

**DISSENY I
CONSTRUCCIÓ
D'UN
*KART ELÈCTRIC***



A tota la meva família

AGRAÏMENTS

Per dur a terme aquest treball he necessitat molts consells i ajuda de persones, ja que és un treball amb un grau de dificultat bastant alt, per això m'agradaria agrair-los-hi en aquesta pàgina.

- En primer lloc a l'██████████, per assessorar-me en tot moment i per haver confiat en mi a l'hora d'agafar el treball.
- Després, voldria agrair i dedicar aquest treball al meu pare, ja que sense els seus consells, l'ensenyança i la seva experiència en la mecànica no hauria pogut dur a terme el treball.
- A la meva padrineta, per tota la dedicació que ha posat en mi, ja que sempre ha estat disponible les 24 hores del dia.
- A la meva mare, per aguantar-me en els moments de nervis i donar-me ànims en tot moment.
- A la meva germana Neus, perquè encara que estigués molt lluny ha intentat ajudar en tot el que ha pogut i m'ha donat ànims per seguir endavant.
- Al meu padrinet, per les hores que ha perdut ensenyant-me a fer anar l'AutoCAD.
- A l'Alejandro Mateo, per venir a ajudar-me en tota la part elèctrica, deixar-me material i estar sempre disponible pel que fes falta.
- Als meus companys de 2n de batxillerat.
- I finalment a tota la meva família, amics i tots aquells que d'una manera o altra han posat el seu granet de sorra en el treball.

Moltes gràcies a tots!

ÍNDEX

ABREVIATURES	6
INTRODUCCIÓ	7
OBJECTIUS	10
METODOLOGIA	12
ANTECEDENTS	14
1. Tipus de karts	15
1.1. Kart amb motor de combustió	15
1.2. Kart amb motor elèctric	16
2. Avantatges i inconvenients del kart elèctric	18
2.1. Avantatges	18
2.2. Inconvenients	18
3. Història del karting	19
DISSENY	20
1. Càlculs	21
2. Memòria descriptiva	25
2.1. Elecció del motor	25
2.2. Circuit elèctric	28
3. Plànols	29
4. Pressupost	34
4.1. Construcció del xassís del kart	34
4.2. Construcció de la direcció	34

4.3. Construcció de la transmissió	35
4.4. Construcció del fre	35
4.5. Connexió i posada en marxa del motor	36
4.6. Construcció de l'Accelerador	36
4.7. Procés de pintat del xassís	37
4.8. Import total	37
5. Instruccions de funcionament	38
6. Materials i eines utilitzats en l'execució del projecte	39
PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ	42
1. Construcció xassís principal	43
2. Construcció de la direcció	47
3. Construcció de la transmissió	50
4. Construcció del fre	55
5. Connexió i posada en marxa del motor	60
6. Construcció de l'accelerador	62
7. Procés de pintat del xassís	65
8. Imatges prototip acabat	67
AVALUACIÓ	69
CONCLUSIONS	71
BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES	73

ABREVIATURES

m	Massa total
g	Gravetat
μ_r	Coefficient de resistència a la rodadura
A	Superfície frontal del cos
C_x	Coefficient aerodinàmic
P	Potència
v	Velocitat
ρ	Densitat de l'aire
F_f	Força de fregament
F_a	Força aerodinàmica
W	Treball
t	Temps
F	Força
s	Superfície

INTRODUCCIÓ

- La setmana que ve m'hauríeu de començar a dir el títol del vostre treball de recerca, d'acord? - va dir el meu tutor ja farà sis o set mesos. Des de 4t d'ESO que jo ja pensava en aquest treball, encara que el veiés molt lluny. Però el temps vola, així que en un tres i no-res ja va ser el dia en el que havia de decidir de què aniria el meu treball i sense adonar-me'n ja solament quedaven dues setmanes per entregar-lo definitivament.

Durant aquella setmana que ens van deixar per decidir el títol només vaig fer que pensar, preguntar i demanar consell als meus pares, a la meva germana, a la meva padrineta, etc... Però per moltes coses que preguntés i pensés tenia molt clara una cosa; el meu treball seria del departament de tecnologia i aniria sobre alguna cosa relacionada amb els motors i amb els cotxes. Per què? doncs perquè tot aquest món m'encanta i a més a més, d'aquí uns anys voldria estar estudiant alguna cosa relacionada amb la mecànica del cotxes i després poder-m'hi dedicar professionalment. Aquesta afició pel món del motor, la vaig agafar juntament amb la meva germana gràcies al meu pare, que des de zero va crear un taller mecànic de cotxes en el qual ens hi passàvem tots els estius, observant el que feien els treballadors i trastejant amb la pila d'eines que hi ha per allí. Encara que no ho semblés, mirant he après moltes coses de l'ofici i m'ha portat a estimar-lo cada vegada més.

Quan ja començava a arribar la data límit per dir el títol, se'm va acudir una idea bastant complicada però que s'adaptava als meus desitjos i expectatives, i podia tenir resultat; la construcció d'un kart de benzina. Em va sorgir aquesta idea perquè sabia que d'aquest tema tenia molts coneixements, ja que des de ben petit que corria amb kart i a més a més en tenia dos de competició a la meva disposició (un de 80 cc que feia anar quan era més petit i un altre de 125 cc que és el que faig anar actualment). Només amb aquesta idea al cap me'n vaig anar a parlar amb l' [REDACTED], el que seria el meu tutor de treball.

La idea que havia tingut també li va agradar, però em va fer una altra proposta encara millor i molt semblant, que era que enlloc de dissenyar i construir un kart de benzina,

fer-n'hi un d'elèctric, ja que els de combustió ja feia moltíssim temps que rodaven i no seria un treball innovador, en canvi construir un kart elèctric seria un treball molt atractiu ja que aquest tema de l'electricitat en els vehicles és un tema molt actual del qual es podria treure molt més suc que de la proposta que havia fet jo. Em va agradar moltíssim el repte i encara que fos molt arriscat, ja que era una cosa que no havia fet mai i podia ser que no sortís bé, el vaig acceptar i em vaig embarcar en aquesta aventura que m'ha fet gaudir i aprendre moltíssim.

El meu treball ha consistit en dissenyar i construir un kart que sigui accionat per un motor elèctric i amb les funcions bàsiques pròpies, accelerador i fre. A més a més, s'ha construït amb el mínim de despesa econòmica possible, és a dir, amb materials reciclats, peces reutilitzades, etc... A part de la construcció del kart, aquest treball m'ha servit per aprendre moltes tècniques bàsiques de la mecànica; soldar peces, trepanar amb molta més precisió, utilitzar totes les eines d'un taller correctament i sobretot a solucionar els problemes que van sorgint en un projecte d'aquest tipus. La part escrita també m'ha ajudat a aprendre a organitzar i estructurar bé un treball amb cara i ulls, a redactar amb vocabulari més tècnic, i entre d'altres coses amb la part dels plànols, aprendre les nocions bàsiques d'AutoCAD.

La construcció del kart ha comportat moltes dificultats, sobretot amb la part elèctrica. No tots els motors que tenia a l'abast tenien la potència suficient o simplement les seves funcions eren limitades. Malgrat tot això, fer aquest treball ha estat una experiència única amb la qual com he dit abans he après moltes habilitats que en un futur em serviran. Per l'altra banda no em penedeixo d'haver invertit tantes hores i hores per fer-lo, perquè crec que hi haurà un abans i un després d'aquest treball en els meus estudis i en la meva manera d'enfrontar-me a les dificultats que esdevinguin en el meu futur.

OBJECTIUS

- Dissenyar i construir un kart elèctric estable que pugui moure una persona durant un recorregut mínim de 200 metres amb autonomia.
- Construir-lo fent servir, sempre que es pugui, materials reciclats i/o utilitzats per a què sigui el més econòmic possible.
- Aprendre les nocions bàsiques per soldar i utilitzar diferents màquines habituals en un taller mecànic de cotxes.
- Aprendre nocions bàsiques d'AutoCad.

METODOLOGIA

1. Recerca d'informació.

Recerca de material bibliogràfic de disseny de karts i vehicles similars de diferents tipus no professionals.

2. Disseny del kart.

Cercar un motor amb les característiques necessàries obtingudes mitjançant càlculs, dissenyar l'estructura amb l'elaboració dels plànols adients i cercar tots els materials necessaris per la seva construcció amb el seu pressupost.

3. Construcció de cadascuna de les parts que compon el kart.

Començant per la construcció del xassís, seguint amb la construcció de la direcció, transmissió, fre, connexió del motor i accelerador i finalitzant amb el pintat.

4. Comprovació del seu correcte funcionament.

5. Redacció de tota la feina feta juntament amb les seves conclusions.

ANTECEDENTS

1. TIPUS DE KARTS

1.1. KART AMB MOTOR DE COMBUSTIÓ

Un kart és un vehicle de motor terrestre que acostuma a tenir una sola plaça, encara que n'hi ha de més. No porta cap tipus de suspensió ni sostre i té quatre rodes no alineades, les quals estan en contacte amb el terra. Les rodes davanteres són les que s'encarreguen de portar la direcció i les dues del darrera estan fixades a un eix que els



Figura 1. Kart amb motor de combustió 125cc de 2Temps.

transmet la potència del motor. El motor sol tenir un sol cilindre amb el seu respectiu pistó. Un kart està compost de tres parts principals: el xassís, les rodes i el motor (Figura 1). L'esport en el qual es corre en kart és anomenat karting.

Components principals:

- Xassís

Un xassís consisteix en una estructura interna, feta de tubs d'acer soldats, que sosté i aporta rigidesa i forma al vehicle. Una altra de les seves funcions principals és suportar totes les peces principals i auxiliars que té el vehicle. Els xassís dels karts són especials, ja que al no tenir suspensions han de tenir la suficient flexió i torsió per una millor adherència a l'asfalt. Es poden utilitzar unes barres estabilitzadores addicionals davant i darrera del kart que fan variar la flexibilitat del vehicle, ja que depenent de la pista a la que hagi de córrer es necessitarà més o menys adherència. Tenen un eix de transmissió rígid i no

porten diferencial, cosa que fa que les dues rodes posteriors girin a la mateixa velocitat.

- Rodes

Les rodes les definirem com la llanta més la goma pneumàtica. Aquestes serveixen per la direcció del kart en el cas de les davanteres i per la propulsió del kart en el cas de les posteriors. Els pneumàtics intervenen molt en l'estratègia que el pilot o l'escuderia vol utilitzar per a cada cursa. Depenent de l'estat de la pista s'utilitzaran els pneumàtics de sec o els de pluja, que tenen una mena de canals que fan que l'aigua passi a través d'ells i el kart sigui més manejable en aquestes condicions adverses. Malgrat l'estat de la pista, depenent de la durada i l'adherència que es vulgui tenir sobre la pista, hi ha tres tipus de pneumàtics que tenen una composició i característiques diferents:

- Els tous tenen molta adherència però es deterioren molt ràpidament.
- Els intermedis tenen una bona adherència i una major durada en comparació amb els tous.
- Els durs són els que tenen menys adherència dels tres, però són els que duren més.

- Motor

El motor és una part fonamental del kart, està comprès normalment per un cilindre amb el seu pistó, càrters, alguns porten caixa de velocitats, un sistema de contacte, un carburador i un tub d'escapament. Els motors de karts de competició són de 2 temps, però n'hi ha d'altres com per exemple els de lloguer que són de 4 temps, ja que no tenen tanta acceleració (nervi) i són més segurs.

1.2. KART AMB MOTOR ELÈCTRIC

A més a més dels karts de combustió, fa poc que han començat a sorgir els elèctrics, ja que són més respectuosos amb el medi ambient. Avui en dia ja hi ha constructors de karts elèctrics, cadascun amb característiques diferents. Motor CA (corrent altern) o CC

(corrent continu), alimentació 36, 48 o 72V, bateries de plom o de liti, són algunes de les opcions tecnològiques que diferencien els fabricants. El xassís d'un kart elèctric és específic, ja que els components que porta tenen un pes i unes dimensions diferents als que porta un kart de combustió.

El components de la part elèctrica més importants que tenen aquests karts són els següents :

- Motor elèctric:

Un motor elèctric d'un kart és un dispositiu rotatiu que té la funció de transformar l'energia elèctrica en energia mecànica. Existeixen dos grans famílies de motors, els de corrent continu i els de corrent altern. Els de corrent continu tenen un flux continu de càrrega elèctrica a través d'un conductor entre dos punts de diferent potencial, que no canvia de sentit amb el temps, en canvi en els de corrent altern, la magnitud i el sentit varien cíclicament.

- Inversor:

Els karts elèctrics porten inversor només quan necessiten augmentar el voltatge ja que les bateries no li subministren la suficient energia per poder fer anar el motor a la potència necessària.

La funció d'un inversor és canviar un voltatge d'entrada de corrent continu a un voltatge simètric de sortida de corrent altern, amb la magnitud i la freqüència desitjada per l'usuari (en el cas del kart elèctric que s'ha dissenyat en aquest projecte, s'ha canviat el corrent continu de les bateries a corrent altern i els 24 V subministrats a 220 V).

- Variador de freqüència:

Un variador de freqüència és un sistema per al control de la velocitat rotacional d'un motor de corrent altern per mitjà del control de la freqüència d'alimentació que subministra el motor. Aquests aparells poden variar els

segons que tardarà el kart en arribar a 10 km/h, les revolucions màximes que tindrà, el sentit de gir i moltes coses més relacionades amb la rotació del motor.

- Bateria:

Una bateria elèctrica és un dispositiu que emmagatzema energia elèctrica fent anar una o més cel·les electroquímiques que poden convertir l'energia emmagatzemada en electricitat. Les bateries de plom-àcid tenen un rendiment de més del 90%, però quan ja porten uns certs cicles de càrrega i descàrrega perden efectivitat.

Un kart que està dissenyat per competir, no pot portar bateries de plom-àcid, sinó que les ha de portar de liti, ja que en cas d'accident l'àcid podria fer encendre el kart, en canvi les de liti no porten cap tipus d'àcid.

2. AVANTATGES I INCONVENIENTS DEL KART ELÈCTRIC

2.1. AVANTATGES

- Zero emissions de gasos
- Reducció del soroll del 95%
- Menor pes del vehicle
- Zero cremades, ja que no hi ha cap combustió ni tub d'escapament, per això no cal que el conductor porti mono de protecció
- Cost menor de manteniment

2.2. INCONVENIENTS

- Menys autonomia
- No hi ha punts de recàrrega en tots els circuits
- Menys disponibilitat al mercat o de lloguer
- La reducció del soroll també pot causar algun que altre inconvenient a què el vehicle deixa ser detectable amb l'oïda.

3. HISTÒRIA DEL KARTING

El karting va nàixer l'any 1956 a Califòrnia, Estats Units. El primer kart comercial va ser construït l'agost de 1956 per Arte Ingels a Califòrnia amb un motor de tallagespa (Figura 2). El karting es va anar consolidant als Estats Units i van començar les primeres competicions "salvatges" (sense normes i regulacions clares). Els



Figura 2. Primer kart de la història, construït per Arte Ingels.

Font: <<http://educacionfisicaculturafisica.blogspot.com.es/2013/08/karting-la-cantera-del-automovilismo.html>>

karts poc a poc van anar superant els 50 km/h i van anar incorporant millores tècniques per augmentar el seu rendiment.

El karting va anar guanyant importància molt ràpidament en tots els territoris dels Estats Units abans de què s'importés a Europa, ja que tres anys després del seu naixement ja hi havia més de 300 marques diferents que fabricaven karts. Es va convertir en una nova disciplina esportiva de l'automobilisme.

Als anys 60, aquest esport es va introduir a Europa gràcies a França i Anglaterra, i es van crear nombroses federacions nacionals per tot el món.

La Federació Internacional d'Automobilisme (FIA) va decidir crear l'any 1962 la Comissió Internacional de karting (CIK). Mentre que als anys 70 va tenir lloc el naixement del karting a l'estat Espanyol, de la mà de Jorge Fuentes i altres joves apassionats d'aquest món.

A partir de llavors, l'evolució del karting ha anat en augment. Encara que el reglament no ha canviat, tots els components han estat millorats o substituïts per altres de més eficients i segurs, sobretot els motors que al principi eren motors de tallagespa i van ser desbancats per les marques actuals Montesa, Parilla, Rotax i Comet. Avui dia un kart pot arribar a velocitats superiors als 250 km/h amb una seguretat comparable a un F1 (Super kart).

1. CÀLCULS

Per poder triar un motor ideal pel kart que s'anava a fer, el primer que s'havia de saber era la potència que hauria de tenir el motor per poder vèncer les diferents friccions que tindria. Per aquest motiu es va deduir mitjançant internet, llibres, etc... una fórmula amb la qual es podria calcular aquesta potència tenint en compte la força de fregament de les rodes, el pes total i la resistència aerodinàmica. A continuació es pot veure l'equació que hem fet servir i la seva procedència.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = (F_f + F_a)v$$

$$P = \left(\mu_r mg + \frac{1}{2} AC_x \rho v^2 \right) v$$

Per poder utilitzar aquesta equació es va haver de buscar els següents paràmetres:

- Coeficient de resistència a la rodadura (μ_r)

Després d'una recerca per internet, s'ha acabat deduint que la següent taula mostra els coeficients de resistència a la rodadura més adequats per un kart depenent de l'estat del terra.

Taula 1. Quadre de coeficients de rodadura depenent de l'estat del terra.

Font: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162008000300019&script=sci_arttext

ESTAT DEL TERRA	COEFICIENT (μ_r)
Carretera en bon estat	0.02 a 0.04
Camí de terra	0.04 a 0.06
Sorra	0.15 a 0.30

Aquest kart esta preparat per córrer per una carretera en bon estat, encara que en algun camí sense molts imperfectes també es podria fer anar. S'ha decidit agafar el coeficient 0.06, ja que encara que els coeficients de carretera en bon estat siguin mes baixos, els pneumàtics que porta estan molt gastats i això fa pujar bastant el coeficient.

- La massa total (m)

La massa total es compon del pes de tot el kart i del pes del pilot. El pilot es va pesar amb una bàscula domèstica normal (72 kg) i el kart es va pesar en una bàscula d'una cooperativa (77 kg). La massa total és doncs de **149 Kg**.

- La gravetat (g)

La gravetat és la força d'atracció mútua que experimenten dos objectes amb massa. Per el planeta Terra es considera un valor de **9.81 N/kg**.

- La superfície frontal del kart (A)

Per calcular la superfície frontal del kart aproximadament es va fer una foto (figura 3), amb pilot inclòs, on sortia la part frontal del kart. El pilot aguantava una caixa que mesurava 15 cm, que després un cop a l'ordinador es faria anar per calcular l'escala. Un cop es va passar la fotografia a l'ordinador es va poder calcular una aproximació de la superfície frontal del kart més el pilot mitjançant diferents rectangles.

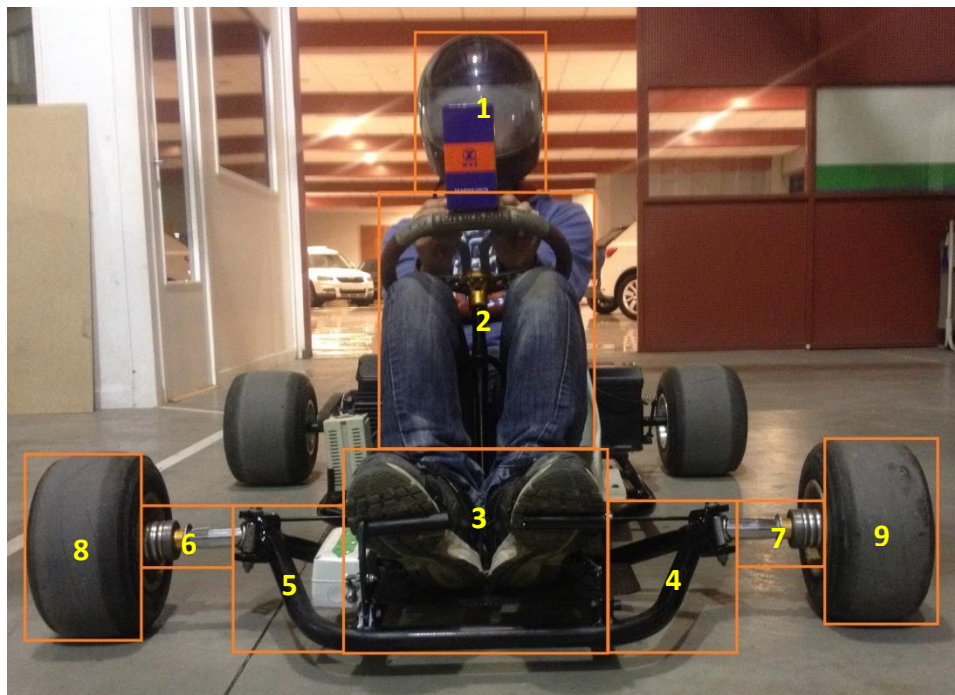


Figura 3. Foto feta per calcular la superfície frontal del kart.

La caixa que a la realitat mesura 150 mm a la foto mesura 13 mm. A l'equació següent es pot veure com quedaria l'escala.

$$Escala = \frac{Dibuix}{Realitat} = \frac{13}{150} = \frac{1}{11.53}$$

Es va mesurar l'àrea de tots els quadrats en el dibuix i se'ls va aplicar l'escala que havíem calculat anteriorment per saber la mesura real.

Taula 2. Quadre de càlculs per determinar la superfície frontal del kart.

Nº QUADRE	DIBUIX		REALITAT		ÀREA (m ²)
	BASE (mm)	ALTURA (mm)	BASE (mm)	ALTURA (mm)	
1	19	22	219.07	253.66	0.06
2	30	35	345.90	403.55	0.14
3	36	28	415.08	322.84	0.14
4	19	21	219.07	242.13	0.05
5	16	21	184.48	242.13	0.05
6	13	10	149.89	115.30	0.02
7	13	10	149.89	115.30	0.02
8	17	26	196.01	299.78	0.06
9	17	26	196.01	299.78	0.06
TOTAL					0.60

Com es pot apreciar a l'anterior taula, es veu que la superfície frontal del kart és aproximadament de **0.60 m²**.

- El coeficient aerodinàmic (C_x)

Per saber el coeficient aerodinàmic del kart s'ha tingut que dur a terme una petita investigació, ja que aquest depèn de molts factors, altura del pilot, mesures del para-xocs, etc... Per això sabent que un Audi A3 (2003) té un C_x de 0.32 i la seva superfície frontal és de 2.13 m², s'ha pensat que un C_x de **0.7** s'aproximaria bastant a la realitat. A més a més, s'ha visitat diferents blocs d'internet on altres constructors de karts semblants utilitzaven el mateix coeficient.

- La densitat de l'aire (ρ)

La densitat de l'aire s'ha obtingut d'una pàgina d'internet. S'han revisat diferents documents en els quals es calculava la força aerodinàmica amb una densitat de **1.225 kg/m³**. Per tant, s'ha investigat aquest valor i s'ha vist que prové del següent Standard, *International Standard Atmosphere (ISA)*.

- La velocitat (v)

Per calcular la velocitat del kart sense cap tipus de velocímetre, es va delimitar un tram de 20 metres que es va recórrer tres vegades amb el kart controlant el temps que es tardava en recorre'l. A la taula 3 es poden veure les tres proves, la mitjana d'aquestes serà el valor utilitzat en els càlculs.

Taula 3. Proves dutes a terme per calcular la velocitat màxima del kart

	DISTÀNCIA (m)	TEMPS (s)	VELOCITAT (m/s)
PRIMERA PROVA	20.00	8.03	2.49
SEGONA PROVA	20.00	7.91	2.52
TERCERA PROVA	20.00	8.17	2.44
		MITJANA	2.48

Finalment, amb tots els paràmetres descrits i especificats anteriorment la potència necessària del motor es pot calcular:

$$P = \left(\mu_r mg + \frac{1}{2} AC_x \rho v^2 \right) v = \left(0.06 \cdot 149 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ N/kg} + \frac{1}{2} \cdot 0.6 \text{ m}^2 \cdot 0.7 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot (2.48 \text{ m/s})^2 \right) \cdot 2.48 \text{ m/s} = \mathbf{221,42W} = \mathbf{0.30 CV}$$

Per tant, es necessitarà un motor amb una potència d'almenys 0,30 CV per poder vèncer les diferents friccions a les quals el kart s'enfrontarà.

2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA

2.1. ELECCIÓ DEL MOTOR

En aquest apartat s'expliquen els tres motors candidats per ser utilitzats en el projecte i els avantatges i inconvenients que tenien.

PRIMER MOTOR

El primer motor (figura 4) que es va pensar pel projecte va ser un motor d'arrencada d'un cotxe, aquest és un motor elèctric alimentat per corrent continu amb imants on la seva funció és facilitar l'encesa dels motors de combustió interna, per poder vèncer la resistència inicial dels components cinemàtics del motor en arrencar.



Els desavantatges que presentava aquest motor són els següents:

Figura 4. Motor d'arrencada.

- Tenia una arrencada massa brusca
- Era molt difícil i car posar algun component o fer alguna modificació per a què l'arrencada fos progressiva.
- Quan es donava contacte, el seu pinyó es desplaçava cap endavant i tornava al seu lloc inicial en treure el contacte.

Els avantatges són els següents:

- Només feia falta subministrar-li 12V per a què funcionés, és a dir, només hauria fet falta una bateria i no hauria calgut augmentar el voltatge mitjançant un inversor ni modificar la freqüència fent anar un variador, tot això hauria fet pesar menys el kart.
- És un motor bastant petit i no pesa gaire, s'hauria guanyat lloc i hauria fet baixar el pes del kart.
- Té més de 0.30 CV de potència per moure el kart amb pilot.

SEGON MOTOR

El segon motor (figura 5) que es va pensar i provar pel projecte va ser un motor trifàsic de 0.25 CV de potència. Un sistema de corrents trifàsics consta de tres corrents alterns monofàsics de la mateixa freqüència i amplitud que presenten una certa diferència de fase entre ells i estan donats en un ordre determinat. Per accionar aquest motor amb dues bateries es necessitava un inversor i un variador de freqüència.

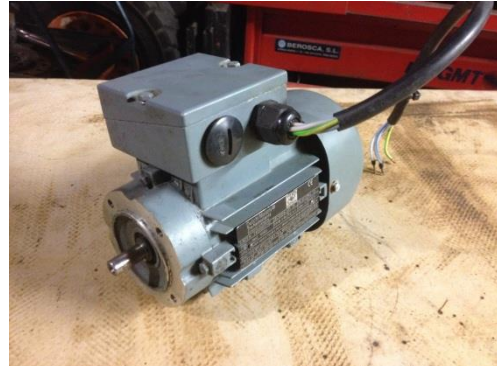


Figura 5. Motor trifàsic de 0.25CV

Els avantatges que presentava aquest motor són els següents:

- Es podia moderar l'arrencada gràcies al variador.
- El seu pinyó no es desplaçava en accionar el motor.
- Es podia posar un potenciòmetre que fes d'accelerador molt fàcilment.

Els desavantatges són els següents:

- Es necessitaven 24 V per poder invertir el corrent a 220 V, és a dir, s'havien de posar dues bateries i això incrementaria el pes del kart.
- Havia d'haver-hi un inversor i un variador, fet que feia que el kart pesés més.
- Només tenia 0,25 CV de potència, es a dir no podia vèncer els fregaments per poder moure el pes del kart més el del pilot.

TERCER MOTOR

El tercer motor (figura 6) va ser el que es va utilitzar finalment, era més o menys igual que l'anterior però amb 0.75 CV de potència i una mica més gran.

Els avantatges que presentava aquest motor són els següents:



Figura 6. Motor trifàsic de 0.75 CV

- Es podia moderar l'arrencada gràcies al variador.
- El seu pinyó no es desplaçava en accionar el motor.
- Es podia posar un potenciòmetre que fes d'accelerador molt fàcilment.
- Tenia suficient potència per moure el pes del kart més el pilot.

Els desavantatges són els següents:

- Es necessitaven 24 V per poder invertir el corrent a 220 V, és a dir, s'havien de posar dues bateries i això incrementaria el pes del kart.
- Havia d'haver-hi un inversor i un variador, fet que feia que el kart pesés més.

El primer motor es va descartar directament ja que encara que tingués la potència necessària era molt difícil afegir-l'hi un potenciòmetre que fes d'accelerador.

En el segon i tercer motor era més fàcil d'afegir-los-hi un potenciòmetre, ja que només calia connectar tres cables al variador. Però també va ser fàcil descartar-n'hi un ja que el segon motor sol tenia 0.25 CV, es a dir, no podia vèncer el fregament aerodinàmic i de rodadura que ofería el kart. Per poder superar aquests fregaments el motor havia de tenir com a mínim 0.30 CV de potència, i l'únic motor que complia totes les característiques desitjades era el tercer, ja que tenia 0.75 CV de potència. Encara que posar el tercer motor comportava col·locar damunt del kart un inversor, un variador i dues bateries que farien pesar molt més el kart, aquest va ser el escollit.

2.2. CIRCUIT ELÈCTRIC

A la figura 7 es pot visualitzar el circuit elèctric que s'ha dissenyat per connectar els diferents elements bàsics per accionar el motor del kart.

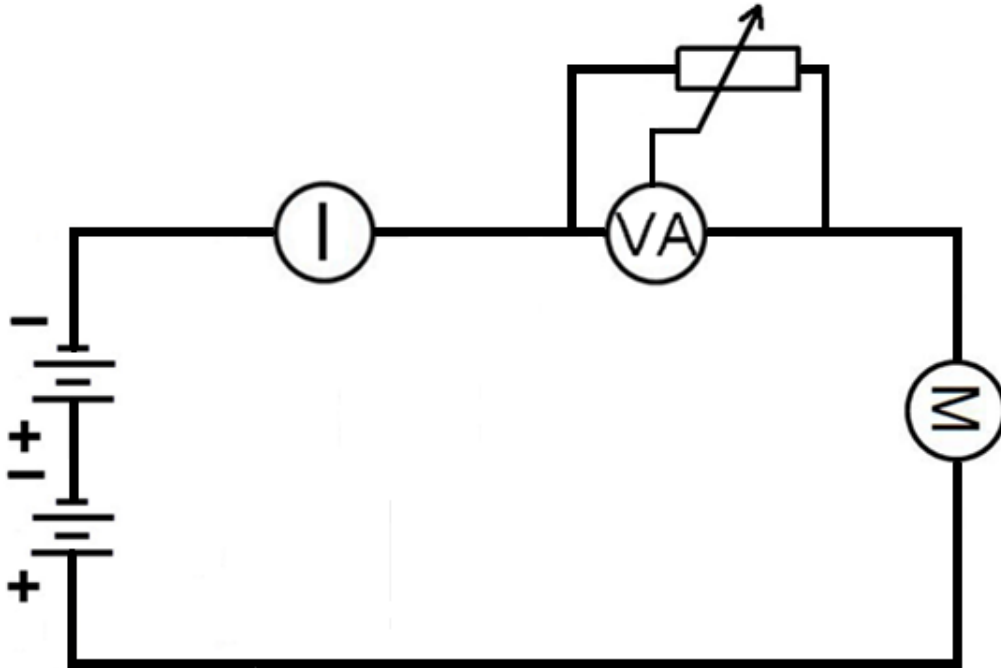
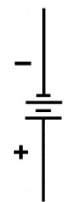
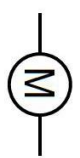

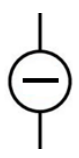
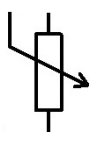


Figura 7. Circuit elèctric kart.

- **Simbologia**

		
BATERIA	MOTOR	VARIADOR
		
INVERSOR	POTENCIÒMETRE	

4. PRESSUPOST

Per tal de tenir una idea clara i objectiva del cost que suposaria la construcció d'aquest kart, s'ha fet una estimació dels preus de cadascun dels materials utilitzats. Tenint en compte que la majoria són materials reciclats s'ha hagut de fer un esforç i una recerca important per tal d'aconseguir que aquests siguin el més realistes i acurats possible. No s'han tingut en compte les hores de personal invertides per mi en la construcció del kart, doncs donada la meva inexperiència i el procés d'aprenentatge, aquestes hores no serien reals ni representatives i el preu final sortiria sobrevalorat.

4.1. CONSTRUCCIÓ DEL XASSÍS PRINCIPAL

Taula 4. Estimació de costos de la construcció del xassís principal.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Tub d'acer 30Ø	metres	6.20	0.72/m	4.46
Acer	quilograms	1.00	1.00/kg	1.00
Lloguer taller	hores	5	4.00/h	20.00
Seient de barca		1.00	5.00	5.00
			TOTAL	30.46

4.2. CONSTRUCCIÓ DE LA DIRECCIÓ

Taula 5. Estimació de costos de la construcció de la direcció.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Manguetes		2.00	20.00	40.00
Acer	quilograms	3.00	1.00/kg	3.00
Lloguer taller	hores	5.00	4.00/h	20.00
Llantes		2.00	10.00	20.00
Pneumàtics		2.00	2.00	4.00
Volant		1.00	3.00	3.00
Volanderes		5.00	0.02	0.10
Rosques		6.00	0.05	0.30
Cargols		7.00	0.10	0.70
Tub d'acer 30Ø	metres	0.48	0.72/m	0.35
			TOTAL	91.50

4.3. CONSTRUCCIÓ DE LA TRANSMISSIÓ

Taula 6. Estimació de costos de la construcció de la transmissió.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Barra d'acer massissa	metres	1.05	3,75/m	3.93
Acer	quilograms	1.50	1.00/kg	1.50
Lloguer taller	hores	5.00	4.00/h	20.00
Politja dentada		1.00	6.00	6.00
Pinyó		1.00	3.00	3.00
Corretja dentada		1.00	2.00	2.00
Casquet		3.00	3.00	9.00
Volandera grossa		3.00	3.00	9.00
Llantes		2.00	10.00	20.00
Pneumàtics		2.00	2.00	4.00
Coixinets industrials		2.00	7.00	14.00
Volanderes		1.00	0.02	0.02
Cargols		22.00	0.10	2.20
Rosques		20.00	0.05	1.00
Tensor		1.00	2.00	2.00
			TOTAL	91.65

4.4. CONSTRUCCIÓ DEL FRE

Taula 7. Estimació de costos de la construcció del fre.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Molla		1.00	0.50	0.50
Acer	quilograms	5.00	1.00/kg	5.00
Lloguer taller	hores	5.00	4.00/h	20.00
Pastilles de fre		2.00	0.75	1.50
Disc de fre		1.00	1.00	1.00
Sirga	metres	2.00	1.00/m	2.00
Funda sirga	metres	1.75	1.00/m	1.75
Casquet		1.00	3.00	3.00
Volandera grossa		1.00	3.00	3.00
Volanderes		8.00	0.02	0.16
Rosques		8.00	0.05	0.40
Cargols		9.00	0.10	0.90
Tanca cables		1.00	0.20	0.20
Brides		4.00	0.02	0.08
Reblons		2.00	0.10	0.20
			TOTAL	38.69

4.5. CONNEXIÓ I POSADA EN MARXA DEL MOTOR

Taula 8. Estimació de costos de la connexió i posada en marxa del motor.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Motor trifàsic 0,75CV		1.00	30.00	30.00
Lloguer taller	Hores	5.00	4.00/h	20.00
Inversor (usat)		1.00	35.00	35.00
Variador		1.00	40.00	40.00
Bateries Plom-Àcid 12V		2.00	10.00	20.00
Cable	metres	0.50	2.50/m	1.25
Fusta	metres ²	0.35	2.00/m ²	0.70
Cargols		6.00	0.10	0.60
Alumini	centímetres ²	20.00	0.01/cm ²	0.20
			TOTAL	147.75

4.6. CONSTRUCCIÓ DE L'ACCELERADOR

Taula 9. Estimació de costos de la construcció de l'accelerador.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Lloguer taller	hores	1.00	4.00/h	4.00
Potenciòmetre		1.00	2.00	2.00
Caixa botonera		1.00	1.50	1.50
Rodetes		2.00	0.20	0.40
Cable	metres	0.75	0.80/m	0.60
Cordill	centímetres	20.00	0.01/cm	0.20
Acer	quilograms	0.50	1.00/kg	0.50
Cargols		2.00	0.10	0.20
Rosques		10.00	0.05	0.50
Volanderes		2.00	0.02	0.04
Passadors		2.00	0.02	0.04
Molles		3.00	0.20	0.60
Entroncament		1.00	0.30	0.30
			TOTAL	10.88

4.7. PROCÉS DE PINTAT DEL XASSÍS

Taula 10. Estimació de costos del procés de pintat del xassís.

CONCEPTE	UNITATS	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
Imprimació Euroxy CP (Marca RM)	Grams	100.00	0,04/g	7.00
Catalitzador Euroxy CP Reactive (Marca RM)	Grams	75.00		
Dissolvent "Speed Flash" (Marca RM)	Grams	157.00	0,06/g	12.12
Pintura Negra monocapa SC25 (Marca RM)	Grams	20.00		
Catalitzador H420	Grams	25.00		
Lloguer cabina pintura	Hores	1.00	4.00/h	4.00
Esprai negre		1.00	4.00	4.00
			TOTAL	27.12

4.8. IMPORT TOTAL

Taula 11. Resum de l'estimació dels costos totals del kart.

PART CONSTRUCCIÓ	IMPORT
CONSTRUCCIÓ DEL XASSÍS PRINCIPAL	30.46
CONSTRUCCIÓ DE LA DIRECCIÓ	91.50
CONSTRUCCIÓ DE LA TRANSMISSIÓ	91.65
CONSTRUCCIÓ DEL FRE	38.69
CONNEXIÓ I POSADA EN MARXA DEL MOTOR	147.75
CONSTRUCCIÓ ACCELERADOR	10.63
PROCÉS DE PINTAT DEL XASSÍS	27.12
TOTAL	437.80

L'import total que es mostra en la taula 11, no és ni molt menys el que s'ha gastat per dur a terme el projecte, ja que els pressupostos s'han elaborat suposant que es comprava tot. En realitat, la majoria d'aquestes coses han sigut préstecs o ja es disposava d'elles (al taller del meu pare).

5. INSTRUCCIONS DE FUNCIONAMENT

En aquest apartat s'explicarà els passos que s'han de seguir per poder utilitzar el kart correctament i de forma segura.

1. El primer que s'ha de fer per engegar el motor del kart, és prémer el botó vermell de l'inversor (aparell situat just al darrera del seient) a la part esquerra on hi posa "ON/OFF". S'ha de posar en posició "ON".
2. El segon que s'ha de fer, tocant el mínim possible el circuit elèctric, és prémer el botó vermell que hi ha damunt del variador (aparell situat al costat dret del seient).
3. Un cop efectuats els dos passos anteriors, el motor ja estarà engegat. El següent que s'haurà de fer per començar a córrer és accionar amb el peu l'accelerador, que és el pedal que hi ha a la part dreta del kart. Aquest, s'ha d'accionar progressivament, ja que si es fa de cop el kart es podria calar. Si el pedal es solta es deixarà d'accelerar.
4. Quan el kart ja es comença a moure's, amb el volant es podrà dirigir el kart cap a la direcció desitjada.
5. Quan en algun moment es vulgui frenar, s'haurà d'accionar amb el peu el pedal que hi ha a la part esquerra del kart. Depenent del grau de frenada desitjat, aquest s'accionarà més o menys.
6. Finalment quan el kart estigui parat i es vulgui apagar el motor, es tornarà a prémer el botó de l'inversor, el qual ja s'havia utilitzat al principi per encendre'l, però aquest cop es posarà amb posició "OFF".

6. MATERIALS I EINES UTILITZATS EN L'EXECUCIÓ DEL PROJECTE

Taula 12. Llistat de materials utilitzats en la construcció del prototip de kart.

LLISTAT MATERIALS UTILITZATS EN EL PROJECTE		
MATERIAL	QUANTITAT	ORIGEN
LLANTA	4.00	Circuit Menàrguens
PNEUMÀTIC	4.00	
VOLANT	1.00	
MANGUETA	2.00	
COIXINETS INDUSTRIALS	2.00	Recambios Fraga S.L.
SEIENT DE BARCA	1.00	Pescador de Massalcoreig
INVERSOR	1.00	Grues Mapfre
DISC DE FRE	1.00	Taller mecànic GARI
MOTOR ELÈCTRIC TRIFÀSIC 0,75CV	1.00	Empresa electricista SAYMA S.L
VARIADOR	1.00	
POTENCIÒMETRE	1.00	
CAIXA BOTONERA	1.00	
TUB D'ACER 30 ø	6.68 m	Hierros Sorolla
CASQUET	4.00	Torn "Talleres Balsalobre S.L"
VOLANDERA GROSSA	4.00	
BARRA MASSISSA D'ACER 25ø	1.05 m	Taller mecànic BEROSCA S.L.
PASTILLES DE FRE DE COTXE	2.00	
MOLLES	4.00	
SIRGA	2.00 m	
FUNDA DE SIRGA	1.75 m	
CABLE	1.25m	
BATERIES PLOM-ÀCID 12V	2.00	
ACER	11.00 kg	
TENSOR	1.00	
POLITJA DENTADA	1.00	
PINYÓ	1.00	
CORRETJA DENTADA	1.00	
ROSQUES	55.00	
CARGOLS	48.00	
VOLANDERES	18.00	
TANCA CABLES	1.00	
BRIDES	4.00	
REBLONS	2.00	
FUSTA	0.35 m ²	
ALUMINI	0.20 m ²	
RODETES	2.00	
CORDILL	0.20 m ²	
PASSADORS	2.00	
ENTRONCAMENT	1.00	

IMPRIMACIÓ EUROXY CP (MARCA RM)	100.00 g	Taller mecànic BEROSCA S.L.
CATALITZADOR EUROXY CP REACTIVE (MARCA RM)	75.00 g	
DISSOLVENT "SPEED FLASH" (MARCA RM)	157.00 g	
PINTURA NEGRA MONOCAPA SC25 (MARCA RM)	20.00 g	
CATALITZADOR H420	25.00 g	
ESPRAI NEGRE	1.00	

Taula 13. Llistat d'eines utilitzades en la construcció del prototip de kart.

EINES UTILITZADES EN EL PROJECTE	
EINES	ORIGEN
SOLDADOR (Figura 8)	Taller mecànic BEROSCA S.L.
CAIXA D'EINES (CLAUS ANGLESES, TORNAVISOS, CLAUS ALLEN, ETC...) (Figura 9)	
TREPANT DE SOBRETAULA (Figura 10)	
TRONSADORA (Figura 11)	
PISTOLA PINTURA (Figura 12)	
TREPANT RADIAL	
FILERA (EINA DE FER ROSCA) (Figura 13)	
TORN	Taller Balsalobre S.L.
DOBLEGADOR DE TUBS	Taller Salleras S.L.



Figura 8. Soldador.



Figura 9. Caixa d'eines.



Figura 10. Trepant.



Figura 11. Tronsadora.



Figura 12. Pistola de pintura.



Figura 13. Filera (eina de fer rosca).

PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ

1. CONSTRUCCIÓ XASSÍS PRINCIPAL

Després d'haver dissenyat l'estructura que havia de tenir el kart, preparar tot el material necessari per a la seva construcció i aprendre nocions bàsiques de totes les eines que no sabia fer anar i havien d'utilitzar-se per dur a terme el projecte em vaig disposar a fer el xassís principal del kart. A continuació s'explica de forma detallada els passos que es van anar seguint.

El xassís principal és la part que constitueix l'estructura i manté totes les peces del kart, per això necessita ser consistent i d'un material dur per a què no es pugui doblegar fàcilment, en aquest cas s'ha fet anar l'acer. L'acer és un aliatge del ferro, aquest material es dur i rígid, dues propietats que es necessiten per a la construcció del xassís.

El primer que es va fer va ser tallar un tub cilíndric d'acer en cinc parts, aquestes serien les principals peces de l'estructura:

- 2 de 1000 mm
- 2 de 1300 mm
- 1 de 800 mm

Tres d'aquestes parts (el tub davanter i els dos tubs laterals) havien de doblegar-se per poder agafar la forma que necessitava que tinguessin. Es va intentar doblegar-les amb diferents eines del taller on ha tingut lloc la construcció del vehicle però el tub era massa gruixut i era impossible doblegar-lo sense cap màquina

especial. Per això es va anar a FONSA S.L., una empresa que entre d'altres feines instal·la reg. Allí es van doblegar els tubs amb una màquina especial. La figura 14 ens mostra com van quedar els tubs i la posició en la que havien d'anar.



Figura 14. Principals peces d'acer per a l'estructura del kart en la posició oportuna.

Quan ja es van tenir els tubs preparats, es va procedir a fer petites soldadures per unir-los però sense soldar-los del tot, per a què quedés una forma semblant a la de la figura 15.

Primer es van unir els dos tubs centrals amb el del davant amb una inclinació de les puntes de 30°. Després es van unir els dos tubs laterals amb els centrals. Finalment es van unir dos tubs d'igual diàmetre, un unia les dos puntes finals dels dos tubs del mig per a què tinguessin la mateixa distància al davant que al darrere, i l'altre unia els dos tubs laterals a la vegada que unia els dos centrals. Seguidament es va veure que el primer tub que s'havia posat entre els dos del mig era inútil ja que el segon unia els quatre alhora, així que es va treure per a què el kart pesés una mica menys. Quan ja es



Figura 15. Estructura del kart apuntada.

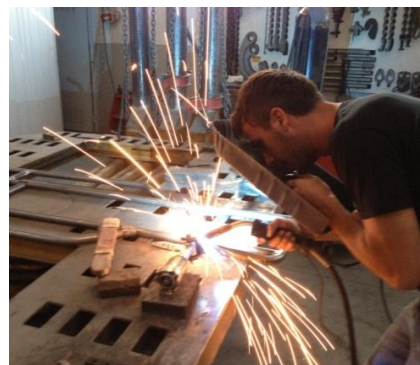


Figura 16. Detall del procés de soldadura.

van tenir tots els tubs que formaven el xassís principal apuntats i amb la correcta forma, es va començar a fer la soldadura completa a cada punt d'unió per a què tots els tubs quedessin totalment junts i no es poguessin soltar i a més a més poguessin suportar tot el pes que haurien d'aguantar més tard, en la figura 16 es pot veure un detall de com es va fer el procés de soldadura.

Com que les meves soldadures no eren perfectes per la manca d'experiència amb el soldador, es va haver de llimar tots els punts d'unió soldats amb una radial, per a què quedessin més fines i sense imperfeccions. A la figura 17 es mostra el detall dels punts de soldadura.

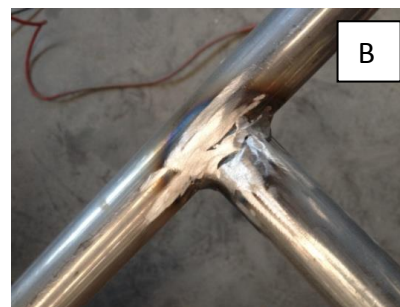
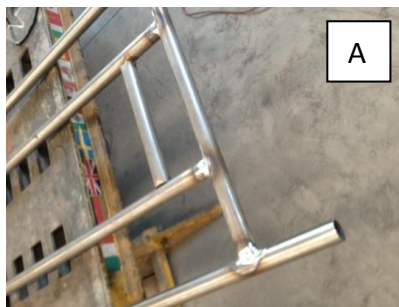


Figura 17. Aspecte final dels punts de soldadura un cop llimats. Vista general (A) i detall (B).

Quan ja es va tenir la part més important del xassís feta, es va procedir a fer el suport de les manguetes, aquests elements estan compostos d'un coixinet i són els que fan possible el gir del kart. Primer de tot es van tallar sis trossos de passamà d'acer, quatre dels quals havien de foradar-se amb el trepant de sobretaula:

- 2 de 50 x 40 mm
- 4 de 40 x 40 mm

Després, es van agafar dos trossos de passamà petits i es van unir amb la mangueta mitjançant un cargol llarg, dues volanderes i una rosca, tal i com veu a la figura 18. Seguidament es va agafar un dels trossos d'acer grans i es va soldar als altres trossos formant una suport en forma de C, figura 19. Finalment es va soldar a la punta del tub del davant, i es va fer el mateix amb l'altra mangueta.



Figura 18. Detall del muntatge del suport de la mangueta.

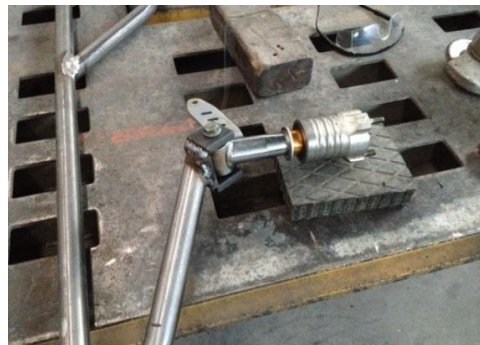


Figura 19. Suport de la mangueta finalitzat.

Per a guanyar rigidesa a la part que hi ha els suports per a les manguetes, es va haver de soldar una barra del mateix diàmetre que les altres que anava des del punt on comença el suport de la mangueta fins el tub central del xassís. A la figura 20 es pot apreciar més fàcilment. D'aquesta manera s'evita que aquesta part sigui fràgil i es pugui trencar.



Figura 20. Vista final del suport i punts de recolzament de la mangueta.

Per acabar el xassís del kart només faltava fer els suports per a què el seient es pogués fixar. Per dur a terme aquest procés es va haver de tallar quatre trossos de tub d'acer quadrangular amb els seus corresponents forats amb una mida de 20 x 135 mm. Finalment, es va apuntar amb petites soldadures dos trossos de tub a cada costat, entre mig del tub del mig i el lateral. Seguidament quan es va veure que havien quedat al lloc que els hi pertocava, es va procedir a fer la soldadura completa i llimar-la posteriorment. El resultat final es pot veure a la figura 21.



Figura 21. Vista final dels quatre suport per poder fixar el seient.

2. CONSTRUCCIÓ DE LA DIRECCIÓ

La direcció del kart és la que s'encarrega de dirigir les dues rodes del davant mitjançant el volant que utilitzarà el pilot per girar quan sigui necessari.

El primer que es va fer va ser tallar dos tubs de 245 mm de longitud i 30 mm de diàmetre i es van soldar al xassís entre les dues barres centrals de l'estructura principal, com es pot veure a la figura 22.

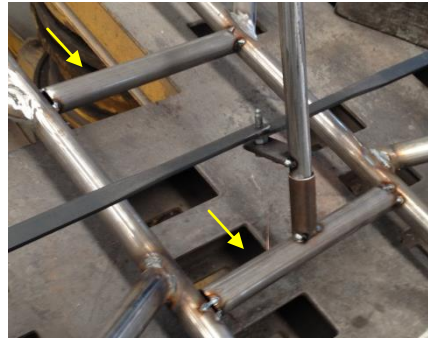


Figura 22. Tubs per la direcció soldats al xassís.

El següent que es va fer va ser tallar dos tubs amb un diàmetre de forat de 20 mm i una longitud de 90 mm i un tub de 20 mm de diàmetre total i una longitud de 475 mm. Després es va agafar un dels tubs petits i es va soldar al tub més proper a la part davantera del kart, que anteriorment s'havia soldat al xassís, inclinat en la direcció que havia de tenir el volant. Aquest procés es pot veure a la figura 23.



Figura 23. Suport barra de la direcció soldat al xassís.

Després es van tallar dos trossos de passamà de 340 x 2 mm i se'ls va fer un forat a cada extrem a cadascun. També es va tallar un tros de passamà de 65 x 2 mm i aquest es va foradar sol per un extrem. Aquestes tres peces es poden veure a la figura 24.

Tot seguit es va soldar el tros petit de passamà, pel costat que no tenia forat, a la barra que anteriorment havíem tallat i es va unir amb els dos trossos llargs de passamà. El resultat d'aquest procés es pot veure a la figura 25.



Figura 24. Braços i biela de la direcció



Figura 25. Braços i biela units a l'eix de direcció.

El següent que es va fer va ser unir els dos extrems lliures del trossos de passamà amb les manguetes, figura 26.



Figura 26. Eix de la direcció unit amb les manguetes.

Després es va començar a fer un suport per l'eix de la direcció. El primer que es va fer va ser tallar una vareta de 630 mm de llargària i es va

doblegar per la meitat, com es pot veure a la figura 27. Tot seguit es va agafar el tub que s'havia tallat anteriorment de 90 mm de forat, que també es pot veure a la figura 27, i es va passar per l'eix de la direcció 193 mm més alt que l'altre. Després es van soldar els dos extrems de la vareta al tub que havíem soldat abans, al xassís i el doblec es va soldar amb el tub petit que estàvem aguantant. El resultat d'aquest procés es pot veure a la figura 28.



Figura 27. Peces que componen el suport de l'eix de direcció.



Figura 28. Suport de l'eix de direcció soldat.

Després per a què l'eix de la direcció no es pogués desplaçar cap a dalt, es va fer un tall al tub que estava collat al xassís i es va clavar un cargol a la barra de la direcció, a la figura 29 es pot veure el resultat.

Finalment es va fixar el volant a la part superior de la barra de direcció com es pot observar a la figura 30.



Figura 29. Mecanisme per a què l'eix de la direcció no es desplaça cap a dalt.



Figura 30. Volant fixat.

3. CONSTRUCCIÓ DE LA TRANSMISSIÓ

Quan va estar llest el xassís principal del kart es va procedir a construir la transmissió, que és la part que s'encarrega de transmetre la potència que subministra el motor a les rodes per a què es pugui desplaçar.

El primer que es va fer va ser tallar dues plaques d'acer de 135 x 70 mm que tenien una gruix de 5 mm. Aquestes dues plaques es van soldar al xassís a les puntes inferiors com ens indica la figura 31. Després de soldar-les es van polir els costats per a què quedessin arrodonits i no fos perillós.



Figura 31. Suport coixinet soldat.

Quan ja es va tenir la placa ben soldada al xassís, es van soldar dos cargols cara amunt a la mateixa distància que tenien els forats dels coixinets industrials (figura 32) com es pot veure en la figura 33. En la figura 34 es pot veure el resultat final.



Figura 32. Coixinets industrials.



Figura 34. Coixinet fixat.



Figura 33. Cargols soldats cara amunt a sobre del suport per a fixar els coixinets.

A continuació es va agafar una barra de ferro i es va portar al torner per a rebaixar el seu diàmetre fins 25 mm (figura 35). També es va demanar al torner que fes dos casquets amb un forat al mig de diàmetre 25 mm i dues volanderes gruixudes amb un diàmetre de forat de 35 mm (figura 36).



Figura 35. Eix de transmissió.



Figura 36. Casquet i volandera gruixuda.

Tot seguit es va fer passar la barra que seria l'eix de transmissió pels dos coixinets col·locats anteriorment, i es va collar l'eix als coixinets mitjançant uns cargolets que ja portaven incorporats.

Després es van començar a fer dos suports per a poder unir les rodes posteriors amb l'eix. Es va començar soldant la volandera al casquet com es pot veure a la figura 38A. Després es van fer tres forats a la volandera de forma simètrica a la



Figura 37. Detall del procés de fer rosca.

llanta. Després de fer els forats es va posar a fer rosca amb una filera (eina de fer rosques). A la figura 37 es pot veure com es feia. El resultat final es pot apreciar a la figura 38B.

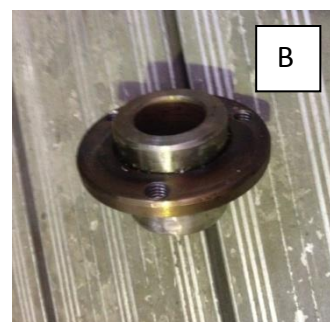


Figura 38. Suport per poder unir la roda amb l'eix de transmissió. Sense forats (A) amb forats i rosca (B).

El següent que es va fer va ser foradar les dues peces per la part del casquet, com es pot veure en la figura 39, a cada forat es va fer rosca. Seguidament es van fer dos forats a l'eix de transmissió, un a cada extrem, d'una profunditat de 5 mm en el lloc on havien d'anar collades les rodes, el resultat es pot veure a la figura 40. Després es va fer rosca als dos forats, la peça que s'havia fet abans (figura 39) es va enganxar a la llanta mitjançant tres cargols i tres rosques i es va collar a l'eix de transmissió mitjançant un cargol. La roda unida a l'eix es pot veure a la figura 41.



Figura 39. Suport roda complet.



Figura 40. Forat per fixar suport de la roda.



Figura 41. Roda collada a l'eix de transmissió.

Quan ja es va tenir l'eix de transmissió fet, es va començar a construir la part que transmetria la potència útil del motor fins a l'eix ja preparat, mitjançant una corriola dentada, un pinyó, un tensor i una corretja dentada, que podem veure a la figura 42.



Figura 42. Corriola dentada, pinyó, tensor i corretja dentada

El primer que es va fer va ser fer una altra peça com la que s'havia fet abans, però aquest cop amb la volandera soldada a la punta del casquet. Després es van fer tres forats a la corriola dentada i seguidament es van fer tres forats simètrics a la volandera de la peça que s'havia construït anteriorment. El següent que es va fer va ser unir la corriola dentada amb la que s'havia fet abans, com es pot veure en la figura 43.



Figura 43. Suport fixat a la corriola dentada.

L'eix es va unir a la politja dentada com s'ha descrit abans per la roda. Primer es va fer un forat amb rosca a la peça a la part del casquet i després a l'eix justament al lloc on havia d'anar la corriola, finalment es va fixar amb un cargol. A la figura 44 es pot veure el resultat.



Figura 44. Corriola dentada fixada.

Després de tenir preparada la corriola, es va passar a unir l'eix del motor amb el pinyó.

El pas següent va ser fixar el motor al xassís. Es va tallar un tros de xapa de 165 x 185 mm, se li van fer quatre forats a la xapa i quatre al xassís i mitjançant quatre cargols i quatre rosques es va collar el suport del motor al xassís. Després es van fer quatre forats més a la xapa per a poder fixar el motor amb quatre cargols i quatre rosques. El suport del motor es pot veure a la figura 45.



Figura 45. Suport motor.

Es va col·locar el motor el més a prop del seient possible, per a què la corretja estigués ben tensada, però no n'hi havia prou, per això es va haver de posar un tensor.

Per col·locar aquest tensor es van tallar dos trossets quadrats de xapa que es van soldar en forma de L (figura 46). Després es va collar aquesta peça al xassís amb un cargol i soldada al suport del motor. Finalment a la part que quedava alçada de la peça feta anteriorment es va fixar el tensor amb un cargol i una rosca, com es pot veure a la figura 47.



Figura 46. Suport tensor.



Figura 47. Tensor fixat.

Per finalitzar la construcció de la transmissió es va col·locar la corretja dentada i es va mirar que quedés ben tensada. A la figura 48 es pot veure la transmissió completa.



Figura 48. Transmissió completa del kart

4. CONSTRUCCIÓ DEL FRE

El fre és el dispositiu que té la funció de reduir la velocitat o a aturar-lo mitjançant el fregament de dues pastilles amb un disc fixat a la transmissió. Aquesta part va ser una de les més complicades d'aquest projecte. Com es veurà a continuació s'ha fet un fre que s'aciona amb un pedal mitjançant una sirga, també s'hagués pogut fer un accionament hidràulic però hauria suposat un cost econòmic molt major. En la part del disc de fre, s'ha posat un disc de fre de bici ja que és el que vaig poder aconseguir més fàcilment, però també s'hagués pogut col·locar un disc auto ventilat. Aquest no es sobre-escalfa ja que s'està refredant contínuament, però el cost hauria estat molt elevat i a més a més com que el kart no agafa molta velocitat i la frenada no ha de ser molt forta no és necessari.

El primer que es va fer va ser soldar un casquet com el de la figura 49 al disc de fre com es pot veure en la figura 50. Tot seguit es va fer un forat amb rosca al casquet i a l'eix de la transmissió, com s'havia fet amb les rodes, i es va fixar amb un cargol. Aquest procés es pot veure a la figura 51.



Figura 49. Casquet.



Figura 50. Casquet soldat al disc de fre.

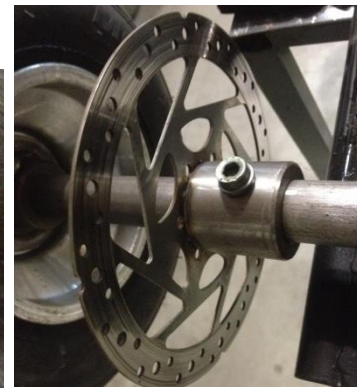


Figura 51. Disc de fre fixat a l'eix de transmissió.

En segon lloc es va tallar un tros de passamà de 260 x 40 mm, i se li van fer dos forats amb el trepant i dues mossegades amb la serra radial tal i com es veu a la figura 52. Aquesta peça serà la base del mecanisme de fre i anirà fixada al xassís mitjançant dos cargols. Després es van tallar dos trossos de passamà de 40 x 90 mm i se'ls va fer un forat al mig.



Figura 52. Base del mecanisme de fre.

Seguidament es van agafar les dues pastilles de fre (figura 53) i se'ls hi va fer un forat amb rosca que no traspasés la pastilla, d'uns 5 mm. Tot seguit es van ajuntar els trossos de passamà tallats anteriorment amb les pastilles mitjançant un cargol com es pot veure a la figura 54.



Figura 53. Pastilles de fre de cotxe.

Quan es van tenir aquestes peces fetes, es van soldar els trossos de passamà units amb les pastilles a la base que s'havia fet anteriorment en la posició que es pot veure a la figura 55, fent que el disc de fre quedés al mig.



Figura 54. Pastilla amb el seu suport.

Tot seguit es va soldar dues volanderes a les puntes dels dos cargols que estaven fixats a les pastilles i dues més a la base, també es va soldar un trosset petit de passamà al damunt dels suports de les pastilles per què quedessin més units. En la figura 56 es pot veure el resultat d'un costat.

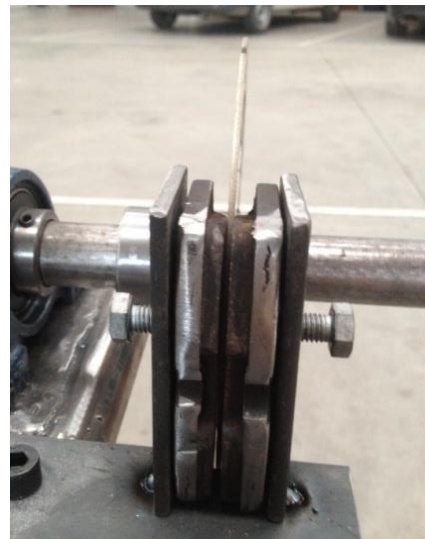


Figura 55. Pastilles de fre fixades.

Després es van agafar dos cargols llargs, als quals se'ls va soldar una volandera a cadascun al cap del cargol en posició vertical tal i com es pot veure a la figura 57.



Figura 56. Volanderes i tros de passamà soldats.



Figura 57. Volanderes soldades als cargols i rosques.

Aquests cargols amb volandera que s'han fet anteriorment es van passar per la volandera del cargol fixat a la pastilla i després per la que estava soldada a la base, fixant-los amb dues rosques a la volandera de baix. Aquest procés es pot veure amb més detall a la figura 58.



Figura 58. Cargol amb volandera fixat al mecanisme.

El següent que es va fer va ser agafar una sirga, la qual en un punta tenia una boleta, amb la seva respectiva funda i es va passar pel mig de les dues volanderes soldades anteriorment a damunt del cap del cargol, tot posant-hi una molla al mig. La boleta de la punta de la sirga feia que es quedés travada a la primera volandera. Tot aquest procés es pot veure a la figura 59.



Figura 59. Sirga i molla col·locats.

Després de fer la part del darrere del fre es va començar a fer la del davant, és a dir el pedal el qual accionaria el mecanisme.

El primer que es va fer va ser tallar un tros de tub de 10 mm i $\varnothing=20$, i un tros de passamà de 15 x 40 mm. Al tros de passamà se li va fer un tall amb una serra radial per poder fer un doblec com es veu en la figura 60. Seguidament es va soldar l'esquerda que quedava del tall que havíem fet abans i també es va soldar el tub a la part del doblec i es va fer un forat a l'altra punta com es pot veure a la figura 61.



Figura 60. Tub i passamà doblegat per fer el pedal de fre.



Figura 61. Pedal de fre.

Després es van tallar dos trossos de passamà i se'ls va fer un forat al mig amb un trepant (figura 62). Aquests dos trossos es van soldar al xassís gairebé a la punta del tot, un al costat de l'altre. Tot seguit es va posar el pedal entre mig dels dos trossos de passamà i es va fixar amb un cargol i una rosca. Finalment es va posar una petita peça d'acer que es va soldar davant del pedal per limitar el seu moviment i que no se'n pugues anar cap endavant. El resultat d'aquest procés es pot veure a la figura 63.



Figura 62. Trossos de passamà amb forat.



Figura 63. Pedal de fre fixat al xassís.

Per finalitzar el mecanisme de fre, només faltava unir l'extrem lliure de la sirga amb el pedal. Per dur a terme aquest últim procés, en primer lloc es va tallar un cargol i es va foradar pel mig. Seguidament es va soldar a la barra que suporta el pedal però a una distància de 240 mm com es pot veure a la figura 64.

Després es va fer un forat petit al pedal i seguidament es va passar la sirga pel cargol tallat, deixant la funda fixada, i pel forat fet al pedal. Després es va posar un tanca-cables a la punta per a què la sirga quedés fixada, com es pot veure a la figura 65

Per poder recolzar els peus es va tallar una reixeta de 420 x 140 mm i es va collar al xassís mitjançant dos reblons, com es pot veure a la figura 66.



Figura 64. Cargol tallat soldat al xassís



Figura 65. Sirga fixada amb un talla cables.

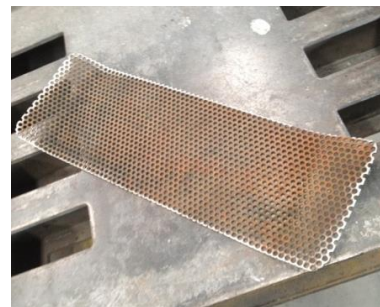


Figura 66. Reixa per recolzar els peus.

Es va provar que el mecanisme de fre funcionés bé i que quan s'accionés el pedal les pastilles es comprimissin, quan es va veure que funcionava perfectament es va fixar la sirga al xassís amb brides. El resultat final del procés es pot veure a la figura 67.

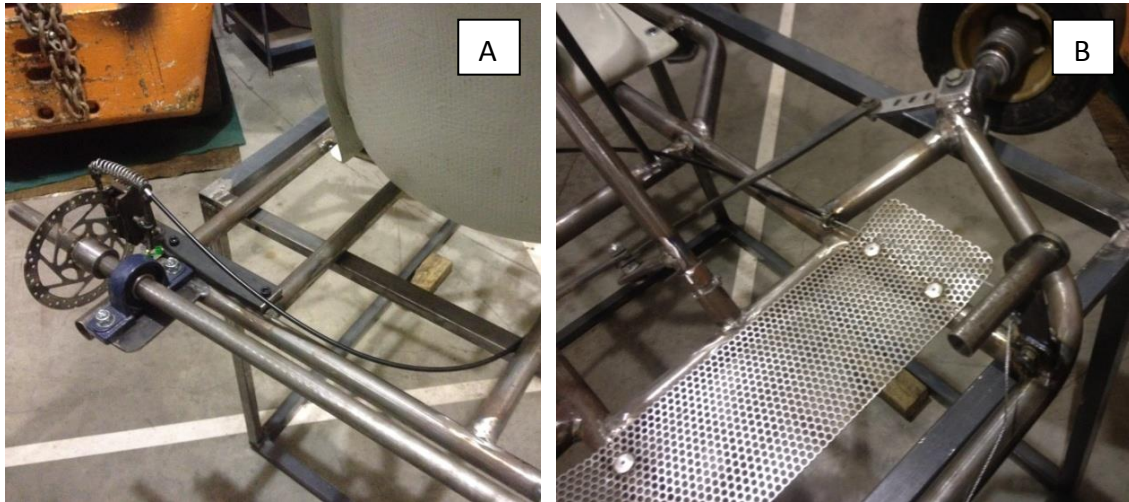


Figura 67. Mecanisme de fre complet. Part del darrere (A) i part del davant (B)

5. CONNEXIÓ I POSADA EN MARXA DEL MOTOR

Quan ja es va tenir el xassís pintat es va passar a fer la part elèctrica. Aquesta part és la més important de totes ja que sense ella el kart no es podria moure autòmicament. Inclou tot el circuit elèctric que s'ha fet per a què el motor transmeti la seva potència rotativa a l'eix de transmissió i que el kart es mogui.

Per accionar el motor es va fer un circuit, amb l'ajuda d'un electricista professional, que consisteix en la connexió de dues bateries en sèrie, de 12 V en corrent continu cadascuna, ja que així el voltatge es suma i s'obtenen 24 V. Les bateries subministren aquests 24 V de corrent continu a l'inversor i aquest augmenta el voltatge a 220 V i el canvia a corrent altern. Aquest voltatge que l'inversor ha transformat continua el seu camí fins al variador, que fa dos canvis de corrent. Primer canvia els 220 V de corrent altern a 220 V de corrent continu trifàsic i després quan ha rebut les modificacions que s'han programat canvia a 220 V de corrent altern trifàsic. Aquest corrent és el que li arriba al motor per accionar-lo.

Aquest motor podia rebre dos corrents depenent de la connexió que li fessis als sis borns. Si li feies una connexió en estrella com la que s'indica a la figura 68, per accionar-lo necessitava un voltatge de 380 V de corrent altern trifàsic, i si feies una connexió en triangle com la que s'indica a la figura 69, per accionar-lo necessitava un voltatge de 220 V de corrent altern trifàsic. Hi ha variadors que poden transformar a 380 V però el que es tenia només podia transformar fins a 220 V, així que es va haver de fer la connexió en triangle.

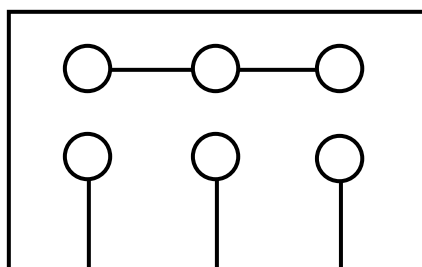


Figura 68. Connexió en estrella.

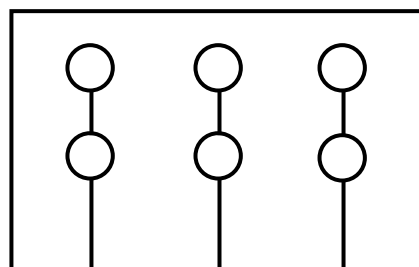


Figura 69. Connexió en triangle.

Quan es va tenir el circuit connectat i després de comprovar el seu funcionament, es va procedir a col·locar tots aquests elements elèctrics al kart. El motor és va fixar al xassís com s'explica en l'apartat "Construcció de la transmissió".



Figura 70. Suport de les bateries.

Les bateries es van col·locar al darrere del seient damunt d'un tros de fusta que es va tallar (Figura 70) i es va fixar al xassís. Les bateries es van assegurar amb una goma que les lligava per damunt. Tot seguit es va passar a col·locar l'inversor, que es va fixar al seient amb quatre cargols com es pot veure a la figura 71.



Figura 71. Inversor fixat al seient.

Finalment el variador es va col·locar al costat del seient i es va fixar amb una peça que es va fer doblegant un tros d'alumini i que va quedar com s'indica en la figura 72, aquesta es va collar amb dos cargols al xassís. El variador fixat es pot veure a la figura 73.



Figura 72. Suport per fixar variador.



Figura 73. Variador fixat.

6. CONSTRUCCIÓ DE L'ACCELERADOR

Quan ja es va tenir el motor connectat i es va fer una prova de funcionament, es va començar a construir el que seria l'accelerador. El primer que es va fer va ser connectar un potenciòmetre (figura 74) directament al variador mitjançant tres cables. Després es va passar a fer un pedal exactament igual que el del fre, però a l'altre costat, el seu procés de construcció és idèntic al que s'explica a l'apartat "Construcció del fre".



Figura 74. Potenciòmetre connectat.

Després de fer el pedal, es va agafar una caixa botonera (figura 75) on a dins es construiria el mecanisme de l'accelerador. Després es va agafar un tros d'acer, es va doblegar formant una "L" i es va fer un forat a cada extrem. A la figura 76 es pot veure el resultat. Aquesta peça es va fixar a dins la caixa mitjançant un cargol i es va aprofitar per fixar també la caixa al xassís. Tot seguit es va col·locar el potenciòmetre a la part que quedava elevada de la peça. El resultat es pot veure a la figura 77.



Figura 75. Caixa botonera.



Figura 76. Suport potenciòmetre.



Figura 77. Potenciòmetre fixat a la caixa.

El següent que es va fer va ser tallar un vareta que tenia rosca, es va doblegar i a una de les puntes mitjançant dos rosques es va fixar una rodeta i a l'altra punta es va unir al pedal, també amb dues rosques. Després aquesta peça es va tallar per la meitat i es va unir amb un entroncament, ja que així es podia regular. El resultat d'aquest procés es pot veure a la figura 78.



Figura 78. Vareta amb rosca amb l'entroncament.

Després es va fixar una rodeta al potenciòmetre. Tot seguit es van agafar tres molles diferents, un cordill i dos passadors, tots aquests materials es poden veure a la figura 79. Quan ja es va tenir tot preparat, el primer que es va fer va ser agafar la molla més llarga que no era gaire dura, i una punta es va enganxar al fons de la caixa amb un passador i l'altra es va enganxar a la vareta amb rosca, al costat de la rodeta que serviria per a què el pedal retornés sol a la seva posició original. Aquest procés es pot veure a la figura 80.



Figura 79. Molles i passadors.

El següent que es va fer va ser agafar la molla més curta i la més dura, i un extrem es va fixar al terra de la caixa amb un



Figura 80. Molla encarregada de retornar el pedal fixada a la caixa.

passador i a l'altre se li va lligar el cordill com es pot veure a la figura 81. Aquesta molla es podria treure i lligar el cordill directe al passador, però s'ha incorporat per a què si el mecanisme necessités una mica més de corda, la molla s'estirés i li donés, en canvi si no hi fos es podria trencar. El cordill després de sortir de la molla donava dues voltes a la rodeta del potenciòmetre i una a la del pedal. L'extrem del cordill solt, es va lligar a l'última molla, que era la menys dura, la qual es va fixar a un extrem de la caixa com es pot veure a la figura 82. La funció d'aquesta molla és la de retornar el cordill.



Figura 81. Molla encarregada de què no es trenqui el cordill fixada a la caixa.



Figura 82. Molla encarregada de retornar el cordill fixada a la caixa.

Es va provar que el mecanisme funcionés correctament i es va tapar, amb una adhesiu es van tapar els forats que tenia la tapa. El resultat final es pot veure a la figura 83.

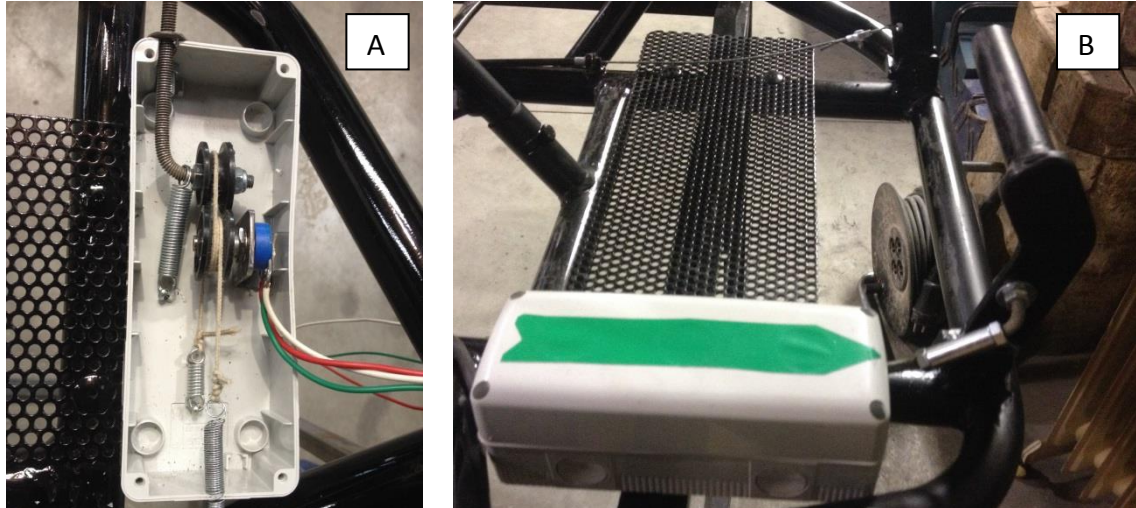


Figura 83. Mecanisme de l'accelerador complet. Sense tapa (A) i amb tapa (B)

7. PROCÉS DE PINTAT DEL XASSÍS

Un cop acabada la part mecànica, sols falta pintar-lo per a protegir i embellir el resultat.

El primer que es va fer abans de penjar el xassís del kart dins la cabina de pintura, va ser desmuntar totes les peces que no s'havien de pintar i polir tots i cadascun dels



Figura 84. Xassís polit, preparat per pintar.

tubs i peces que formen el xassís per a eliminar tots els residus que tenia, després amb un mocador i dissolvent es va donar una altra passada. A la figura 84 es pot veure com va quedar després de la neteja.

Quan ja es va tenir tota l'estructura neta, es va introduir dins la cabina de pintura. Un pintor de carrosseries em va ajudar a fer les barreges necessàries per a obtenir un vernís i el color negre. Per a fer la imprimació es va utilitzar (tots marca RM):

- Imprimació Euroxy CP
- Catalitzador Euroxy CP Reactive

I per a fer el color negre es va utilitzar (tots marca RM):

- Pintura Negre monocapa SC25
- Catalitzador H420
- Dissolvent Speed Flash

Primer, amb una pistola es va fer una passada de vernís per a que s'adherís més la pintura.

A la figura 85 es pot veure com es feia.



Figura 85. Detall del procés de pintat del xassís.

Quan ja va estar sec, amb un esprai es van repassar unes quantes peces (figura 86) i llocs que no havien quedat prou pintats.



Figura 86. Motor (A), Suport bateries (B) i Mecanisme de fre (C) pintats amb esprai negre.

I finalment es van muntar totes les peces del kart una altra vegada. En la figura 87 es pot veure el xassís completament pintat de negre.



Figura 87. Xassís pintat de negre.

8. IMATGES PROTOTIP ACABAT

En aquest apartat es poden veure algunes fotografies del kart finalitzat. A més a més en el treball s'adjunta un CD en el qual es mostra un vídeo amb el prototip i un altre del seu funcionament .



Figura 88. Kart elèctric finalitzat lateral dret.



Figura 89. Kart elèctric finalitzat part del darrera.



Figura 90. Kart elèctric finalitzat lateral esquerra.



Figura 91. Kart elèctric finalitzat part davantera.

AVALUACIÓ

En primer lloc he de dir que malgrat haver-me proposat uns objectius bastant complicats, els he acabat complint tots i fins i tot alguns els he superat, per això em sento molt orgullós de la meva feina, ja que era un treball molt difícil, amb molts entrebancs a superar i era molt fàcil de quedar-se encallat. Malgrat això, amb il·lusió i moltes hores de dedicació, crec que he obtingut un gran resultat.

Com he dit, quan vaig començar a fer el treball em vaig marcar uns objectius que sabia que em serien difícils, però tot i això vaig tirar endavant i he pogut construir un kart el qual pot transportar una persona adulta a una velocitat de gairebé 90 km/h molt més de 200 metres, ja que el motor que li he posat pot aguantar al màxim de potència entre 5 i 10 minuts, és a dir, pot fer com a mínim uns 750 metres sense aturar-se. A més a més, l'he fet amb el màxim de peces reutilitzades i això ha fet que el cost econòmic fos molt més baix i mediambientalment més sostenible ja que s'incentiva el reciclatge.

A part dels objectius anteriors complerts, em vaig proposar aprendre nocions bàsiques d'AutoCAD per poder fer bons plànols i com es pot veure en aquest treball crec que he assolit prou bé aquest segon objectiu. A part de l'AutoCAD, un dels objectius més important del treball ha estat l'aprenentatge de fer anar la màquina de soldar entre d'altres equips utilitzats de forma habitual en aquest tipus de feina, ja que sense aquesta habilitat no s'hagués pogut dur a terme el kart. Encara que les meves soldadures no són de professional, ja que es necessita molta experiència per fer unes soldadures perfectes, he pogut soldar totes les parts del kart que ho necessitaven sense cap problema.

Per finalitzar l'avaluació m'agradaria relacionar aquest treball amb els cotxes elèctrics que s'estan fent i els problemes que estan tenint. Encara que a mi no m'han agradat mai els cotxes elèctrics, bàsicament perquè el seu soroll no té res a veure amb els de combustible, penso que serà una bona forma per poder minimitzar l'ús de petroli, ja que com tothom sap si no parem compte i en fem un ús raonable algun dia no gaire llunyà s'acabarà i/o tindrem problemes greus de contaminació del medi ambient.

CONCLUSIONS

No és fàcil treure conclusions d'un projecte que consisteix en el procés de construcció d'un kart i on el principal resultat és el prototip per ell mateix. Malgrat tot, s'ha intentat extreure les principals idees que es desprenen de tot l'estudi i que es detallen a continuació:

1. És necessari un motor rotatiu de 0,30 CV de potència per tal de moure el pes d'una persona i el kart més de 750 metres a una velocitat de pràcticament 9 Km/h amb autonomia.
2. Els elements elèctrics bàsics per a la construcció d'un kart de les característiques del d'aquest treball són: 2 bateries de 12 V cadascuna connectades en sèrie, un inversor que canvia de corrent continu a altern i augmenta el voltatge de 24 a 220 V, un variador de freqüència, un potenciòmetre i un motor de 0.75 CV.
3. El pressupost de construcció del kart dissenyat amb materials reciclats és raonablement econòmic d'aproximadament de 437.80 € sense comptar les hores de treball.
4. No és difícil trobar elements mecànics reutilitzables, amb la qual cosa el projecte resulta fàcilment viable.
5. És possible dissenyar i construir un kart elèctric per a moure el pes d'una persona adulta més de 750 metres de distància amb autonomia mitjançant materials majoritàriament reciclats.

BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES

GREEN INDOOR PARK, *Karting elèctric*.

<<http://www.greenindoorpark.es/ca/karting-electric/>>

KARTELEC.

<http://www.kartelec.com/f/sp_tech.htm>

KARTELEC, *Boletín de noticias*.

<http://www.kartelec.com/f/news/070201newsletter_kartelec.htm>

OTL ELECTROKART, *Ventajas del eléctrico*.

<<http://otlkart.es/inversion/ventajas-del-electrico.html>>

SCIELO

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162008000300019&script=sci_arttext>

SPEED SHARK KARTING, *Son los karts eléctricos el futuro en competición?*

<<http://speedshark-karting.blogspot.com.es/2011/10/son-los-karts-electricos-el-futuro-en.html>>

TECNOLOGIA INDUSTRIAL, Joan Joseph i Gual, Roger Hoyos Gracia, Jaume Garravé i Bergengé, Francesc Garófono i Montoro i Frances Vila i Grabulosa. Mc Graw Hill

WIKIPEDIA, *Bateria elèctrica*.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_el%C3%A9ctrica>

WIKIPEDIA, *Inversor (electrònica)*.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_%28electr%C3%B3nica%29>

WIKIPEDIA, *Kart*.

<<http://es.wikipedia.org/wiki/Kart#Motor>>

WIKIPEDIA, *Karting*.

<<http://es.wikipedia.org/wiki/Karting>>

WIKIPEDIA, *Sistema trifàsic*.

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Sistema_trif%C3%A0sic>

WIKIPEDIA, *Variador de potència*.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia>

ZAGUAN, *Francisco Salazar González*.

<<http://zagan.unizar.es/TAZ/EUITIZ/2011/5673/TAZ-PFC-2011-125.pdf>>