

MEMORIA DEL PROJECTE

Generació d'energia solar fotovoltaica orientada mitjançant seguidor solar automàtic i amb suport d'alimentació per bateries i generador eòlic.

REALITZAT PER :

RICARDO MANOBENS MERCADER
MIGUEL MÉNDEZ MARTIN

Alumnes del 2on Curs del cicle formatiu de grau superior en:

DESENVOLUPAMENT DE PRODUCTES ELECTRÒNICS.

DIRIGIT I COORDINAT PER:

JOSÉ FRANCISCO ESTEVE FELIU
Professor Tècnic de formació Professional
Departament d'Electrònica
IES DE TERRASSA

Introducció: El Context Energètic

L'energia és un dels aspectes bàsics per la vida humana tal i com es coneixem actualment. Existeixen una sèrie de necessitats energètiques que l'esser humà ha de satisfer per la seva supervivència.

El control de l'energia existent en el planeta i la seva orientació cap a finalitats productives, te una important transcendència en les diferents formes comercials. Aquesta és imprescindible pel desenvolupament econòmic i social de qualsevol zona, aportant implicacions ambientals derivades dels seus diferents usos i estratègies energètiques adoptades pels diferents Estats.

De fet, el desenvolupament econòmic dels països es basa en les seves capacitats productives, de generació de riquesa, comercialitzant i distribuint aquest béns i serveis produïts, és a dir en les seves capacitats energètiques. L'energia és necessària per les societats desenvolupades i en vies de desenvolupament, i en si mateixa, no te perquè relacionar-se amb efectes negatius pel medi ambient mentrestant es desenvolupin polítiques energètiques sostenibles, eficients, i de salvaguarda de l'equilibri socioeconòmic de les diferents regions del planeta.

El model energètic actual caracteritzat per l'esgotament de les reserves i recursos energètics tradicionals, el desigual repartiment en la producció i sobre tot el consum de l'energia a nivell mundial, deteriorant de forma alarmant el medi natural i el nostre entorn més immediat, està demostrant la seva especial incapacitat per harmonitzar progrés econòmic, social i sostenible. Això ha generat en diferents sectors socials i institucionals un impuls, una presa de consciència sobre la necessitat d'aplicar recursos energètics nets i alternatius als combustibles fòssils.

Existeixen diferents fonts possibles de satisfer les nostres necessitats energètiques. De forma general, el criteri més utilitzat per la seva classificació és el basat en el seu origen, de ell dependrà el seu possible esgotament. D'aquesta manera es diferencien las Fonts d'Energia d'origen Renovables – FER – d'aquelles d'origen no renovables.

Les **fonts d'energia no renovables** formen part de la pròpia Terra. Es troba emmagatzemada durant molts milions d'anys i ,per tant, són recursos repartits de forma irregular per la geografia i que s'exhaureixen. Dins de les fonts d'energia no renovables es consideren els combustibles fòssils: carbó, petroli, gas natural; axis com el urani. L'origen dels combustibles fòssils es troba en la descomposició de materials biològics formats fa uns 90 milions d'anys, en ells es manté continguda l'energia que posteriorment transformarem en útil per a l'esser humà.

Els problemes que afecten, admès del seu caràcter finit i limitat, a aquets tipus de fonts d'energia, que podríem denominar convencionals, són de diversos tipus. Per un cantó hi ha els aspectes mediambientals, principalment centrats en les emissions a l'atmosfera de anhídrid carbònic i altres gasos que intervenen en els processos denominats d'efecte hivernacle (òxid de sofre i nitrogen, compostos orgànics volàtils, etc). A més dels problemes evidents de la qualitat de l'aire, no s'han d'oblidar altres com l'acidificació i la desforestació de zones d'especial importància natural, els abocaments contaminants i la sobreexplotació de recursos. Uns altres factors a tenir en compte, són les desigualtats socioeconòmiques originades per la irregular distribució territorial d'aquest recursos energètics, generant fortes dependències dels països productors o posseïdors d'aquestes fonts d'energia.

Les **fonts d'energia renovable** tenen el seu origen en el flux continu provinent del sol, manifestant-se a través de diferents fenòmens naturals com el vent, els cicles hídrics, els cicles de creixement de vegetació, la pròpia radiació solar, etc. Són fonts d'energia inesgotables, preexistents a l'home i que es renoven en funció del cicle solar anual.

Es presenten com a una de les alternatives al sistemes energètics basats en fonts convencionals per la seva menor incidència mediambiental (menor generació de residus, no produeixen emissions contaminants a l'aire, etc), per el seu caràcter descentralitzat i dispers (són fonts autòctones i eviten la dependència energètica exterior), per el seu caràcter inesgotable, per la seva major capacitat de generar llocs de treball. Les conseqüències positives sobre els llocs de treball es veuen augmentades degut a que els llocs de treball generats es troben en zones amb importants carències d'oportunitats laborals, com és el cas de les zones rurals amb un elevat índex d'atur. La distribució equitativa de la riquesa i el creixement equilibrat i sostenible de les regions facilita la incorporació laboral.

Malgrat tot, existeixen una sèrie de barreres o factors per el desenvolupament a gran escala d'aquestes fonts energètiques: coneixements de les necessitats i possibilitats, demanda popular, capacitat d'integració en els sistemes convencionals, cost tecnològic, incentius i línies d'ajuts institucionals; que haurien d'enfrontar-se mitjançant la planificació a llarg termini de la cooperació internacional, tant d'iniciatives públiques com de privades, i sempre acompanyades del concepte d'ús racional, d'estalvi i eficiència energètica.

“Toda la civilización ha sido construida tomando como base el descubrimiento y dominio de nuevas fuentes de energía para el uso humano de una forma cada vez más eficiente y con medios cada vez más sofisticados. En realidad, el mayor descubrimiento individual en la historia humana tiene que ver con los métodos para convertir la energía química contenida en la madera en calor y luz”³

3 JARABO FRIEDRICH, F. y ELORTEGUI ESCARTÍN, N. (2000): “Energías Renovables”. Madrid. Ed. Era Solar, págs. 13 y 14

Motivació

L' ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA I L'ENERGIA EÒLICA.

L'energia solar fotovoltaica ESF és, avui en dia i sens dubte, una font neta i fiable de producció d'energia elèctrica a petita escala. La majoria de sistemes fotovoltaics existents actualment han estat dissenyats i construïts per ser utilitzats en aplicacions remotes de molt poca potència. La raó fonamental, fins l'actualitat, que ha impedit un major espargiment d'aquesta tecnologia ha estat principalment per a motius econòmics: major cost del KW/h produït en comparació amb el que s'obté mitjançant altres tecnologies més convencionals com ara el: petroli, carbó, nuclear, etc.

No obstant, la creixent maduresa tecnològica i l'abaratiment dels costos de producció dels mòduls solars, el desenvolupament de sistemes de condicionament de potències més elevades, de major eficàcia i fiabilitat, la realització de projectes pilots sostinguts per programes nacionals i internacionals de finançament o subvenció parcial, permeten instal·lacions de sistemes cada vegada més eficaços i competitius amb les fonts de generació elèctrica utilitzades fins ara.

Es ja notori que, les millores tecnològiques aconseguïdes en la producció dels mòduls solars, la aplicació de les noves tecnologies d'automatització, control i gestió aplicats en el sistemes fotovoltaics de generació d'energia elèctrica, han fet possible un creixement important de la producció d'electricitat.

L'energia eòlica és un altre forma de producció d'energia elèctrica neta i fiable. Probablement és la que ha assolit un grau de desenvolupament i espargiment més significatiu entre les energies renovables.

La majoria de Països Occidentals que s'han vist perjudicats per la crisi del petroli i, en especial, els que tenien certa tradició en l'aprofitament dels seus recursos eòlics, han elaborat nous programes d'investigació i desenvolupament amb el fi de potenciar al màxim aquesta forma d'energia, dirigint el seu interès en dos aspectes diferents:

- ⌚ Elaboració de mapes eòlics i localització d'emplaçaments.
- ⌚ Càlcul, disseny i construcció de plantes eòliques de gran potència.

L'espectacular desenvolupament experimentat en l'aprofitament de l'energia eòlica en l'última dècada, ha situat aquesta font renovable en posició de competitivitat respecte al sistemes convencionals de producció d'energia.

Un altre factor a destacar dels sistemes de ESF i EÒLICS, és la possibilitat de fer arribar l'energia elèctrica a zones on és pràcticament impossible instaurar centrals elèctriques convencionals, ja sigui pels costos econòmics, dificultats de construcció i manteniment, o bé per la manca de recursos naturals que impossibiliten el funcionament de les mateixes.

L'esgotament dels combustibles fòssils, i l'evident canvi climàtic produït pels gasos d'efecte hivernacle, ens porta directament a un canvi cultural pel que fa als sistemes de generació d'energia elèctrica i del seu consum racional i sostenible.

Des del convenciment que la formació a l'escola pot contribuir en aquest canvi de cultura, neix el projecte que a continuació es descriurà i que s'ha denominat:

GENERACIÓ D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ORIENTADA MITJANÇANT SEGUIDOR SOLAR AUTOMÀTIC I AMB SUPORT D'ALIMENTACIÓ PER BATERIES I GENERADOR EÒLIC.

Donat el caràcter purament docent i d'aprenentatge que té el projecte, es diferencien els objectius del mateix en els següents dos blocs:

⚙️ **En relació a tots el nivells del sistema educatiu:**

- ⌚ Disposar d'un equip de generació d'energia elèctrica solar fotovoltaica i eòlica.
- ⌚ Que sigui fàcilment transportable per la seva utilització i finalitat, podent ser comercialitzat.
- ⌚ Podrà ser utilitzat a les aules com a ús docent.

⚙️ **En relació al cicle formatiu:**

- ⌚ Elaborar càlculs, gràfics i esquemes electrònics, plànols de circuits impresos, llistats de components i materials, llistats de programes de control, interpretant les especificacions tècniques del producte electrònic que s'ha de projectar i operant manualment o amb programes informàtics CAD-CAE adequats per a cada aplicació per tal de realitzar la documentació tècnica de projecte del producte electrònic.
- ⌚ Dissenyar aplicacions analògiques, digitals programables i no programables, i programes de control en llenguatge d'alt i/o baix nivell, interpretant les especificacions tècniques i funcionals de cada aplicació que cal resoldre, seleccionant la solució òptima per a l'aplicació i especificant esquemes de blocs i circuits, programes de control, components i materials, proves i ajustos per tal de definir productes electrònics en condicions de qualitat i cost establertes.
- ⌚ Organitzar la documentació tècnica, la logística, els recursos humans i materials, identificant objectius, necessitats i prioritats de treball, i determinant les càrregues de treball de cada tècnic segons les seves responsabilitats en el projecte.
- ⌚ Sensibilitzar-se sobre els efectes que les condicions de treball poden produir en la salut personal, col·lectiva i ambiental, amb la finalitat de millorar les condicions de realització del treball utilitzant les mesures correctives i de protecció.
- ⌚ Planificar el procés d'inserció en les activitats de desenvolupament de productes electrònics, identificant els drets i obligacions que es deriven de les relacions laborals, les capacitats i les actituds requerides, i determinant les vies d'inserció possibles i els mitjans adients en cada cas, per tal d'integrar-se satisfactòriament en el món laboral.
- ⌚ Elaborar un projecte de creació d'una empresa, determinant els objectius, la ubicació, l'organització i els recursos, seleccionant la forma jurídica i establint les formes de relació amb els clients i els proveïdors, i també la promoció i distribució dels productes, per tal de gestionar una empresa o taller per compte propi.
- ⌚ Dirigir un grup de treball de manera eficient, analitzant i avaluant els requeriments de cada lloc de treball, les necessitats de producció i el rendiment del personal, a fi d'optimitzar l'actuació dels recursos humans.
- ⌚ Incorporar-se al món productiu, adaptant-se a l'estructura pròpia de les empreses del sector electrònic de forma responsable i participativa, afrontant les tasques de desenvolupament de productes electrònics amb progressiva autonomia i iniciativa, valorant les seves aptituds i interessos en el conjunt de tasques realitzades per tal d'integrar-se en el sector electrònic de fabricació de productes.

Avantprojecte

Cerca d'informació

- Estudi de mercat

L'energia solar fotovoltaica és una font d'energia neta i fiable de producció d'energia elèctrica a petita escala i amb un impacte ambiental del medi molt baix. La part negativa és que s'ha optat molt poc en aquesta tecnologia donat que el cost del kilowatt es més elevat que per d'altres tipus de tecnologies com les nuclears, incineradores, etc...

La posició en la que s'instal·laven fins ara les plaques fotovoltaïques, era sobre un suport fix i orientat cap a la posició equivalent a la de la radiació mitja de l'any (estudi realitzat per a la zona concreta on s'instal·len). La manera d'optimitzar el rendiment de les plaques en més del 25% és, fer que les plaques vagin movent-se variant la seva posició tot i seguint el recorregut del sol (seguidor de dos eixos o azimutal).



Figura 1. Plaques d'un kit solar professional.

Com que no podem realitzar cap instal·lació a gran escala hem optat per fer un kit educatiu. Com que els equips que hem pogut veure a través d'Internet són kits de demostració subministrats per les distribuïdores però no orientables (*Figura 1*), nosaltres optem per la realització d'un "SEGUIDOR SOLAR", per fer demostracions a les escoles, i promoure aquestes tecnologies.

- Legislació

Directiva Rohs de la comunitat europea del 2002 (2002/96/EC), on s'eliminen de tots els components electrònics els metalls pesants com plom, mercuri, ...

Aquesta directiva entra en vigor el 1 de Juliol de 2006 i afecta a tots els productes electrònics (Norma RoHS o Pbfree , lead Free)

En relació als sistemes d'energia solar fotovoltaica s'han tingut en compte les Normes del text íntegre de les 27 normes UNE-EN (versions oficials en espanyol de les corresponents normes europees) actualment vigents (maig de 2004). Elaborades pel comitè tècnic de normalització AEN/CTN/206/GT 82, "Sistemes d'energia solar fotovoltaica", aquestes normes recullen criteris, requisits, informacions, paràmetres, característiques, procediments i fonaments de mesures, mètodes de càlcul, assajos, qualificacions de disseny i aprovació de tipus, avaluacions i guies per els elements i característiques d'un sistema de conversió fotovoltaic d'energia solar.

En relació al disseny elèctric i electrònic s'han tingut en compte les normes i instruccions marcades en el Reglament de Baixa Tensió RBT de 2002 Real decret 482/2002 i Articles.

També s'han tingut en compte les prescripcions que marca la llei de prevenció de riscos laborals de 31/1995 de 8 de novembre. BOE nº 239 de 10 de novembre. El reglament dels

serveis de prevenció de riscos laborals, segons el reial decret 39/1997, de 17 de gener. BOE nº 27 del 31 de gener.

- Viabilitat tecnològica

El projecte es totalment viable donat que en l'actualitat la tecnologia de producció de les plaques fotovoltaïques ha reduït considerablement el seu cost de producció. Actualment l'investigació dels materials amb els que es fabriquen aquests components aprofiten en major percentatge l'energia captada.

Els coneixements que proporciona el cicle formatiu de desenvolupament de productes electrònics fa viable entendre i muntar un equip amb mòduls d'aquest tipus. També es pot fer de manera que si la tecnologia evoluciona de forma significativa es pugui substituir qualsevol d'ells sense que la resta del muntatge es vegi afectat.

Els alumnes i els professors entenen que el projecte és viable i que es pot dur a terme, tant electrònicament com mecànicament, i es disposa dels medis materials, tècnics i humans suficients per a realitzar el muntatge

Avaluació

- Recursos

Mitjançant l'utilització de diversos programes informàtics es realitzen les simulacions corresponents als dissenys electrònics i mecànics.

Disposem dels coneixements i de les eines suficients per a realitzar el muntatge mecànic al taller d'electrònica, però contem amb la col·laboració del Departament de Manteniment i Serveis a la Producció en el cas de necessitar d'ajuda exterior.

- Procés de fabricació

El procés de planificació del projecte es farà d'acord a un esquema en diagrama de GANNT, on s'hauran de reflexar totes les fases del projecte establint dades de conclusió per a cadascuna de les parts planificades i realitzades. (Figura 2).

En un inici s'ha de determinar el que volem fer, cercar informació de materials existents al mercat, i tenint en compte amb el que podem muntar, veure les possibilitats de progressió i execució del projecte.

Sabent el que podem fer servir cal indicar els rols que prendran els participants tant en els apartats: elèctric – electrònic, mecànic i de gestió del projecte.

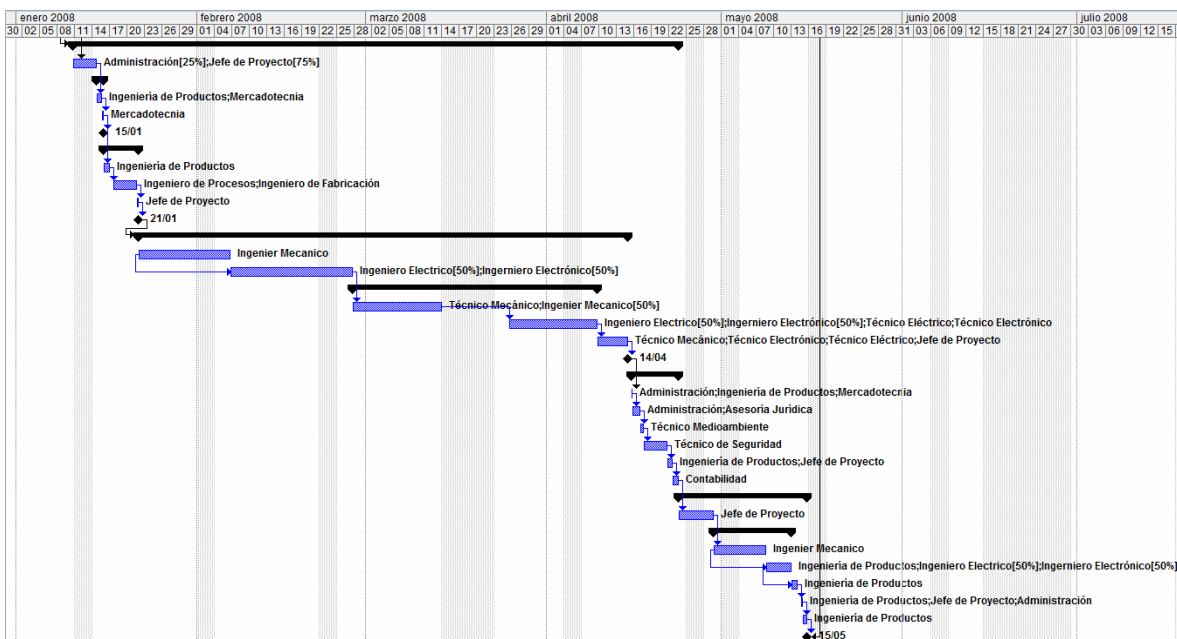


Figura 2. Diagrama de Gantt del projecte a realitzar amb l'aplicació informàtica de Microsoft Project 2003.

- Estudi del procés

Per a una millor comprensió del diagrama de Gannt, ho podem reflexar en un gràfic interdepartamental mostrat en la *Figura 3*

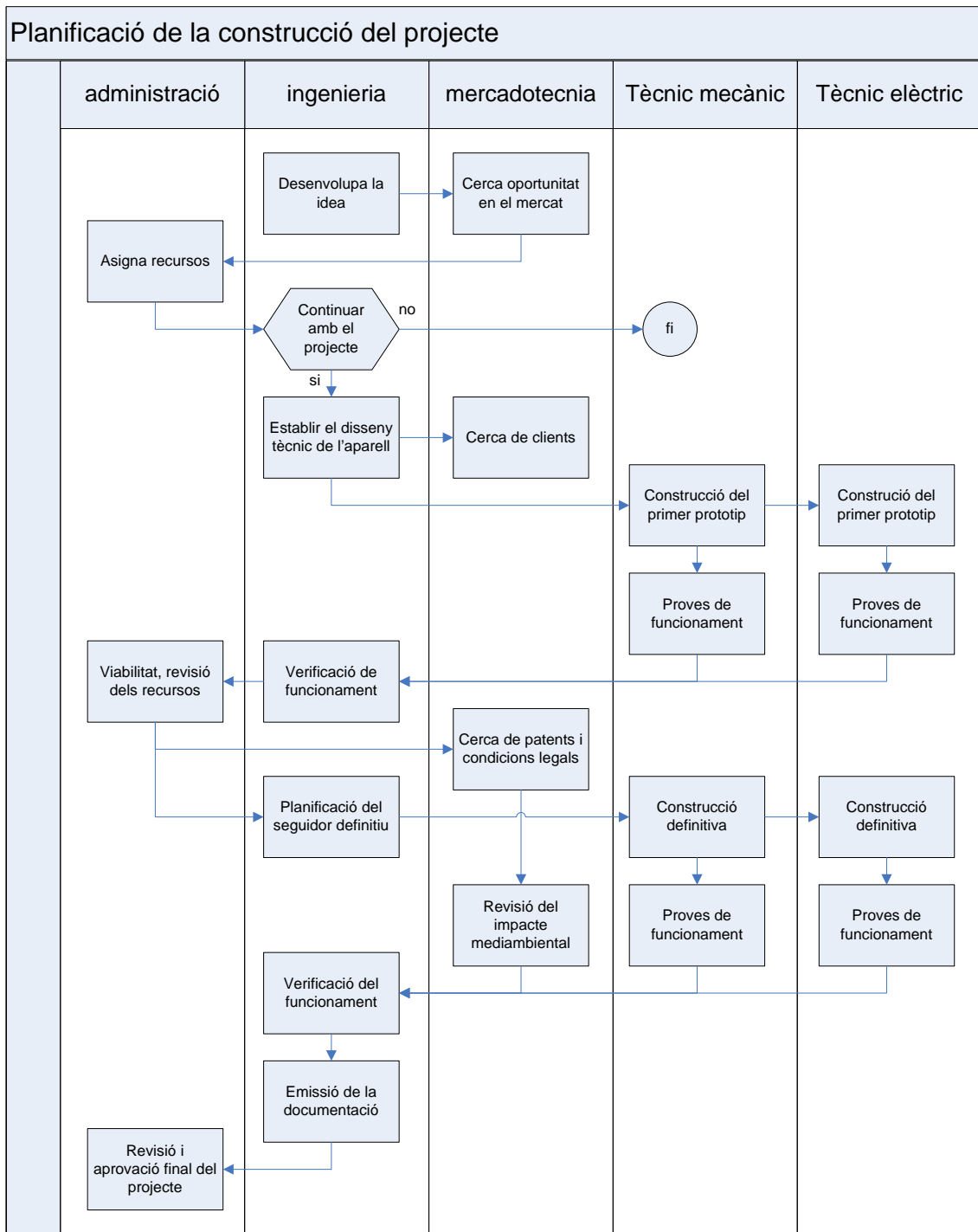


Figura 3. Diagrama interdepartamental de les tasques que realitzarà cadascun dels departaments.

Realització

- Fabricació d'un prototip

Tan aviat es determinen les necessitats que haurà de complir el circuit de control es comencen a fer els primers prototips amb suport d'una placa de circuit imprès per tal finalitat (*Figura 4*).

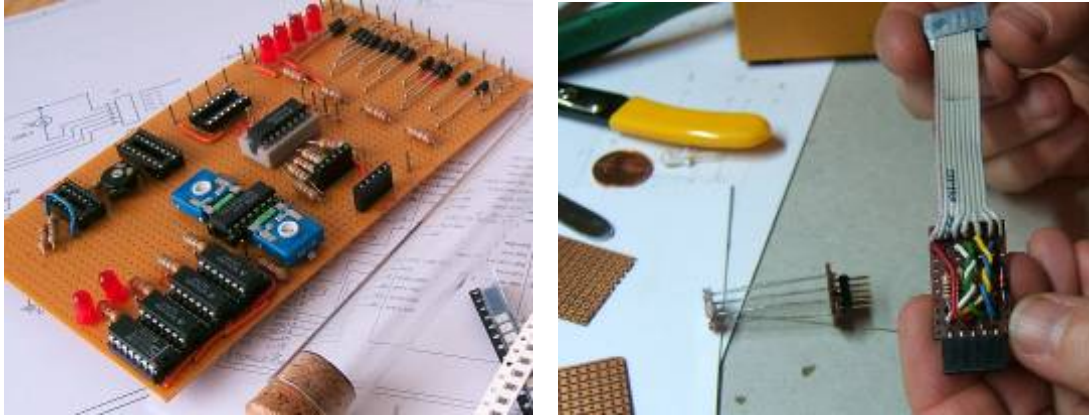


Figura 4. Realització de prototips electrònic sobre muntatge en plaques de circuit imprès.

Projecte

Memòria

- Objecte del projecte

Realitzar un kit educatiu d'un "generador híbrid d'energia solar fotovoltaica i eòlica", que ha de funcionar de manera autònoma i ser capaç de seguir el sol. Acumularà l'energia en bateries per al seu propi ús i l'excedent podrà ser aprofitat en altres moments per altres requeriments energètics.

- Descripció de funcionament

Del seguidor solar començarem per explicar com sap on es troba el sol. Utilitzem sensors LDR que estan fabricats amb una matèria sensible a la llum. Aquests dispositius varien el seu valor resistiu en forma inversament proporcional a la radiació lluminosa (a més llum menys resistència elèctrica). Si posem un obstacle que faci una mica d'ombra entre dos dels sensors LDR, aconseguim una diferència del seu valor (*Figura 5*). Ajudats d'un microcontrolador podem determinar quin dels dos sensors rep més o menys llum. Saben això i, a mes a mes, la ubicació dels sensors en l'aparell, podem donar instruccions als motors per tal d'orientar el generador solar en direcció en que les plaques rebin una major radiació del sol.

El sol fa un recorregut des de l'est fins l'oest d'uns 180°, i triga una mitja de 12 hores, el que vol dir 15° cada hora. Si programem el microcontrolador per tal que verifiqui cada mitja hora la informació donada pels sensors LDR, s'iniciarà l'activació dels motors que faran la petita correcció de la posició de les plaques, aconseguint realitzar el seguiment del recorregut del sol.

Fora del control l'aparell ha de veure els valors dels sensors LDR i moure els motor en conseqüència. Val a dir, que l'aparell disposa d'un rellotge, i d'una memòria on anirà emmagatzemant la informació de l'hora, i els graus recorreguts, tant en la seva trajectòria vertical, com en la horitzontal.

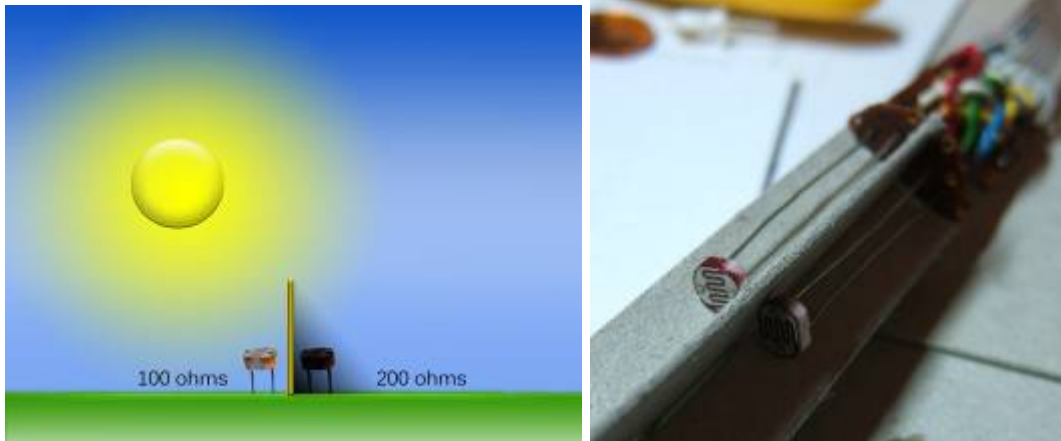


Figura 5. Explicació de la posició del sol i el sistema d'ombres que fem servir.

- Antecedents

No disposem de informació anterior, per la qual cosa es comença el projecte des de zero. Ens hem traslladat fins a zones de Saragossa per veure plantes d'energia a nivell industrial com les poblacions de Monteagudo o La Muela (Figura 6). Mitjançant l'observació de les fotografies s'ha anat recopilant una sèrie d'idees per tal de discutir el nostre disseny i arribar a conclusions funcionals.



Figura 6. Imatge de la planta de generadors eòlics de La Muela (Saragossa), i seguidor solar de Monteagudo.

Un altre font per la recerca de informació ha estat Internet, obtenint dades estadístiques de meteorologia en quan a radiació solar i altres dades d'interès de la nostra zona per millorar la comprensió i enteniment en relació a tot allò vinculat amb el nostre projecte.

- Estat de l'art y solucions adoptades

Al inici del projecte es van anar dibuixant diferents croquis del que podria ser el control del seguidor, tant en l'aspecte electrònic (Figura 7), com el de la part mecànica (Figura 8).

El primer sensor es va idear amb semiconductors (per ser més exactes amb fotodíodes), però realment no va funcionar mai al carrer. Dintre de l'aula sí que funcionava però no comptàvem amb la potència que arriba a irradiar el sol. Per aquest motiu es va canviar el sensor a un divisor de tensió format per sensors LDR (o resistències sensibles a la llum). Un microcontrolador observa quina LDR té un valor més alt i farà girar el motor en la direcció on es troba ubicada la resistència. Indirectament això vol dir que seguirà el moviment solar.

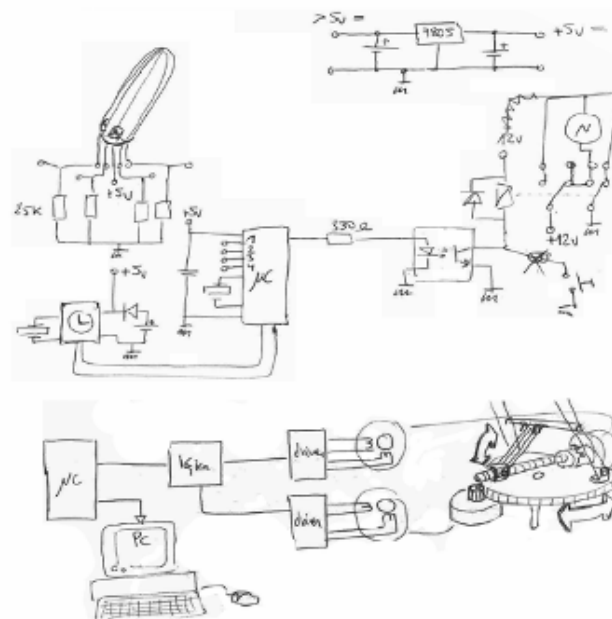


Figura 7. Esbossos inicials del funcional electrònic del projecte

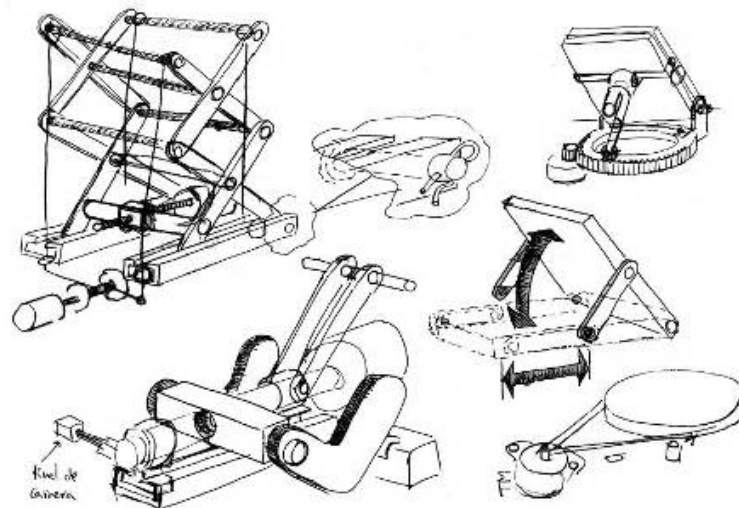


Figura 8. Esbossos inicials del muntatge mecànic

Finalment es va modificar el muntatge mecànic davant l'impossibilitat d'eleva les plaques amb els motors PAP disponibles. Per aquest motiu es va canviar el disseny mecànic per utilitzar uns motors de corrent continu i em més força que els PAP. Cal dir que aquests motors es son reutilitzats d'un equip anterior, així com la resta de la mecànica. (Figura 9).

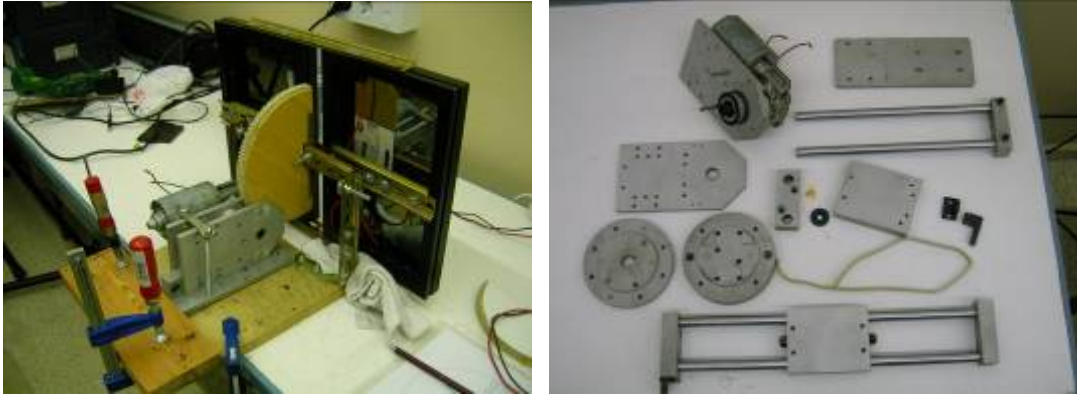


Figura 9. Muntatge provisional del capçal i les peces d'alumini un cop netejades.

Durant el mateix període de temps, hem treballat amb els ordinadors de classe per desenvolupar els esquemes electrònics, realitzar i simular muntatges elèctrics per a l'estudi dels diferents paràmetres de funcionament i assaig dels motors (canvi del senti de gir, consums de corrent i tensió, forces, temps d'arrencada i aturada, inèrcies, harmònics, temperatures...).

S'han desenvolupat muntatges de circuits amb microcontroladors (aprofitant circuits de que disposem a classe), amb la finalitat d'aprendre el funcionament de la comunicació d'un microcontrolador amb l'ordinador, a través d'un port USB ... (Figura 10).

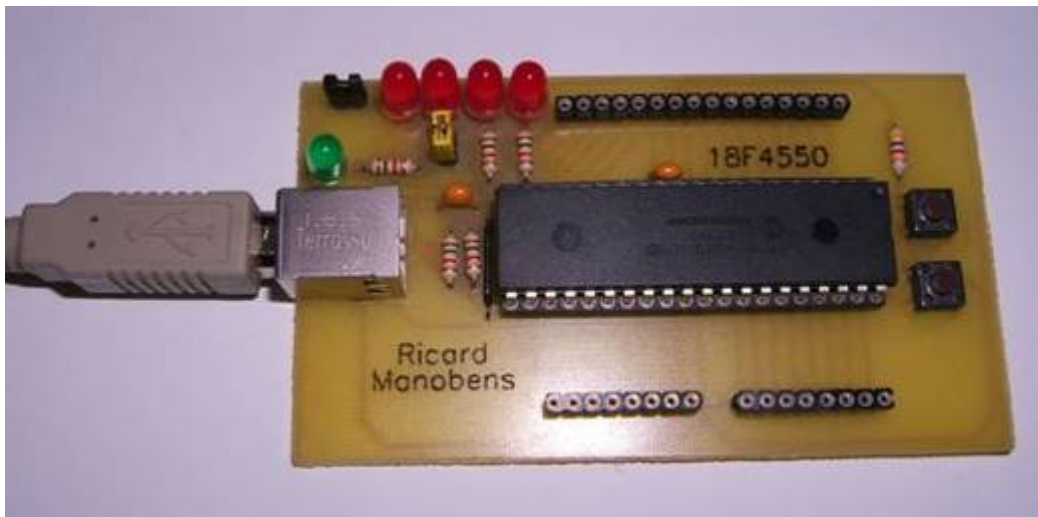


Figura 10. Circuit per provar la comunicació mitjançant port USB.

Els nous sistemes operatius, com "Windows Vista", no reconeixen al 100% els programes informàtics tradicionals utilitzats en classe (llenguatge de programació "C" pel microcontrolador, i "Visual Basic" (VBO) per la resta d'aplicacions) per la qual cosa varem optar per utilitzar "Delphi" com a llenguatge de programació. Aquesta va ser una de les principals causes que va fer que no es pogués complir part de la planificació programada que reflexa el diagrama inicial realitzat amb Project. La parts positiva és que ara, també sabem programar amb "Delphi", adonant-nos que millora la programació i facilita el treball, més que el propi "VBO".

Com que no disposem de maquinària pesada al departament d'electrònica, per tal de mecanitzar les peces, hem aprofitat les que hi ha al centre. Per ser més precisos al departament de manteniment electromecànic. Miquel Méndez amb el professors responsable del projecte i els professors del taller mecànic han anat modificant les peces fins a desenvolupar tota l'estructura final de l'aparell. Els diferents dibuixos mecànics s'han realitzat amb programes de Cad com Catia i Autocad (Figura 11)

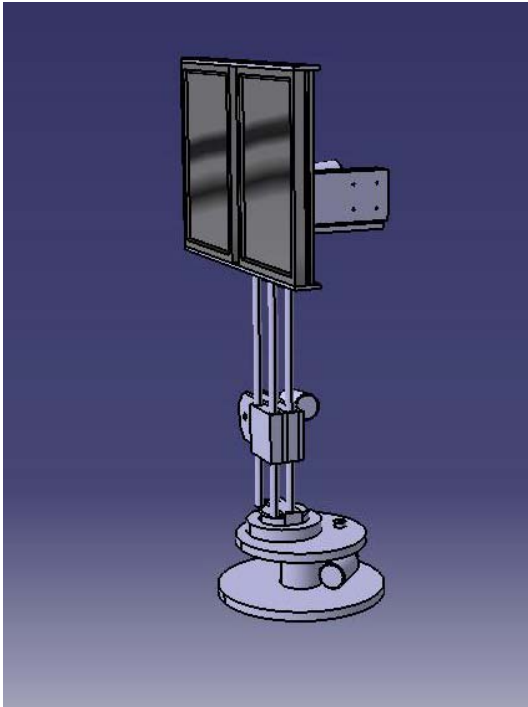


Figura 11.1 Conjunt mecànic seguidor solar. Vista frontal Dissenyat amb programa informàtic Catia.

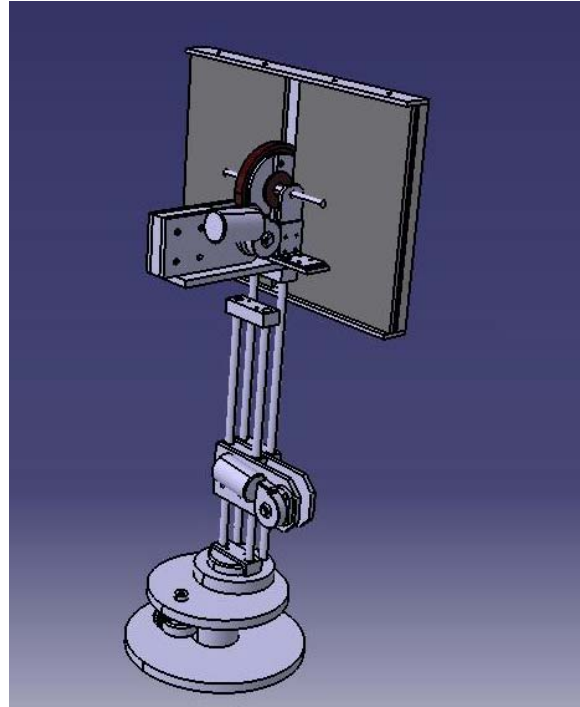


Figura 11.2. Conjunt mecànic seguidor solar. Vista posterior Dissenyat amb programa informàtic Catia.

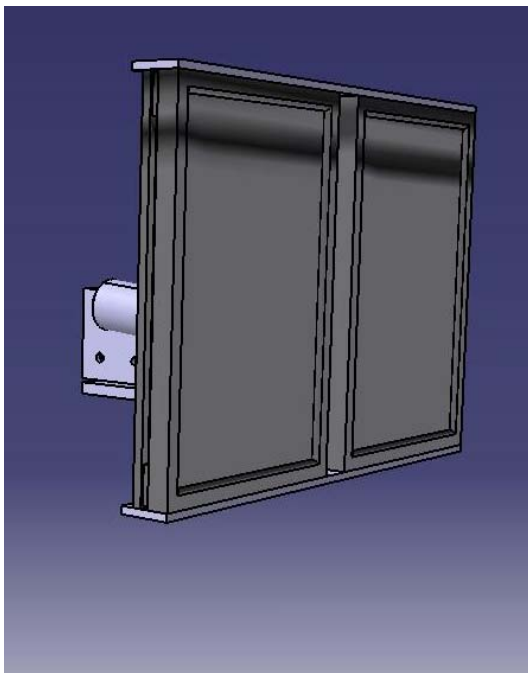


Figura 11.3. Conjunt mecànic seguidor solar. Vista frontal plaques fotovoltaïques. Dissenyat amb programa informàtic Catia.

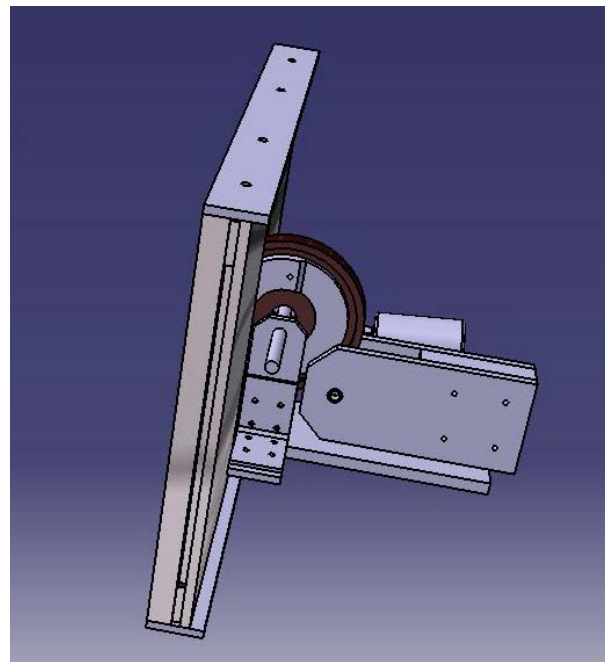


Figura 11.4. Conjunt mecànic seguidor solar. Vista posterior plaques fotovoltaïques. Dissenyat amb programa informàtic Catia.

- Realització

El procés de construcció ha constatat de dos besants paral·leles. Una part electrònica i una part mecànica.

Per la part mecànica hem aprofitat l'experiència d'en Miquel Méndez que ja és titulat en un cicle formatiu de grau superior dedicat a la mecànica, i de l'experiència d'en Ricard Manobens titulat en un cicle formatiu de grau superior dedicat a materials plàstics i cautxú. Ambdós estudiants d'un grau superior d'electrònica han anat aportant idees al projecte. Supervisats pel professor José F. Esteve, s'han arribat a conclusions que han desencadenat l'aportació de les solucions adoptades pel desenvolupament del projecte, posant en conseqüència unes fites molt ambicioses.

Inicialment amb Project es va realitzar una planificació mínima prèvia on es determinaven les dates inici i finalització dels diferents processos a seguir.

Aquesta planificació s'ha actualitzat a mida que avançava el desenvolupament del projecte, fent-nos reflexionar de la següent manera :

En el projecte es poden aplicar diverses tecnologies com la pneumàtica, hidràulica ,...

Però és necessari fer-ho de manera senzilla, donat que ha de ser fàcilment transportable,.... no oblidem que es tracta d'un aparell destinat a docència.

La solució ha estat per optar en sistemes electromecànics amb motorreductors de corrent continu que tenen més força.

El sistema de control es realitza amb un microcontrolador, ja que és fàcilment programable, sent una de les principals causes que fa que el sistema sigui més atractiu.

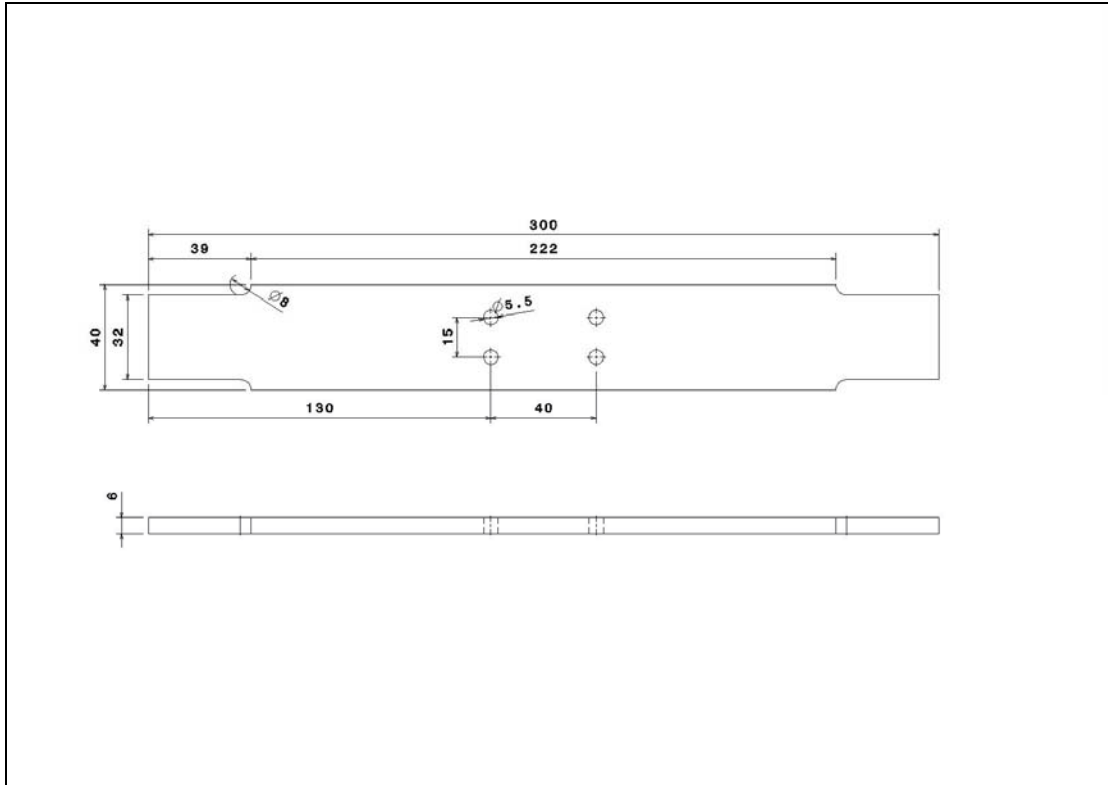
Una de les seves principals utilitats és la de poder ser utilitzat per a la formació en:

- Estudis d'energies alternatives i renovables.
- Recerca de informació solar i eòlica
- Sensibilització en la generació d'energia elèctrica respectant el medi ambient.
- Formació de tècnics en energia solar fotovoltaica i eòlica.
- Utilització com a equip docents en els diferents crèdits i nivells del sistema educatiu: ESO, BATXILLERAT i FORMACIÓ PROFESSIONAL.

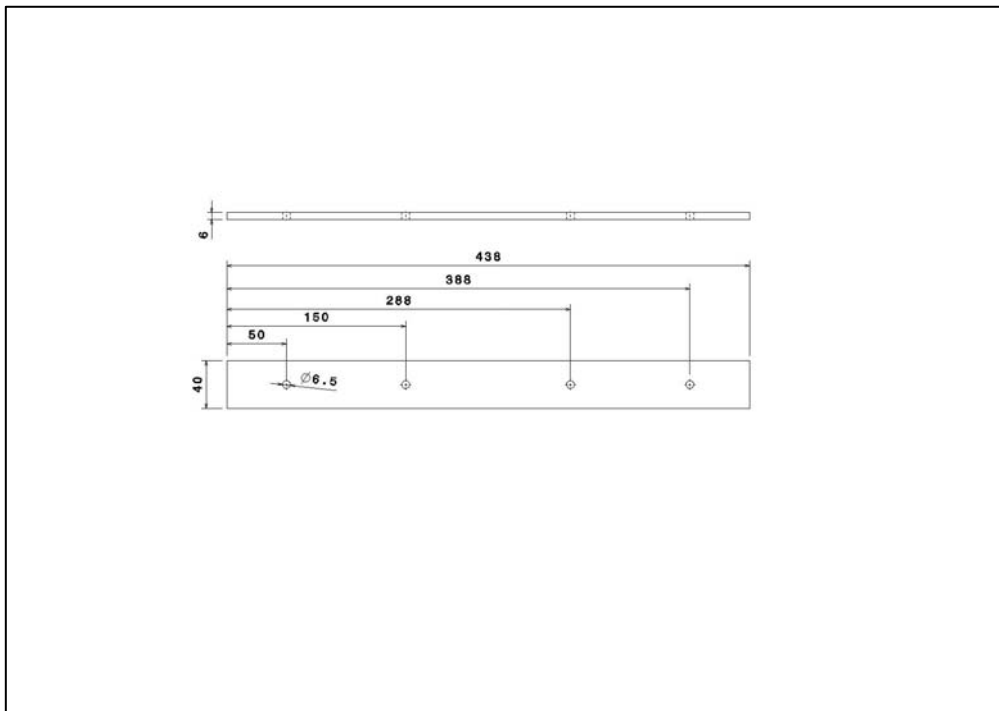
Aquest equip ens pot servir per la generació, implementació de diversos programes de formació i divulgació en la generació de corrent elèctric mitjançant l'aprofitament de les fonts inesgotables d'energies.

Dibuixos mecànics i esquemes

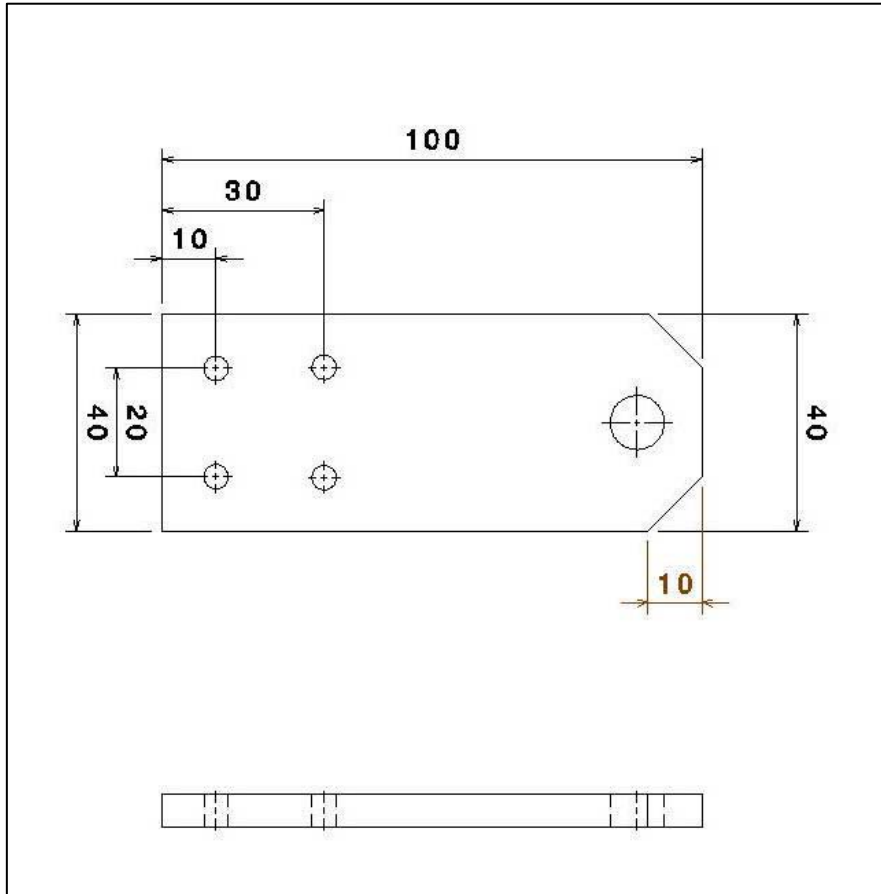
- Planells mecànics



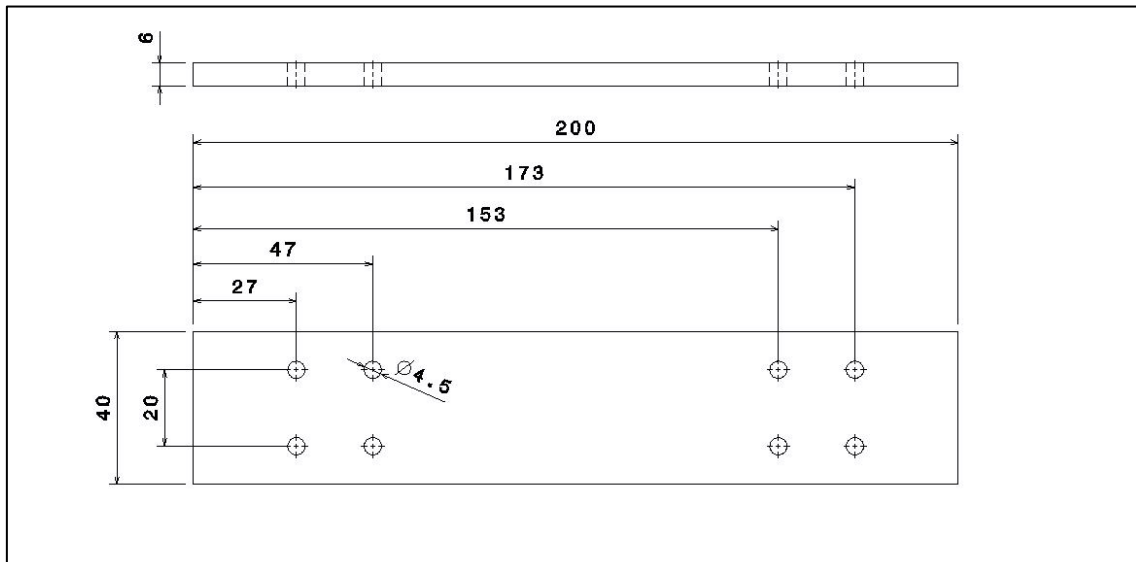
Unió central plaques fotovoltaïques i suport engranatge vertical moviment plaques.



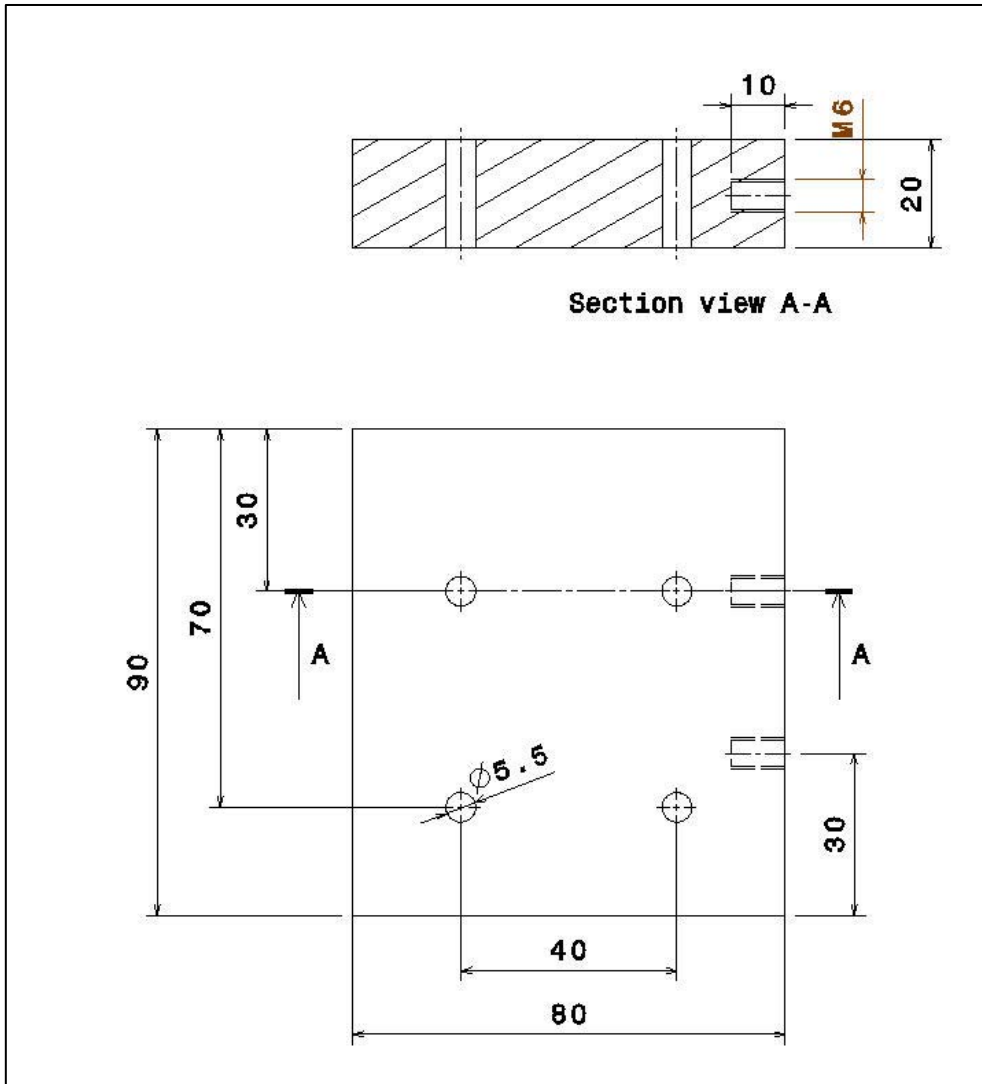
Unió superior i inferior plaques fotovoltaïques



Suport motors elevació i rotació vertical

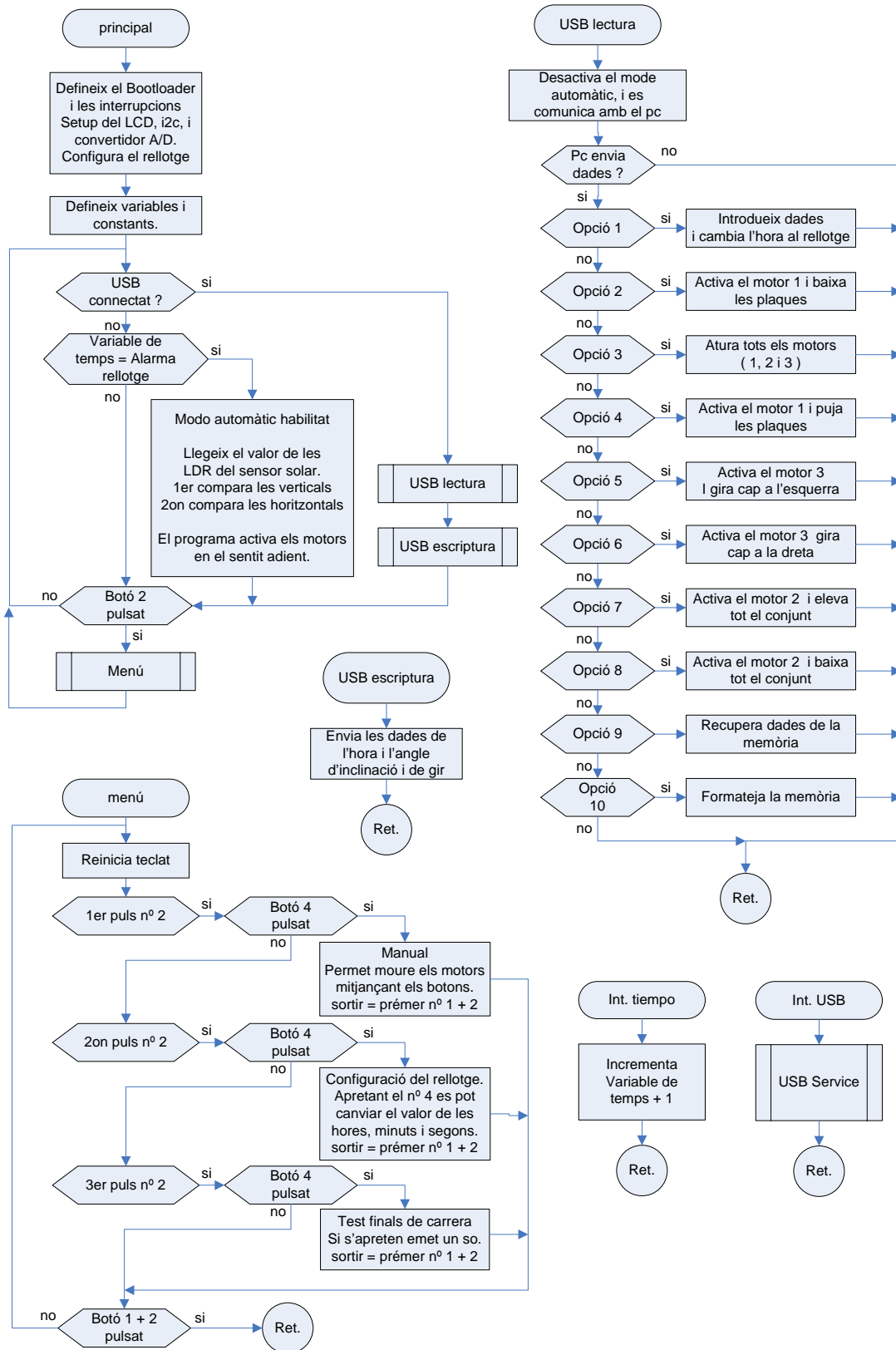


Base suport plaques



Bloc central unió suports motors plaques

• Diagrames de flux programació



Diagrames de flux del programa de control del seguidor solar.

• Esquemes elèctrics

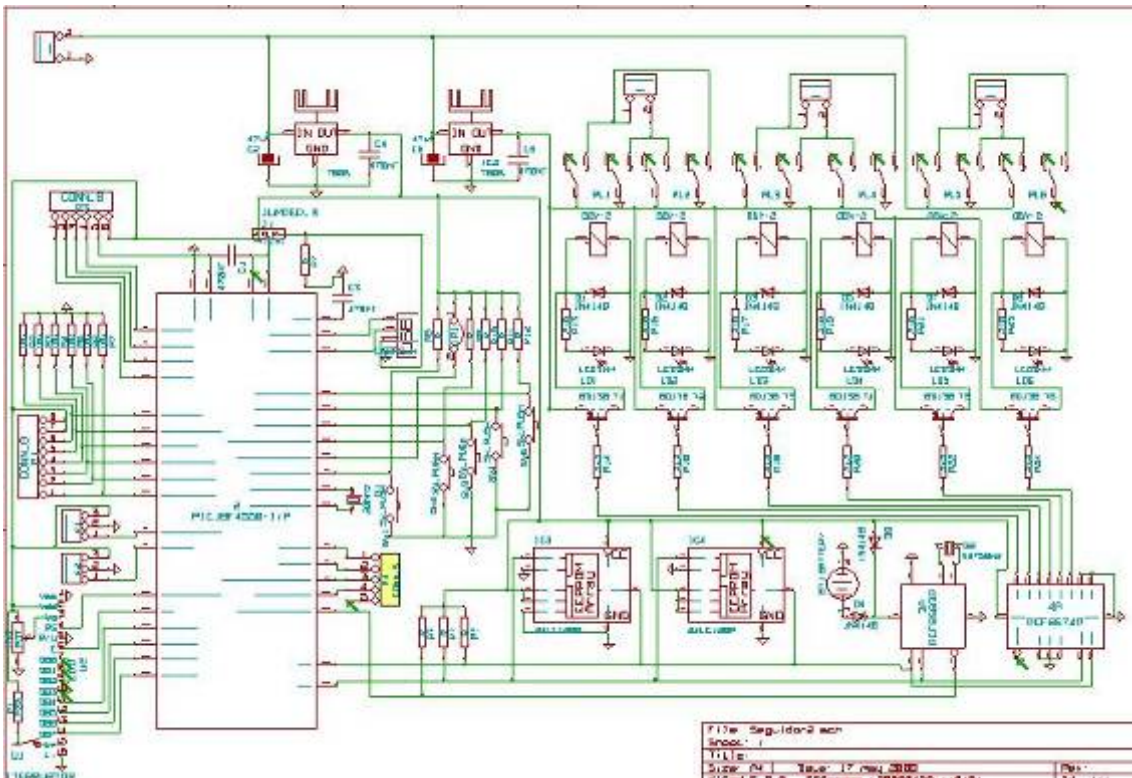


Figura 12 . Esquema electrònic del circuit de control.

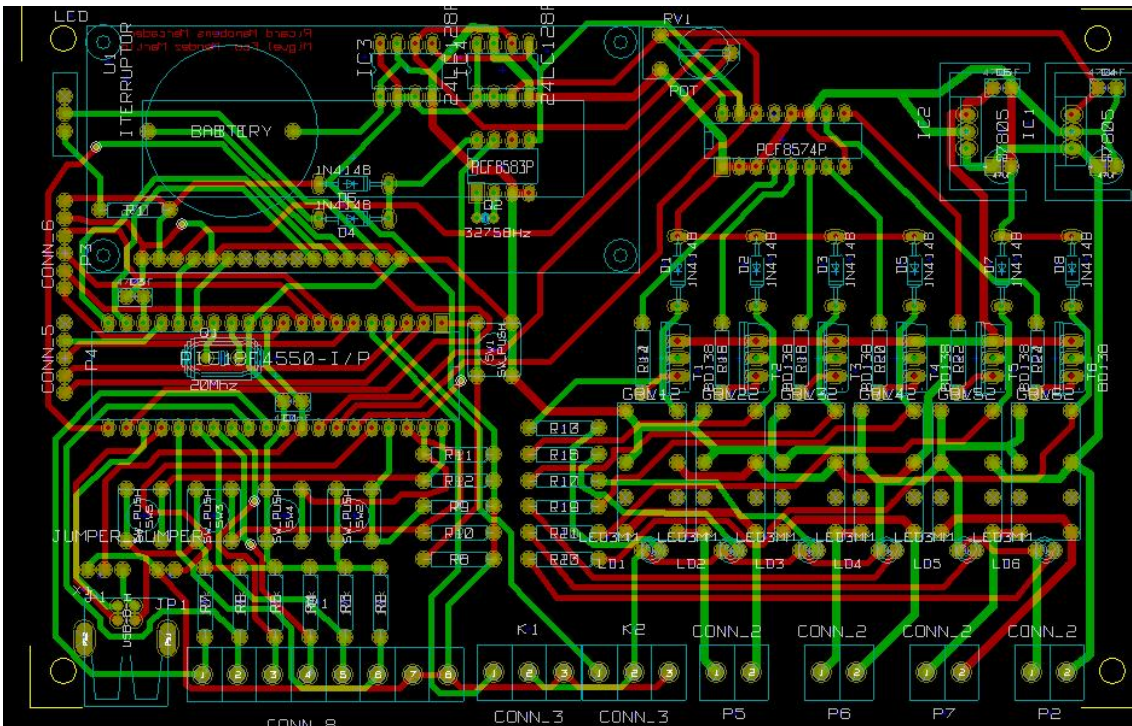


Figura 13. Placa de circuit imprès

Mapa de fils

Fils de sortida del seguidor		Fils d'entrada al quadre elèctric			
Component	Canal de sortida	Canal d'entrada	Nº fil de sortida	secció dels conductors	connexions PCB

plaques	placa esquerra	fil blau (mànega)	fil negre	s/n	1 mm ²	
		fil marró (mànega)	fil vermell	s/n	1 mm ²	
	placa dreta	fil blau (mànega)	fil negre	s/n	1 mm ²	
		fil marró (mànega)	fil vermell	s/n	1 mm ²	

rotació	motor orientació horitzontal seguidor	fil verd	fil blau (mànega)	31	1 mm ²	20
		fil vermell	fil marró (mànega)	32	1 mm ²	21
	final de cursa posició esquerra	fil blau (mànega)	fil negre	311	1 mm ²	10
		fil marró (mànega)	fil negre	312	1 mm ²	6
	final de cursa posició dreta	fil blau (mànega)	fil negre	321	1 mm ²	10
		fil marró (mànega)	fil negre	322	1 mm ²	7
	encoder detecció posicionament angular seguidor	fil blau (sortida) 1	mànega gris (blau)	1	0,75 mm ²	15
		fil marró (entrada) 2	mànega gris (marró)	2	0,75 mm ²	16
fil negre (comú) 3		mànega gris (negre)	3	0,75 mm ²	17	

elevació	motor elevador suport plaques	fil verd	fil blau (mànega)	21	1 mm ²	22
		fil vermell	fil marró (mànega)	22	1 mm ²	23
	final de cursa posicionament inferior	fil blau (mànega)	fil negre	211	1 mm ²	10
		fil marró (mànega)	fil negre	212	1 mm ²	8
	final de cursa posicionament superior	fil blau (mànega)	fil negre	221	1 mm ²	10
		fil marró (mànega)	fil negre	222	1 mm ²	9

inclinació	motor orientació plaques	fil verd	fil blau (mànega)	11	1 mm ²	18
		fil vermell	fil marró (mànega)	12	1 mm ²	19
	final de cursa posicionament vertical plaques	fil negre	fil blau (mànega)	111	1 mm ²	10
		fil negre	fil marró (mànega)	112	1 mm ²	4
	final de cursa posicionament horitzontal plaques	fil negre	fil blau (mànega)	121	1 mm ²	10
		fil negre	fil marró (mànega)	122	1 mm ²	5
	encoder detecció posicionament angular plaques	fil blau (sortida) 1	mànega gris (blau)	1	0,75 mm ²	12
		fil marró (entrada) 1)	mànega gris (marró)	2	0,75 mm ²	13
		fil negre (comú) 2)	mànega gris (negre)	3	0,75 mm ²	14

Plec de condicions

- Execució del projecte

Finalment es pot dir que encara que el projecte s'ha tingut que modificar tècnicament en molts del seus punts, l'aparell compleix totes les expectatives que s'esperaven des d'un inici.

També es consideren cobertes la finalitat i objectius relacionats en la documentació lliurada els passat 26 d'octubre de 2007 per participar en el concurs de projectes educatius subvencionat per l'Ajuntament de Terrassa. **(annexa 1)**

- Especificacions dels materials

El suport i l'estructura mecànic es compon per un munt de peces que combinen materials com l'acer, l'alumini, el llautó, cautxú sintètic, entre d'altres.

Pel que es correspon al mòdul electrònic hi ha materials ceràmics, contactes de coure, soldadures d'estany sense plom, fibra de vidre com a suport principal del circuit imprès.

- Descripció del producte

Degut a les limitacions pressupostaries s'ha reutilitzat part de les peces que el componen l'estructura mecànica, això ha fet variar molt el disseny inicial. Aquesta variació s'ha donat més en l'aspecte d'imatge i el sistema de tracció mecànic (rotació, elevació i inclinació), utilitzant motors de corrent continu en lloc de realitzar-ho amb Pas a Pas (PAP). La resta del projecte s'ha desenvolupat segons s'havia planificat inicialment.

Pressupost

- Costos dels materials

RENDIBILITAT DEL PROJECTE	
COSTOS RECURSOS MATERIALS	
MATERIALS FERRETERIA	57,95
PRODUCTES DE NETEJA I SANAJAMENT	32,70
COMPONENTS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS	1.437,25
MATERIALS MECÀNICS	147,60
ESTRIS PER A LA MECANITZACIÓ	48,62
APARELLS DE MESURA	111,06
MATERIALS COMPLEMENTARIS	701,80
TOTAL RECURSOS MATERIALS	2.536,99 €

- Costos d'execució del projecte

RENDIBILITAT DEL PROJECTE	
COSTOS RECURSOS HUMANS I TÈCNICS	
PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE.	1728
MATERIAL REUTILITZAT	120
DEPARTAMENT TÈCNIC MECÀNIC	400
DEPARTAMENT TÈCNIC MECÀNIC	784
DEPARTAMENT TÈCNIC ELÈCTRIC i ELECTRÒNIC	8536
TALLER ELÈCTRIC i ELECTRÒNIC	1004
POSADA EN MARXA	360
DEPARTAMENT ADMINISTRATIU i MARKETING	1296
TOTAL RECURSOS HUMANS I TÈCNICS	14.228,00 €

- Cost unitari de fabricació

RENDIBILITAT DEL PROJECTE	
TOTAL RECURSOS MATERIALS	2.536,99 €
TOTAL RECURSOS HUMANS I TÈCNICS	14.228,00 €
TOTAL PROJECTE	16.764,99 €

Annexes

- Manual d'usuari
- Catàlegs d'especificacions tècniques de components (datasheet)
- Normatives
- Documents de suport teòric
- Factures
- Document participació subvenció de projecte
- Presentació Power Point