Resum

El present document és un annex de la memòria del projecte "Disseny, construcció i validació d'un quadre de comandament per a un vehicle elèctric de la Formula Student".

En els següents apartats s'hi troba informació complementària a la memòria del projecte. Des de explicació en detall d'algun apartat que pot ser interessant per al lector del PFC o dades que poden facilitar l'enteniment d'algun concepte.

Abans de tot, es fa una explicació de què significa un vehicle elèctric en la Formula Student. Totes les seves parts elèctriques i on té cabuda el quadre de comandament dins d'aquestes. Aquest apartat pot ajudar a comprendre què vol dir Formula Student i tota la feina que s'hi realitza.

Després d'aquesta introducció, l'annex està organitzat tot seguint la memòria, és a dir, primer s'amplia la informació del hardware (més en detall la PCB, arxius, el BOM,..) i tot seguit del software. Després s'amplia la informació de la part mecànica (característiques fibra, resina....) i de la part de gestió del projecte (normativa,...). Ja per últim, s'expliquen les diferents eines de desenvolupament usades en el projecte.

Sumari

Resum 1
Sumari 3
Glossari 5
Índex de Figures 7
Índex de taules 8
Annex A. Vehicle elèctric en la Formula Student 9
Annex B. Hardware 13
B.1. Esquema elèctric 13
B.2. *Gerbers* 16
B.3. BOM 17
Annex C. Software 18
C.1. Futures opcions de codi 18
Annex D. Mecànic 21
D.1. Característiques fibres i resines 21
D.2. Plànols 21
Annex E. Gestió 27
E.1. Normativa 27
Annex F. Eines 29

Glossari

PCB: *Printed Circuit Board*; placa de circuit imprès.

CAN: *Controller Area Network*; protocol de comunicacions en xarxes industrials.

LED: *Light Emitting Diode*; díode emissor de llum visible.

SAE: *Society of Automotive Engineers*; associació internacional d'enginyers i experts tècnics en les industries aeroespacials, de l'automòbil i de vehicles comercials.

ECU: *Electronic Control Unit*; Centraleta electrònica.

FMEA: *Failure Modes and Effects Analysis*; Anàlisi de possibles danys d'un sistema determinat.

BSPD: *Brake Switch Plausability Device;* Dispositiu que estan obligats a portar tots els vehicles elèctrics de la Formula Student que serveix per detectar si el pilot està en situació d'accident.

IMD: *Insulator Monitoring Device;* Dispositiu elèctric que estan obligats a portar tots els vehicles elèctrics de la Formula Student, el principal objectiu del qual és mesurar si està ben aïllada la part d'alt voltatge del cotxe amb la de baixa.

BMS: *Battery Monitoring System;* Sistema electrònic encarregat de la monitorització de les cel·les de les bateries.

BOM: *Bill of Materials;* llistat de materials o de components necessaris per a fer un producte.

GLVMS: *Grounded Low Voltage Master Switch;* Interruptor que controla tots els subsistemes de control (baix voltatge) del vehicle.

TSMS: *Tractive System Master Switch;* Interruptor que controla tots els subsistemes d'alt voltatge del vehicle.

PCA: *Printed Circuit Assembly;* Placa de circuit imprès més components.

MCP: Mòdul Control Pantalla, Mòdul dins la capa d'aplicació que control les diferents pantalles que es mostren a la LCD.

SEL: Servei Escriure Línia, Mòdul dins la capa de serveis que escriu una línia a la pantalla LCD.

SDE: Servei Detecció Errors, Mòdul dins la capa de serveis que detecta si hi ha algun error a l'hora d'escriure una línia.

SAC: Servei Adaptació CAN, Mòdul dins la capa de serveis que modifica la informació rebuda per CAN en informació que l'usuari pugi entendre.

MCL: Mòdul Control LEDs, Mòdul encarregat de gestionar els LEDs de quadre de comandaments.

SCCP: Servei Control Centraleta Principal, Mòdul ubicat a la capa de serveis que s'encarrega de llegir informació del selector i enviar-la per CAN.

Índex de Figures

Figura A.1: Esquema de tots els components elèctrics/electrònics ..... pàg. 9

Figura A.2: Figures dels diferents components del tren de potència ..... pàg. 10

Figura A.3: Detalls de components del vehicle..... pàg. 11

Figura A.4: Detalls dels components de baix voltatge ..... pàg. 12

Figura B.1: Esquema del cablejat del cotxe ..... pàg. 13

Figura B.2: Esquema del circuit d'alimentació..... pàg. 14

Figura B.3: Esquema del circuit del microcontrolador ..... pàg. 14

Figura B.4: Esquema del circuit de transceptor de CAN ..... pàg. 15

Figura B.5: Esquema del circuit dels convertidors de tensió ..... pàg. 15

Figura B.6: Esquema de la barra de LEDs..... pàg. 15

Figura B.7: Esquema dels diferents connectors..... pàg. 15

Figura B.8: Forats i vies de la PCB principal ..... pàg. 16

Figura B.9: Coure de la capa de sobre i la de sota ..... pàg. 16

Figura B.10: Pads i escrits de la PCB principal ..... pàg. 16

Figura C.1: Arquitectura del programa: esquema..... pàg. 18

Figura C.2: Arquitectura del programa: unió entre mòduls ..... pàg. 19

Figura E.1: Esquema del circuit de seguretat..... pàg. 28

Figura F.1: Imatges del programa Altium ..... pàg. 29

Figura F.2: Imatges del programa MPLAB ..... pàg. 30

Figura F.3: Imatges del programa Proteus..... pàg. 31

Figura F.4: Imatges del programa Bus Master ..... pàg. 32

Figura F.5: Imatges del programa Solidworks..... pàg. 33

Índex de taules

Taula A.1: Característiques bàsiques d'un vehicle de Formula Student ..... pàg. 9

Taula B.1: BOM de la PCB principal ..... pàg. 17

Taula D.1: Característiques de la resina ..... pàg. 21

Annex A. Vehicle elèctric en la Formula Student

En la primera part de l'annex, es descriuen totes les parts elèctriques/electròniques d'un vehicle elèctric de la Formula Student.

Per tenir una primera idea de quin tipus de vehicle elèctric és, el primer que es fa és mirar les seves característiques bàsiques.

Concepte	Quantitat
Voltatge Nominal Bateries [V]	530
Energia Bateries [kWh]	4,5
Parell de pic Motor [Nm]	190
Potència pic cada motor (kW)	35
Número motors	2 (darrera)
Comunicacions	4 xarxes CAN
Pes cotxe [kg]	280

Taula A.1. Característiques bàsiques d'un vehicle de Formula Student.

Tot seguit es comencen a descriure les parts del vehicle, tant les de tren de potència com les d'electrònica i les interaccions entre elles.

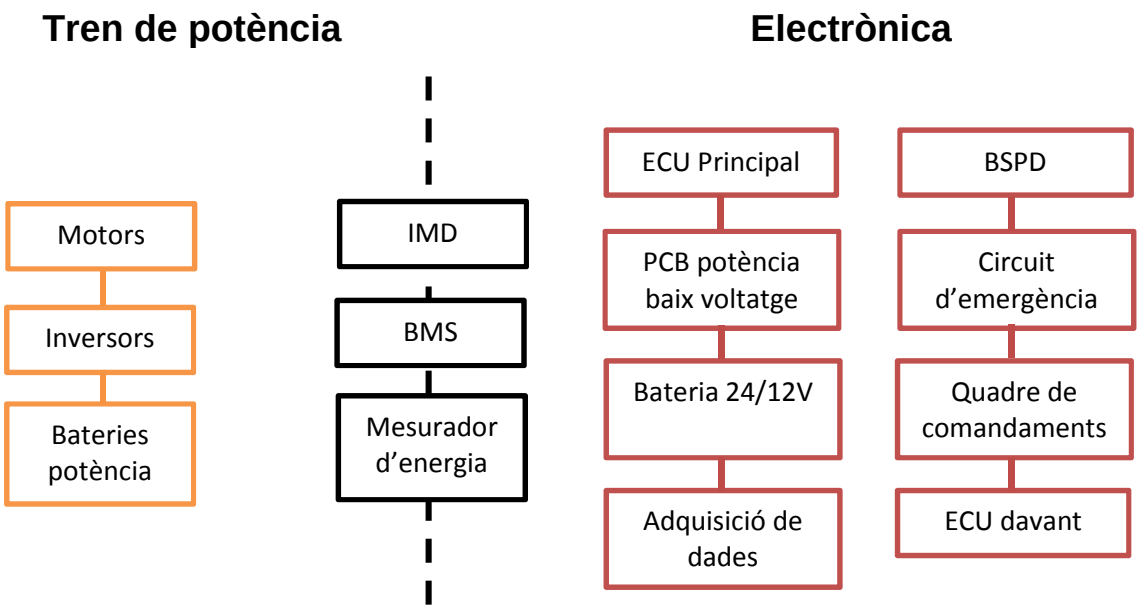


Figura A.1. Esquema de tots els components elèctrics/electrònics.

A continuació s'expliquen les parts del tren de potència d'un vehicle elèctric Formula Student:

Motors: Motors elèctrics síncrons d'imants permanents. En el cas del prototip del CAT06 de 35kW de pic cada un.

Inversors: Encarregats de passar del DC de la bateries al AC dels motors i fer el respectiu control depenent de l'estat del cotxe.

Bateries de potència: Part del cotxe on s'emmagatzema tota l'energia. En el cas del prototip del CAT06 eren de $LiFePO_4$ amb 62 cel·les en sèrie de 3.2V cadascuna i 3.3 Ah.

Figura A.2. Figures dels diferents components del tren de potència. Bateries (esquerra) inversors (mig), motors (dreta).

A continuació s'expliquen les parts que contenen alt i baix voltatge en el vehicle:

IMD: Dispositiu de seguretat encarregat de controlar l'aïllament entre parts d'alt voltatge i baix voltatge en el vehicle.

BMS: Dispositiu electrònic encarregat de controlar tot el que passa dins les bateries. Això vol dir, voltatge cel·les, temperatura, carga, alarmes,...Ho reporta via CAN a la resta de centraletes del vehicle. Consta d'una PCB (mestre) que recol·lecta informació de diverses plaques més petites col·locades entre cel·les (esclaus).

Mesurador d'energia: Dispositiu electrònic encarregat de mesurar tota la energia que surt de les bateries durant la competició. Aquest aparell el facilita la competició i permet saber als jutges si algun vehicle ha superat els 85 kW llindars que permet la normativa.

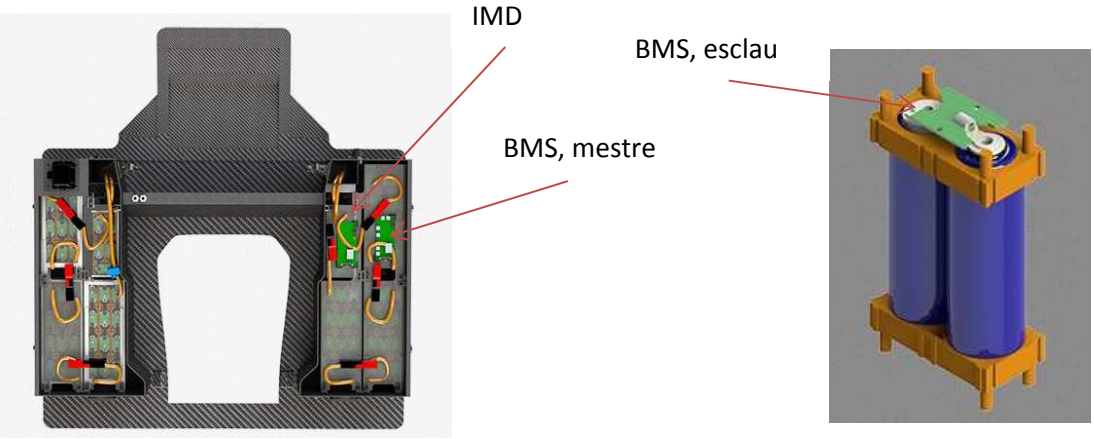


Figura A.3. Detalls dels components del vehicle que comparteixen potència i baix voltatge. IMD i BMS (Esquerra) i plaqueta BMS (dreta).

A continuació s'expliquen les parts de baix voltatge d'un vehicle elèctric Formula Student:

ECU Principal: Centraleta principal del vehicle. Encarregada de gestionar tots els sistemes electrònics. En el cas de l'equip de l'ETSEIB eMotorsport es porta una centraleta comercial dSPACE.

Bateria de Baix voltatge: De $LiFePo_4$. Encarregades de subministrar energia a tots els dispositiu de baix voltatge. Són de 24V.

BSPD: ECU del vehicle encarregada de deixar de donar potència als motors quan el pilot prem el fre i gas alhora més de mig segon. Aquesta situació s'entén com a risc ja que significa que estàs accelerant i frenant alhora, situació de pànic.

Circuit d'emergència: Circuit que consta d'una sèrie de polsadors i interruptor connectats en sèrie que permeten desconnectar diferents sistemes elèctrics del vehicle. Consta de tres polsadors situats a diverses parts del vehicle, un interruptor de seguretat del pedal, un sensor de desacceleració i un parell de detectors lligats a IMD i BMS. (veure annex E, apartat E.1).

ECU davant: Centraleta encarregada de recol·lectar senyals dels sensors de la part de davant del cotxe i enviar-les via CAN a la centraleta principal.

Quadre de comandaments: Dispositiu electrònic del vehicle encarregat de mostrar al pilot diferents dades del cotxe. També permet al pilot canviar algun paràmetre. És el principal motiu d'aquest projecte.

Placa potència baix voltatge: PCB encarregada de controlar els dispositiu amb certa potència sempre dins del baix voltatge. Consta d'un parell de DC/DC (24-12V i 12-12V) i algun transistor Darlington per tal de poder controlar dispositiu com bombes, ventiladors,...

Adquisició de dades: PCB del vehicle encarregada d'emmagatzemar dades en una targeta de memòria SD per després poder-les analitzar amb l'ordinador.

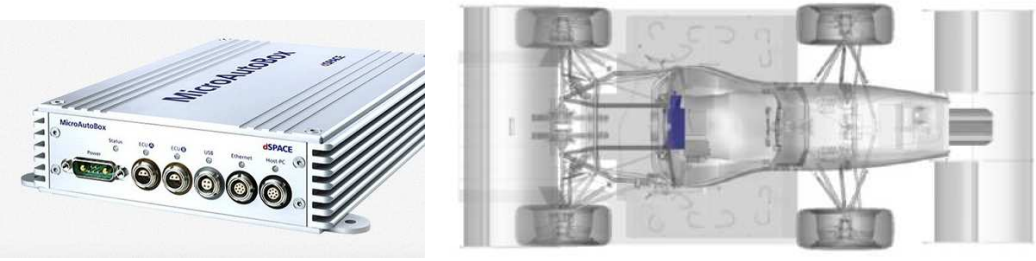


Figura A.4. Detalls dels components del vehicle que formen part del baix voltatge. Centraleta principal (Esquerra) i situació de les bateries de Baix voltatge, BSPD i placa de potència de baix voltatge (dreta).

Annex B. Hardware

En aquest apartat es descriu amb més profunditat les diferents parts del hardware del quadre de comandaments. També es fa més èmfasi amb el cablejat des de bateries a quadre.

B.1. Esquema elèctric

Abans de donar més detalls del esquema elèctric a l'interior del quadre de comandaments, es fa un petit incís a la part elèctrica de fora del quadre de comandaments. És a dir, s'explica d'on prové l'energia del cotxe per tal de fer funcionar el dispositiu.

Tal i com es pot veure al següent esquema (figura 5.1) primer de tot hi ha una bateria de Liti de 24 volts i tot seguit una clau de pas que deixa d'alimentar tots els sistemes electrònics del cotxe, ja sigui de potència o control. Aquest interruptor, que es posa per normativa, forma part del circuit de seguretat. (veure annex E, apartat E.1).

Després de l'interruptor, es posa un fusible general del vehicle de 10A. Tot seguit, i degut a la variació de voltatge de les bateries de liti (varien des de 28 a 21 V), es posa un DC/DC de 24/24V per tal de mantenir una tensió constant i evitar així problemes de mal funcionament de totes els subsistemes electrònics. Aigües avall, es posa un altre fusible específic de 2A que cobreix la protecció del quadre de comandament i d'altres subsistemes electrònics com podrien ser la centraleta del davant o el sensor òptic.

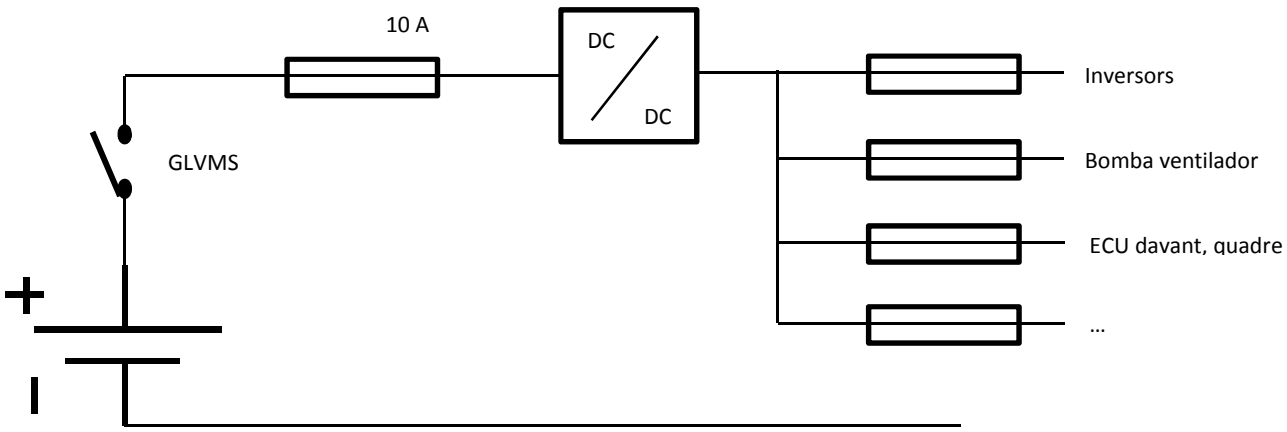


Figura B.1. Esquema de cablejat del cotxe.

Del quadre cap a dins hi ha l'esquema elèctric de les tres PCB. A continuació s'explica més en detall l'esquema elèctric de la placa principal ja que és la que potser és la més difícil d'entendre. Les altres dues PCB auxiliars es componen bàsicament de connectors. Per veure l'esquema elèctric general es recomana veure figura 8.3 de la memòria.

El primer circuit que es pot observar és el d'alimentació/protecció de la PCB. Aquest és un circuit compost per un díode de protecció contra corrent invers, un regulador de 12-5V i un de 5 a 3,3 V. També hi ha un LED que indica si la placa té 5 V (molt útil per fer proves) i condensadors que estabilitzen la tensió dels reguladors.

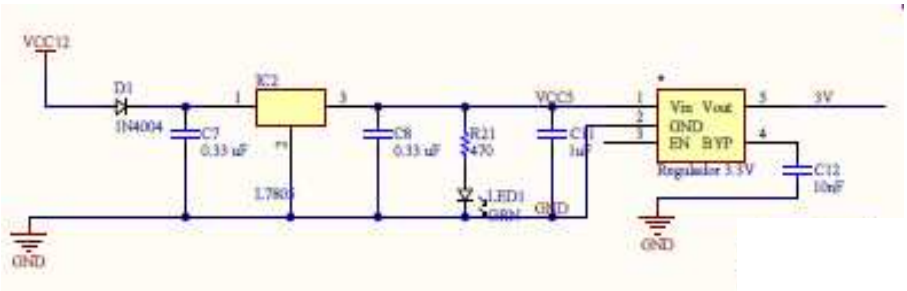


Figura B.2. Esquema del circuit d'alimentació.

El següent circuit que es pot observar en l'esquema elèctric és el del microcontrolador. Aquest conté el propi xip, un cristall exterior de 20MHz i el circuit de reinici (reset). A més, es poden observar condensadors de desacoblament i unes resistències *pull up* que mantenen un nivell de tensió alt quan l'entrada del pin està a l'aire.

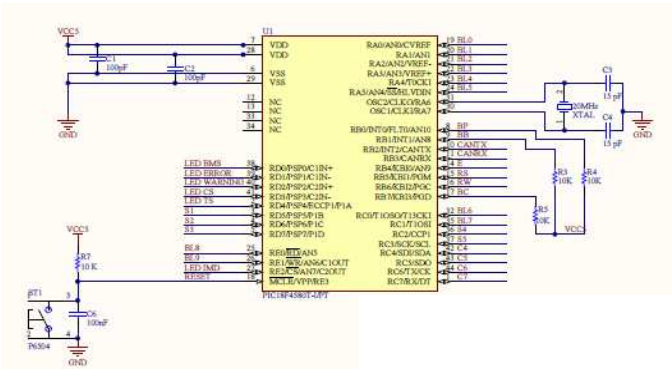


Figura B.3. Esquema del circuit del microcontrolador.

Un altre circuit que es pot observar en l'esquema elèctric és el del transceptor de CAN. Aquest és l'encarregat de canviar els nivells de tensió de la comunicació amb el microcontrolador a nivells de tensió de la xarxa CAN (diferencial). A més, té la possibilitat de posar una resistència terminal en cas de que el quadre de comandaments sigui l'últim node de la xarxa.

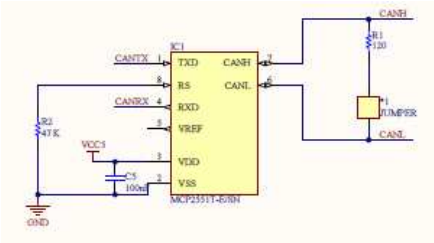


Figura B.4. Esquema del circuit del transceptor de CAN.

També forma part de l'esquema elèctric els convertidors de tensió de sortides digitals de 5V a 3,3V.

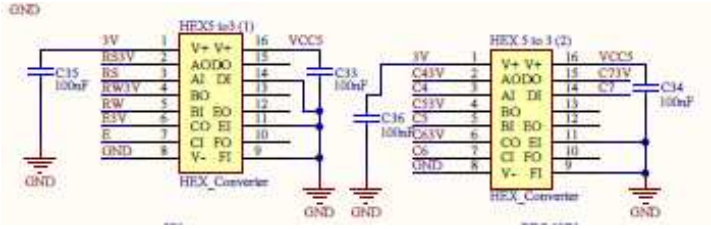


Figura B.5. Esquema del circuit dels convertidors de tensió de les sortides digitals.

A més, també es pot veure la barra de LEDs amb les seves resistències limitadores de corrent.

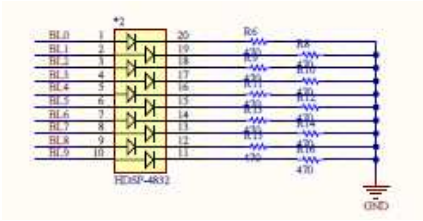


Figura B.6. Esquema de la barra de LEDs.

Ja per últim, es poden veure diferents connectors. N'hi ha un per el selector, un per LCD, un pels LEDs i un per als botons.

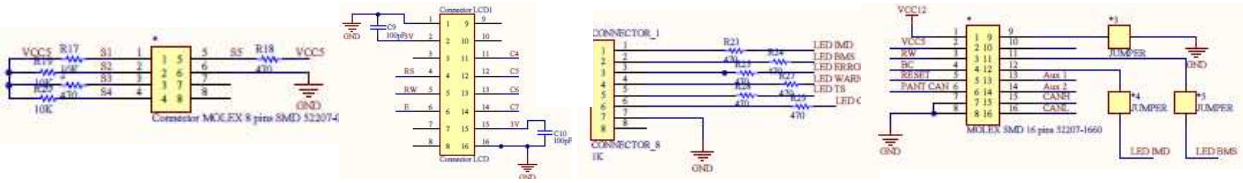


Figura B.7. Esquemes dels diferents connectors.

B.2. *Gerbers*

Per a la fabricació de les plaques és important entregar als fabricants els arxius necessaris per a realitzar totes les capes. Aquests són documents que marca al fabricant (més concretament a la màquina) on s'han de fer forats per les vies, on ha d'anar el coure per la primera capa, on s'ha de escriure un comentari,...A més, a l'hora de fabricar una PCB es poden escollir diferents classes, és a dir, unes PCB amb unes determinades característiques. Això vol dir, unes dimensions determinades de vies, de forats, uns tipus determinats de vies (cegues,...), un ample de via màxim,... Els gerbers, doncs, també serveixen a l'empresa per fer les comprovacions oportunes per saber dins a quina classe està la PCB.

En el cas del quadre de comandaments, al ser de dues capes, s'envien els gerbers del forats, de les pistes de la capa de sota, de la capa de sobre, dels *pads* i dels escrits.

En les següents figures (de la B.8 a la B.10) es poden veure els gerbers de la placa principal. Per les dos auxiliars s'ha entregat el mateix format ja que també són a dos capes.

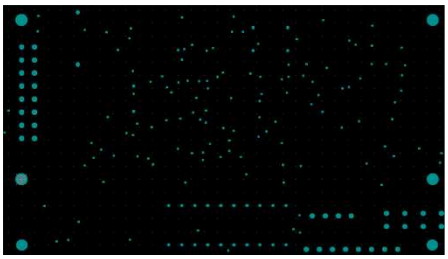


Figura B.8. Forats i vies de la PCB principal.

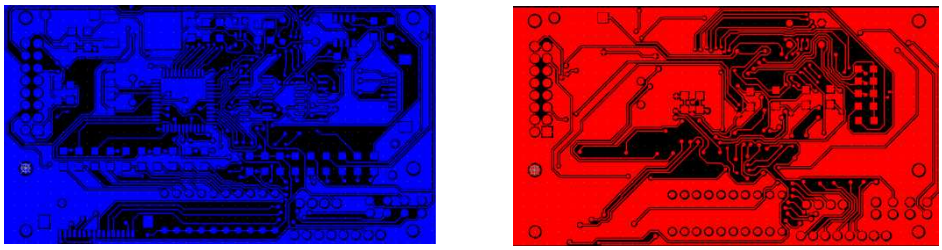


Figura B.9. Coure de la capa de sobre i la de sota de la PCB principal.

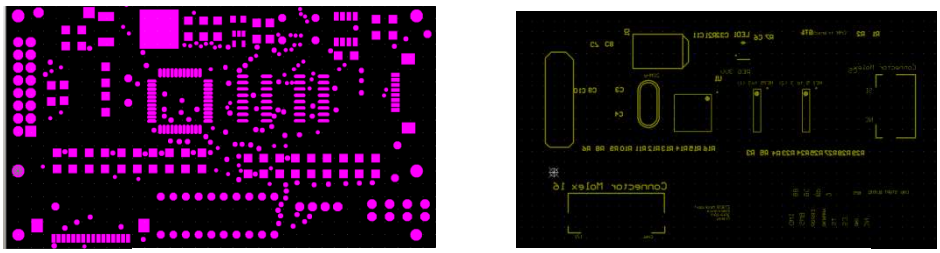


Figura B.10. Pads i escrit de la PCB principal

B.3. BOM

Un altre document molt important per realitzar les PCBs és el BOM (Bill of Materials). Aquest és un llistat de tots els components necessaris pel muntatge de la PCA. No és el cas del projecte, però si es portés a soldar amb una empresa externa, seria un arxiu indispensable a entregar.

En el cas del quadre de comandaments, la taula BOM (taula B.1) conté el component, una breu descripció, el nom en què està a l'esquema elèctric, tipus d'empremta i la quantitat.

Component type/ Name	Description	Designator	Footprint	Quantity
Connector	LCD connector	CON 16 P	DIP16 (LCD) TH	1
Connector		CON 8 P	CONNECTOR_8 TH	1
HDSP-4832	LED BAR	U2	DIP 16 TH	1
L7805		U3	DPACK SMD	1
Resistor	RESISTOR, 470R 1/4W	R2, R6, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R18, R21, R23, R24, R25, R27, R28, R29	Res1206 (3216) SMD	19
Connector	MX 4030-4 PIN CONNECTOR	CON 4 P	CON 4 PIN TH	1
CRYSTAL OSCILLATOR	20MHz	XTAL	HC-49/S, TH 2	1
JUMPER	JUMPER, 'BMS, CAN, IMD, START BUT		JUMPER, TH 2	4
Capacitor	CAPACITOR, 100nF	C1, C2, C5, C6, C9, C10, C32, C33, C34, C35, C36	CondSMD 1206	11
Capacitor	CAPACITOR, 15 pF	C3, C4	CondSMD 1207	2
Capacitor	CAPACITOR, 0,33uF	C7, C8	CondSMD 1208	2
Capacitor	CAPACITOR, 1uF	C11	CondSMD 1209	1
MCP2551T-E/SN	High-Speed CAN Transceiver, 8-Pin SOIC, Extended Temperature,	CAN transceiver	SOIC-8 SMD	1
Connector	Connector Molex SMD 8 PCB sel	CON 8 SMD	SMD 52207-0860 8	1
Connector	Connector Molex SMD 16 PCB con	CON16 SMD	SMD 52207-1660 16	1
1N4004	DIODE	D1	TH	1
HEX_Converter		U5, U6	SOIC127P600X175-16N	2
LED	LED SMD, green	LED1	0805 (2012)	1
Resistor	RESISTOR, 120R 1/4W	R1	Res1206 (3216)	1
Resistor	RESISTOR, 47K 1/4W	R2	Res1206 (3216)	1
Resistor	RESISTOR, 10K 1/4W	R3, R4, R5, R17, R19, R20	Res1206 (3216)	6
Resistor	RESISTOR, 10k 1/4W	R7	Res1206 (3216)	1
Regulador	3,3V	U4	SOT95P245X110-5N	1
P6504	Switch Tact SMD	ST1	TH	1
PIC18F4580T-I/PT	Enhanced Flash Microcontroller with ECAN Technology, 10-Bit A/D and nanoWatt Technology, 32K Flash, 44-Pin TQFP	U1	TQFP-PT44_N	1

Taula B.1. BOM de la PCB principal.

Annex C. Software

C.1. Futures opcions de codi

En aquest apartat s'explica una possible millora del codi també pensada el llarg del projecte. Com s'ha comentat en la memòria, la idea és fer el codi el més comprensible, intuïtiu i optimitzat possible. En el cas del present projecte és millorable, i per tant s'ha pensat una estructura més clara que a continuació es detalla. Per temes de temps del projecte, no s'ha pogut implementar però l'estructura està pensada i desenvolupada.

La idea és fer una estructura de tres capes. La més baixa són els *drivers*, que estan dividits en quatre de diferents tipus. En el nivell entremig es troba la SAL. I per últim, els nivells més alts, els serveis i la capa d'aplicació.

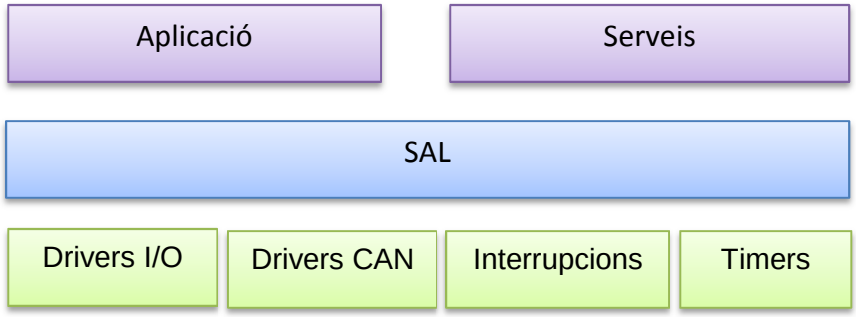


Figura C.1. Arquitectura del programa: esquema.

***Drivers*:** Nivell més baix de l'estructura. És la configuració directa dels perifèrics del microcontrolador. En el cas del present projecte s'utilitzen concretament quatre. Els de les interrupcions, els del comptadors, els dels ports d'entrada i sortida i els del CAN.

SAL: Nivell entremig. Serveix de vincle entre les capes més elevades i les més baixes. És on hi ha totes les variables que les capes de serveis o aplicació poden necessitar.

Serveis: Part del nivell més alt juntament amb aplicacions. Aquest bloc pren les variables necessàries de la SAL i les adapta a variables útils per al bloc d'aplicacions. En són exemples de mòduls d'aquest bloc SAC.

Aplicació: Juntament amb els serveis estan a la capa més alta de software. En aquest bloc rauen les funcions que actuen directament sobre el quadre de comandaments. Poden agafar variables directament de la SAL o dels serveis, depenent de com es necessitin. En són exemples de mòduls d'aquest bloc el MCP o MCL.

En el següent esquema es mostra com interactuen els tres blocs:

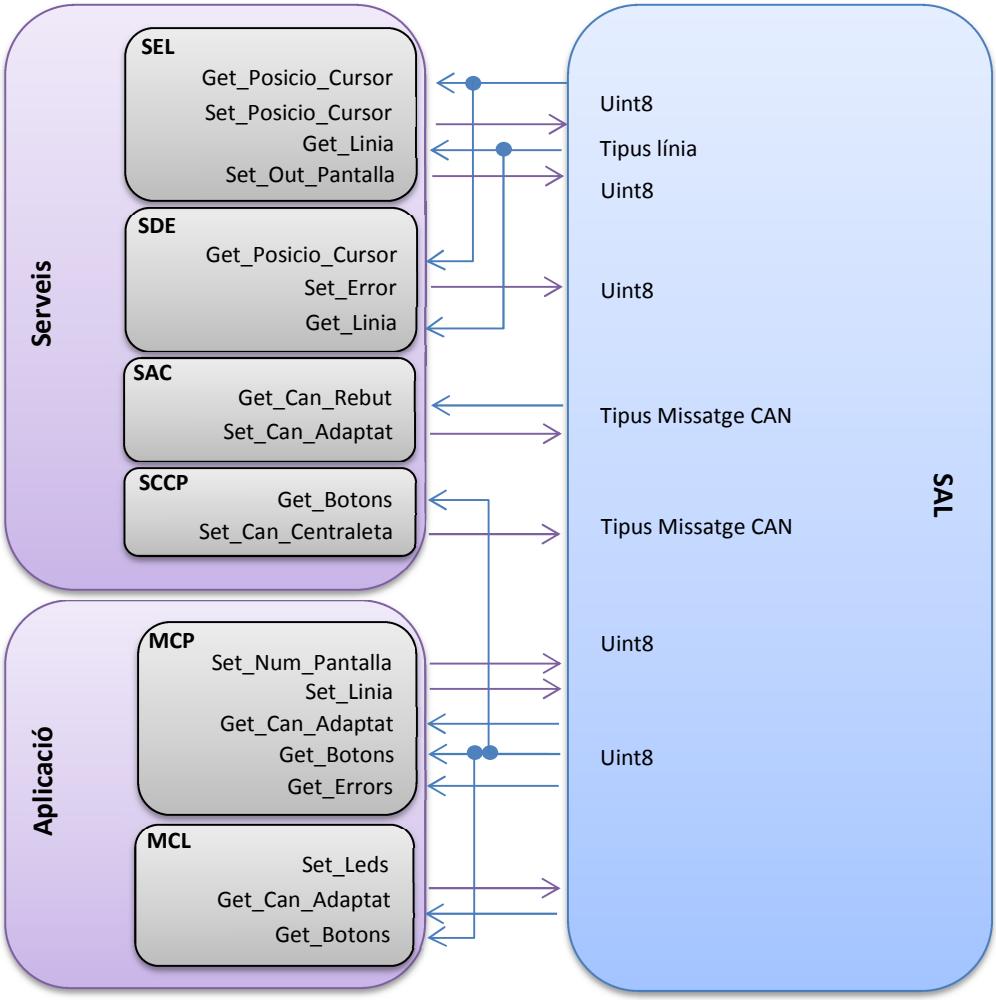


Figura C.2. Arquitectura del programa: interacció entre mòduls.

Bloc MCP: Mòdul encarregat de saber quina pantalla demana el pilot visualitzar i enviar a escriure el que aquest vulgui veure per la LCD.

Bloc MCL: Mòdul encarregat de gestionar totes els LEDs i barra de LEDs que és adient ensenyar al pilot.

Bloc SEL: Mòdul en la capa de serveis encarregat d'escriure una línia a la pantalla LCD.

Bloc SDE: Mòdul encarregat de analitzar si hi ha algun error en la escriptura de la línia en la LCD.

Bloc SAC: Mòdul encarregat de llegir els bytes de informació dels missatges de CAN i guardar-les a la SAL de manera que siguin variables físiques.

Bloc SCCP: Mòdul en la cap de serveis encarregat de rebre informació d'algun botó i passar-la a CAN.

Annex D. Mecànic

D.1. Característiques fibres i resines

A continuació es mostren les característiques de les resines. Com a detall important es pot observar que és ignífuga.

SR 1500 iG / SD 2505

Self-extinguishing laminating epoxy system

Laminate approved M1

SR 1500 iG / SD 2505 has been designed for fire retardant laminates and coating manufacturing, where the mechanical properties of an epoxy is required.
This system hardens at room temperature. Nevertheless a post-cure cycle at 50-60°C increase the fire resistance and the thermo-mechanical properties .

Resin / Hardeners blend

		Resin SR 1500 i		Hardener SD 2505
Aspect :		Viscous liquid		Liquid
Colour		Grey White	SR 1500 iG SR 1500 i	Yellow
Viscosity (mPa.s)	at 20 °C at 25 °C	18 000 10 700		280 210
Density (Kg/l)	at 20 °C	1.574		1.00
Storage		Do no crystallise – Can decant		Excellent

System SR 1500 i / SD 2505

Time to reach 50°C on 500 g mix	at 20 °C at 25 °C	34 min 25 min
Time and temperature of exothermic peak 500 g mix	at 20 °C at 25 °C	50 min / 194 °C 40 min / 200 °C
Maximum working time *(for 3 coats of glass fabric of 300 g/sq.m)*	at 20 °C at 25 °C	3 hours 2 hours
Mixing ratio by Weight SR 1500 i / SD 2505	**100 g**	**17 g**

Advised post-cure cycles :

12 hours at 20°C+ 20 hours at 50°C or + 16 hours at 60°C

Fire retardant approval

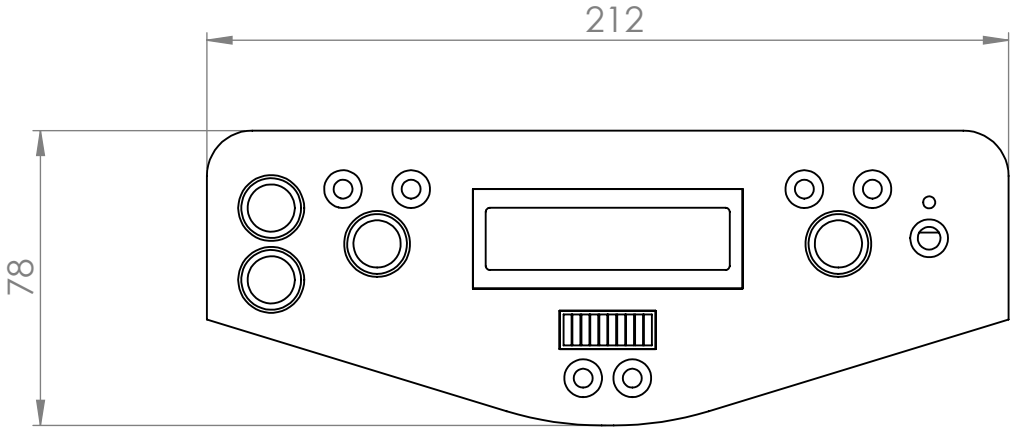
Classification : Laminate M1
Organism : National institute of industrial environment and risks (INERIS)
Approval reference: N° 93-0131 of 18th of January 1993 / Decree of Ministry of Interior

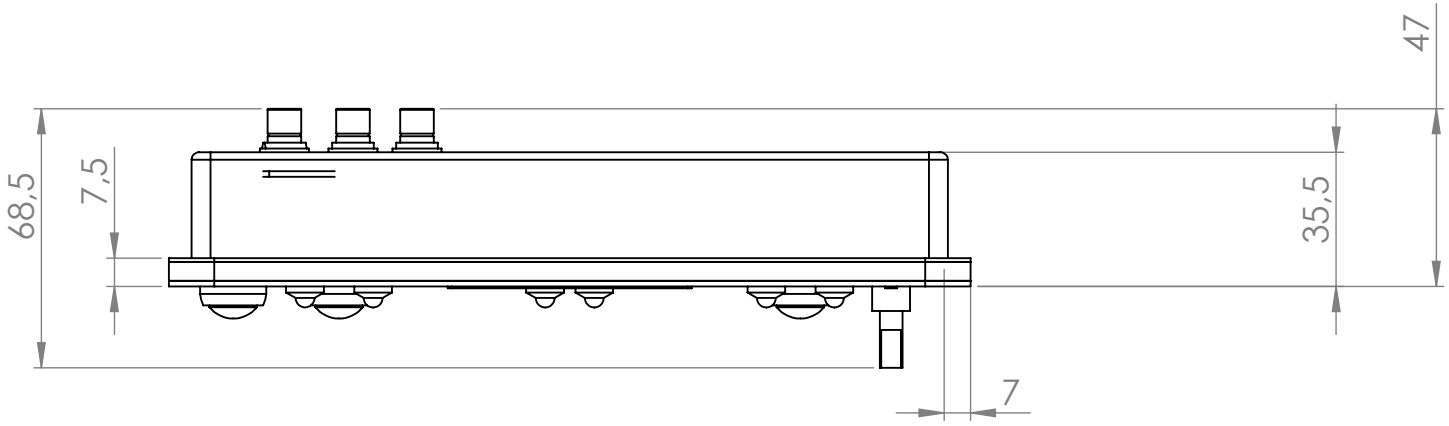
Mechanical properties of laminates based on SR1500i / SD 2505 :

Samples:				
Resin **SR 1500i / SD 2505**				
Reinforcement		3300	3300	3300
Number of layers		11	13	15
Process		hand-lay	Press	Press
Weight of fabric (Mf)	%	52.46	58.46	62.6
Post-cure cycle		16 h 60°C	16 h 60°C	16 h 60°C
Tensile				
Modulus	N/mm²	18 115	22 770	27 280
Maximum resistance	N/mm²	250	280	340
Elongation at max load	%	1.5	1.6	1.7
Flexion				
Modulus	N/mm²	16 230	22 300	24 730
Maximum resistance	N/mm²	400	495	545
Elongation at max load	%	2.8	2.6	2.5
Bending delaminating		34	35	39
Shear load at rupture	N/mm²			
Impact resistance (Charpy shock)				
Resilience	KJ/m²	110	160	180
Glass Transition				
Tg 1	°C	74	74	74
Tg1 max.	°C	76	76	76

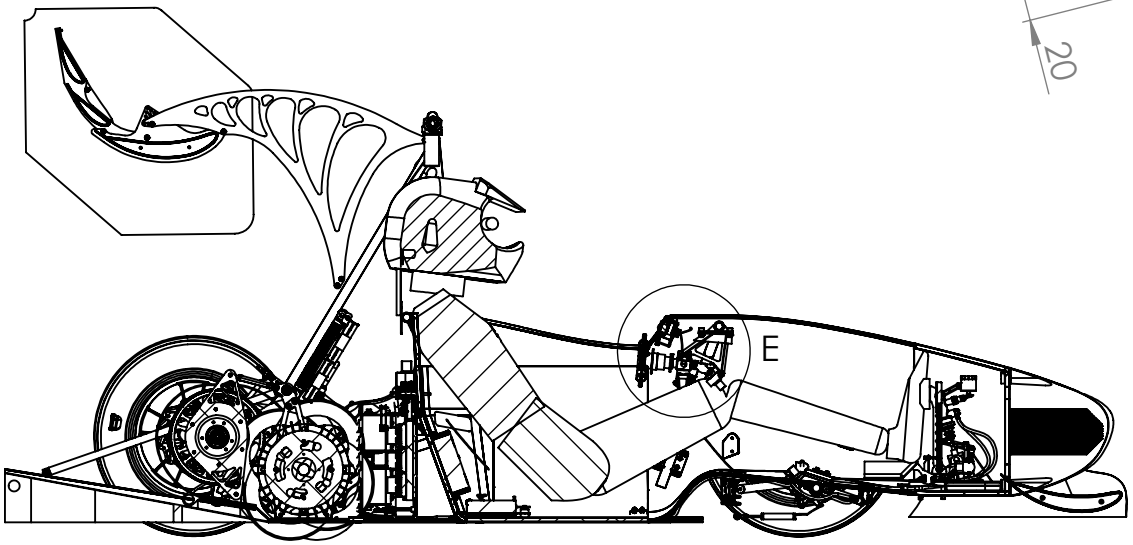
Taula D.1. Característiques de la resina.

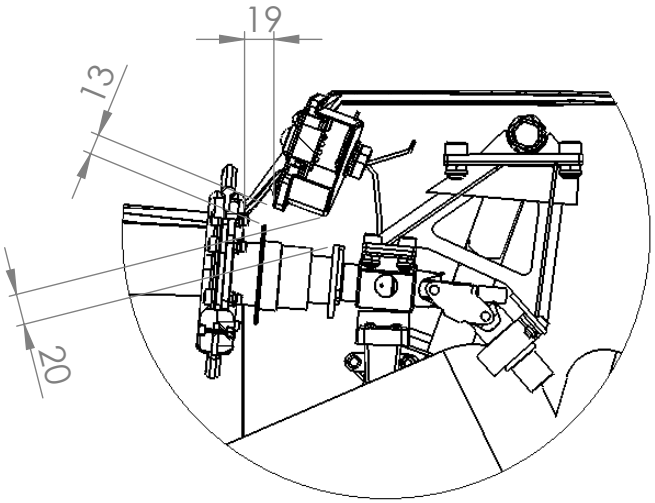
D.2. Plànols





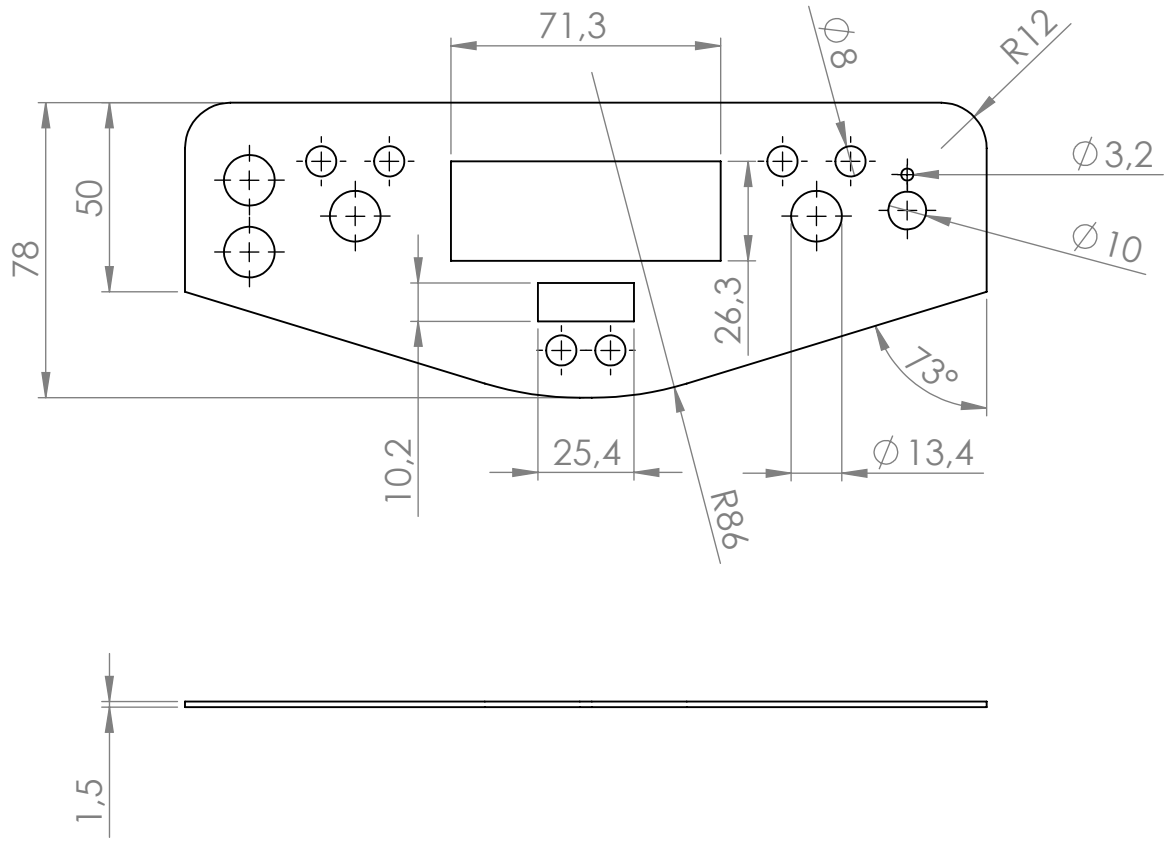
Projectat: Josep Serrat	Telf. contacte: 93 401 18 01	Nom: Cotes generals dash		Ref: Dash20	
Aprovat: -	Arxius adjunts: -			Secció: -	
	Data: 01/05/2014	Material:		Massa (g):	Dim:
ETSEIB MOTORSPORT etseib Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Tractament: -		Quantitat: 1	Full: A4 1/1	Escala: 1:2
		Acabat: -			

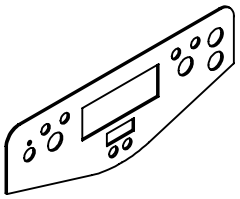




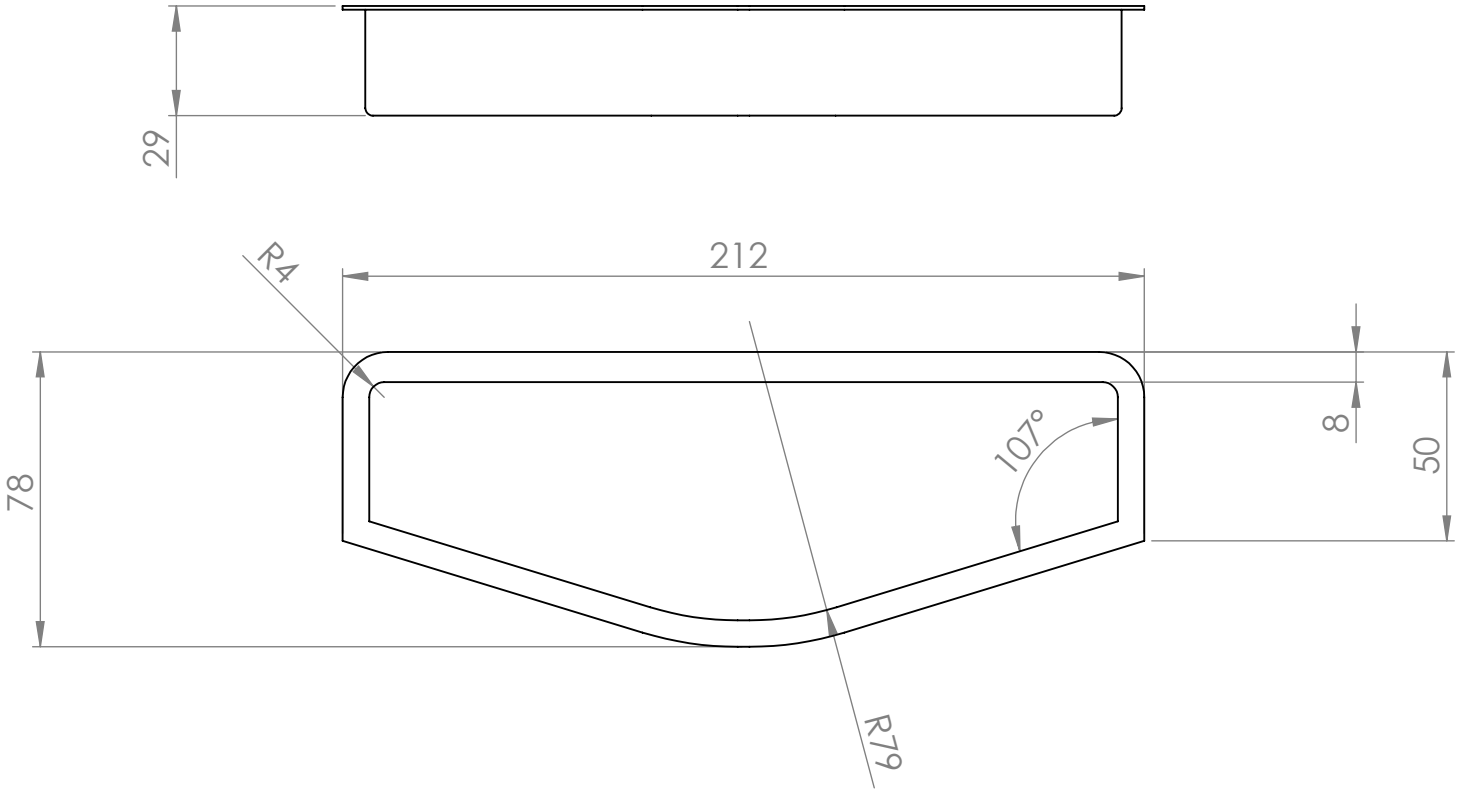
DETAIL E
SCALE 1 : 5

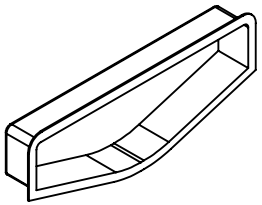
Projectat: Josep Serrat	Telf. contacte: 93 401 18 01	Nom: Dash interacció	Ref:		
Aprovat: -	Arxius adjunts: -		Secció: -		
	Data: 01/05/2014	Material:	Massa (g):	Dim:	
ETSEIB MOTORSPORT etseib Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Tractament: -	Quantitat: 1	Full: A4 1/1	Escala: 1:20
		Acabat: -			



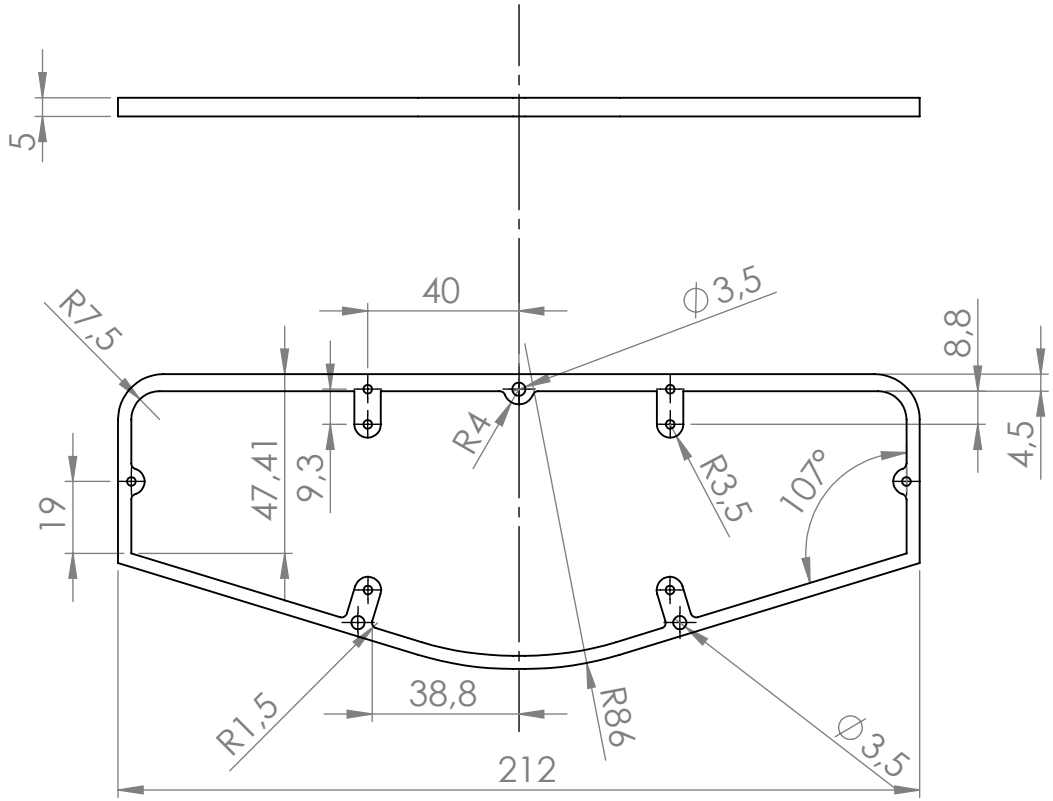


Projectat: Josep Serrat	Telf. contacte: 93 401 18 01	Nom: Tapa	Ref:		
Aprovat: -	Arxius adjunts: -		Secció: -		
	Data: 01/05/2014	Material:	Massa (g):	Dim:	
ETSEIB MOTORSPORT etseib Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Tractament: -	Quantitat: 1	Full: A4 1/1	Escala: 1:2
		Acabat: -			

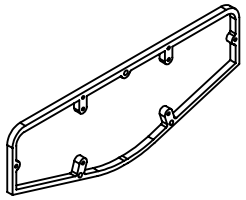




Projectat: Josep Serrat	Telf. contacte: 93 401 18 01	Nom: Coberta		Ref: CAIXA	
Aprovat: -	Arxius adjunts: -			Secció: -	
	Data: 01/05/2014	Material:		Massa (g):	Dim:
ETSEIB MOTORSPORT etseib Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Tractament: -		Quantitat: 1	Full: A4 1/1	Escala: 1:2
		Acabat: -			



Tot forat no acotat diam. 2



Projectat: Josep Serrat	Telf. contacte: 93 401 18 01	Nom: Fixador	Ref:		
Aprovat: -	Arxius adjunts: -		Secció: -		
	Data: 01/05/2014	Material:	Massa (g):	Dim:	
ETSEIB MOTORSPORT etseib Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Tractament: -	Quantitat: 1	Full: A4 1/1	Escala: 1:2
		Acabat: -			

Annex E. Gestió

En aquesta secció es descriuen documents que s'han fet o tingut en compte a l'hora de realitzar el projecte. Principalment s'explica la normativa per la qual tots els monoplaces de la Formula Student es basen. No es mencionen tots els punts, sinó que els més rellevants pel projecte. Per a més informació es recomana mirar la bibliografia.

E.1. Normativa

En aquest apartat es descriuen un parell de punts de la normativa esmentats en el treball (tan memòria com projecte). La normativa per la qual es regeix el projecte és la SAE FSE 2014 v1.1 i la FSGE 2014 v2.1.

Driver -Egress:

T4.8. Tots el pilots han de ésser capaços de sortir del vehicle en menys de cinc segons. La prova comença amb el pilot lligat i assegut en el vehicle com en condició de cursa: mans en posició de conducció (mans al volant) i amb tota la roba reglamentària per a la conducció. El temps es pararà quan el pilot hagi tocat amb els dos peus a terra.

Circuit d'emergència

EV5.2. Interruptors principals

EV5.2.1. Cada vehicle ha de tenir dos interruptors principals, el Grounded Low Voltage Master Switch (GLVMS) i el Tractive System Master Switch (TSMS).

EV5.2.2. El GLVMS ha de deshabilitar completament tot el sistema de control de manera directe, és a dir, no pot actuar a través de cap relé ni lògica.

EV5.2.3. El GLVMS ha d'estar situat al costat dret del vehicle, molt a prop de la estructura principal, a l'altura de l'espatlla del pilot i ha de ser fàcil d'actuar des de fora del cotxe.

EV5.2.5. Els dos interruptors principals han de ser rotatius, vermells, amb una clau extreible.

EV5.2.6. Els dos interruptors principals han d'estar collats al xassís del vehicle.

EV5.2.7. LA funció dels dos interruptors ha d'estar clarament marcada amb "LV" o "HV". Una etiqueta d'un llamp negre amb fons groc o un llamp vermell amb fons blanc s'ha de posar de manera addicional en el TSMS.

EV5.2.8. La posició "ON" dels dos interruptors ha de ser la horitzontal i ha d'estar marcada.

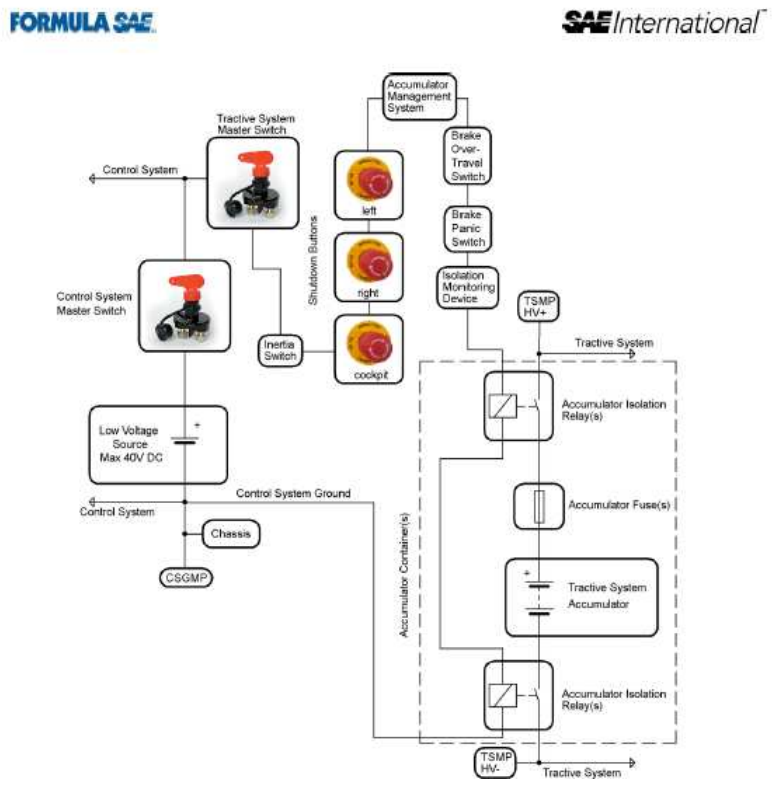


Figura E.1. Esquema del circuit de seguretat d'un vehicle Formula Student.

Annex F. Eines

Per realitzar el projecte s'han necessitat diferents eines de diversos àmbits. A continuació es fa un breu resum del que fa cada programa i del perquè s'ha fet servir en el projecte.

Altium

Programa encarat al disseny d'esquemes elèctrics i creació de PCB. Et permet tenir llibreries de diferents components. Cada component d'aquestes llibreries té un símbol, un *footprint* i un 3D associat com a base. A part, també se li poden associar altres característiques com un *link* directe a les pàgines web de compra de components.

A més a l'hora de *rutejar*, et permet passar un detector d'error (detecta si hi ha alguna pista que no compleix un mínims, si hi ha algun via que es superposa amb un component,... També té *ruteig* manual i automàtic.

A diferència d'altres programes de l'àmbit, també et permet veure un 3D de la placa i permet exportar-lo en formats que poden llegir altres programes (.step). A més, té eines per generar documents resum o llistat de materials.

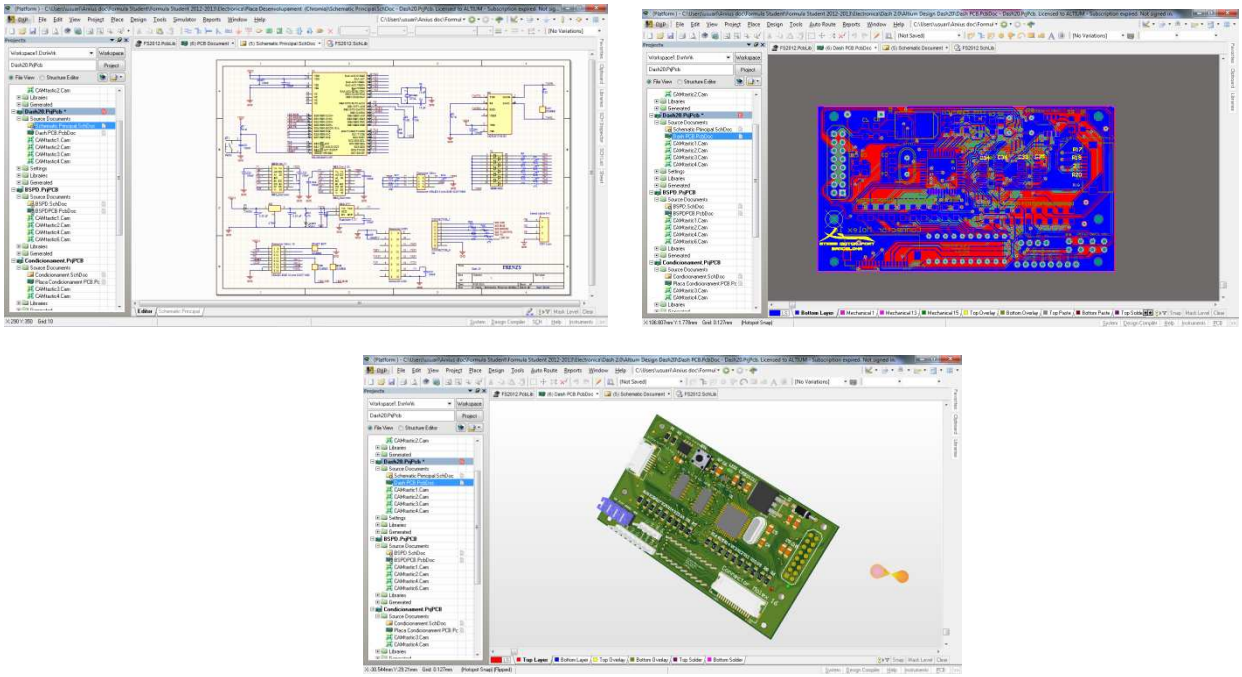


Figura F.1. Imatges del programa Altium.

MPLAB

Entorn de desenvolupament de l'empresa Microchip. Aquest programa et permet dissenyar el software (edició d'arxius .c i .h) i programar el microcontrolador. Per bolcar el programa al PIC és necessari un compilador i un programador. Pel primer, en el cas del present projecte, és usat el C18 versió estudiant i pel segon s'usa el pickit2.. Aquest entorn et permet depurar (mode *debugger*) el codi pas a pas.

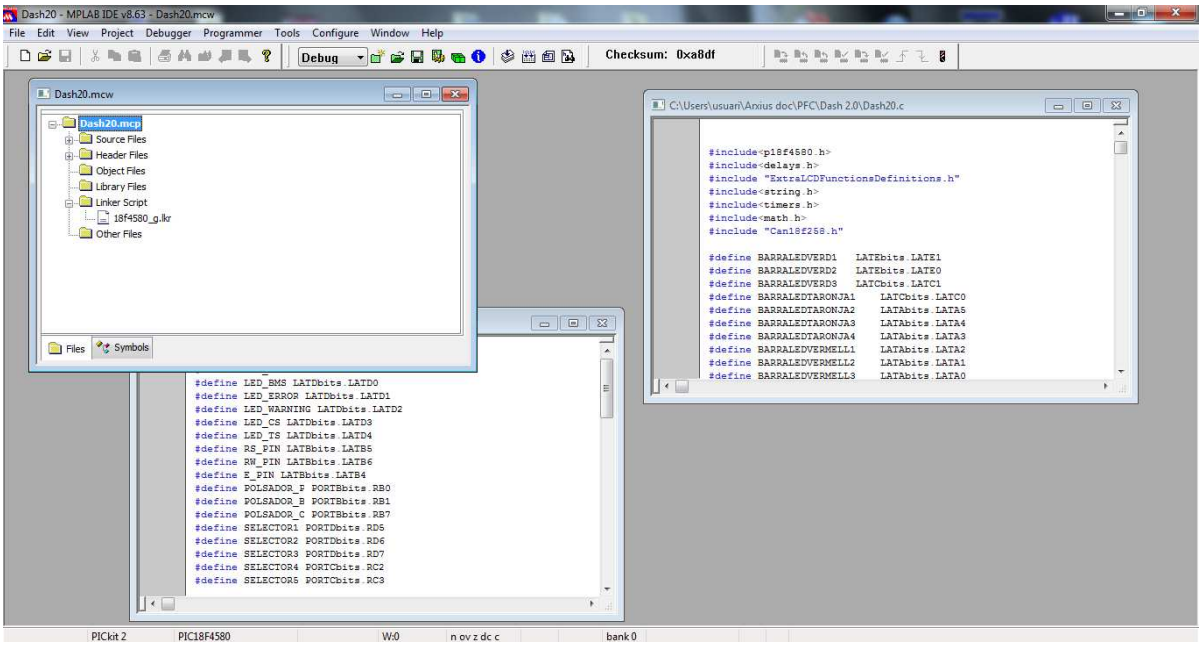


Figura F.2. Imatges del programa MPLAB.

Proteus

Programa de simulació de software. Amb aquest eina es pot validar les línies de codi sense necessitat de tenir el hardware present. Es pot dissenyar l'esquema elèctric equivalent al de la PCB. També és útil per descartar errors de hardware. A més, et permet interactuar amb el microcontrolador amb múltiples dispositius com botons o pantalles LCD.

A continuació es pot observar l'esquema elèctric del Proteus. Aquest consta de tot el hardware de la PCB principal a excepció del CAN. Es pot observar la LCD, els LEDs indicadors d'error, la barra de LEDs i el selector.

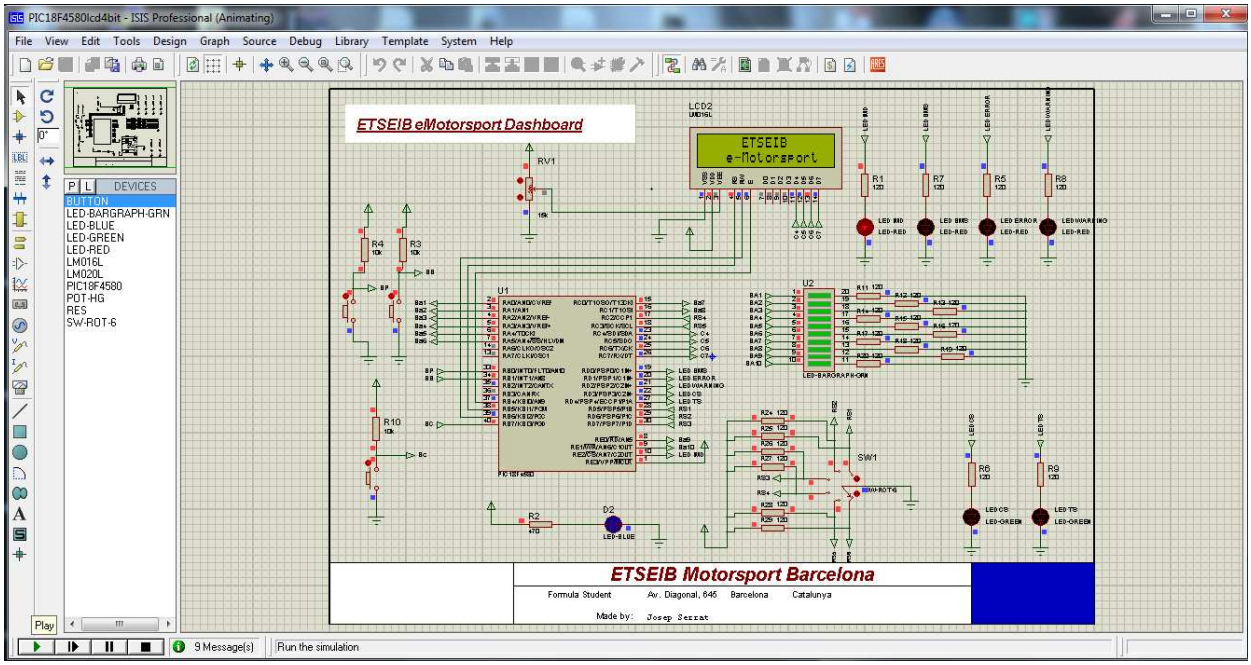


Figura F.3. Imatges del programa Proteus.

Bus Master

Programa que et permet interactuar amb els dispositius. Es pot configurar perquè s'usi CAN estàndard o j1939. Et permet veure els valors reals de les variables i graficar-les. A més, et proporciona diferents dades com la saturació del bus, missatges arribats amb error, temps entre missatges,...

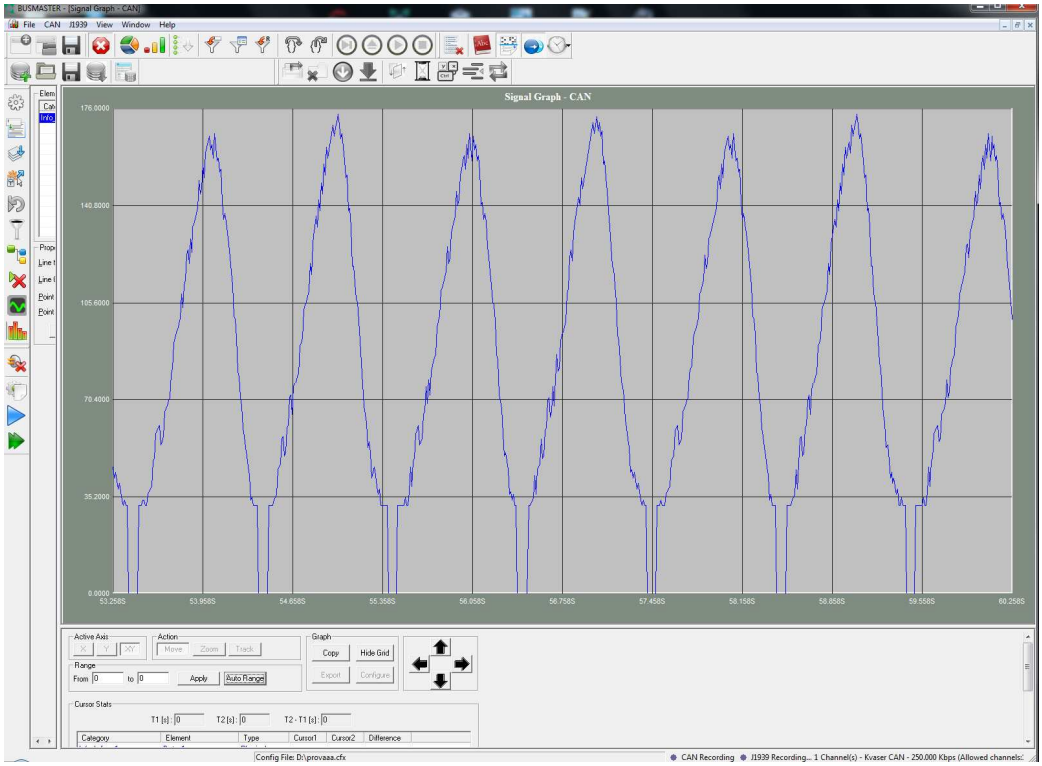


Figura F.4. Imatges del programa Bus Master.

Solidworks

Eina de disseny 3D. Et permet crear peces en tres dimensions i plasmar-les en plànols. També es poden fer assemblatges de diferents peces. També té la opció de donar propietats als materials i fer diferents simulacions bàsiques de temperatura i esforços (et fa un mallat automàtic). A més, et permet fer desplegats dels assemblatges, vídeos o imatges renderitzades.

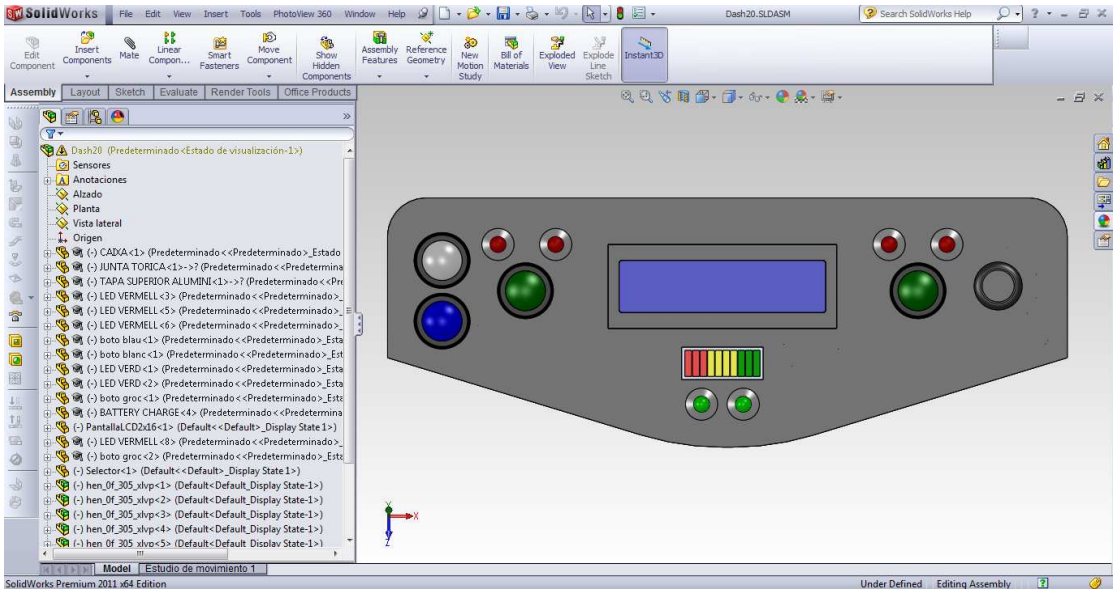


Figura F.5. Imatges del programa Solidworks.