiu.



Imatge 25: Resistències ceràmiques

- Condensadors:

Un condensador és un dispositiu que emmagatzema energia en el camp elèctric que s'estableix entre un parell de conductors els quals estan carregats però amb càrregues elèctriques oposades. En aquest circuit hi han dos condensadors, un connectat als borns d'alimentació del microcontrolador PICAXE i l'altre en el sistema de control remot per infraroig. El primer és un condensador cilíndric de 4.7 micro farads de capacitat, el segon és un condensador d'armadures paral·leles de 100 nano farads de capacitat.



Imatge 26: 1. Condensador cilíndric; 2. Condensador pla

- Servomotors:

Un servomotor és un servomecanisme utilitzat en robòtica amb la capacitat de situar-se en una posició determinada, sense que recorri més de 360 graus, i mantenir-se en aquesta posició amb gran força. En canvi, els servomotors utilitzats en aquest projecte han estat modificats per permetre efectuar una constant rotació en ambdós sentits sense limitacions de recorregut.

Les característiques dels dos servomotors són:

Voltatge de funcionament: 4,5-6,0 volts

Temperatura de funcionament: -20 a +60 C Grau

Velocitat de funcionament (4.8V): 0.19sec/60 ° sense càrrega

Velocitat d'operació (6.0V): 0.15sec/60 ° sense càrrega

Direcció: Multi-direccional

Tipus de rodament: Nylon

360 Modificable: Sí

Pes: 43 g



Les

Imatge 27: Servomotor elèctric

- Sensors infraroig (IR) o fototransistors:

Un sensor d'infraroig és un dispositiu electrònic capaç de mesurar la radiació electromagnètica que es troba en el seu camp de actuació. Aquesta radiació resulta invisible per als nostres ulls però no per aquests aparells electrònics, ja que a l'espectre es troba just per sota del rang de de la llum visible.

He utilitzat un sensor diferent per a cada sistema:

En el cas del sistemaIR-1 he utilitzat un TSOP4038, que em permet fer una lectura constant.



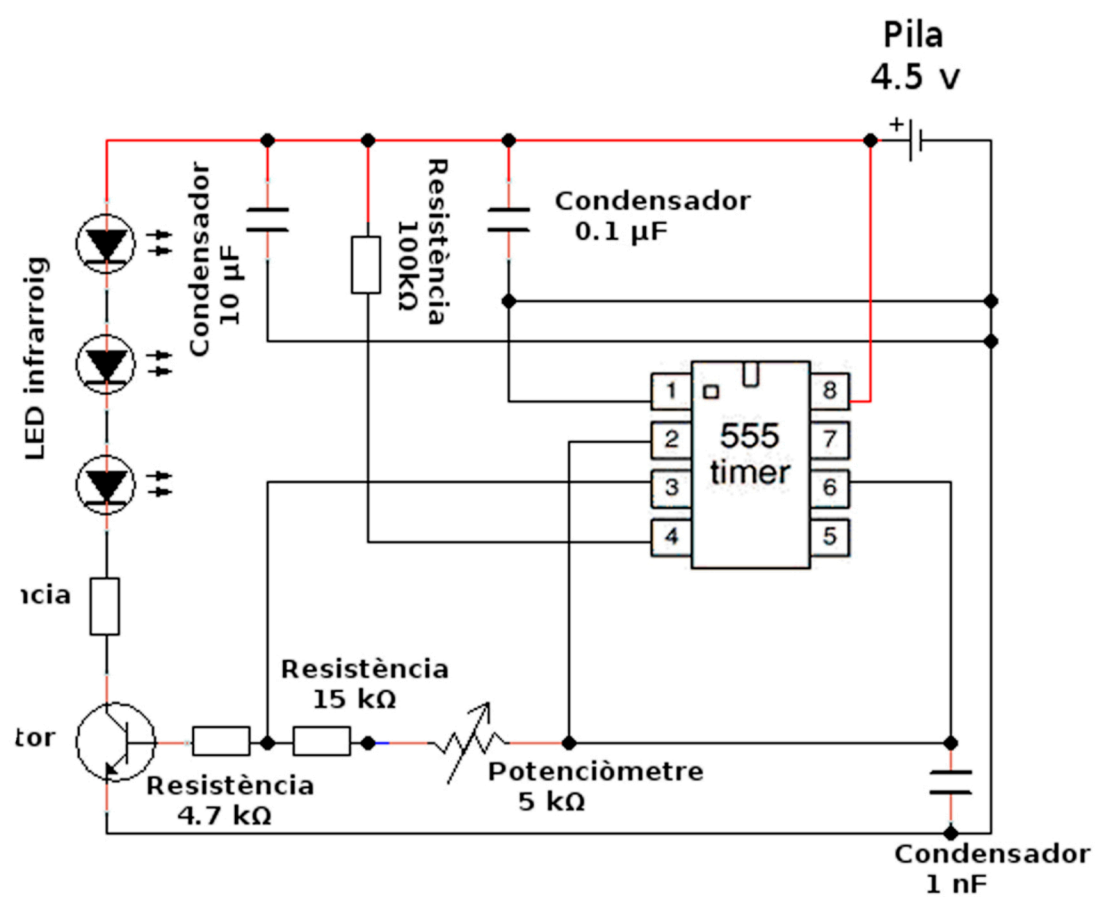
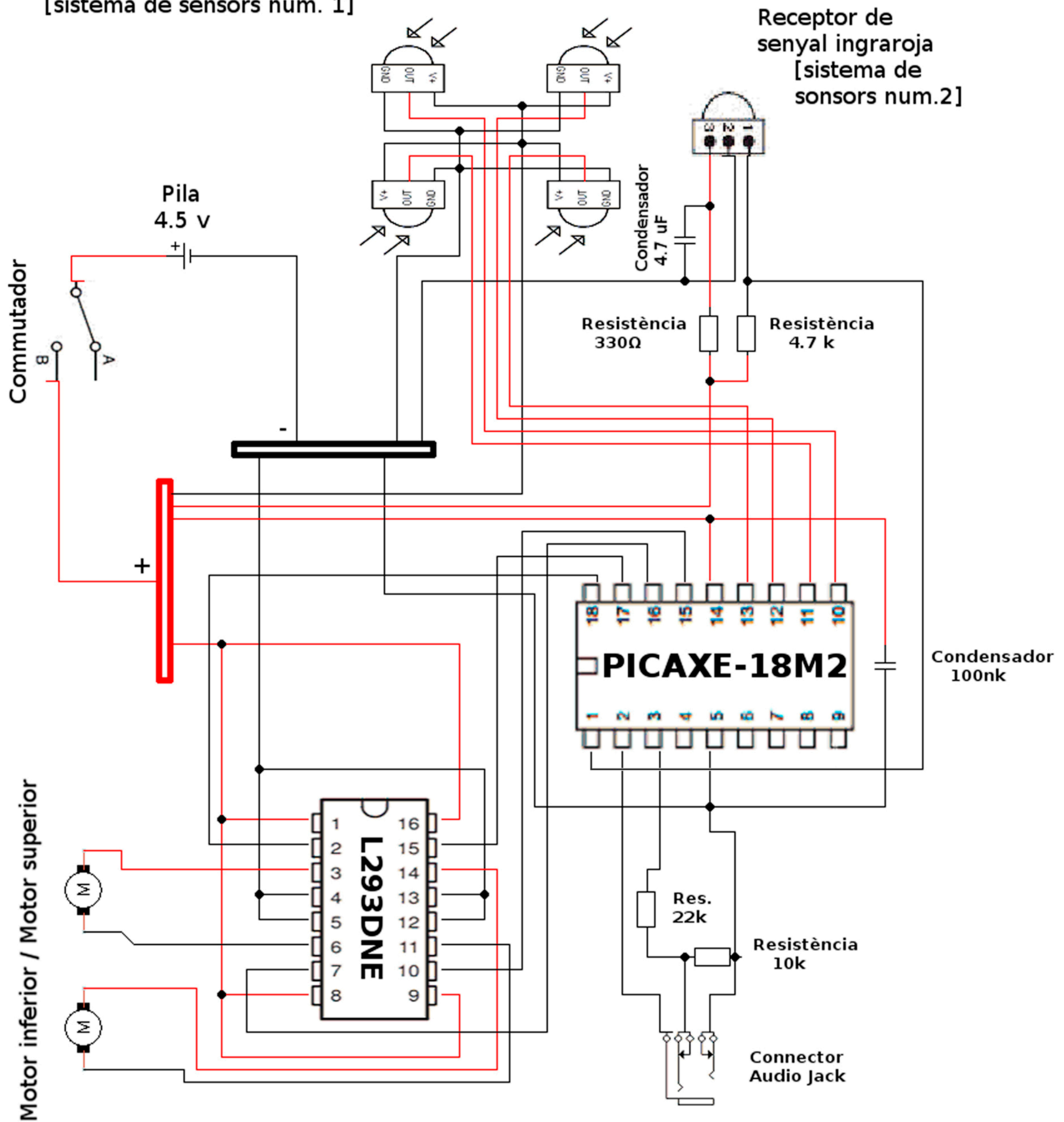
Imatge 28: TSOP4038

Mentre que en el sistemaIR-2 he utilitzat un LED020, que sols rep impulsos.



Imatge 29: LED020

Conjunt de sensors de llum infraroig  
[sistema de sensors num. 1]



[Emissor de llum infraroja]  
circuit modulador de senyal

## 6. Programació.

La programació es un procés fet mitjançant un ordinador on s'escriu, en la memòria del microcontrolador, un seguit d'indicacions informàtiques que posteriorment les interpretarà en forma d'ordre. El llenguatge utilitzat se l'anomena "codi" i no hi ha un codi de programació universal sinó que existeixen molts codis diferents depenent del sistema informàtic que programis. En el meu cas, el sistema PICAXE utilitza el codi PICAXE, un llenguatge molt simple i que et permet programar qualsevol cosa, des del control d'un LED fins l'elaboració d'un seguidor d'infraroig.

En aquest treball, la programació és essencial per aconseguir el moviment de l'estructura, ja que és el microcontrolador qui dirigeix els servomotors.

La programació que he elaborat per aquest projecte es mostra en les pàgines següents acompanyada de breus explicacions.

```

'*****
'***   Xavi Genaro   ***
'***   Treball de Recerca 2012/2013   ***
'*****
#picaxe 18m2

symbol espera=30 'Temps que esta encés cada motor
symbol opcio=bit8 ' 0:Manual 1:Autònom
'Inicialitzem amb els motors parats:
low c.1
low c.0
low c.7
low c.6
bit8=0
pause 500

inici: ' funció amb la que sempre iniciem el funcionament.
      if bit8=0 then ' control manual: ús del comandament a distància.
          irin c.2,b0 'lectura dels impulsos que es reben del comandament.

          if b0=117 then
              gosub baix
          elseif b0=51 then
              gosub esquerra
          elseif b0=52 then
              gosub dreta
          elseif b0=116 then
              gosub dalt
          elseif b0=1 then
              bit8=1
          pause 300

'Creem una interrupció al pin C.2. S'efectua una nova lectura (bit8= 0 o 1).
setint %00000000,%00000100
endif
else ' control autònom: ús del sistema de seguiment per infrarroig.

readadc b.4,b4 's'efectuen lectures constants dels 4 sensors d'infrarroig.
readadc b.5,b5
readadc b.6,b6
readadc b.7,b7

      if b4>250 and b5=0 then
          gosub baix
      endif
      if b4=0 and b5>250 then
          gosub dalt
      endif
      if b6=0 and b7>250 then
          gosub dalt
      endif
      if b6>250 and b7=0 then
          gosub baix
      endif
      if b4>250 and b6=0 then
          gosub dreta
      endif
      if b4=0 and b6>250 then
          gosub esquerra
      endif
      if b5>250 and b7=0 then
          gosub dreta
      endif
      if b5=0 and b7>250 then
          gosub esquerra
      endif

endif ' fi dels condicionants.
goto inici ' torna a iniciar aquesta funció.

```

```
interrupt: 'Funció que s'efectua amb l'interruptió.
    irin c.2,b0 'efectuem una lectura del pin C.2.
    if b0=1 then
        bit8=1      ' control autònom.
    pause 1000

setint %00000000,%00000100 'Creem una interrupcio al pin C.2.
else
bit8=0 'si no es produeix el cas anterior, efectuem el control manual.
endif
return

'moviments basics:

baix:
    low c.6
    high c.0
    pause espera
    low c.0
return

dreta:
    high c.1
    low c.7
    pause espera
    low c.1
return

esquerra:
    low c.1
    high c.7
    pause espera
    low c.7
return

dalt:
    high c.6
    low c.0
    pause espera
    low c.6
return
```

## 7. Objectiu del projecte.

L'objectiu per assolir un cop finalitzat aquest treball és aconseguir realitzar la funció que en treu, possiblement, més profit a aquest projecte. Em refereixo a dur a terme una retransmissió en directe via Skype d'algun tipus de presentació, conferència o espectacle. Aquesta retransmissió es faria entre el telèfon mòbil, utilitzat com a càmera, i un ordinador. Si aquesta situació es produís, el projecte em permetria seguir un objectiu o enfocar a qualsevol punt de la sala mitjançant el sistema de seguiment amb infraroig o amb el comandament a distància.

## 8. Posada a prova i conclusions.

Un cop finalitzada la construcció i el microcontrolador PICAXE programat correctament, he dut a terme diferents comprovacions en el següent ordre:

### PROVA-1

Inicio les proves amb el sistema de control manual amb el comandament. Aquesta primera prova s'ha fet en buit, és a dir, sense el mòbil. S'observa que respon a l'instant a les ordres des de qualsevol posició de l'habitació. Els moviments són efectuats amb rapidesa sense cap tipus de resistència. Els bons resultats obtinguts em permeten efectuar la segona prova.

### PROVA-2

La segona prova és amb el mòbil en el seu lloc. S'observa que, per l'augment de pes, efectua els seus moviments amb una mica menys de rapidesa.

En el moviment de inclinació es produeix un fet no desitjat. El panell cau, pel pes del mòbil, fins topar amb els braços de fusta quan es troba en una posició inferior a 45 graus. La causa d'aquest fet és que el motor té força de sobres per moure en una direcció i en l'altra el panell de fusta amb el mòbil a sobre, però, un cop arriba a la posició que li ha sigut ordenada, deixa de circular corrent i el motor perd tota aquesta força. Això no seria dolent sempre i quan el motor disposés de frens al no tenir-ne es deixa caure pel pes del telèfon.

Per sort aquest problema ja es troba solucionat per haver afegit, més tard, un topall en un dels braços per protegir aquests dels impactes del panell. La posició d'aquest topall ha estat elegida acuradament per beneficiar l'enfocament resultant.

### PROVA-3

Després de solucionar el problema anterior es posa a prova el sistema de control autònom per infraroig. S'observa que no respon com deuria. Sembla que el sistema no és efectiu.

La causa regeix en què el sistema actual es basa en la interpretació de les lectures de la senyal infraroja que reben 4 sensors d'infraroig. La informació de les lectures es transmesa al xip on s'interpreten. Aquí hi situo jo la primera de les causes. Aquest xip és capaç de rebre fins 255 bits d'informació provinent dels sensors. El que passa és que en molts casos la senyal de llum infraroja emesa és molt superior a aquesta xifra, això provoca que, estigui cap on estigui enfocant l'artefacte, els 4 receptors o la majoria d'ells assoleixin el màxim de bits (255). Aquest fet es produeix, per exemple, a l'exterior en dies assolellats o si el dispositiu es troba molt pròxim a un llum elèctric, i és interpretat pel xip com si ja s'estigués enfocant perpendicularment a l'objectiu, i per tant l'artefacte no es mou.

La segona causa no l'he trobada en el projecte sinó fora d'ell. Cercant solucions per a la primera causa, vaig trobar un sistema econòmic de fabricar un filtre de llum visible. La recerca d'aquest filtre es devia a què abans creia que la causa d'aquestes lectures tan elevades era per la influència de la llum visible sobre els receptors. Aquest filtre el vaig veure en un fòrum de fotògrafs i consistia en velar i revelar un carret de fotografies.

La segona causa em va sorprendre quan vaig posar a prova aquest nou filtre, els valors disminuïen però seguien estant igualats. Uns dies més tard vaig descobrir, mitjançant una càmera de vídeo i el filtre de llum visible, que qualsevol llum artificial o natural emetia grans quantitats de llum infraroja que neutralitzaven l'influència dels meus LED's en front als receptors. Per tant, el sistema emissor que jo utilitzava passava desapercbut.

Si disposés dels mitjans i coneixements necessaris, podria xifrar una emissió constant del senyal per part de l'objectiu a seguir i després desxifrar-la amb el receptor.

## PROVA-4

Passat un temps des del descobriment d'aquest error he recorregut a exposar el meu projecte als fòrums d'electrònica i plantejar-hi el meu problema. El lloc web on he obtingut millors resultats es el PICAXE Forum, el fòrum oficial en anglès de PICAXE, el sistema operatiu amb el que baso aquest projecte. M'ha sorprès l'interès immediat per part dels internautes, acumulant gairebé 500 visualitzacions, durant les primeres 24 hores de la qüestió proposada.

D'entre totes les solucions plantejades per part d'usuaris amb molta experiència, he seguit els consells d'un programador de Los Angeles, Califòrnia, el qual m'ha ensenyat a modular la senyal mitjançant un 555, el circuit emissor ja esmentat en aquest projecte. La incorporació d'aquest nou element implica la modificació de la programació i de l'esquema del circuit als actuals.

A continuació es troba l'enllaç on es pot trobar la qüestió realitzada en el PICAXE Forum:

<http://goo.gl/GAKyi>



Finalment, s'efectuen les proves y ajustos necessaris per millorar l'efectivitat del sistema i s'observen els resultats.

El suport robòtic per a dispositius mòbils funciona correctament. Objectiu complit.

## 9. Vídeo demostratiu.

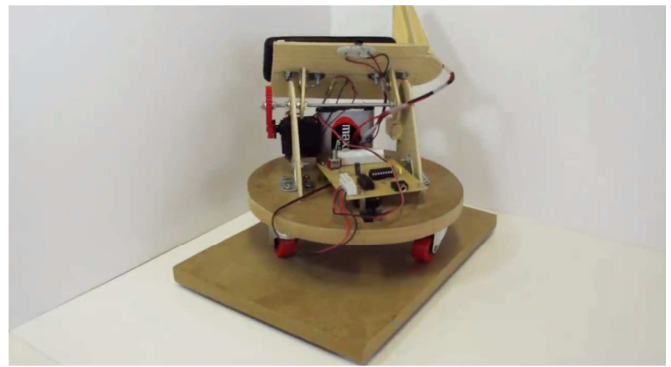
A continuació es troba l'enllaç i el codi QR del vídeo on mostro els tipus de control i les capacitats d'aquest projecte.

<http://goo.gl/lwv5A>

\*Recomano la visualització d'aquest vídeo per la millor comprensió del treball i les seves capacitats.



Aquests son alguns fotogrames del vídeo demostratiu "No em perdis de vista":

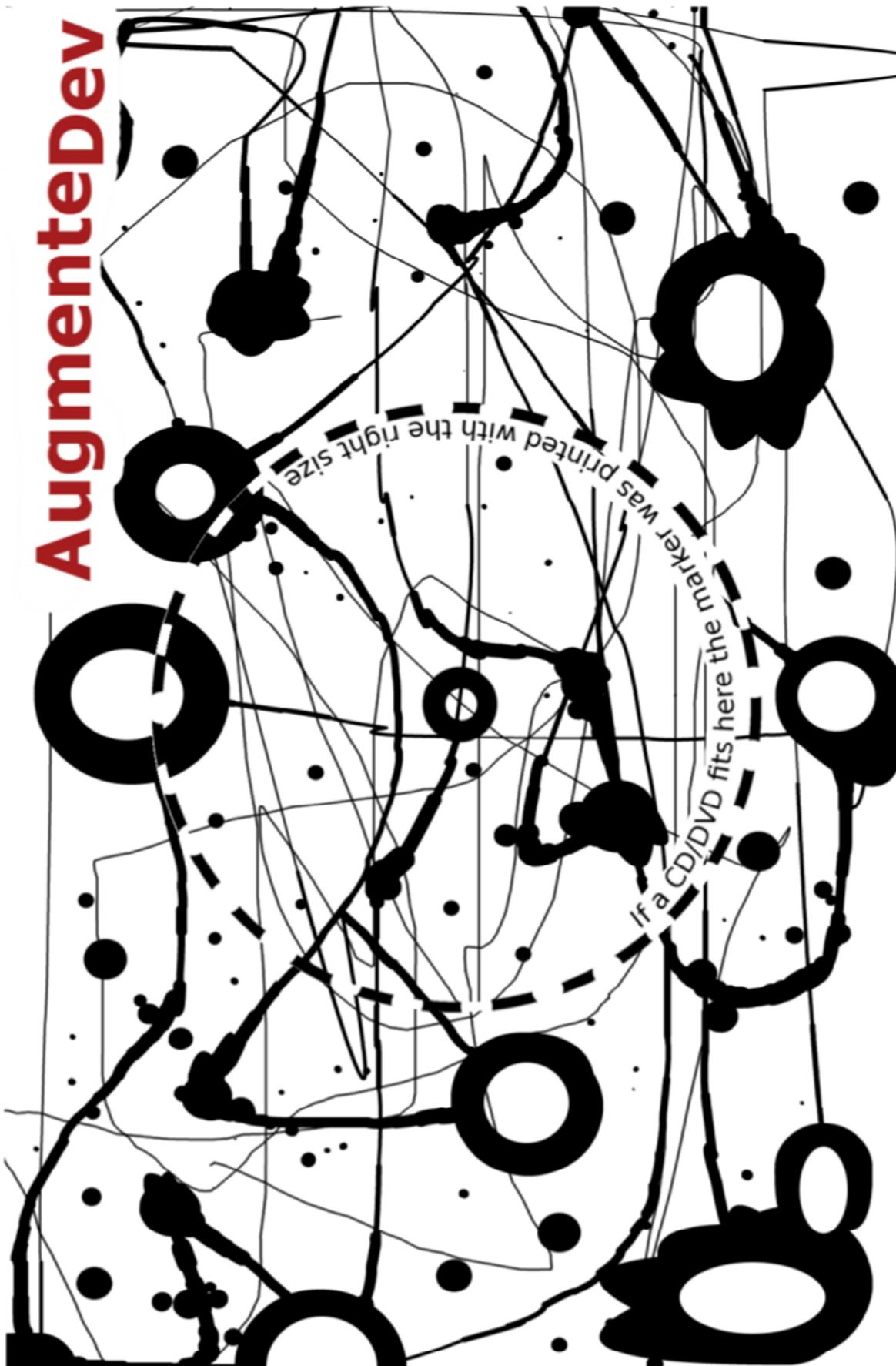


**No em perdis de vista**

# Annex

---

Marcador AugmetDev:



Hello, I'm an Augmented Reality Marker. If you don't know how to use me, go to [AugmentedDev.com](http://AugmentedDev.com)

