

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Mecànica

ADQUISICIÓ MULTIDISPOSITIU PER ACTIVITATS DE CONDUCCIÓ EN PLATAFORMA VIRTUAL

Treball Final de Grau

ALBERTO CAMPILLEJO CASADO

PONENT: XAVIER FONT ARAGONES

PRIMAVERA 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

SUMARI

1. MEMÒRIA

2. ESTUDI ECONÒMIC

3. AVANTPROJECTE

4. ANNEXOS

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Mecànica

ADQUISICIÓ MULTIDISPOSITIU PER ACTIVITATS DE CONDUCCIÓ EN PLATAFORMA VIRTUAL

VOLUM 1

Memòria

ALBERTO CAMPILLEJO CASADO

PONENT: XAVIER FONT ARAGONES

PRIMAVERA 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Dedicatòria

Dedicat a totes les persones que m'han donat recolzament durant el transcurs del projecte, en especial a familiars, companys i professors.

Agraïments

Agraeixo al meu tutor Xavier Font per tot el material i recolzament que ha aportat durant el projecte. A Xavier Oriol per ser capaç de crear el simulador necessari per l'experiment. Als voluntaris que han participat a les proves i a Daniel Carvajal per l'ajuda proporcionada al transcurs de tot aquest temps.

Resum

El projecte pretén estudiar les variables que poden afectar a l'usuari segons les condicions de conducció. Per a això s'adquireixen dades amb diferents tecnologies mentre l'usuari esta simulant una prova de conducció. L'obtenció d'aquestes dades son amb càmera termogràfica i amb dispositiu de tecnologia EEG, una vegada emmagatzemats els resultats, aquests son processats i preparats per realitzar un anàlisis exhaustiu i extraure conclusions.

Resumen

El proyecto pretende estudiar las variables que pueden afectar al usuario según las condiciones de conducción. Para ello se adquieren datos con distintas tecnologías mientras el usuario está simulando una prueba de conducción. La obtención de dichos datos son con cámara termogràfica i con dispositivo de tecnología EEG, una vez almacenados los resultados, estos son procesados i preparados para realizar un análisis exhaustivo i extraer conclusiones.

Abstract

This project is to study the variables which may affect a user depending on the driving conditions. In order to do it, data has been obtained by means of a thermography camera and EEG technology device, using different technologies while the user is simulating a driving test. Once the results have been recorded, they have been processed and prepared to be analysed exhaustively so as to draw conclusions.

Índex

Índex de figures	V
Índex de taules	IX
Glossari de termes	XI
1. Objectius.....	13
1.1. Propòsit.....	13
1.2. Finalitat.....	13
1.3. Objecte.....	13
1.4. Abast.....	13
2. Termografia	15
2.1. Introducció a la termografia	15
2.1.1. Els orígens	15
2.1.2. Camps d'aplicació	18
2.2. Principis fonamentals	27
2.2.1. Radiació tèrmica	28
2.3. Aparells de mesura de termografia.....	31
2.3.1. Història de la càmera	31
2.3.2. Funcionament	32
2.3.3. Components d'una càmera termogràfica.....	32
2.4. Procediments per a una correcta mesura	37
2.4.1. Temperatura aparent.....	37

II

2.4.2. Compensació de valors	37
2.4.3. Eines de càmeres i softwares	38
2.4.4. Les condicions de l'entorn.....	38
2.4.5. Els reflexes de l'entorn	38
3. Tecnologia EEG	41
3.1. Introducció al EEG	41
3.1.1. Els orígens	41
3.1.2. Camps d'aplicació	42
3.2. Principis fonamentals	44
3.3. Aparells de mesura EEG.....	45
3.3.1. Història del dispositiu.....	45
3.3.2. Funcionament	45
3.3.3. Components d'un dispositiu EEG	46
3.4. Procediments per a una correcta mesura	50
3.4.1. Posicionament d'elèctrodes	50
3.4.2. Les condicions de l'entorn.....	50
3.4.3. Conclusions	51
4. Disseny d'experiments	53
4.1. Introducció.....	53
4.2. Preparació plataforma de joc	53
4.2.1. Simulador	54

4.3. Experimentació.....	65
4.3.1. Activitat 1	65
4.3.2. Activitat 2	66
4.3.3. Activitat 3	69
5. Preparació dels dispositius.....	73
5.1. Configuració de la càmera.....	73
5.1.1. Parts de la càmera.....	73
5.1.2. Configuració inicial	76
5.2. Posicionament de la càmera	81
5.3. Preparació del dispositiu EEG.....	82
5.3.1. Càrrega inicial del casc.....	82
5.3.2. Instal·lació del software.....	84
5.3.3. Hidratació dels sensors	85
5.3.4. Muntatge dels sensors.....	85
5.3.5. Emparellar el casc.....	86
5.4. Col·locació del casc.....	87
5.4.1. Pantalla de qualitat de senyal.....	89
6. Captura de dades.....	91
6.1. Dades termogràfiques	91
6.2. Dades EEG	91
7. Processat i preparació de dades	95

7.1. Conversió de dades Termogràfiques	95
7.2. Conversió de dades EEG	97
8. Anàlisi de resultats	99
8.1. Introducció.....	99
8.2. Anàlisi de les dades	99
8.2.1. ANOVA.....	101
8.3. Conclusions	107
9. Planificació	109
9.1. Diagrama de Gantt.....	109
9.2. Desviacions de la planificació	110
10. Desviacions.....	113
11. Conclusions	115
12. Referències	117

Índex de figures

Fig. 2.1. Espectre electromagnètic.....	16
Fig. 2.2. Sobreescalfament d'un eix.....	20
Fig. 2.3. Connexió elèctrica trifàsica.....	21
Fig. 2.4. Termografia per la detecció de càncer de mama.....	22
Fig. 2.5. Façana d'un edifici.....	24
Fig. 2.6. Termografia d'un fugitiu.....	25
Fig. 2.7. Càmera termogràfica en un cotxe.....	27
Fig. 2.8. Radiació càmera termogràfica.....	30
Fig. 2.9. Esquema de components d'una càmera termogràfica.....	32
Fig.2.10.Microbolòmetre.....	35
Fig. 2.11.Esquema i ampliació d'un microbolòmetre.....	35
Fig. 2.12.Interfície d'usuari.....	36
Fig. 3.1.Etapes i components EEG.....	46
Fig. 3.2.Software Emotiv.....	49
Fig. 4.1.Simulador; create track.....	55
Fig. 4.2.Track creator.....	56
Fig. 4.3. Define track.....	57
Fig. 4.4.Add track point.....	58
Fig. 4.5.Add Obstacle.....	59
Fig. 4.6. Save track into database.....	59

Fig. 4.7.Create car.....	60
Fig. 4.8.Car creator.....	60
Fig. 4.9.Save into database.....	61
Fig. 4.10.Carpeta de registre de dades.....	62
Fig. 4.11.Telemetria de la prova.....	62
Fig. 4.12.Pantalla d'inici simulador.....	63
Fig. 4.13.Elecció del circuit.....	64
Fig. 4.14.Elecció del vehicle.....	64
Fig. 4.15.Pista de joc.....	65
Fig. 4.16.Explicació àudio.....	66
Fig. 4.17.Simulació experiment.....	66
Fig. 4.18.Explicació dels cursors.....	67
Fig. 5.1.Parts de la càmera.....	73
Fig. 5.2.Parts de la càmera.....	74
Fig. 5.3.Parts de la càmera.....	74
Fig. 5.4.Parts de la càmera.....	75
Fig. 5.5.Parts de la càmera.....	75
Fig. 5.6.Preparació inicial.....	77
Fig. 5.7.Run mode.....	79
Fig. 5.8.Posicionament de la càmera.....	81
Fig. 5.9.Enfocament de la càmera.....	82

Fig. 5.10.Conector mini USB.....	83
Fig. 5.11.Fil USB.....	83
Fig. 5.12.Adaptador Europeu-Americà.....	83
Fig. 5.13.Connexió a la xarxa.....	84
Fig. 5.14.Humitejar els sensors.....	85
Fig. 5.15.Muntatge del sensor.....	86
Fig. 5.16.Emparellar dispositiu.....	86
Fig. 5.17.Botonera casc.....	87
Fig. 5.18.Col·locació casc.....	87
Fig. 5.19.Posició frontal.....	88
Fig. 5.20.Posició lateral.....	88
Fig. 5.21.Panell control EPOC.....	89

Índex de taules

Taula 4.1. Dificultats circuit “Easy”.....	67
Taula 4.2. Coordenades circuit “Easy”.....	68
Taula 4.3. Dificultats circuit “Hard”.....	69
Taula 4.4. Coordenades circuit “Easy”.....	70
Taula 5.1. Descripció càmera NEC H2640.....	75
Taula 9.1. Activitats de la planificació.....	109

Glossari de termes

ANOVA	Analysis of variance
BCI	Interfície cervell computadora
CCD	Charge coupled device
CSV	Format Excell
DARPA	Defense advanced research projects agency
ECOG	Electrocorticograma
EDF	Format de dades EEG
EEG	Electroencefalograma
E_EEG	Estèreo electroencefalograma
Gb	Gigabyte
Hz	Hertz
K	Kelvin
kHz	Kilohertz
LCD	Líquid cristal display
mm	Milímetre
PC	Computadora personal
RF	Radiofreqüència
SIX	Format de la imatge tèrmica
SRAS	Severe acute respiratory syndrome
UCLA	Universitat de California, Los Angeles

XII

UFPA	Elements infrarojos del detector
USB	Bus universal en sèrie
V	Volts
PC	Computadora personal
°C	Graus centígrads
µm	Micròmetre

1. Objectius.

1.1. Propòsit.

Adquirir dades de diferents usuaris mitjançant dispositius de tecnologies diverses.

1.2. Finalitat.

Aprendre el funcionament de la termografia i de la tecnologia EEG, adquirir dades de forma correcta, analitzar-les i extreure'n conclusions.

1.3. Objecte.

El projecte pretén estudiar com poden afectar les condicions de conducció així com les característiques intrínseques de l'usuari quan s'enfronta a una situació o tasca de conducció real o simulada.

Donat que la resposta pot venir condicionada per les característiques de la simulació de conducció (molts obstacles, pocs obstacles, etc.) i també en funció de les capacitats de l'usuari (un usuari amb afinitats a la conducció no té les mateixes capacitats que un usuari que no li agrada i no té carnet de conduir) el projecte desenvoluparà un disseny d'experiments que permeti veure si aquests condicionants afecten a alguna de les respostes obtingudes.

1.4. Abast.

Aprendre el funcionament, configurar i posicionar els aparells de mesura per poder adquirir la resposta dels usuaris a cada activitat, es farà una preparació, es a dir, canvis de format de les dades per analitzar-les posteriorment.

El projecte també inclourà el disseny dels experiments.

2. Termografia

2.1. Introducció a la termografia

2.1.1. Els orígens

Tots els humans tenim un òrgan compost d'un sistema de nervis capaços de transformar els canvis de llum en impulsos neuronals, aquest òrgan es l'ull. Els impulsos neuronals son processats pel cervell, aquest es l'encarregat de crear una imatge segons les ones lumíniques que entren per l'ull.

L'espectre visible són les ones lumíniques que l'ull humà es capaç de percebre, i es la regió de l'espectre electromagnètic que podem detectar. S'anomenen ones lumíniques per que la llum viatja a una certa freqüència. Depenent de la freqüència o de la longitud d'ona en que es propaga es poden diferenciar els diferents colors. La longitud d'ona i la freqüència de l'espectre visible va aproximadament des de 380 nanòmetres¹, 668THz², que correspon al color violeta, fins a 780 nanòmetres, 380THz, que es el color vermell [1].

Encara que la longitud d'ona de l'espectre electromagnètic es pot acotar entre uns 10^{-15} metres fins a uns 10^7 metres, per tant es pot dir que hi ha una rang elevat de longituds d'ona invisibles per l'ull humà. Això no vol dir que aquestes ones que es propaguen a molt alta freqüència o a molt baixa freqüència no tinguin cap utilitat. Justament es el contrari. Hi ha multitud d'utilitats per a la regió de l'espectre que l'ull humà no pot percebre. Un clar exemple per sobre de la longitud d'ona que l'ull humà no es capaç de percebre son el infrarojos, les microones de les cuines, les ones de radio, etc. Per sota de la longitud d'ona es troben els ultraviolats o els rajos X que son utilitzats clínicament.

¹ 1nanòmetre= 10^{-9} metres

² 1THz= 10^{12} cicles per segon

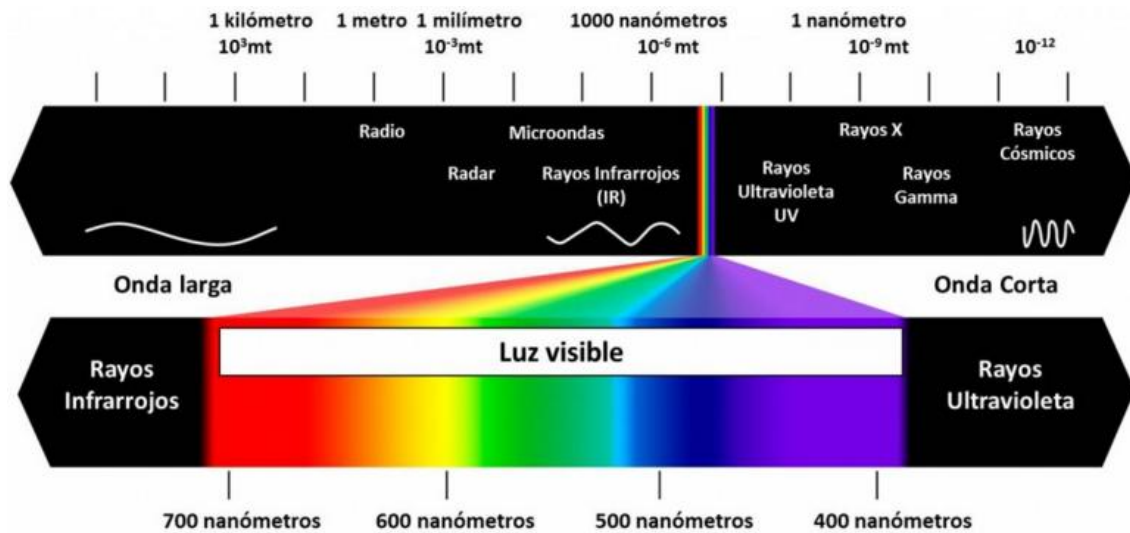


Fig. 2.1. Espectre electromagnètic

Font: cultivoconinduccionmagnetica.com

La radiació infraroja, invisible per l'ull humà, es troba just per sobre de la màxima longitud d'ona que els humans podem percebre en l'espectre electromagnètic. Aquesta longitud es troba en un rang comprès entre els 800 nanòmetres i els 1000 micròmetres³.

William Herschel a l'any 1800 estava investigant com podia reduir la brillantor del sol mentre feia les seves observacions solars amb telescopis i va descobrir aquests rajos. Tot això va portar a investigar una sèrie de materials que faria servir com a filtre per atenuar els rajos solars. Va fer una sèrie de proves i es va adonar que era necessari un filtre que atenués la brillantor fins que es pogués observar l'astre, a l'hora que reduís al màxim la calor transmesa. Va fer un experiment que tractava de col·locar un prisma de cristall a través del qual hi faria passar rajos solars. Amb l'ajuda del prisma, els rajos es descompondrien en la gama de colors visibles per l'ull humà. Va començar per enfosquir el bulb d'un termòmetre de mercuri amb tinta, que aniria passant per l'espectre visible projectant sobre la seva taula gràcies al prisma i els rajos solars. Va observar que a mesura que passava el termòmetre des de l'extrem violeta fins al vermell, la temperatura s'anava incrementant proporcionalment. Aquest experiment ja havia sigut observat a l'any 1777 per l'investigador italià Landriani. No obstant, Herschel va observar que, més enllà de l'extrem vermell de l'espectre visible, la temperatura seguia augmentant en el seu termòmetre. Va ser capaç de trobar el punt

³ 1 micròmetre=10⁻⁶metres

màxim de temperatura molt més enllà del color vermell, on ell mateix creia que el trobaria, dins de la regió que ara es coneix com a longitud d'una infraroja. Quan l'astrònom va fer públic el descobriment, va anomenar a aquesta regió de l'espectre electromagnètic com a espectre termomètric [2].

Una mica més tard, varis investigadors, van intentar confirmar l'experiment de Herschel, utilitzant prismes de cristall de formes variades, però van haver errors de mesures i diferents opinions que no acabaven de concloure amb l'espectre termomètric. D'aquesta manera Herschel va iniciar diferents experiments i va concloure que les lents dels prismes havien de ser elements reflectants, es a dir, miralls corbats i llisos. Va ser a l'any 1830 que l'investigador Melloni, va observar que la sal de roca (NaCl) que es troba als cristalls per fer lents i prismes, era considerablement transparent als infrarojos. A conseqüència d'això, la sal va esdevenir el principal material òptic per a infrarojos, fins a la creació del cristall sintètic que va ser cent anys més tard.

La primera imatge de calor va ser capturada a l'any 1840 per Sir John Herschel, fill del descobridor dels infrarojos. Es va basar en la diferent evaporació d'una fina capa d'oli al exposar-la a un patró de calor enfocat cap a ella, la imatge tèrmica podia veure's gràcies a la llum reflectida en els llocs en els que els efectes de interferència de la capa d'oli feien que la imatge fos visible per l'ull humà. També va aconseguir obtenir una imatge tèrmica en paper, la va anomenar termografia.

Va ser a partir d'aquesta imatge tèrmica obtinguda en paper que la sensibilitat dels detectors d'infrarojos van anar augmentant mitjançant proves i nous experiments.

Inventors de tot el món van començar a conèixer els rajos infrarojos entre els anys 1900 i 1920 i van crear dispositius i patents que utilitzaven la radiació infraroja dels cossos per a detectar persones i objectes.

Durant l'any 1914 i 1918, en època de guerra, hi havia dos bàndols que tenien programes d'investigació dedicats a aplicacions militar dels infrarojos. Aquestes investigacions incloïen sistemes experimentals per a la detecció d'incursions enemigues, sensors de temperatura remots, comunicacions segures i míssils guiats.

Fins el moment, els sistemes més sensibles estaven basats en variacions sobre el bolòmetre, però quan va acabar la guerra, les investigacions van continuar amb aquesta

tecnologia, i van proporcionar dos grans invents revolucionaris. Es tractava de dos nous detectors d'infrarojos: el convertidor d'imatges i el detector de fotons. El convertidor d'imatges va ser, al començament, el més utilitzat en el camp militar ja que permetia als soldats veure-hi a la foscor.

Va ser entre el 1939 i el 1945 que les normatives sobre els secrets militars evitaven que es revelés l'estat de la tecnologia d'imatges infraroges. Aquests secrets, però, van començar a desaparèixer sobre els anys 50.

La termografia és, doncs, la tècnica que permet captar mitjançant càmeres especials la radiació infraroja de l'espectre electromagnètic. Coneixent algunes condicions de l'entorn com la temperatura de l'aire, la humitat, la distància de l'objecte que estem mesurant, la emissivitat de la superfície, etc., aquestes càmeres anomenades càmeres termogràfiques o de termovisió, són capaces de transformar l'energia radiada pels infrarojos en imatges de colors distingibles per l'ull humà. Cada color representat a la imatge representa un valor de temperatura. El més habitual en aquestes imatges es seguir una escala cromàtica per a l'escala de temperatura, de manera que els colors van des de blau marí per a la temperatura més baixa, fins a vermell o blanc per a la més alta, passant per blau clar, verds i grocs. Altres imatges però, fan servir diferents escales com per exemple de negre a blanc, passant per lila fort, rosat, taronja i groc, o simplement d'altres que utilitzen una escala de grisos.

A aquestes imatges se les anomena radiomètriques i en elles cada píxel és representat per un color, per tant cada píxel representa un valor de temperatura. És per això que la termografia pot arribar a ser tant potent, ja que es poden enregistrar imatges de manera global i general, però obtenir mesures de temperatura tant concretes i precises com un píxel, depenent de la resolució de la càmera.

2.1.2. Camps d'aplicació

Aquest tipus de tecnologia té un ventall d'utilitats molt ampli. Això es degut a que es pot utilitzar en qualsevol àmbit i per a qualsevol activitat.

Sempre que la temperatura ens pugui proporcionar una informació útil per a un anàlisi, o simplement una diferència de temperatures en un cos o un objecte, la termografia pot revelar informació.

Avui en dia, els sectors que més s'utilitza la termografia són el mecànic, elèctric, clínic, al sector de l'edificació, a forces de seguretat i altres aplicacions.

2.1.2.1. Sector mecànic

El sector mecànic es un dels sectors que utilitza molt la tecnologia d'imatges tèrmiques. Aquesta tecnologia es utilitza amb molta freqüència en manteniments predictius per tal d'estalviar temps i diners, es per aquest motiu que cada vegada es destinen més diners a implantar aquest tipus de manteniment.

Principalment, a l'hora de fer termografies al sector mecànic es degut a que qualsevol part mecànica té un esforç ja sigui per suportar forces, fregaments, alineacions incorrectes, etc.

Amb la termografia es pot veure clarament els elements, o les parts dels elements que tenen un excés d'esforç, normalment parts mòbils. En tot element en moviment hi apareix una força de fregament entre dues superfícies que es troben en contacte. Aquesta força s'oposa al moviment entre ambdues superfícies, això vol dir que redueix la eficàcia de la força útil. Degut a aquesta fricció entre superfícies, es produeix una dissipació de potència en forma de temperatura, que n'escalfarà la zona i es podrà detectar amb les imatges tèrmiques.

Es pot dir, que el que es busca en aquesta inspecció d'imatges tèrmiques es identificar punts de fregament o esforços crítics per dur a terme una millora o substitució de peces abans de patir una fallada o reparacions més costoses. A la figura 2.2 es pot veure clarament un sobreescalfament d'un eix amb un rodament.

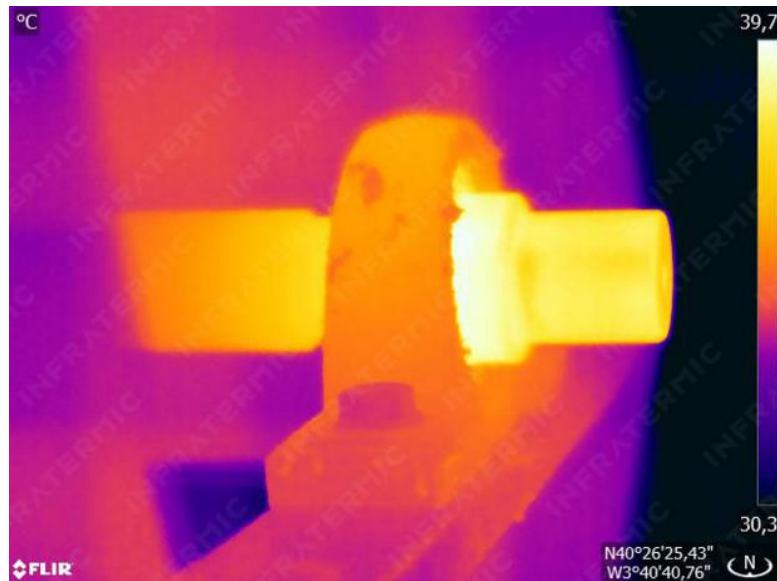


Fig. 2.2. Sobreescalfament d'un eix

Font:Infratermic.es

Alguns dels punts que s'acostumen a inspeccionar són problemes de lubricació, eixos o engranatges mal alineats, rodaments amb sobreesforços, bombes, motors o enllaços sobreescalfats, neumàtics, corretges, etc. en definitiva, qualsevol element que tingui una diferència de temperatura en repòs o en funcionament.

2.1.2.2. Sector elèctric

La principal raó per que la termografia es indicada en la inspecció de sistemes elèctrics es que els components elèctrics nous comencen a deteriorar-se des de el mateix moment en que s'instal·len degut a imprevistos, ja que en qualsevol moment poden trobar-se alteracions de tensió.

Independentment de la càrrega d'un circuit, la vibració, la fatiga i el pas del temps fan que les connexions elèctriques s'afluixin, a la vegada que les condicions ambientals poden accelerar el procés de corrosió. Per tant, tots els sistemes elèctrics s'acaben deteriorant amb el pas del temps. Si no es localitzen aquests deterioraments i no es reparen aquestes falles a les connexions, derivaran a importants averies. Quan una connexió es troba fluixa o té algun tipus de corrosió, la seva resistència augmenta i donat que al augmentar la resistència també augmenta la caiguda de tensió i això genera un augment de calor, amb una càmera termogràfica es pot detectar abans de que produeixi una averia.

El principi fonamental que utilitza la termografia per detectar aquests punts calents que surten de la normalitat és el conegut efecte Joule. Segons ens diu aquesta llei:

$$P = I^2 \cdot R \quad (2.1)$$

On

P: és la potència dissipada per un conductor.

I: és la intensitat del corrent que el travessa.

R: és la resistència elèctrica.

Com podem deduir a partir d'aquesta expressió, un augment de la resistència elèctrica del conductor es tradueix en un augment de la potència dissipada, el que en condicions normals, es tradueix en un augment de la temperatura en aquell punt.



Fig. 2.3. Connexió elèctrica trifàsica

Font:Tecnocontrol.com

A la figura 2.3 es mostra un desequilibri de fases en un sistema trifàsic, això pot ser degut a que la connexió està fluixa, o a una sobrecàrrega en una de les fases.

La detecció i correcció de falles a les connexions abans de que produeixi una averia, pot evitar incendis i parades que poden ser crítiques per la rendibilitat d'una companyia o empresa.

2.1.2.3. Sector clínic

Des de fa anys la termografia també es utilitzada al sector clínic.

Els humans som homeotermes, això vol dir que el cos, mitjançant uns processos químics on es transforma energia química procedent dels aliments en energia tèrmica, manté la seva temperatura corporal dins uns límits independentment de la temperatura exterior al cos. La pell es la interfície de contacte entre aquesta producció de calor i el medi ambient. Aquest òrgan dinàmic s'ajusta constantment per equilibrar les condicions internes i externes, satisfent a la vegada les demandes fisiològiques de l'organisme.

Els canvis en la conductivitat tèrmica de la pell provocats per cremades, úlceres cutànies o empelts és poden detectar i supervisar fàcilment. També pot ajudar a la detecció prematura de diferents càncers, el tractament del dolor, l'avaluació de la profunditat de les cremades, la detecció de febre i la cirurgia a cor obert.



Fig. 2.4. Termografia per la detecció de càncer de mama Font: clinica-de-termografia.eu

La termografia també pot ajudar a la prevenció de l'extensió d'epidèmies instal·lant sistemes de termografia als aeroports i ports per a detectar passatgers amb una elevada temperatura corporal que pugui indicar que són portadors de la malaltia a altres països. Aquest cas és real i va servir per identificar molts casos de passatgers amb SRAS, una epidèmia que es tractava d'una pneumònia atípica, instal·lant càmeres tèrmiques als

aeroports de diversos països. Va servir per evitar-ne una mica la ràpida propagació arreu del món.

2.1.2.4. Sector d'edificació

La tècnica de la termografia es una eina d'inspecció no destructiva a l'edificació per localitzar de manera ràpida i eficaç les ineficiències energètiques o defectes constructius que poden presentar els tancaments dels habitatges i edificis. També pot servir per evitar situacions insalubres produïdes per floridura i humitats.

La termografia pot proporcionar la informació necessària per evitar costoses reparacions. Un altre punt es que per les constructores o asseguradores, les imatges tèrmiques d'aquest tipus d'anomalies constitueixen proves irrefutables a l'hora d'arribar a un acord en cas de litigi i planificar les accions corresponents de reparació.

També es pot dir que es una eina molt eficaç per determinar un diagnòstic energètic.

Un edifici ben projectat pot ser energèticament ineficient si no es controla la execució dels ponts tèrmics, els nivells i col·locació dels aïllaments o les infiltracions d'aire.

Un punt fort de la termografia es que proporciona informació visual d'immediat i per tant es molt adequada per localitzar i diagnosticar l'estat dels edificis o defectes d'execució, que poden comprometre la eficiència energètica projectada, així com per planificar les actuacions a realitzar.

Per tant, es converteix en una excel·lent eina de control per comprovar els aïllaments tèrmics, ponts tèrmics, humitats i les infiltracions. També permet descobrir estructures ocultes a les rehabilitacions energètiques.



Fig. 2.5. Façana d'edifici

Font: Termagraf.com

A l'hora d'utilitzar aquesta eina al sector de l'edificació es primordial controlar les condicions ambientals per que les influències perturbadores per factors climàtics (carga solar, vent, pluja,...) siguin el més reduïdes possible. Els diferents materials absorbeixen el calor de forma diferent, el que origina diferents patrons tèrmics que s'han d'interpretar per evitar falses lectures. L'absorció solar es pot aprofitar per estudiar les uniformitats de murs, localitzar zones de humitat o controlar l'adherència d'apacats en façanes. Una vegada aquests factors estan controlats, les termografies permeten determinar valors molt precisos de temperatura superficial i extraure conclusions.

2.1.2.5. Sector de forces de seguretat

El sector de forces de seguretat es molt ampli i la gran majoria treballen amb imatges tèrmiques. Començant pel sector militar que com ja se sap, sempre ha estat el més punter en la investigació, desenvolupament i introducció de la tecnologia més moderna i innovadora.

La primera càmera tèrmica que va ser destinada a aplicacions militars era capaç de produir una imatge clara en fosc total, veure i detectar amenaces durant la nit, a través de la boira, de la pluja, de la neu i també del fum del camp de batalla.

Més endavant, el sector militar va trobar una altre aplicació que va impulsar el desenvolupament de la termografia. Aquesta aplicació es tractava de petits avions no tripulats, es a dir que es controlaven per radio, i dissenyats per volar a baixa altitud. Aquests avions equipen càmeres termogràfiques i son extremadament eficients per a la

realització d'operacions de reconeixement o seguiment de tropes. També permetia volar de nit o a través del fum.

Un altre sector de les forces de seguretat son els bombers, aquests també utilitzen càmeres tèrmiques per veure-hi a la foscor i a través del fum, així com per detectar punts calents en terres, parets i sostres que puguin suposar perills per als encarregats de l'extinció. El fum està ple de partícules de carbó de la mida d'un micròmetre, el que el converteix en una font molt absorbent de llum visible. No obstant, quan la mida de les partícules és força més petita que la longitud d'ona de llum utilitzada per un sensor, la dispersió de la radiació es redueix enormement, fent possible la visió a través del fum. Així doncs, es poden detectar fàcilment persones en habitacions plenes de fum.

La capacitat per detectar diferències de temperatures d'objectes és vital per als bombers, que han d'obrir-se pas a través de portes tancades, a l'altre banda de les quals és poden trobar amb flames de cara.

També són aplicables per a la prevenció d'incendis forestals, utilitzant-les en avions no tripulats com en el cas militar, o en helicòpters de reconeixement dels bombers. Aquestes càmeres permeten analitzar una gran superfície en molt poc temps, sobrevolant ràpidament moltes hectàrees de bosc, o proporcionant informació de zones on hi ha punts rarament calents, podent actuar molt abans que s'origini un incendi forestal.

Fins hi tot s'està aplicant aquesta tecnologia tant en sectors de vigilància d'organismes governamentals com per exemple fronteres, ambaixades o altres, com en sectors privats.

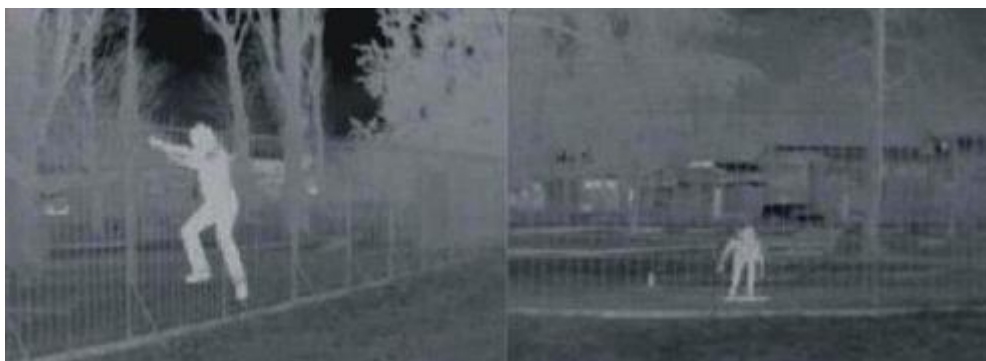


Fig.2.6. Termografia d'un fugitiu

Font: Dali-tech.es

Cada cop més les instal·lacions industrials utilitzen les càmeres tèrmiques per a protegir els seus valuosos actius i el seu personal. Centrals nuclears, petroquímiques, ports, aeroports, etc., són vulnerables a robatoris i inclús a atacs terroristes, i es protegeixen mitjançant aquesta tecnologia.

Finalment, en aquest sector de la seguretat, també s'incorpora en el camp de cerca i rescat, per als professionals encarregats de trobar persones que es troben perdudes o ferides en llocs de difícil accés o grans superfícies on es trigaria moltíssim temps en rastrejar i molts recursos, com boscos, deserts, muntanyes o en el mar. Mitjançant un helicòpter que equipi una càmera tèrmica pot sobrevolar una gran superfície terrestre en molt poc temps, i fàcilment detectar activitat humana degut a la pròpia temperatura corporal.

2.1.2.6. Altres aplicacions

Actualment, es continua investigant i innovant noves aplicacions per la tecnologia. Això es degut a que juga un paper molt important gràcies a la rapidesa que es pot detectar la informació.

Com que la utilitat d'aquesta tecnologia es molt freqüent, cada vegada hi ha millors equips i els preus son més econòmics.

Avui en dia, per exemple, s'estan incorporant càmeres de visió tèrmica a cotxes particulars de gama alta per millorar la visió dels conductors en entorns foscos, nocturns o de poca visibilitat. Al permetre als conductors veure imatges tèrmiques, amb un abast molt més gran que el dels focus del propi cotxe, el conductor pot detectar obstacles o inclús corbes amb molta antelació, poden així anticipar els seus moviments i evitar accidents. És especialment útil, en aquesta aplicació, per a entorns nocturns, de boira, de pluja, o amb fum i pols. Un altre clar exemple de l'ús d'aquesta tecnologia es que s'està començant a implementat també en camions autobusos, trens, etc.



Fig. 2.7. Càmera termogràfica en un cotxe

Font: Motorpasion.com

2.2. Principis fonamentals

S'ha comprovat que qualsevol cos amb una temperatura major que 0 Kelvin, es a dir - $273,15^{\circ}\text{C}$, emet una radiació infraroja. Per tant es pot dir que, si l'ull humà pogués percebre la radiació infraroja, podria percebre, a més de colors, espectres lumínics associables a temperatura. Aquest és el principi fonamental en que es basa la termografia.

Es pot dir però, que el calor es l'energia que es manifesta per un augment de temperatura i procedeix de la transformació d'altres energies; es originada pels moviments vibratoris dels àtoms i les molècules que formen els cossos. La diferència entre un cos calent o un cos fred es que, quan un cos està a més temperatura, les molècules vibren i es mouen més que no pas en un cos a baixa temperatura. En aquest últim les molècules es mouen més lentament.

La transferència de calor entre cossos o zones del mateix cos sempre es produeix del cos que té més temperatura cap al cos que en té menys, fins que ambdós cossos o zones es troben en equilibri, es a dir, que els cossos es troben a la mateixa temperatura. Aquesta calor, energia tèrmica, pot ser transferida per tres mecanismes diferents: la radiació, la conducció i la convecció.

La convecció es la transferència de calor entre zones a diferents temperatures en un líquid o gas. Degut a una diferència de densitats entre el fluid calent i el fred es produeix un moviment de corrents dins el mateix fluid. El fluid més calent puja ja que la seva densitat es menor, i el fred baixa. Amb aquest intercanvi es va escalfant tot el fluid, mitjançant la convecció.

La conducció és el procés de transmissió de calor basat en el contacte directe entre cossos, però sense intercanvi de matèria. Això es degut a que el calor flueix des de un cos de major temperatura a un altre de menor temperatura que es troba en contacte amb el primer.

A la termografia però, el mecanisme de transferència que realment interessa és la radiació.

La radiació consisteix en la propagació d'energia en forma d'ones electromagnètiques o partícules subatòmiques a través del buit o d'un mitjà material. Per a la termografia, la radiació realment mesurable és la que es propaga en forma d'ones electromagnètiques.

S'ha de tenir en compte que la radiació es l'únic mecanisme que permet mesurar temperatures sense un contacte directe, es a dir, mitjançant una càmera. Aquesta radiació, depèn de certes variables. Amb l'ajuda de les lleis que es descriuran a continuació es pot comprendre de manera teòrica les lleis que regeixen la radiació, i que seran de gran importància per entendre el bon funcionament de la termografia.

2.2.1. Radiació tèrmica

2.2.1.1. Llei de Stefan-Boltzmann

La quantitat d'energia radiant emesa o calor radiat ve donat per la Llei de Stefan-Boltzmann. Aquesta llei estableix que tota matèria que no es trobi a una temperatura infinita emet una potència emissiva. La velocitat a la que s'allibera energia per unitat d'àrea s'anomena potència emissiva superficial i depèn de la quarta potència de temperatura denominada de la següent manera [3]:

$$E = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_e^4 \quad (2.2)$$

On

E és la potència emissiva superficial $\left(\frac{W}{m^2}\right)$.

ε és una propietat radioactiva de la superfície denominada emissivitat.

σ és la constant de Stefan-Boltzmann

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \quad (2.3)$$

T_e és la temperatura absoluta de la superfície.

La emissivitat, ε , és un número adimensional i s'obté dividint l'habilitat de l'objecte en qüestió per irradiar energia tèrmica, entre la habilitat d'irradiar si fos un cos negre.

Un cos negre és tracte d'un cos teòric ideal, el qual la seva emissivitat val 1. La variable d'un cos real agafa valors entre 0 i 1 i depèn del material de la superfície, del seu acabat, de la longitud d'ona i de la temperatura de la superfície.

Es dir, la quantitat d'energia emesa per un objecte depèn de la seva temperatura. S'ha de tenir en compte però, que aquest no és l'únic factor, ja que s'ha de considerar també la eficiència amb la qual s'irradia l'energia des de la superfície de l'objecte. Aquest factor és la emissivitat.

Aquesta és la variable més important a tenir present a l'hora de prendre mesures amb càmeres termogràfiques, en cas de fer la captura de dades amb una emissivitat errònia, els valors obtinguts poden ser incorrectes.

2.2.1.2. Llei de radiació de kirchhoff's

La radiació infraroja que es registra amb una càmera termogràfica consisteix en la radiació emesa per l'objecte analitzat, la reflexió de la radiació ambient i la transmissió de radiació a través de l'objecte que s'està analitzant.

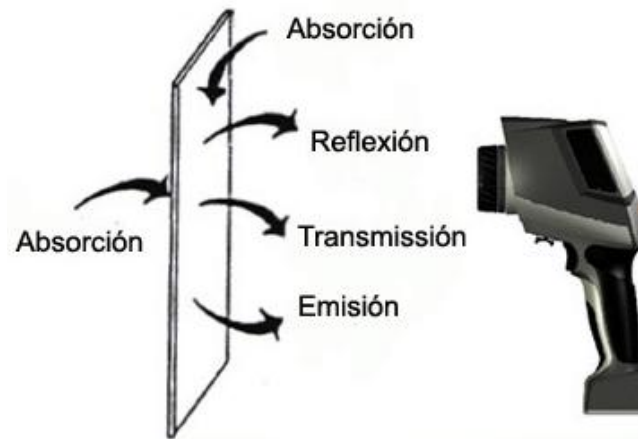


Fig. 2.8. Radiació càmera termogràfica Font: Academiatesto.com

La suma d'aquests tres factors sempre equival a 1 [4]:

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1 \quad (2.4)$$

A l'hora de fer captures, el factor de transmissió es inapreciable, per tant es pot dir que:

$$\varepsilon + \rho = 1 \quad (2.5)$$

A partir d'aquesta llei podem deduir doncs que, a menor emissivitat, major proporció de radiació infraroja reflectida. Aquest fet implicarà una major dificultat a l'hora de prendre mesures precises de temperatura, cosa que farà necessària una configuració a la càmera que compensi la temperatura reflectida.

2.2.1.3. Llei de desplaçament de Wien

Una altre llei que està present a la termografia, es la llei de desplaçament de Wien.

Aquesta es una llei de la física que estableix que hi ha una relació inversa entre la longitud d'ona a la que es produeix el pic d'emissió d'un cos negre i la seva temperatura[5] i es denominada de la següent manera:

$$\lambda_{m\grave{a}x} = \frac{0,0028976m \cdot K}{T} \quad (2.6)$$

On

$\lambda_{m\grave{a}x}$ és la longitud d'ona del pic d'emissió (m).

T és la temperatura del cos negre (K)

La constant de Wien ve donada en Kelvin per metre.

Les conseqüències de la llei de desplaçament de Wien són que quan més gran sigui la temperatura d'un cos negre, menor es la longitud d'ona en la qual emet. Això vol dir que la radiació pot agafar tonalitats lleugerament diferents entre elles.

2.3. Aparells de mesura de termografia

2.3.1. Història de la càmera

Al voltant del 1920, anys després de que Herschel descobrís la radiació infraroja, es van produir els primers assoliments tècnics que permetien la medició de la radiació. Però no va ser fins un temps després quan la radiació es va convertir de forma automàtica en temperatura.

Com s'ha comentat a l'apartat d'història dels infrarojos, durant la Segona Guerra Mundial, les propietats de la radiació infraroja es van utilitzar per visions nocturnes, míssils guiats per infrarojos i altres aplicacions militars. Un cop acabada la guerra, el desenvolupament d'aquesta tecnologia va avançar ràpidament.

La empresa sueca AGA va llençar al mercat la primera càmera termogràfica per a propòsits civils i comercials l'any 1960 [6]. Les primeres càmeres eren pesades, grans i poc manejables. Als anys 80 va ser quan van aparèixer les primeres càmeres tèrmiques còmodes manejables i de mida reduïda.

Molts avanços tècnics, un gran progrés al camp de la tecnologia informàtica i l'arribada de l'era digital van proporcionar una ràpida evolució de les càmeres.

Per tant, la possibilitat d'adquirir dispositius amb grans prestacions a un preu cada vegada més econòmic van permetre a la termografia accedir a un espectre molt ampli a aplicacions civils.

2.3.2. Funcionament

Tots els cossos emeten certa quantitat de radiació, en forma infraroja, en funció de la seva temperatura i altres variables. Normalment, es pot dir que quan més elevada és la temperatura del cos, més radiació infraroja emet i a menor temperatura, emeten menor temperatura infraroja.

D'aquesta manera es pot dir que l'objectiu d'una càmera termogràfica es captar la radiació que emet qualsevol cos per sobre del zero absolut, igual que ho faria una càmera convencional amb les ones lumíniques de colors. La diferència entre una càmera tèrmica i una convencional es que els rajos de l'espectre electromagnètic que han de captar les càmeres termogràfiques no són visibles per l'ull humà i han d'utilitzar uns sistemes de sensors diferents.

La radiació que registra la càmera termogràfica consisteix en la radiació d'ona llarga emesa, reflectida i transmesa que sorgeixen dels objectes a analitzar, presents en el camp de visió de la càmera.

2.3.3. Components d'una càmera termogràfica

Els components principals d'una càmera termogràfica són el sistema òptic, format per lents i filtres, detector o microbolòmetre, software de processament d'imatges i interfície d'usuari.

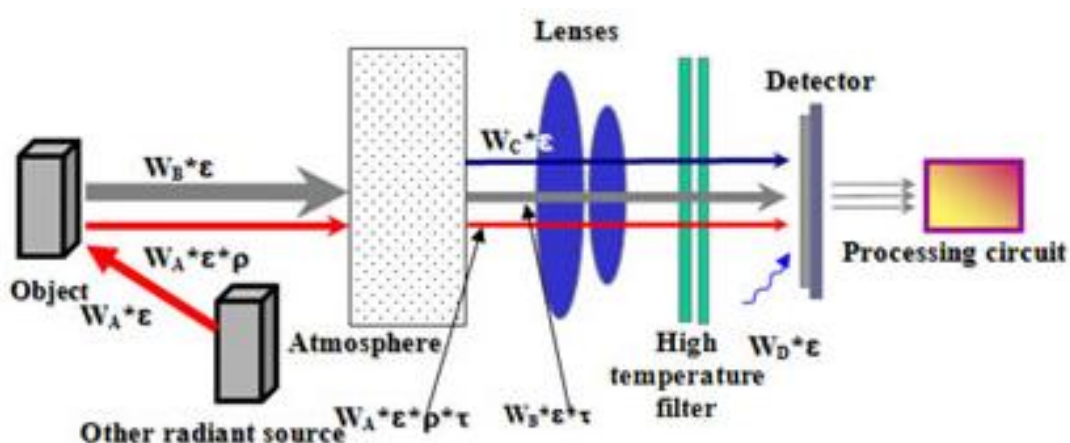


Fig. 2.9. Esquema de components d'una càmera termogràfica. Font:Amperis.com

2.3.3.1. Sistema òptic

Una de les parts molt importants d'una càmera termogràfica es l'objectiu. Aquest sistema òptic està format per varies lents individuals, les quals determinen el camp de visió que la càmera pot detectar radiació infraroja. Aquest també actua com a primer filtre i únicament deixa passar als sensors la quantitat adequada d'infrarojos.

Les càmeres termogràfiques tenen diferents tipus d'objectius com pot ser:

-Angulars: Aquests són més eficaços per mesurar grans superfícies o objectes de grans dimensions. Això es degut a que es poden obtenir imatges de gran abast.

-Teleobjectius: El camp de visió es més reduït, estan pensats per a mesurar objectes de mides reduïdes o petits cossos. Degut a que el camp de visió es més reduït, pot oferir una visió més precisa.

S'ha de tenir cura dels objectius d'una càmera termogràfica, ja que els materials que estan fabricats son materials tous i es ratllen amb facilitat. Encara que acostumen a tenir filtres, la funció d'aquest filtre es protegir la lent sent capaç de deixar passar la radiació. Un altre tipus de filtre que s'utilitza es per protegir els sensors de temperatures molt elevades.

2.3.3.2. Detectores

Les càmeres termogràfiques poden utilitzar dos tipus de sensors: sensors d'estat sòlid refredat i bolòmetre no refredat.

A les primeres càmeres els detectors havien de ser refredats a molt baixes temperatures, aproximadament -196°C . S'arribava a aquestes temperatures amb un operador que anava carregant la càmera amb nitrogen líquid periòdicament i per tant, eren equips molt complexes i de grans dimensions.

La tecnologia es va anar evolucionant fins que al voltant dels anys 90, van aparèixer els detectors no refrigerats. Els més utilitzats van ser els microbolòmetres, encara que eren molt limitats amb les distancies de mesura. Gràcies a aquests microbolòmetres es van aconseguir càmeres amb una resolució i precisió més elevades, baix consum i es van poder reduir les mides del dispositiu.

S'ha de tenir en compte que, segons el tipus de material que estigui fet el detector la detecció de la longitud d'ona a mesurar varia, es a dir, segons la longitud d'ona que es vol mesurar o la sensibilitat que es vol aconseguir s'ha d'utilitzar un detector o un altre.

Cada detector està format per un conjunt de petits detectors. A l'actualitat cada càmera termogràfica té entre 60.000 i 1.000.000 de petits detectors, aquests són els que determinen la resolució del dispositiu. A cada sensor s'assigna un píxel, gràcies a això, el dispositiu pot donar una resolució entre 160x120 a 800x480 píxels.

Per últim, una altra dada important que s'ha de tenir en compte, la sensibilitat tèrmica, aquesta ve donada amb els detectors.

2.3.3.2.1. Detectores d'estat sòlid refrigerats

Aquests detectors estan basats en l'efecte fotoelèctric, són semiconductors que quan s'exposen a llum infraroja produeixen una variació de corrent proporcional a la quantitat de llum rebuda.

Els electrons són excitats per llum infraroja passant a la banda de conducció, això genera un canvi a la conductivitat, voltatge o corrent elèctrica del circuit. Donat que a temperatura ambient els electrons poden ser excitats i passar a la banda de conducció, generant soroll, aquests detectors s'han de refredar a temperatures excessivament baixes, temperatures criogèniques. S'ha de tenir en compte que la temperatura pot variar segons el material que estiguin construïts. Normalment, la temperatura més comú es de 80K, encara que el rang oscil·la entre 4 i 110K. Els primers equips van utilitzar nitrogen per refredar els detectors.

Les càmeres que utilitzen sensors refrigerats requereixen un temps de refredament abans de començar a treballar. Una avantatge que tenen és que ofereixen una qualitat superior d'imatge que les no refredades.

Les desviacions de guany de cada detector pot ser diferent per la mateixa llum infraroja, per tant, amb el software de la càmera s'ha de fer una correcció per tal d'obtenir una imatge coherent.

2.3.3.2.2. Bolòmetres no refrigerats

Aquest tipus de detectors funcionen a temperatura ambient. Son unes plaques formades per molts petits sensors, en forma de petits rectangles que s'eleven de la placa principal amb unes petites potes, aquestes fan que s'aïllin tèrmicament. Aquests petits rectangles varien la seva resistència elèctrica segons la temperatura.

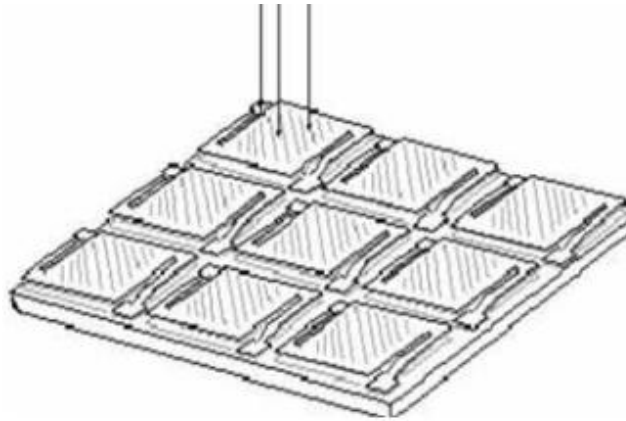


Fig. 2.10 Microbolòmetre

Font:Rnds.com

A continuació, a la figura 2.11. es mostra l'esquema d'un microbolòmetre ampliat

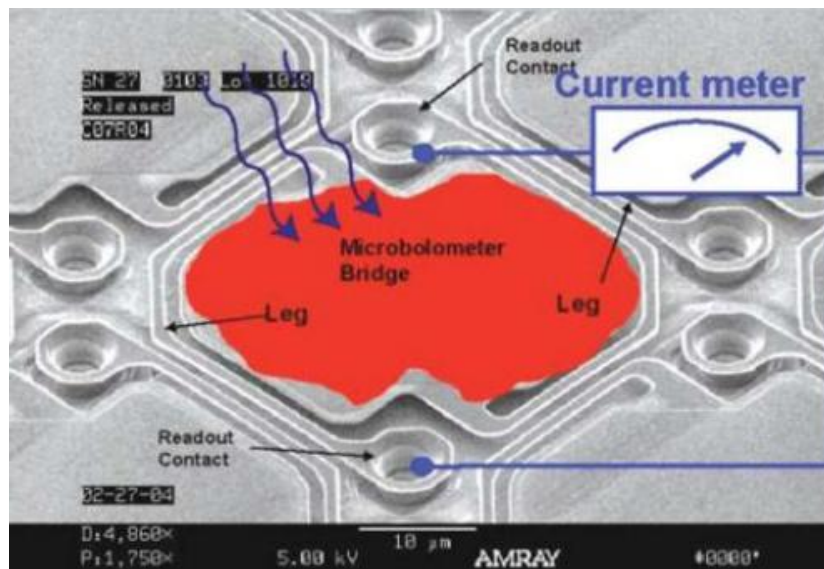


Fig. 2.11. Esquema i ampliació d'un microbolòmetre. Font: Rnds.com

Actualment la majoria les càmeres termogràfiques utilitzen microbolòmetres. Això es degut a que es poden fabricar equips de mesura més econòmics i de reduïdes dimensions.

2.3.3.3. Software de processament d'imatges

Per tal de veure les imatges que s'obtenen en una mesura termogràfica s'ha de complir un procés.

Per començar, hi ha un detector format per molts petits sensors que proporciona una sèrie de senyals elèctriques, tantes senyals elèctriques com petits sensors hi hagi. Aquestes senyals han de passar per un conjunt electrònic que associa cada senyal elèctric a un píxel i finalment un software s'encarregarà de transformar en un color.

Cada senyal elèctric anirà d'un color determinat, aquest color serà determinat per l'equip o bé es podrà escollir amb una escala de colors al mateix software.

2.3.3.4. Interfície d'usuari

Avui en dia, les càmeres que es troben al mercat compten amb una interfície senzilla i simple, per a qualsevol usuari, es cert però, que s'ha de tenir uns coneixements mínims.



Fig. 2.12. Interfície d'usuari càmera termogràfica Fluke. Font: Isotest.es

Totes les càmeres incorporen una pantalla LCD, moltes d'elles tàctils. A la mateixa pantalla mostra la imatge en temps real, una escala cromàtica identificant els valors de temperatura per saber a quin rang de temperatura es troben el cossos que s'estan

mesurant. Normalment, amb ajuda de botons auxiliars a l'exterior de la pantalla, es pot navegar pels diferents menús de la càmera per tal de configurar els paràmetres necessaris. A la majoria de càmeres es pot veure la galeria de imatges tèrmiques capturades.

2.4. Procediments per a una correcta mesura

Per tal de que la captura de dades termogràfiques sigui correcta s'han de tenir en compte una sèrie de procediments i paràmetres, en cas de no tenir en compte aquests procediments la lectura i captura de dades pot ser errònia i a l'hora de fer l'anàlisi no serà correcte.

2.4.1. Temperatura aparent

S'ha de tenir clar que una càmera termogràfica no captura la temperatura a la que es troba un cos, sinó que el que una càmera tèrmica capta, es la intensitat de radiació tèrmica que desprèn el cos. D'aquesta manera es pot dir que la temperatura aparent va lligada amb la emissivitat d'un cos.

S'ha de tenir en compte que la temperatura aparent d'un cos que s'està mesurant s'aproximarà a la temperatura real si aquest té una alta emissivitat. Encara que, si el cos que es mesura es de baixa emissivitat, la temperatura aparent és similar a la temperatura aparent dels cossos del seu voltant. Es per aquest motiu que hi han càmeres termogràfiques que disposen de valors prefixats d'emissivitat predeterminats per a diferents tipus de materials, i altres que s'introdueix el valor manualment depenent del cos que es vol mesurar.

2.4.2. Compensació de valors

Per tal de que les captures de dades siguin correctes, les càmeres termogràfiques tenen la opció de poder modificar una sèrie de paràmetres, com pot ser la temperatura aparent, la emissivitat d'un cos, també es pot modificar a la distància en que es mesura i un altre punt es la temperatura i la humitat de l'ambient en que s'estan prenent mesures. Els paràmetres mencionats, es poder modificar des de la mateixa càmera a l'hora de prendre mesures, o bé una vegada finalitzada la presa de dades des de un software específic d'anàlisi d'imatges termogràfiques. El fet de modificar aquests paràmetres es per

obtenir unes mesures de temperatura aproximades tant com sigui possible a la temperatura real, es a dir, amb el mínim error possible.

2.4.3. Eines de càmeres i softwares

Per tal d'obtenir mesures exactes o mesures de punts concrets d'una fotografia tèrmica, hi han una sèrie d'eines que proporcionen les càmeres i els softwares específics per poder tractar aquestes dades.

Mentre s'estan fent captures o bé abans, a la pantalla de la càmera tèrmica, es pot ajustar la paleta de colors per veure amb més claredat la diferència de temperatures d'un cos o d'un objecte.

Un altre eina es un punter que des de la pantalla de la càmera termogràfica, es pot seleccionar un punt concret i mesurar la temperatura d'aquest píxel concret. Aquest mètode es pot aplicar també en un àrea, per saber la temperatura d'un àrea concreta de la imatge tèrmica.

Hi ha softwares més complexes que proporcionen fer un histograma, es a dir, un gràfic en forma de barres que mostra el percentatge de cada temperatura que hi ha en l'àrea marcada respecte al total de la mateixa àrea.

2.4.4. Les condicions de l'entorn

Com bé s'ha comentat anteriorment, segons la teoria, la radiació total es igual a 1, ja que aquest total seria un cas ideal. A la realitat, aquest cas ideal no es pot complir mai, ja que depèn de molts factors com pot ser la distància entre el cos a mesurar, la temperatura i humitat de l'ambient, etc, encara que s'ha d'intentar igualar al màxim per obtenir la mesura el més correcte possible.

2.4.5. Els reflexes de l'entorn

A l'hora de fer captures a qualsevol cos s'ha de tenir en compte la superfície del cos ja que si es un cos llis, polit o reflectant, els reflexes influiran greument a la mesura. També poden venir causats per el calor corporal del propi cos.

Aquests reflexes s'han de intentar evitar al màxim possible canviant l'angle per minimitzar els reflexes de la imatge. En el cas de no poder evitar aquests reflexes donarà errors en l'obtenció de les dades i els valors seran incorrectes.

3. Tecnologia EEG

3.1. Introducció al EEG

3.1.1. Els orígens

L'origen de les tecnologies BCI (brain computer interface), va néixer amb el descobriment de l'energia elèctrica del cervell. El científic Richard Caton a l'any 1875, amb l'ajuda d'un galvanòmetre⁴ va observar impulsos elèctrics a la superfície del cervell d'alguns animals [7].

L'encefalograma es una tècnica d'exploració funcional del sistema nerviós central mitjançant la qual s'obté un registre de l'activitat elèctrica cerebral en temps real.

A l'any 1929 Hans Berger va denominar l'electroencefalograma, per descriure el registre de les fluctuacions elèctriques al cervell captades per uns elèctrodes fixats al cuir cabellut.

L'origen del senyal elèctric està a les cèl·lules piramidals de l'escorça del cervell. Cada una de les neurones constitueix un diminut dipol elèctric, la seva polaritat depèn de que el impuls a la cèl·lula sigui inhibitori o excitatori. Per poder recollir i registrar una senyal de l'activitat elèctrica a cada regió del cervell a través de la superfície del crani es col·loquen elèctrodes que captin la diferència de potencial entre ells. El EEG realitza l'estudi i anàlisi dels camps elèctrics del cervell (topografia, polaritat i la seva variació espacial temporal) mitjançant l'amplificació de la diferència de potencial entre els elèctrodes receptors de la senyal. Poden estar situats al cuir cabellut, que aquest seria EEG estàndard, a la superfície cortical es el EEG cortical o el EEG de profunditat.

El EEG estàndard es una exploració indolora, no invasiva, de baix cost, que pot ser de gran utilitat a la pràctica clínica. Es realitza col·locant elèctrodes de superfície adherits al cuir cabellut per un gel conductor. Es posicionen d'acord amb el sistema internacional 10-20. Cada derivació o canal de registre, mesura la diferència de voltatge entre dos elèctrodes (un es l'actiu i l'altre el de referència).

⁴ Aparell que s'utilitza per indicar el pas de petites corrents elèctriques. El seu funcionament es basa en fenòmens magnètics.

Hi ha dos tipus bàsics de muntatges: bipolar (transversal i longitudinal) i el monopolar (o també anomenat referencial). El bipolar registra la diferència de voltatge entre dos elèctrodes col·locats en àrees d'activitat cerebral, mentre que el monopolar registra la diferència de potencial entre un elèctrode ubicat a la zona cerebral activa i altre col·locat sobre un àrea sense activitat o neutra (per exemple el lòbul de l'orella); o bé, la diferència de voltatge entre un elèctrode col·locat en una zona activa i el promig de tots o alguns dels elèctrodes actius.

Avui en dia, els aparells utilitzen amplificadors digitals. La senyal analògica està completament en desús, degut a les grans avantatges que aporta el EEG digital entre les que destaquen la facilitat de l'adquisició, anàlisis i emmagatzematge de la senyal i la possibilitat de modificar, durant la gravació o bé, a posteriori, paràmetres com filtres, sensibilitat, temps de registre i muntatges.

A la primera dècada del segle XXI, la investigació no només es va centrar en temes mèdics, sinó que també es va centrar en la indústria dels videojocs i es van introduir al mercat les primeres interfícies cervell ordinador no invasives⁵.

3.1.2. Camps d'aplicació

La tecnologia EEG, encara que s'està investigant i cada vegada hi ha més camps d'aplicació diferents, actualment es troben dividits en tres sectors.

Principalment el sector clínic, entreteniment i robòtica industrial.

3.1.2.1. Sector clínic

A l'actualitat el EEG està indicat fonamentalment en quadres neurològics paroxístics⁶ (de inici i final brusca), alteracions del nivell de consciència, deteriorament de funcions superiors i en la avaluació de la maduració cerebral a recent nascuts i prematurs. S'ha de ressaltar que la informació que aporta el EEG no està limitada al camp de la epilèpsia.

Es possible obtenir una gran quantitat d'informació clínicament rellevant del EEG a patologies no epilèptiques, en el coma i a la mort cerebral, la migranya, els accidents isquèmics cerebrals, les encefalopaties metabòliques, les encefalopaties mixtes, els

⁵ El sensor es col·loca de manera que no es realitza una intrusió sobre el cos humà.

⁶ Aparició brusca, de breu durada originat per una disfunció cerebral.

traumatismes crano encefàlics, les infeccions del sistema nerviós central i els tumors intracranials.

Una altre de les àrees de investigació destacable a la tecnologia BCI es la de generar aplicacions per persones amb discapacitats. Aquestes tecnologies basades en tècniques no invasives permeten moure dispositius per poder tenir més mobilitat, per exemple controlar moviments d'una cadira de rodes, o diferents dispositius electrònics, etc.

D'altra banda les tècniques invasives permeten el implant de neuropròtesis⁷ amb les que l'usuari pot realitzar per exemple el moviment d'un braç robot amb un millor funcionament que les tècniques no invasives.

3.1.2.2. Sector entreteniment

El sector de l'entreteniment i oci es basa en utilitzar la tecnologia EEG, dispositius portàtils com pot ser Emotiv, per tenir un control dels videojocs[8].

Es tracta d'una tendència al món dels videojocs: el neurogaming, un creuament de camins entre l'univers del videojoc i la ciència de la neurologia, que permet al jugador interactuar amb la màquina sense necessitat d'utilitzar els controladors tradicionals. Es basa en analitzar les reaccions del cervell per obtenir informació sobre els seus pensaments i portar-la a la consola.

Un altre tipus d'interfície, a més de interpretar accions bàsiques, també es basen en l'estat emocional d'un usuari, capaços de reconèixer l'excitació, tensió, avorriment, meditació, frustració, etc. com es el cas de l'Emotiv.

Al sector de l'oci, cada vegada més, es veuen invents que es fan per diversió amb la tecnologia EEG com pot ser controlar el moviment d'aparells electrònics.

3.1.2.3. Sector robòtica industrial

La robòtica industrial es un altre camp d'aplicació interessant per a aquests tipus de dispositius, on es poden utilitzar per guiar robots que duen a terme activitats de gran precisió i fiabilitat amb ajuda del pensament humà, es a dir, amb accions ja siguin cognitives, afectives o expressives.

⁷ La implantació d'un chip al cervell.

En aquest sector encara s'està investigant però ja s'ha fet més d'un experiment amb èxit en braços robòtics, robots humanoides i cirurgia robòtica [9].

3.2. Principis fonamentals

Com ja s'ha parlat anteriorment, la tecnologia EEG, es un mètode que monitoritza i grava l'activitat elèctrica del còrtex cerebral, es la dir, la superfície del cervell.

Al còrtex existeixen uns tipus de neurones un tant especials: les neurones piramidals. Aquestes es disposen de forma paral·lela entre si, i perpendicular a la superfície cortical.

Com qualsevol altre neurona, compten amb un espai intracel·lular i un altre extracel·lular. En repòs l'espai intracel·lular presenta una càrrega negativa i l'espai extracel·lular una positiva, això ho crea un gradient electroquímic. Això es degut a que a l'espai exterior hi ha ions de sodi amb càrrega positiva. A l'interior, la càrrega es negativa, hi ha ions amb càrrega positiva però predominen les proteïnes amb càrrega negativa.

Les neurones compten amb uns canals de ions, que connecten l'espai intracel·lular i extracel·lular. En repòs, els canals es troben tancats. Però, quan es realitza una acció, les xarxes de neurones involucrades amb aquesta acció s'activen amb el pas d'una senyal elèctrica, el potencial d'acció. Per tal de permetre el trànsit, els canals de ions de cada neurona implicada s'obren deixant entrar ions de sodi a l'espai intracel·lular, canviant el voltatge (de negatiu a positiu) i produint la despolarització de la neurona.

Quan el senyal ha passat, el procés es reinverteix i es produeix la repolarització. Els canals d'ions s'obren i deixen passar els ions de potassi amb càrrega negativa a l'espai extracel·lular, restablint l'equilibri anterior.

En un procés mental complex, l'acció potencial pot anar de neurona a neurona gràcies a les connexions anomenades sinapsis⁸. Quan la càrrega de ions salta entre neurones i el procés de despolarització i repolarització continua, es tracta d'una sinapsis excitatòria. Quan al saltar entre neurones, la càrrega de ions es fa hiperpolaritzada, dificultant la continuïtat, es tracta d'una sinapsis inhibidòria.

⁸ Mecanisme de comunicació entre dos o més neurones.

Cada neurona piramidal genera un dipol elèctric que la seva polaritat varia segons el tipus de sinapsis (excitatoria o inhibidora) que es produeixi o la fase del potencial d'acció. Per la seva disposició, l'activitat conjunta de les neurones piramidals i les seves diferències en potencial d'acció a nivell de superfície cortical en una zona, poden ser detectades amb sensors.

3.3. Aparells de mesura EEG

3.3.1. Historia del dispositiu

Va ser a finals dels anys 1920 quan Hans Berger va idear un mètode que prometia una investigació de l'activitat cerebral, descobrint el que es va conèixer com "ritme de Berger". Encara que per falta de coneixements tècnics, no va ser fins uns anys després que es va reconèixer la seva importància.

A pesar de que un grup d'investigadors intentés obtenir registres del "ritme de Berger" utilitzant amplificadors i un galvanòmetre, però, no s'investigava a fons l'estudi del cervell ni el descobriment de Berger.

Va haver d'esperar fins l'any 1970 per que s'iniciés la investigació dels primers dispositius BCI a la Universitat de Califòrnia, Los Angeles (UCLA) amb una beca de la Fundació Nacional de Ciència que anava acompanyada d'un contracte de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). El camp d'investigació BCI s'ha centrat principalment al sector mèdic, com pot ser la implantació de pròtesis neuronals per poder recuperar l'audició, la vista o la mobilitat en una persona.

3.3.2. Funcionament

Com ja s'ha esmentat anteriorment, l'encefalograma es una tècnica d'exploració funcional del sistema nerviós central, mitjançant la qual s'obté un registre de l'activitat elèctrica cerebral en temps real.

Aquest registre s'obté mitjançant un dispositiu, en el cas d'aquest projecte un casc. El mencionat casc està compost d'una sèrie d'elèctrodes o sensors que van col·locats al voltant del crani. Amb l'ajuda d'un gel o una solució marina per tal de que hi hagi conductivitat, aquests sensors són els encarregats d'obtenir els senyals elèctrics i enviar-

los al software, en el cas d'aquest projecte s'han enviat al PC i amb un software es podien visualitzar i emmagatzemar.

3.3.3. Components d'un dispositiu EEG

Principalment, un sistema d'adquisició de dades EEG necessita les etapes i components que es reflecteixen a la següent figura [10].

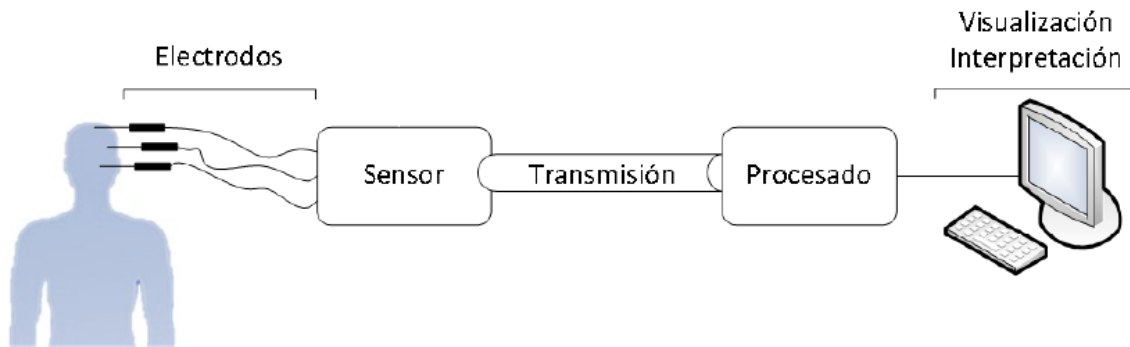


Fig. 3.1. Etapes i components EEG

Font:Bioingenieria.edu.ar

3.3.3.1. Elèctrodes

Els elèctrodes realitzen la funció d'interfície entre el cos i els aparells de mesura, permetent la conducció de la corrent elèctrica des de el cos humà fins a un circuit electrònic.

Normalment, la mesura de la diferència de potencial es realitza entre el elèctrode actiu (que recull el senyal) i un elèctrode de referència. Addicionalment, acostuma a haver un tercer elèctrode (terra) que es necessari per reduir la tensió de mode comú entre el parell diferencial, minimitzant les interferències [4]. Als sistemes EEG, els elèctrodes de referència i mode comú es localitzen al cap amb la finalitat de minimitzar el soroll. La localització d'aquests elements al cuir cabellut està estandarditzat seguint el sistema internacional de localització d'elèctrodes 10-20.

Per captar aquest tipus de senyal hi ha diferents tipus d'elèctrodes, però per tecnologia EEG, únicament s'utilitzen elèctrodes superficials. Els elèctrodes quirúrgics s'utilitzen per ECOG i per E-EEG.

3.3.3.1.1. Elèctrodes Adherits

Son petits discs metàl·lics de 5 mm de diàmetre. S'adhereixen amb pasta conductora. Aplicats correctament donen resistències de contacte molt baixes.

3.3.3.1.2. Elèctrodes de contacte

Consisteixen en petits tubs de plata clorurada roscats a suports de plàstic. Al seu extrem de contacte es col·loca un coixinet que s'humiteja amb una solució conductora. Es subjecta al crani amb bandes elàstiques i es connecten amb pinces de cocodril. Son de col·locació molt fàcil, però incomodes per el pacient. Es per això que no permeten registres de llarga duració.

3.3.3.1.3. Elèctrodes en casc de malla

Son elèctrodes de introducció recent. Els elèctrodes estan inclosos en una espècie de casc elàstic. Existeixen cascs de diferents mides, depenent de la talla del pacient. Es subjecten amb cintes a una banda toràcica. Les característiques més importants que presenten son la comoditat de col·locació, la comoditat per el pacient en registres de llarga duració, la seva gran immunitat a els artefactes i la precisió de col·locació, per tant son molt útils en estudis comparatius, encara que per treure profit d'aquesta característica es necessari una tècnica molt depurada.

Hi ha un altre tipus d'elèctrodes que es necessita la mà d'un expert i dedicació a l'hora de col·locar-los i treballar amb ells com poden ser:

3.3.3.1.4. Elèctrodes d'agulla

Aquest tipus d'elèctrodes es necessita la mà d'un expert i dedicació a l'hora de col·locar-los i treballar amb ells.

El seu ús es molt limitat; nomes s'utilitza en resen nascuts i a la UCI. Poden ser d'un sol ús o d'ús múltiple. En aquest cas la esterilització i manipulació han de ser amb molta cura.

3.3.3.1.5. Elèctrodes quirúrgics.

Els elèctrodes quirúrgics son un tipus d'elèctrode que s'utilitzen durant un acte quirúrgic i son manipulats exclusivament pel neurocirurgià. Aquests poden ser durals, corticals o intracerebrals.

En general, el contacte que es produeix entre el cos humà i la superfície de cada un dels elèctrodes no es ideal, i la impedància en aquesta interfície es vista pel sensor posterior com una resistència en sèrie connectada als elèctrodes diferencials [11]. Una baixa impedància de contacte es de vital importància per assegurar la qualitat de les mesures obtingudes, de mode que es redueixin el soroll tèrmic, que s'injecta junt amb el senyal desitjat, i les interferències provinents de la línia elèctrica. Amb la fi de prevenir aquesta distorsió, la impedància de contacte deu ser tan baixa com sigui possible.

3.3.3.2. Sensors

Un sensor transforma una mesura física en una sortida elèctrica. Idealment, el sensor hauria d'interaccionar amb el sistema de manera que es minimitzi tant l'energia extreta com el caràcter invasiu del dispositiu.

En aquest cas, les funcions principals del sensor son amplificar i filtrar el senyal, amb la finalitat d'extraure informació útil dels bio potencials registrats. Per poder dissenyar correctament un circuit d'adquisició, es necessària conèixer les característiques de les senyals que es desitgen interpretar.

Respecte al guany de l'amplificador que incorpora el sensor, aquesta hauria d'estar entre 100 y 100.000V, presentant una alta impedància d'entrada per evitar la distorsió de la senyal.

Per altra banda, la freqüència de mostreig del dispositiu, donades les característiques de les ones d'interès, deurien estar entre 128 i 1.024Hz. Encara que es comú trobar equips amb freqüències de mostreig per sobre de 1kHz.

3.3.3.3. Mitjà de transmissió

Una vegada que la senyal analògica es troba convertida a digital, la tecnologia de transmissió d'aquesta es pot classificar en dues categories: amb cablejat o sense fils.

Actualment, la majoria dels sistemes existents es construeixen amb connexions amb fils, això dona un resultat d'un dispositiu limitat que no resulta pràctic per l'ús quotidià. El fet de tenir un aparell de transmissió sense fils pot eliminar aquesta limitació i oferir una solució més ergonòmica i flexible.

La majoria de dispositius EEG sense fils que es poden trobar, fan ús d'enllaços de comunicació basats en protocols Bluetooth o Zigbee, o directament en RF. El major problema del Bluetooth es el consum d'energia, encara que la compatibilitat permet el us amb dispositius quotidians com un telèfon mòbil que actui com receptor de dades. La transmissió Zigbee i mitjançant RF, al contrari, presenten una major eficiència, encara que no permeten la ampla compatibilitat del Bluetooth.

3.3.3.4. Processat i visualització

A l'última etapa d'adquisició de dades EEG, es necessari disposar d'un dispositiu que realitzi les funcions de recepció, processat i representació dels resultats. Aquesta etapa sol incloure un software de la senyal i una interfície gràfica d'usuari, que mostra per pantalla les senyals recollides de cada elèctrode i permet la configuració del sensor.

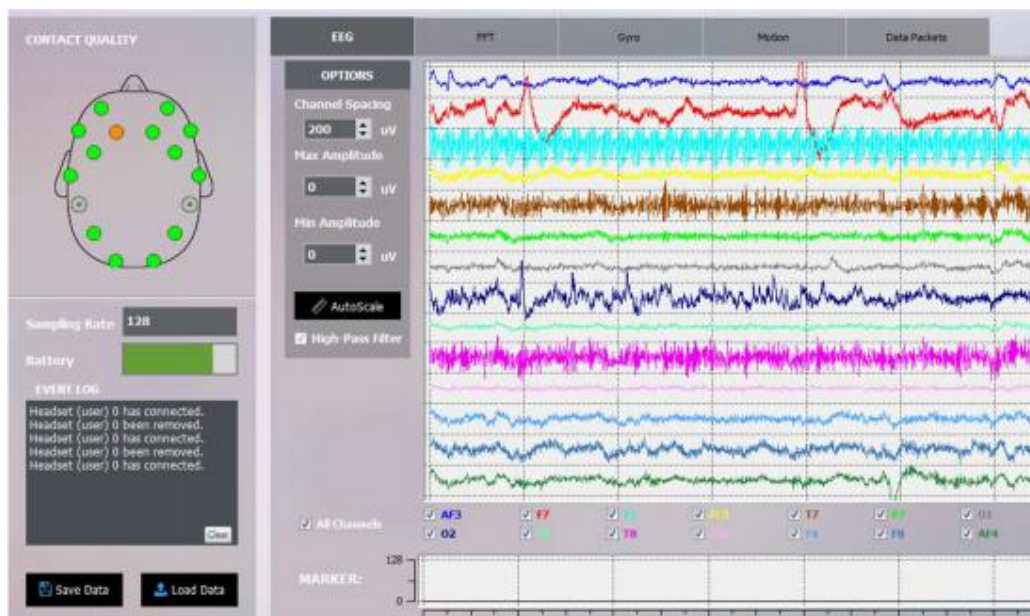


Fig. 3.2. Software Emotiv.

Font: Elaboració pròpia

Degut al recent increment en la complexitat del sistemes EEG i en la quantitat d'informació que es registra, capturada en temps real, es poden trobar aplicacions que fan us de tècniques de dades i algorismes sofisticats de processats de senyal.

Aquestes tècniques resulten especialment útils a l'ús de dispositius implantables, on la quantitat d'informació recollida es molt amplia i es necessari descodificar-la mitjançant algorismes que inclouen tècniques de "big data".

3.4. Procediments per a una correcta mesura

3.4.1. Posicionament d'elèctrodes

El posicionament d'elèctrodes es un punt fort, ja que cada elèctrode ha d'estar en la posició correcte segons el sistema internacional 10-20.

Amb els dispositius EEG no invasius, s'ha de col·locar el gel o en el cas del dispositiu utilitzat en el present projecte, la solució marina necessària per tal d'obtenir una correcte conductivitat. Això es pot comprovar a l'hora de fer el posicionament amb el software específic. En aquest cas, s'ha comprovat amb el software "Xavier Testbench" per tal de fer una correcte mesura, cada elèctrode ha d'estar de color verd encara que si hi hagués algun de color taronja la mesura es podria fer però es possible que no sigui tan acurada.

3.4.2. Les condicions de l'entorn

A l'hora de fer servir un casc de tecnologia EEG, es necessari que l'usuari es trobi en una sala que no hi hagi soroll exterior ja que aquest interfereix en la captura de dades. El fet que hi hagi soroll a l'ambient, l'usuari tindrà tendència a distreure's i per tant la mesura obtinguda serà errònia.

Un altre punt molt important es que l'usuari es trobi relaxat.

En el cas de tenir un aparell de mesura sense fils, la distancia de l'emissor amb el receptor no pot excessiva degut a que el senyal es pot perdre per petits instants i els valors seran incorrectes.

Un altre punt a tenir en compte es que a la sala hi hagi el personal mínim ja que pot interferir a l'hora de fer la captura de dades.

3.4.3. Conclusions

A l'hora de fer la correcta preparació dels elèctrodes a cada usuari, s'ha de impregnar cada sensor amb la solució marina necessària per tal que aquests permetin una bona conductivitat i la mesura no sigui errònia. Una vegada realitzat aquest pas, s'ha de col·locar el dispositiu i comprovar que cada sensor marqui de color verd, en el cas de no marcar de color ver pot ser degut a falta de solució marina, mala col·locació de l'elèctrode o excés de cabell.

Un altre punt a tenir en compte a l'hora d'utilitzar un dispositiu sense fils, com es el cas de l'Emotiv, s'ha de tenir cura mentre s'està fent la lectura que no hi hagi cap tall de senyal a l'hora de fer la captura de dades. En cas d'haver-hi un tall pot ser degut a falta de bateria del dispositiu, excés de distància entre l'emissor i el receptor o bé, pas de persones o objectes entre l'emissor i el receptor.

Una vegada obtingudes les dades, per interpretar aquestes correctament, el tècnic encarregat de les mesures necessita conèixer els fets que influeixen als resultats de les mesures i que poden variar les dades.

4. Disseny d'experiments

4.1. Introducció

Per tal de fer possible el projecte, s'han de triar a una sèrie d'usuaris, en aquest cas cinc usuaris.

Una vegada es tenen els usuaris, prèviament a realitzar l'experimentació, han de signar una acceptació de la captura de dades personals i han d'omplir una petita enquesta. Aquesta enquesta es per obtenir informació de l'usuari. Servirà d'ajuda a l'hora de analitzar les dades obtingudes amb les activitats.

L'experiment consta de tres activitats per usuari amb cinc repeticions a cada una d'elles.

A cada activitat que l'usuari participa, aquest portarà col·locat un casc amb tecnologia EEG i rebrà una seqüència fotogràfica amb la càmera tèrmica (una fotografia cada 5 segons).

La primera prova, està basada en un àudio, en canvi les darreres activitats es basen en conducció virtual, es a dir, mitjançant un simulador, l'usuari ha de fer un simulacre de conducció.

Aquest simulador s'ha hagut de crear amb els objectius desitjats, s'explicarà a l'apartat de *Preparació plataforma de joc*.

4.2. Preparació plataforma de joc

Per les activitats de conducció es necessari disposar d'un simulador de conducció, en el cas d'aquest projecte es volia un simulador de cotxes, però després de fer una cerca detallada dels simuladors que hi ha al mercat avui en dia, i posar-se en contacte amb professionals del sector, es va arribar a la conclusió que era molt complicat emmagatzemar la telemetria del joc. Això es degut a que aquest tipus de simuladors estan pensats únicament per entreteniment i no pas per fer estudis.

Arribat a aquest punt, es va decidir crear un simulador capaç de complir els objectius, es a dir, que la telemetria de cada jugador quedi registrada.

Per tant, s'ha demanat a un futur projectista crear un simulador que sigui capaç de guardar la telemetria del circuit, únicament les dades necessàries per la prova, per tal de poder fer l'experiment de conducció virtual.

Les dades de cada prova que es necessiten emmagatzemar són:

- El temps des de que s'inicia la prova fins que finalitza amb unitat de segons.
- La posició del vehicle amb unitat de metres.
- La distància a la que es troba el vehicle dels límits de la carretera, es a dir, la distància restant per la part dreta i la distància restant per la part esquerra.
- La velocitat a la que circula el vehicle durant el traçat.
- El punt que ha patit un accident en el cas que hi hagi una col·lisió.
- El total de col·lisions que ha patit el vehicle durant la prova.
- Les vegades que el vehicle ha sobrepassat els límits laterals de la carretera.

Aquest ha creat un simulador amb Phyton. Amb l'ajuda d'una base de dades (My SQL versió 5.7.16), aquesta base de dades es el lloc on s'emmagatzemen els circuits i els cotxes que es dissenyen. La interfície gràfica del simulador es Py game, aquesta es una llibreria per crear la part gràfica.

4.2.1. Simulador

El simulador que s'ha creat està fet de forma que el projectista ha de dissenyar el seu propi circuit i el seu propi vehicle introduint les variables necessàries.

A l'hora de dissenyar un circuit s'ha de tenir en compte els requisits que demana la prova, com per exemple la longitud, l'amplada, els obstacles, el temps de durada... per tal de que aquest tingui una major dificultat o bé sigui més senzill.

Una vegada s'ha creat el circuit, depenent del traçat i dels requisits de la prova, es crea el vehicle.

Els factors principals a tenir en compte a l'hora de crear un vehicle son l'acceleració, les velocitats mínimes o màximes, la velocitat de rotació i per últim les mides ja que ha d'anar relacionat amb les mides de la pista.

4.2.1.1. Circuit

A l'hora de crear un circuit, s'ha de obrir la carpeta del simulador, anomenada carGameTFG. Seguidament s'ha de pitjar create_track.

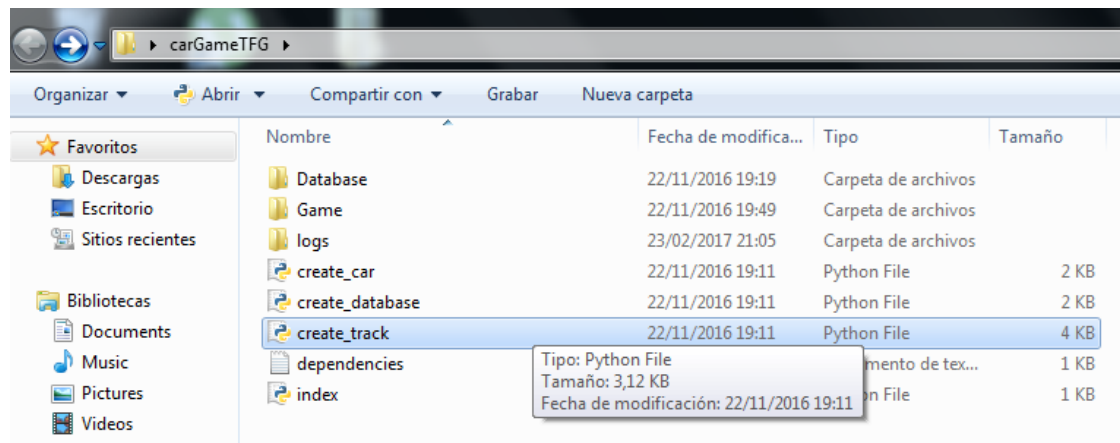


Fig. 4.1. Simulador, create track

Font: Elaboració pròpia

Una vegada s'ha pitjat create_track, automàticament s'obre el track creator com es mostra a la figura 4.2.

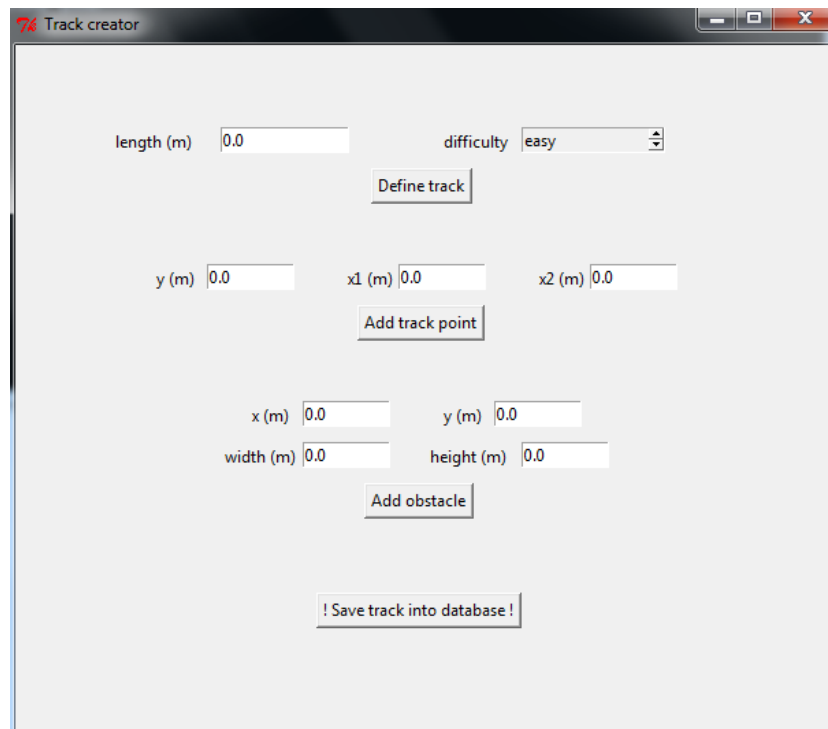


Fig. 4.2. Track creator

Font: Elaboració pròpia

Per començar, s'ha d'indicar la longitud del circuit en metres a la casella "length (m)", seleccionar la dificultat del circuit a la casella "difficulty", es fa click la barra longitudinal per tal d'escollir easy en cas de crear un circuit fàcil, normal en cas de tenir una dificultat mitja o hard en cas de tenir una alta dificultat.

Una vegada definit la longitud i la dificultat s'ha de pitjar "Define track".

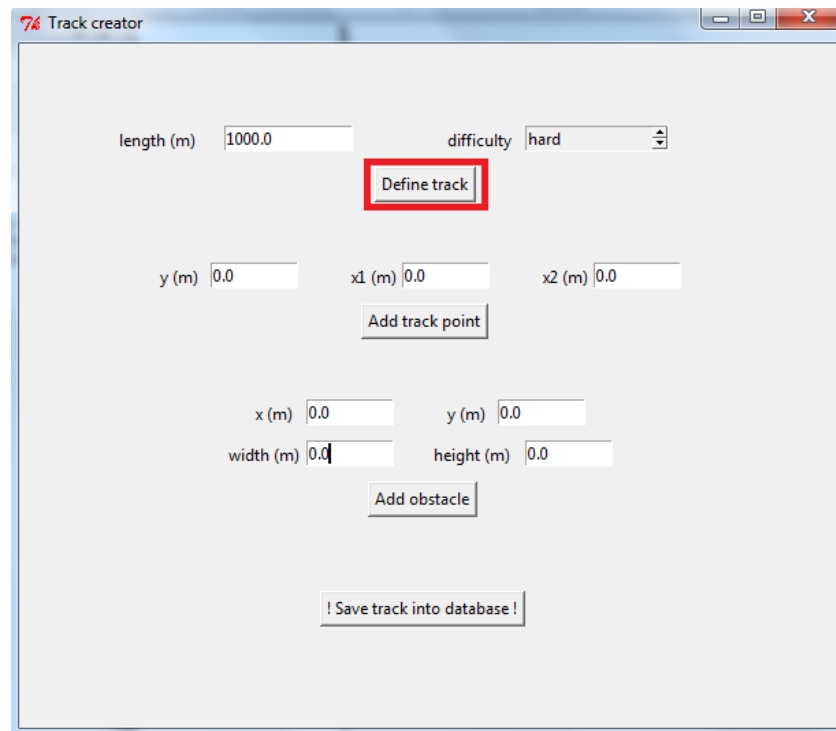


Fig. 4.3. Define track

Font: Elaboració pròpia

Per tal de poder definir el circuit s'ha optat per crear punt a punt amb un eix de coordenades "X" "Y", el qual "Y" es la longitud i l'eix "X" es per definir l'amplada per tant hi ha "x1" que seria l'extrem esquerre de la carretera i "x2" l'extrem dret. Tots dos eixos son considerats amb mides de sistema internacional, en aquest cas el metre. Una vegada s'ha definit el punt s'ha de pitjar "Add tack point", i així successivament amb tots el punts del circuit.

Per exemple per crear una recta de 200m de longitud i 5 metres d'amplada s'ha de fer com mostra la figura 4.4.

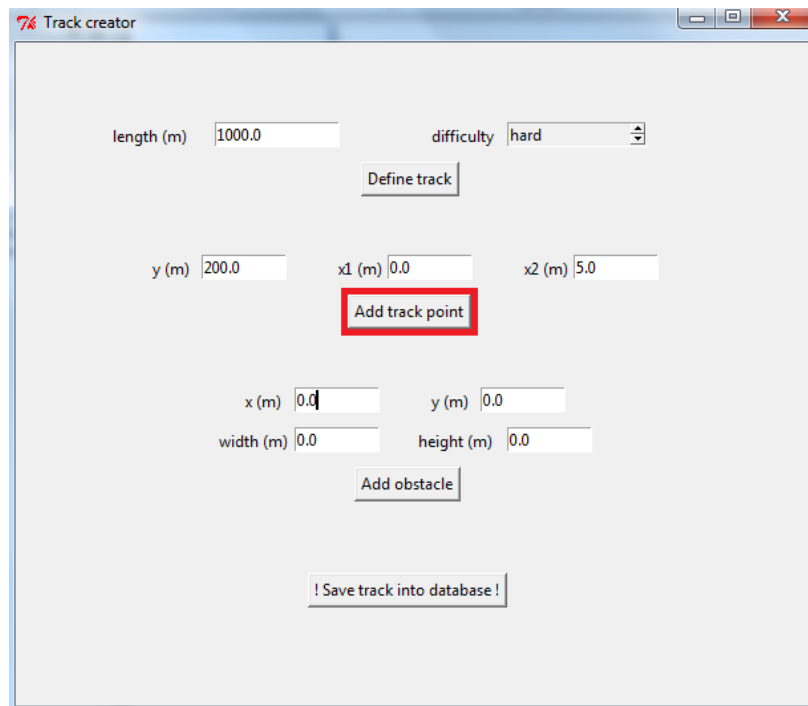


Fig. 4.4. Add track point

Font: Elaboració pròpia

Si la intenció es col·locar un obstacle a la pista s'ha d'omplir l'últim apartat. Aquest inclou dues parts.

-Ubicació de l'obstacle.

Amb l'eix "X" i l'eix "Y" s'ha d'ubicar l'obstacle al circuit.

-Mides de l'obstacle.

A la casella "width (m)" s'introdueix l'amplada i a "height (m)" la longitud. Realment "height" es alçada, però en un pla de dos dimensions la alçada representa que trobarem l'obstacle durant "x" metres, ja que les dimensions de l'obstacle i de la seva ubicació es en metres.

Una vegada seleccionada la ubicació i les dimensions s'ha de pitjar "Add obstacle" com mostra la figura 4.5.

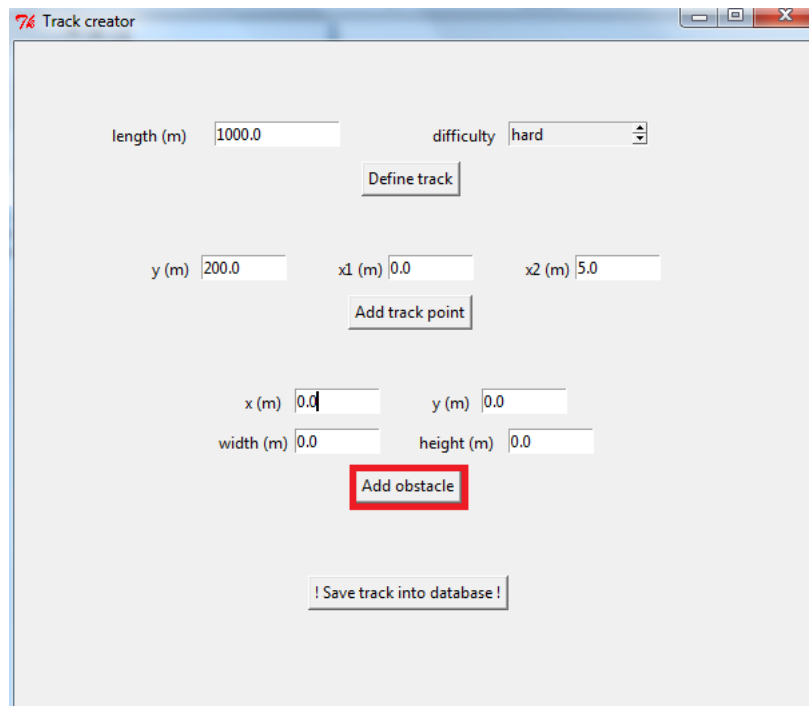


Fig. 4.5. Add obstacle

Font: Elaboració pròpia

En el cas de voler col·locar diferents obstacles, s'han de repetir els passos de ubicació, mides i "Add obstacle" tantes vegades com obstacles es necessitin.

Per finalitzar, s'ha de guardar el circuit cliclant "!Save track into database!" com mostra la figura 4.6.

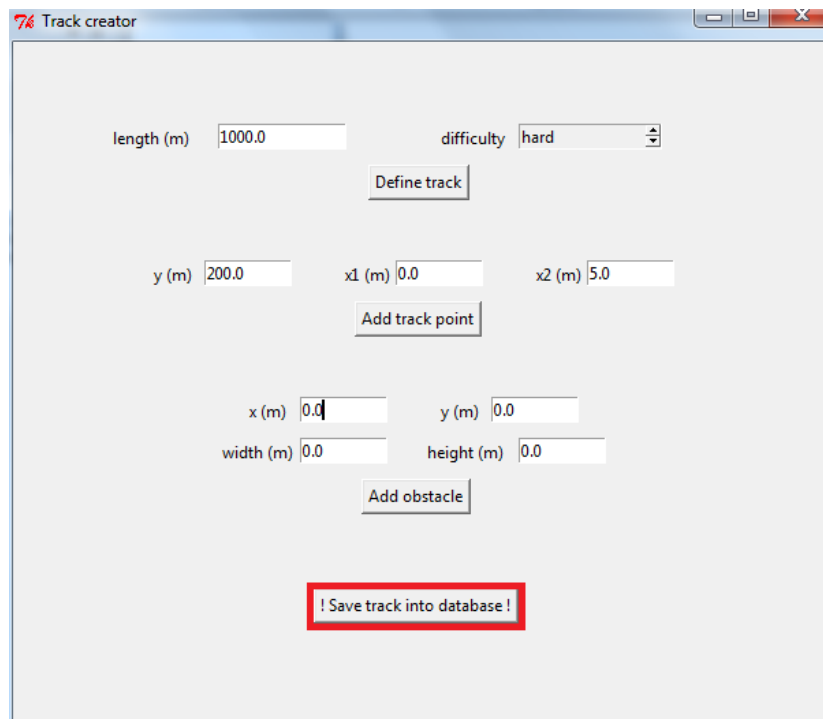


Fig. 4.6. Save track into database

Font: Elaboració pròpia

4.2.1.2. Vehicle

Per tal de crear un vehicle s'ha d'entrar a “create_car” com podem veure a la figura 4.7.

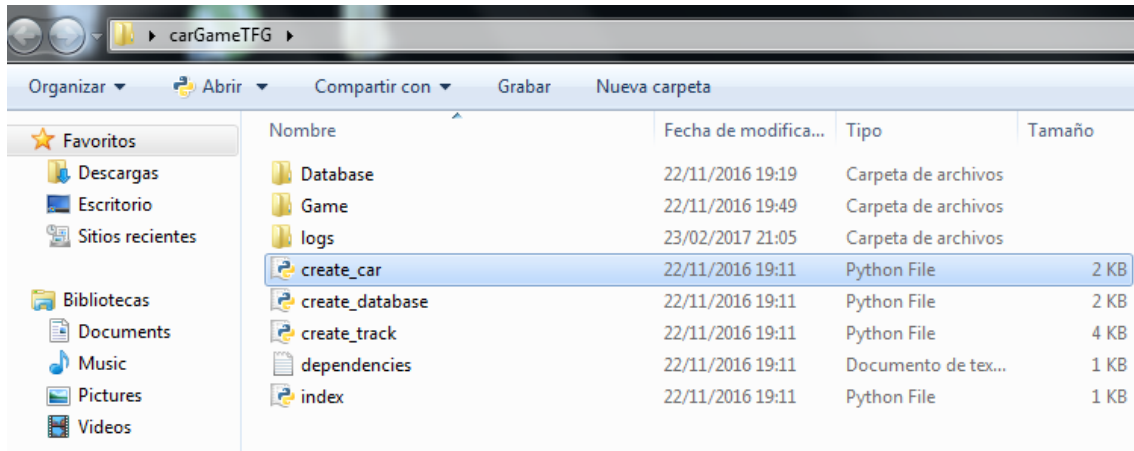


Fig. 4.7. Create car

Font: Elaboració pròpia

Automàticament s'obre una nova pantalla que s'ha d'omplir per aconseguir les especificacions tècniques desitjades.

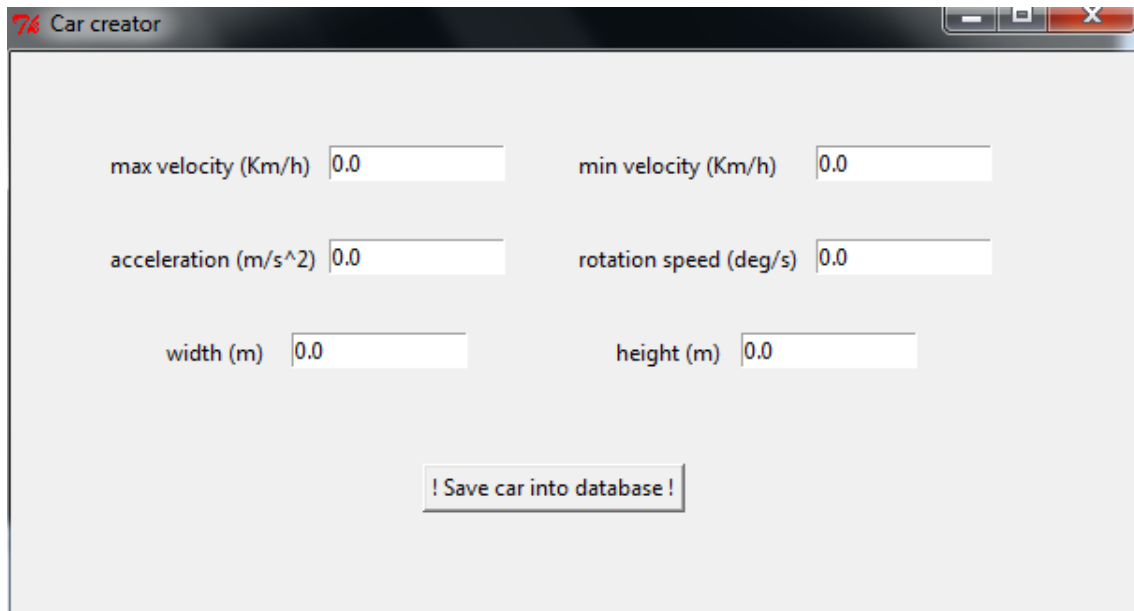


Fig. 4.8. Car creator

Font: Elaboració pròpia

Com es pot veure a la figura 4.8. es comença per “max. Velocity (Km/h)” aquesta casella s'ha d'omplir amb la velocitat màxima que es vol fer arribar el vehicle. A la

drete es dona valor a la velocitat mínima anomenada “min. Velocity (Km/h)”, en cas de que no es necessiti una velocitat mínima, aquesta casella s’ha d’omplir amb valor 0. D’aquesta manera el vehicle pot frenar fins a aturar-se.

A continuació, a la casella “acceleration (m/s²)” s’ha de donar valor a l’acceleració del vehicle.

La velocitat de rotació o velocitat angular, es anomenada “rotation speed (deg/s). Tant l’acceleració com la velocitat de rotació del vehicle son punts a tenir molt en compte, ja que ha d’anar relacionat amb la dificultat del circuit, dependent el valor que s’introdueixi, podria el vehicle no seguir la trajectòria de la carretera.

Les mides del vehicle s’introdueixen a les caselles inferiors com son “width (m)”, la amplada i “height (m)” la longitud del vehicle ja que la alçada en un pla de dos dimensions equivaldria a la longitud.

Per finalitzar, s’ha de fer click a “!Save car into database!” com mostra la figura 4.9. D’aquesta manera el vehicle es guarda a la base de dades. En cas de que sigui necessari crear més vehicles s’han de repetir tots el passos.

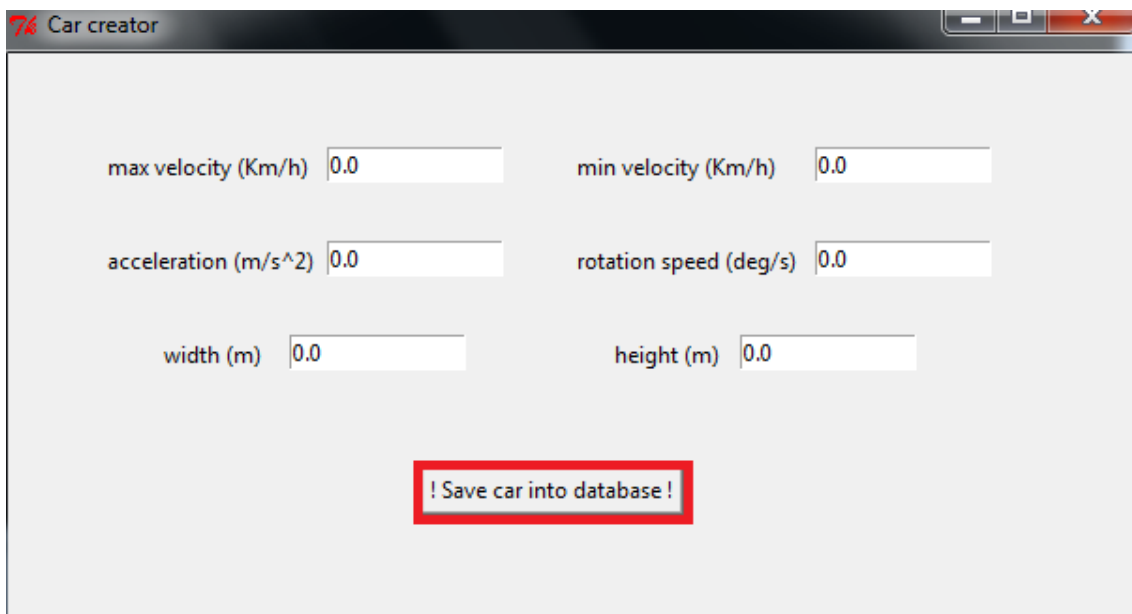


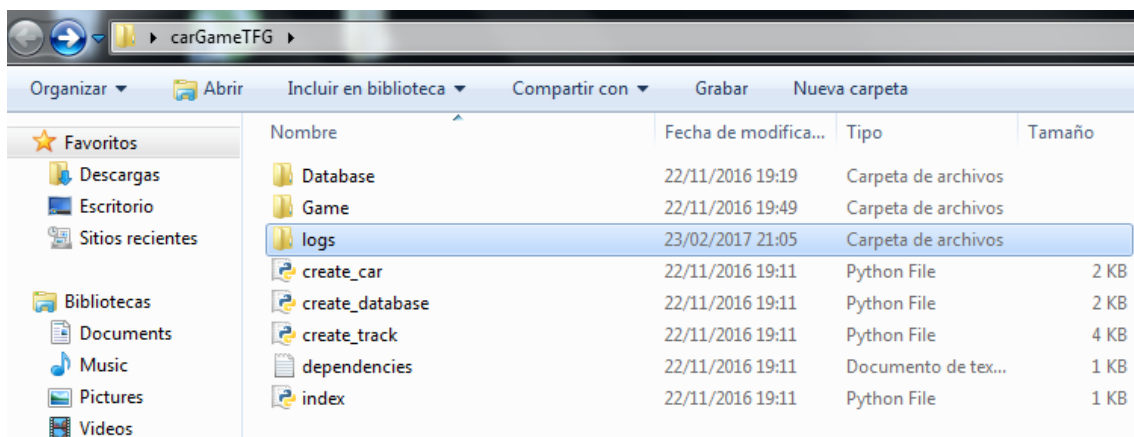
Fig. 4.9. Save car into database

Font: Elaboració pròpia

4.2.1.3. Registre de dades

Una vegada ha sortit el vehicle de la línia de sortida, ha d'arribar fins la línia de meta per donar per finalitzada la prova. En cas de no arribar fins a la línia de finalització, no quedaran registrades les dades.

Dintre de la carpeta general “carGameTFG” es troba la subcarpeta “logs”. En aquesta carpeta queden registrades automàticament les dades de cada prova.



4.10 Carpeta de registre de dades

Font: Elaboració pròpia

Cada arxiu es guarda amb un nom automàtic en format any, mes, dia, hora, minut i segon.

L'arxiu es un format de text “.txt” amb la informació necessària tal com mostra la figura 4.11.

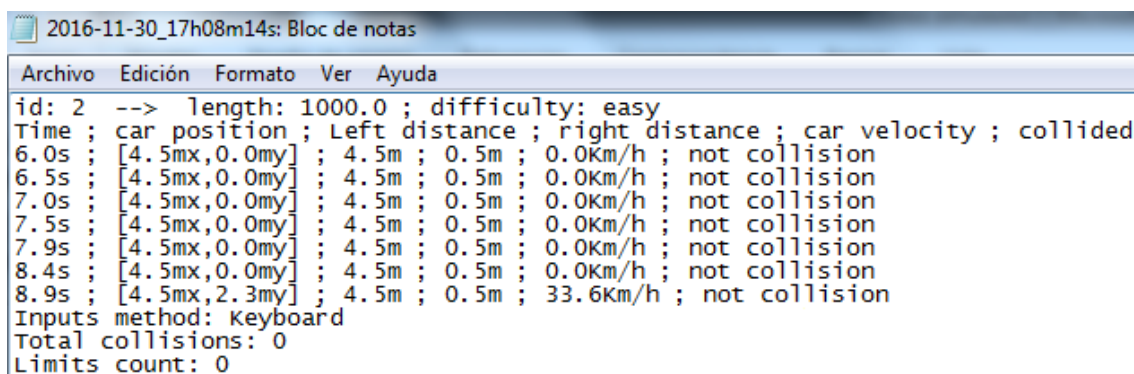


Fig. 4.11. Telemetria de la prova

Font: Elaboració pròpia

El circuit que s'ha utilitzat, en el cas de la figura anterior, el "id:2" amb una longitud de 1000 metres i de fàcil dificultat.

A la segona línia es troben sis columnes, marquen el temps, la posició que es troba el vehicle en aquest moment, la distancia restant del marge esquerre, la distancia restant del marge dret, la velocitat del vehicle i per últim si en aquest punt ha patit una col·lisió. Aquestes dades s'emmagatzemen dues vegades per segon.

A continuació marca "inputs method" en aquest cas s'ha utilitzat el teclat del PC, es podria també utilitzar un joystick.

Obtenim també una suma total de les vegades que el vehicle ha patit una col·lisió.

Per finalitzar hi ha un comptador de les vegades que el vehicle ha circulat per el límit de la carretera, sigui límit esquerre o dret.

4.2.1.4. Iniciar prova

Prèviament a iniciar la prova de joc, s'han d'haver creat circuits i vehicles.

A l'hora d'iniciar el simulador, dintre de la carpeta "carGameTFG" s'ha de fer click a "index".

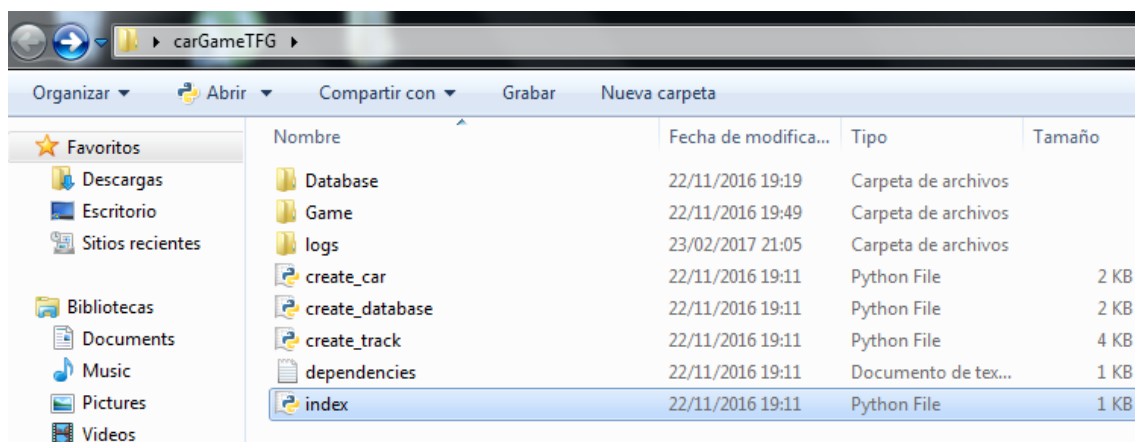
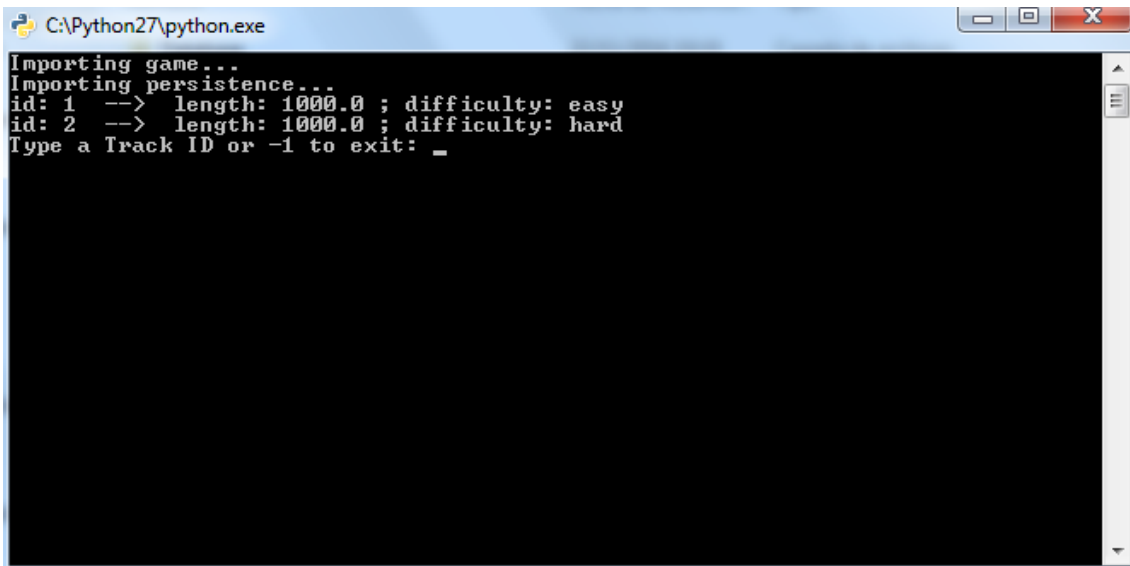


Fig. 4.12. Pantalla d'inici del simulador

Font: Elaboració pròpia

Seguidament, s'obre una pantalla amb els circuits que hi ha guardats, s'ha d'escollir el que es vol i pitjar la tecla enter.

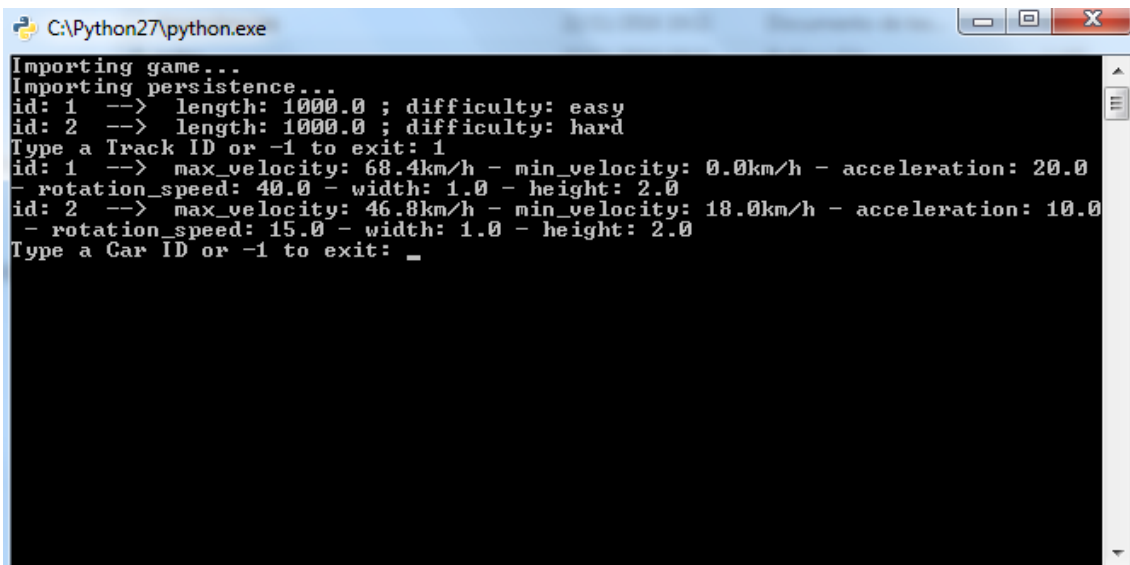


```
C:\Python27\python.exe
Importing game...
Importing persistence...
id: 1 --> length: 1000.0 ; difficulty: easy
id: 2 --> length: 1000.0 ; difficulty: hard
Type a Track ID or -1 to exit: _
```

Fig. 4.13. Elecció de circuit

Font: Elaboració pròpia

Per últim s'ha d'escollir el vehicle que es vol utilitzar, en el cas que hi hagi més d'un.



```
C:\Python27\python.exe
Importing game...
Importing persistence...
id: 1 --> length: 1000.0 ; difficulty: easy
id: 2 --> length: 1000.0 ; difficulty: hard
Type a Track ID or -1 to exit: 1
id: 1 --> max_velocity: 68.4km/h - min_velocity: 0.0km/h - acceleration: 20.0
- rotation_speed: 40.0 - width: 1.0 - height: 2.0
id: 2 --> max_velocity: 46.8km/h - min_velocity: 18.0km/h - acceleration: 10.0
- rotation_speed: 15.0 - width: 1.0 - height: 2.0
Type a Car ID or -1 to exit: _
```

Fig. 4.14. Elecció de vehicle

Font: Elaboració pròpia

Una vegada escollit el vehicle, automàticament es posa en marxa el simulador y s'obre la pista de joc per començar.

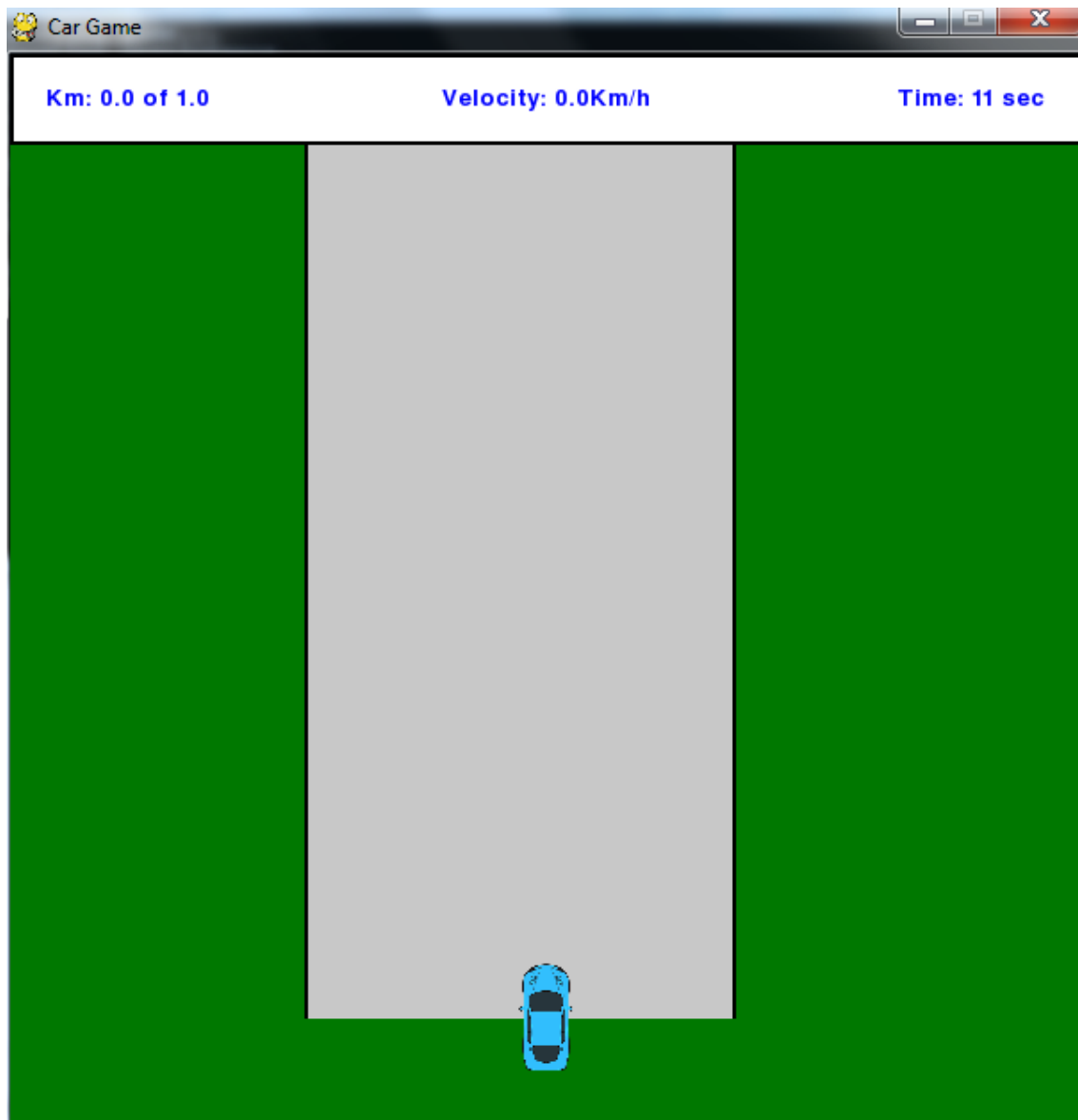


Fig. 4.15. Pista de joc

Font: Elaboració pròpia

4.3. Experimentació

A continuació es mostren les activitats dissenyades. Les condicions ambientals de la sala han de ser idèntiques per a cada activitat. En aquest cas els experiments han sigut amb una temperatura de 23°C.

4.3.1. Activitat 1

Durant la primera activitat, l'usuari ha d'estar relaxat i amb els ulls tancats. Aquesta consisteix en escoltar un àudio a través d'uns auriculars.

L'àudio tindrà una durada d'un minut combinat amb diferents estils, amb talls de sobte per poder veure la reacció de cada persona. Aquesta combinació consta de música relaxant, sorolls de motors i una part eròtica, tot barrejat amb moments de màxim silenci.

Repartit de la següent manera:

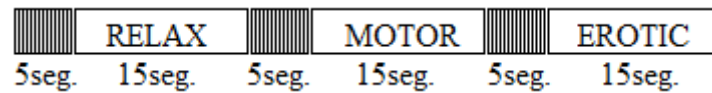


Fig. 4.16. Explicació àudio Font: Elaboració pròpia

La part ratllada equival a silenci, es a dir no hi ha àudio.

Aquesta activitat es va fer en mode de prova, però veient els resultats positius s'ha afegit al projecte. Es una activitat en que es pot veure clarament els canvis de ritme de les ones del EEG amb el software. Aquests canvis de sobte de les ones son degut a que l'usuari no s'espera el que vindrà després del silenci.

4.3.2. Activitat 2

El segon experiment, tracta de que mitjançant un simulador de PC, explicat a l'apartat *Simulador*, l'usuari ha de seguir una carretera (circuit) amb un cotxe amb una sèrie de condicionants.



Fig. 4.17. Simulació experiment 2 i 3

Font: Elaboració pròpia

Aquesta prova consisteix en que l'usuari ha de estar assentat en una cadira davant d'un PC com es pot veure a la figura 4.17. Mitjançant un simulador, amb els cursors del teclat com mostra la figura 4.18., ha de continuar amb un vehicle per un traçat de la forma més ràpida possible i sense sortir de la carretera ja que si el vehicle es troba fora del traçat hi ha penalitzacions de temps, el vehicle disminueix considerablement la velocitat fins que es trobi de nou a la carretera. Durant el recorregut hi ha dos obstacles que s'han d'esquivar, en cas de xocar, el vehicle frena en sec, per tal de continuar la marxa, s'ha de continuar endavant encara que fins que no es sobrepassa l'obstacle el vehicle va a una velocitat inferior a 0,1km/h.



Fig. 4.18. Explicació dels cursors

Font:Elaboració pròpia

4.3.2.1. Circuit

El traçat d'aquesta prova es anomenat "easy". Està determinat per una longitud de 1000 metres, una amplada màxima de 10 metres i una mínima de 7 metres. Durant el recorregut es troben una sèrie de complicacions com son corbes a dreta, a esquerre, obstacles i reduccions de la carretera com mostra la taula.

Complicació	Nombre
Dreta	6
Esquerre	6
Obstacle	2
Reducció	2

Taula: 4.1. Dificultats circuit "Easy"

Font: Elaboració pròpia

La primera reducció de carretera comença al metre 120 i finalitza al metre 180. La segona reducció comença al metre 670 i acaba al 730. Les dues es queden amb una amplada mínima de 7 metres.

Durant aquesta activitat es troba el primer obstacle al metre 250, a dos metres del marge esquerre. El següent obstacle es troba al metre 800 també a 2 metres del marge esquerre. Cada obstacle té unes dimensions de un metre de llargada i dos metres d'amplada.

Coordenades del circuit

A la taula 4.2., es mostra el circuit d'aquesta activitat, el circuit "Easy". Es una taula de tres columnes on "Y" mostra la longitud del circuit, i "X" marca els extrems de la carretera, es a dir, "X1" defineix l'extrem esquerre i "X2" l'extrem dret. Totes les longituds son amb el sistema internacional, el metre.

Y (m)	X1 (m)	X2(m)
0	0	10
50	0	10
100	23	33
120	23	33
125	25	32
150	25	32
180	23	33
200	23	33
230	40	50
280	40	50
330	30	40
400	30	40
450	20	30
500	20	30
570	10	20
630	10	20
670	12	19
700	12	19
730	10	20
830	10	20
900	7	15
1000	7	15

Taula 4.2. Coordenades circuit "Easy"

Font: Elaboració pròpia

4.3.2.2. Vehicle

El vehicle que s'utilitza té unes dimensions de 2 metres de longitud i 1 metre d'amplada. Únicament consta d'una marxa, endavant, ja que no pot circular marxa enrere. Capaç d'obtenir una velocitat màxima de 70km/h, no té velocitat mínima fixada, la acceleració es de 20m/s^2 i la velocitat de rotació es de 40deg/s .

Per poder donar per finalitzada la prova, el vehicle a de sobrepassar la línia de meta. En cas de no arribar al final del recorregut, no es crearà un log amb les dades i no es podrà veure la telemetria.

4.3.3. Activitat 3

La última activitat es molt similar a la prova anterior, la diferència que hi ha es que el circuit varia, en aquest cas s'anomena "hard".

4.3.3.1. Circuit

Es un circuit igualment de 1000 metres de longitud però té una major durada de temps degut a que hi ha més quantitat de complicacions com mostra la taula.

Complicació	Nombre
Dreta	13
Esquerre	8
Obstacle	2
Reducció	1

Taula 4.3. Dificultats circuit "hard" Font: Elaboració pròpia

Té una amplada màxima de 9 metres i una mínima de 6 metres.

Es troba una reducció al metre 50 i no s'amplia fins al metre 220.

Els obstacles són de un metre de longitud i dos metres d'amplada, igual que a l'activitat anterior. En aquest cas, el primer obstacle està situat al metre 500, a meitat del recorregut i a dos metres del marge esquerre. El següent, es troba cent metres més endavant, es a dir, al metre 600, aquest també a dos metres del marge esquerre.

Coordenades del circuit

A la taula 4.4., es mostra el circuit d'aquesta activitat, el circuit "hard". És una taula de tres columnes on "Y" mostra la longitud del circuit, i "X" marca els extrems de la carretera, es a dir, "X1" defineix l'extrem esquerre i "X2" l'extrem dret. Totes les longituds són amb el sistema internacional, el metre.

Y(m)	X1(m)	X2(m)
0	0	9
50	0	9
100	2	8
200	2	8
220	0	9
240	0	9
250	3	12
255	3	12
260	8	17
290	8	17
310	15	24
320	8	17
400	8	17
420	16	25
430	11	20
530	11	20
560	6	15
650	6	15
700	30	39
720	0	9
800	0	9
820	40	51
850	20	31
900	20	31
910	40	51
950	5	16
1000	5	16

Taula 4.4. Coordenades circuit "hard"

Font: Elaboració pròpia

4.3.3.2. Vehicle

El vehicle que s'utilitza es el mateix que a l'activitat 2, amb les mateixes característiques.

Disposa d'unes dimensions de 2 metres de longitud i 1 metre d'amplada. Únicament consta d'una marxa, endavant, ja que no pot circular marxa enrere. Capaç d'obtenir una velocitat màxima de 70km/h, no té velocitat mínima fixada, la acceleració es de 20m/s^2 i la velocitat de rotació es de 40deg/s.

5. Preparació dels dispositius

La preparació dels dispositius es molt important, ja que aquest apartat inclou la configuració i el posicionament de cada element. En cas de no fer correctament aquests passos, els resultats obtinguts no seran correctes.

5.1. Configuració de la càmera

Abans de fer la captura de dades amb la càmera tèrmica es necessari fer una configuració d'aquesta. En cas de no fer la configuració adequadament, les mesures que s'obtidran seran incorrectes.

Encara que la configuració de la sala sigui correcte, a l'hora de fer les mesures, s'han de mantenir les mateixes condicions ambientals dintre de la sala.

5.1.1. Parts de la càmera

Per tal de fer un correcte ús del dispositiu, es necessari conèixer les seves parts. A continuació es mostren unes imatges de la càmera termogràfica utilitzada. Aquestes imatges identifiquen les parts de la càmera. I Finalment s'inclou una taula amb la definició i la funció de cada part.

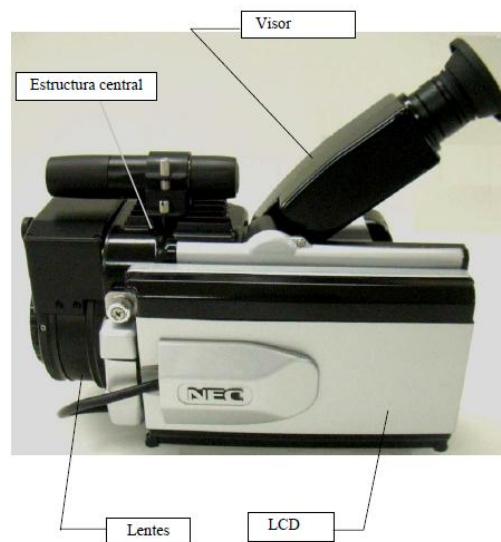


Fig. 5.1. Parts de la càmera Font: Manual NEC

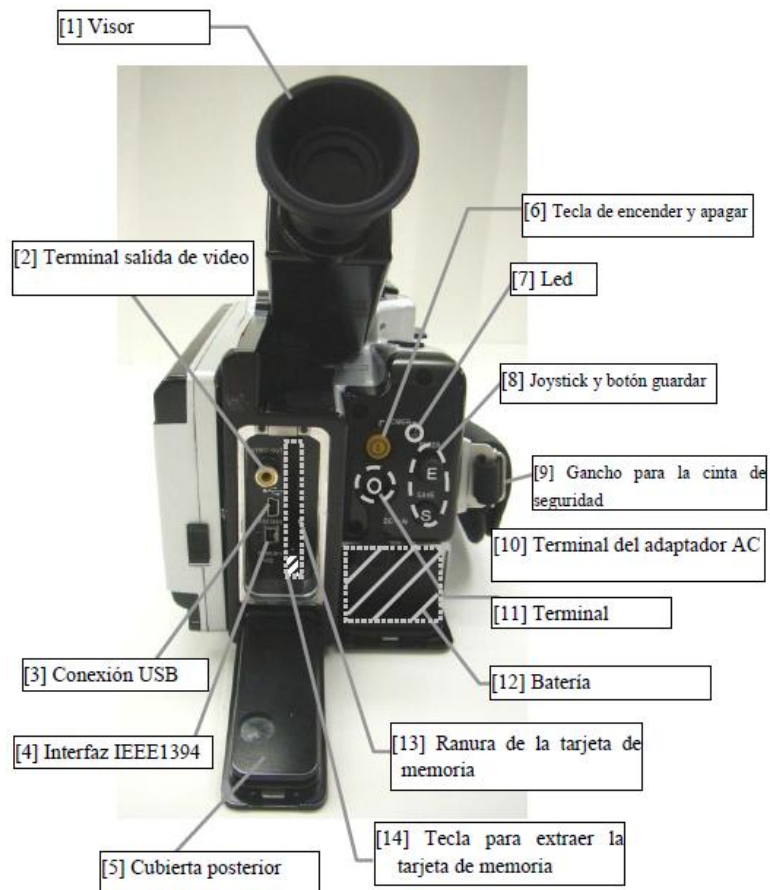


Fig. 5.2. Parts de la càmera Font: Manual NEC

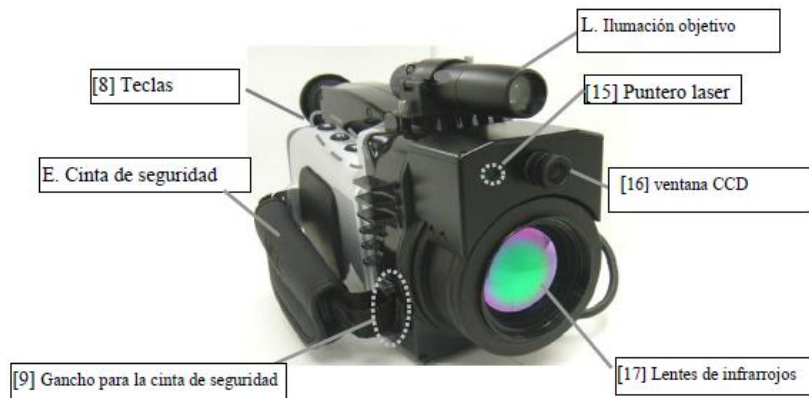


Fig. 5.3. Parts de la càmera Font: Manual NEC



Fig. 5.4. Parts de la càmera Font: Manual NEC

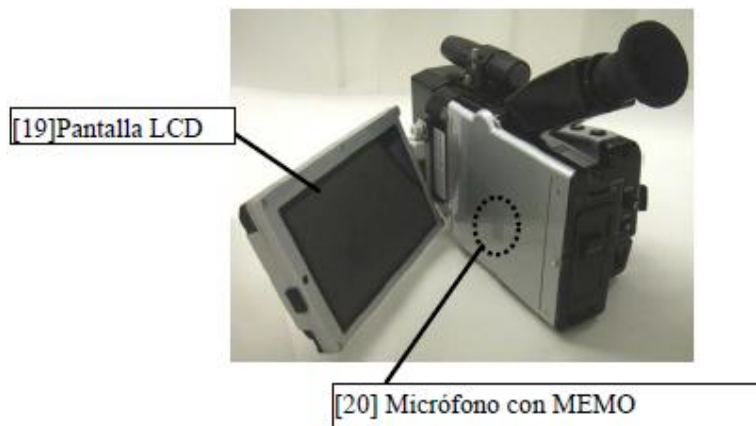


Fig. 5.5. Parts càmera Font: Manual NEC

Referència	Descripció	Funció
[1]	Visor	Mostra la imatge visual i la que s'està enfocant.
[2]	Connector de vídeo	Per introduir el senyal de vídeo (NTSC o PAL).
[3]	Connector USB	Cable per connectar USB.
[4]	Interfície IEEE1394	Connecta amb el cable el IEEE1394.
[5]	Coberta posterior	Interruptors, ranura de la tarja de memòria flash compact, sortida de vídeo i connectors del interfície IEEE1394.
[6]	Botó de encès	Per apagar o encendre la càmera.
[7]	LED	S'il·lumina quan la càmera està encesa i de forma intermitent quan la càmera es troba en stanby.

[8]	Joystick	Per seleccionar les opcions, accepta polsant enter.
[9]	Ganxo per la cinta de seguretat	Per poder enganxar la cinta.
[10]	Connector d'adaptador AC	Per connectar l'adaptador AC.
[11]	Tapa posterior	Per cobrir els connectors i botons i poder guardar la càmera sense perill de fer-los malbé.
[12]	Compartiment de bateria	Per introduir el pack de bateria.
[13]	Ranura tarja de memòria	Per introduir la tarja de la memòria flash.
[14]	Botó d'extracció de la tarja de memòria.	Per poder canviar o extraure la tarja de memòria flash.
[15]	Punter làser	Per apuntar als objectes a l'hora de mesurar.
[16]	Finestra CCD	Per que hi entri llum.
[17]	Lents infraroges	Per que els rajos infrarojos penetrin a la càmera.
[18]	Connector display	Per poder connectar un monitor extern LCD.
[19]	Pantalla LCD	Mostra la imatge termogràfica i visual.
[20]	Micròfon	Serveix per gravar i reproduir senyals de veu.

Taula 5.1. Descripció càmera NEC H2640

Font: Manual NEC

5.1.2. Configuració inicial

A l'hora de començar a fer la configuració de la càmera, el primer que s'ha de fer es ajustar la data i l'hora. D'aquesta manera no hi hauran confusions amb els arxius que es guarden.

-Seleccionar menú, configuració inicial i prémer la tecla "E".

-Seleccionar "SET DATA" i amb els cursors canviar la data.

-Repetir el pas seleccionant “SET TIME” i posar hora actual.

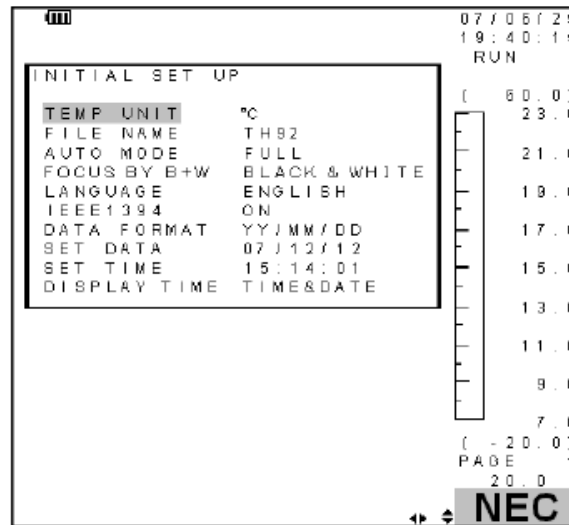


Fig. 5.6. Preparació inicial Font:Manual NEC

5.1.2.1. Sensibilitat

Ajustar la sensibilitat amb el interval de temperatura segons l'escala de colors.

Per ajustar aquesta opció, s'ha de prémer la tecla “left” o “right” per seleccionar aquest ajust. Una vegada esta seleccionat a la pantalla, amb la tecla “E” es gira a la dreta per incrementar o cap a l'esquerre per disminuir la sensibilitat.

Si s'observa la pantalla es poden veure els canvis de valors i l'escala de temperatura a la barra de colors del costat dret de la pantalla.

5.1.2.2. Rang

Aquesta càmera té tres rangs de temperatura. S'ha d'utilitzar el rang 1. Aquest es un rang de temperatura per mesurar l'objecte entre -20°C i 60°C.

Per tal de seleccionar el rang, prémer la tecla “E” i amb les tecles “up”, “down”, “left” i “right”, seleccionar el menú rang i escollir el rang 1.

5.1.2.3. Emissivitat

La emissivitat juga un paper molt important ja que si el valor que s'introdueix es erroni, les mesures no seran correctes. Si es tractés de fer termografies a materials, la pròpia càmera té una taula de valors per escollir segons el material a mesurar. En aquest cas

s'utilitza el mètode de correcció de la emissivitat. Aquest es pot seleccionar al mode "run". Si es necessari també hi ha una opció per entrar un valor de emissivitat de forma manual. En el cas d'aquest projecte, s'ha seleccionat un valor d'emissivitat de 1,00, recomanat pel fabricant, normalment per les persones el valor d'emissivitat es de 0,98 però el fabricant va recomanar per aquesta càmera introduir un valor de 1,00.

5.1.2.4. Mode Run

Aquest mode, guarda les imatges termogràfiques de forma continua a la tarja interna de memòria.

Per fer possible les mesures d'aquest projecte, aquest mode ha d'estar activat ja que es necessita fer una seqüència de fotografies tèrmiques a cada usuari.

Una vegada aquest està activat, a l'hora de fer gravacions, únicament s'haurà de prémer la tecla "R" de la càmera.

5.1.2.5. Interval

Quan s'està treballant amb una seqüència fotogràfica en el mode run, s'ha de seleccionar un interval de temps per cada fotografia. En aquest projecte es selecciona 1/5s, es a dir una fotografia tèrmica cada cinc segons. S'ha fet aquesta elecció degut a que es vol treballar amb la tarja de memòria interna compact flash. Amb aquesta càmera el interval mínim per a treballar amb la tarja es 1/5s.

5.1.2.6. Guardar imatge tèrmica

Per guardar la imatge tèrmica en un arxiu amb format "SIX", ja que aquest el necessitem més endavant, s'ha de pressionar la tecla "S". Una vegada s'està emmagatzemant la informació de la imatge, el nom del directori, el nom de l'arxiu i la paraula "SAVE"(guardar) apareixen a la part inferior de la pantalla.

Cada imatge serà guardada amb una extensió "SIX" i el nom es una sèrie de números que canvien de forma automàtica.

Per guardar termografies a la tarja de memòria amb un interval periòdic (5segons):

-Dins del mode RUN s'ha de col·locar el cursor a la opció guardar prement la tecla amunt o baix, una vegada situat a sobre aquesta s'il·luminarà de color blau.

-Una vegada que aquesta opció apareix il·luminada de color blau, prémer la tecla dreta i seleccionar la opció PC CARD prement amunt o baix.

-Prémer la tecla esquerra.

-A continuació seleccionar la opció interval prement amunt. Aquesta apareixerà de color blau.

-Marcar el interval de temps que es desitja prement la tecla dreta i seleccionant 5 segons.

-Una vegada estiguin els passos anterior finalitzats, prémer la tecla "E".

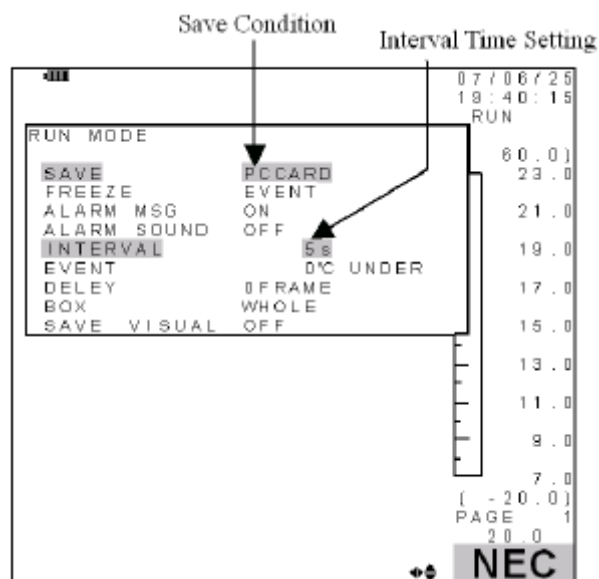


Fig. 5.7. Run mode

Font: Manual NEC

5.1.2.7. Formatar la tarja de memòria

La tarja de memòria compact flash utilitzada es de 1Gb. Per tant una vegada finalitzades les proves de cada usuari s'han de passar les dades de la tarja al PC i aquesta formatar-la. D'aquesta manera hi haurà espai suficient per el següent usuari.

S'ha de seleccionar menú, arxiu, formatar i seguidament prémer la tecla "E". Apareixerà un missatge a la pantalla "CARD FORMAT OK:E NO:C" per tant s'ha de

prémer E per continuar amb la operació i sortirà un missatge “CARD FORMAT NOW FORMATTING!” a la part inferior de la pantalla.

5.1.2.8. Calibratge

Ref CAL (calibratge de la reflexió)

Es una funció que elimina els elements reflexius que es poden trobar a la sala o a la temperatura ambient. Si el calibratge de reflexió no es fa, la mesura de la temperatura exacta no seria possible donat que els elements reflexius de la sala o temperatura ambient alterarien la mesura i l'objectiu de la mesura es tenir una emissivitat baixa.

Aquesta opció es utilitzada quan la superfície d'un objecte està reflectint energia procedent de les condicions de temperatura i la càmera no pot compensar-la amb la opció d'emissivitat.

Per utilitzar aquesta opció ha d'estar la càmera encesa i estable com a mínim 10 minuts abans.

-Seleccionar el menú, correccions i REF CAL i prémer la tecla “E”.

-Apareixerà un missatge que indica que es col·loqui la tapa. S'ha de posar la tapa i prémer “E”.

A la pantalla apareix un missatge indicant que el calibratge està en curs, esperar 5 segons.

NUC (Correcció no uniforme)

Les característiques desiguals de UFPA (elements infrarojos del detector) son corregides per la funció NUC.

NUC permet una mesura més exacta de la temperatura quan els canvis de temperatura ambient son de sobte.

En aquest projecte s'utilitza el mode automàtic, anomenat “AUTO NUC”.

Amb aquest mode, l'operació NUC es va realitzant constantment durant intervals mentre la càmera està en funcionament (“RUN”).

5.2. Posicionament de la càmera

Quan es treballa amb una càmera termogràfica, un dels factors a tenir present es el posicionament de la càmera.

S'ha de tenir en compte que en aquest projecte hi ha un nombre repetitiu d'experiments, això vol dir que hi ha una quantitat elevada de captures d'imatge, per tant, s'ha d'intentar capturar el cos que es vol mesurar en el mateix punt, o el més semblant possible, aquí entra en joc el posicionament de la càmera. Aquesta ha d'estar en un punt fixa, el més estàtic possible. Per això s'ha optat per col·locar la càmera en un trípode sempre en la mateixa posició, només s'ha mogut l'angle de la càmera en l'eix Y per tal d'ajustar amb l'estatura de la persona, ja que cada usuari té una alçada diferent.



Fig. 5.8. Posicionament de la càmera

Font: Elaboració pròpia

La distància escollida entre l'usuari i la càmera es de un metre, aquesta distància es fixa per a tots el usuaris en totes les proves, però en canvi la longitud vertical es de 1,2metres. La càmera s'ha fixat amb un trípode per tal de que no hi hagi moviments a l'hora de fer les captures. Com s'ha comentat anteriorment únicament s'ha mogut l'angle d'inclinació per ajustar la captura amb l'alçada de la persona.

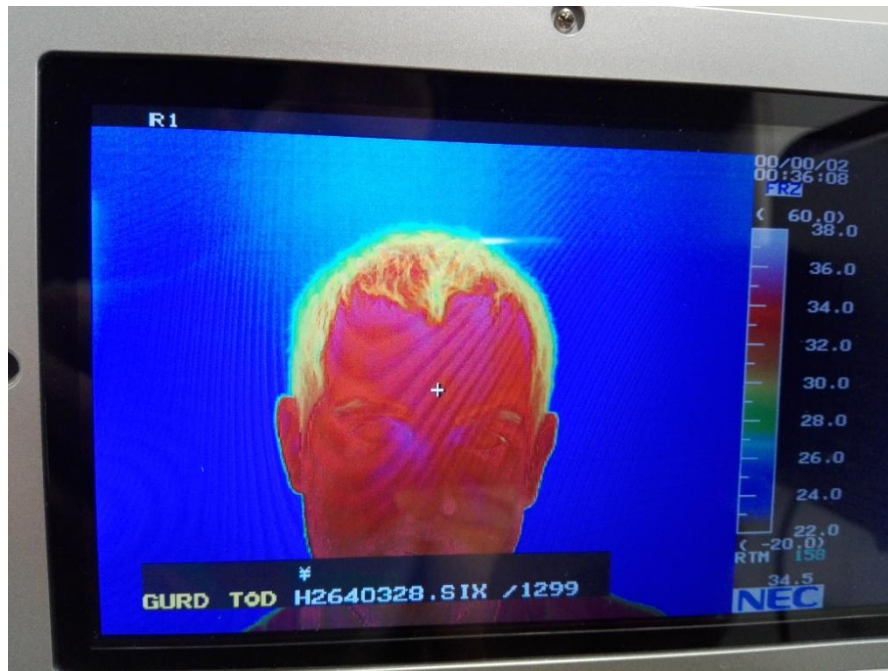


Fig. 5.9. Enfocament de la càmera

Font: Elaboració pròpia

En el cas de la figura 5.9., s'hauria de baixar mínimament la càmera per tal d'ajustar més al centre de l'objectiu.

5.3. Preparació del dispositiu EEG

Per tal de utilitzar correctament el casc Emotiv EPOC+ i que els resultats obtinguts siguin correctes, s'ha de seguir un procediment específic.

Prèviament a la utilització del casc s'ha de fer una càrrega inicial de la següent forma:

5.3.1. Càrrega inicial del casc

Assegurar-se que el petit interruptor situat a la part inferior dreta del casc, es trobi en posició OFF abans de començar.

Connectar el cable mini USB a la ranura del casc, figura 5.10. i al port USB del PC figura 5.11. o al carregador amb alimentació elèctrica de 100-250 VAC (figura...).



Fig. 5.10. Connector mini USB Font: Elaboració pròpia

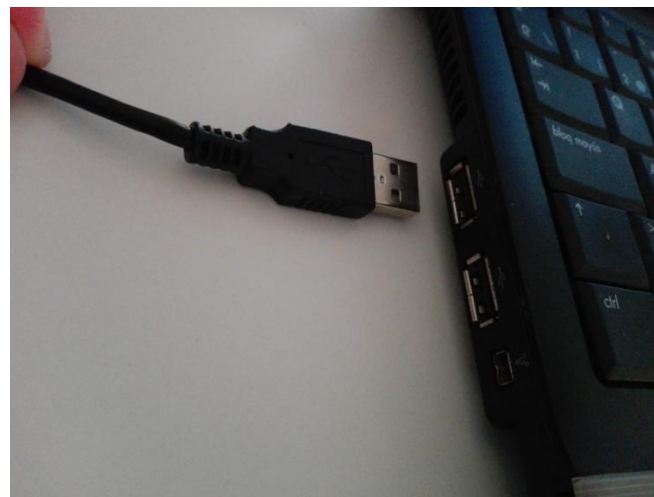


Fig. 5.11. Fil USB Font: Elaboració pròpia

L'endoll del carregador del case, es un endoll americà, per tant es necessita endollar aquest a un adaptador d'endoll americà a endoll europeu com mostra la figura 5.12.



Fig. 5.12. Adaptador Europeu-Americà Font: Elaboració pròpia

Una vegada s'ha col·locat l'adaptador ja es pot endollar a 230VAC.



Fig. 5.13. Connexió a la xarxa Font: Elaboració pròpia

Per que la bateria de Liti es trobi al 100% de la seva capacitat, necessita aproximadament 4 hores de càrrega, depenent de l'estat inicial de càrrega. Normalment, cada 30 minuts s'obté un 10% de càrrega.

El casc conté dos LED d'estat situats a la part posterior, junt a l'interruptor a la part posterior de la diadema. Quan l'interruptor de alimentació es troba en posició ON, el LED s'il·lumina i apareix de color blau si hi ha suficient càrrega pel correcte funcionament. El LED de càrrega s'il·lumina de color vermell durant la carga de la bateria. Una vegada aquesta s'ha omplert, el LED canvia a color verd.

Si el casc esta col·locat al cap d'una persona, aquest no es pot carregar.

5.3.2. Instal·lació del software

S'ha d'accedir al software des de el compte d'usuari de Emotiv MY EMOTIVE, llavors MY DOWNLOADS. Demanarà que s'introdueixi una clau de sèrie i un numero de comanda al pitjar el botó.

Una vegada instal·lat el software, s'ha d'arrencar el programa de Panell de control EPOC, carregant la configuració del casc a la pantalla.

5.3.3. Hidratació dels sensors

S'han d'humitejar els sensors (elèctrodes). S'ha de mullar el filtre (coixinet) de cada sensor sense que es trobi ofegat amb la solució salina.

En el cas de tenir problemes de connexió s'ha d'afegir unes gotes més.



Fig. 5.14. Humitejar els sensors Font: Elaboració pròpia

Per tal de mantenir els sensor humits quan no s'utilitza, s'han de afegir unes gotes de solució salina a el filtre gran de color blanc que es troba a la caixa porta elèctrodes.

5.3.4. Muntatge dels sensors

Després del procés de humitejar, s'han de retirar el sensors amb els seus filtres de la caixa i col·locar cada un als braços del casc, girant cada un en sentit horari un quart de volta fins a sentir un "clic". El "clic" indica que cada sensor esta correctament instal·lat al braç. S'ha d'anar amb compte de no fer una força excessiva, ja que podria causar danys al casc.



Fig. 5.15. Muntatge del sensor

Font: Elaboració pròpia

5.3.5. Emparellar el casc

Per emparellar el dispositiu, s'ha de col·locar el USB transceptor a una de les ranures USB de l'ordinador. En cas d'haver una mala recepció de dades, s'hauria d'utilitzar un cable de extensió i col·locar el transceptor a una distància separada del PC i del monitor.



Fig. 5.16. Emparellar el dispositiu Font: Elaboració pròpia

A continuació, s'ha d'encendre el casc amb l'interruptor que hi ha a l'extrem inferior del cas, mantenint-lo a prop del transceptor.



Fig. 5.17. Botonera del casc

Font: Elaboració pròpia

5.4. Col·locació del casc

Per tal d'aconseguir una bona lectura, es necessari col·locar el casc correctament. S'ha d'agafar el casc amb les dos mans, lliscar el casc cap a sota de la part superior del cap. Col·locar els braços del casc com mostra la figura, i anar amb compte de col·locar els sensors amb la goma negra a l'os, darrere de cada lòbul de l'orella. La ubicació correcta del sensor de goma es necessari pel correcte funcionament.



Fig. 5.18 Col·locació del casc

Font: Elaboració pròpia

Els dos sensors davanters, han de quedar aproximadament a tres dits per sobre de les celles.



Fig. 5.19. Posició frontal del casc Font: Elaboració pròpia

Una vegada el casc es troba a la seva posició, s'han de pressionar els dos sensors de referència (situats darrere de les orelles) durant 5-10 segons. S'ha de comprovar que la llum corresponent a aquests sensors de referència, passen de vermell a verd a la pantalla de configuració del casc al panell de control EPOC.



5.20. Posició lateral del casc Font:Elaboració pròpia

S'ha de pressionar suaument cada sensor contra el cuir cabellut fins que totes les llums corresponents a cada sensor van canviant a color verd al panell de control EPOC.

5.4.1. Pantalla de qualitat de senyal

L'objectiu es aconseguir el màxim de llums de color verd utilitzant el panell de control EPOC i ajustant-los. Encara que no es trobin tots els sensors de color verd, el casc pot treballar amb alguns sensors en color taronja i inclús amb algun vermell però les deteccions seran menys fiables.

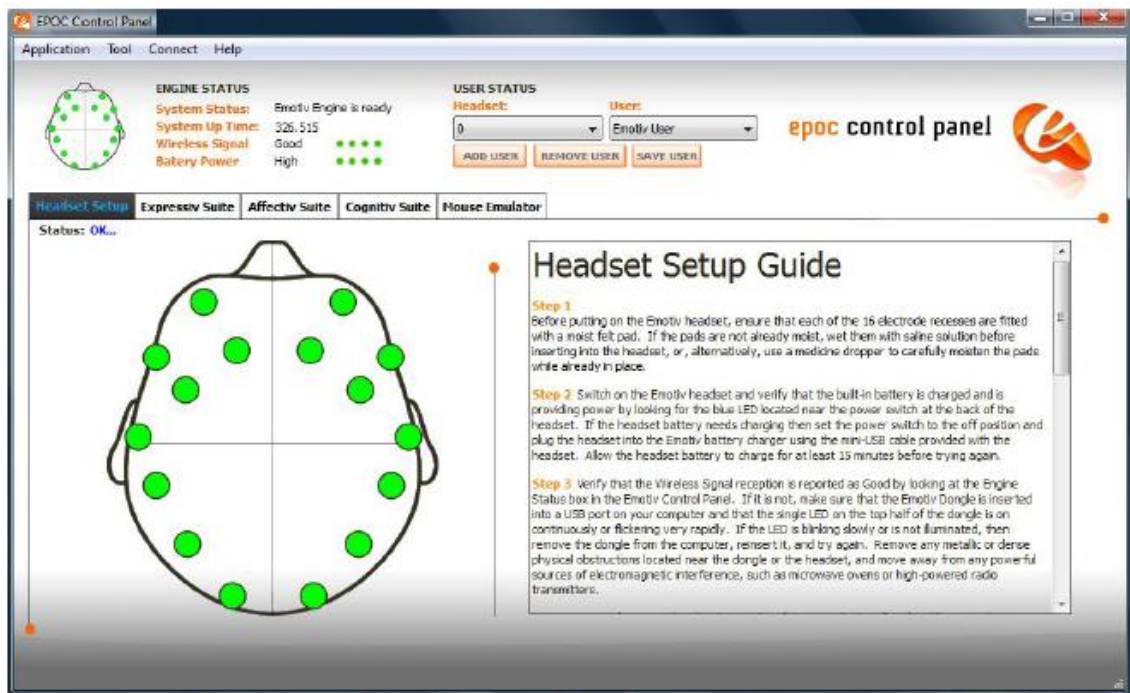


Fig. 5.21. Panell de control EPOC

Font: Elaboració pròpia

6. Captura de dades

6.1. Dades termogràfiques

Una vegada la càmera està configurada correctament, com s'ha explicat a l'apartat de *Configuració de la càmera*, ja està disponible per treballar. Per fer l'obtenció de dades, únicament s'ha de prémer la tecla "R". A partir d'aquest moment la càmera va fent una captura cada cinc segons i s'emmagatzemen a la tarja de memòria compact flash. Quan l'experiment acaba, la captura de dades termogràfiques ha de finalitzar i aquesta para en el moment que es pitja de nou la tecla "R".

La tarja de memòria de la càmera, en aquest cas una compact flash, té una capacitat limitada de 1 Gb, es convenient que al finalitzar les proves amb cada usuari es transfereixin les dades de la tarja al PC, i aquesta formatar-la. D'aquesta manera no hi hauran problemes d'espai, ja que les dades de cada usuari no superen la capacitat de la tarja.

Les dades son emmagatzemades en format SIX.

6.2. Dades EEG

Per tal de capturar les dades que s'adquireixen amb el casc de tecnologia EEG, s'ha utilitzat el software Emotiv Xavier TestBench 3.1.21.

Per fer útil el software s'ha de tenir col·locat el USB al port del PC, el casc ben col·locat, i que els sensors mantinguin bon contacte amb l'ajuda de la solució marina. D'aquesta manera tots els sensors s'haurien de veure de color verd. Ha de marcar l'estat de la bateria amb una barra de color verd, amb la màxima càrrega possible ja que si la bateria del casc té una càrrega mínima, es possible que es perdi la connexió del casc amb el software.

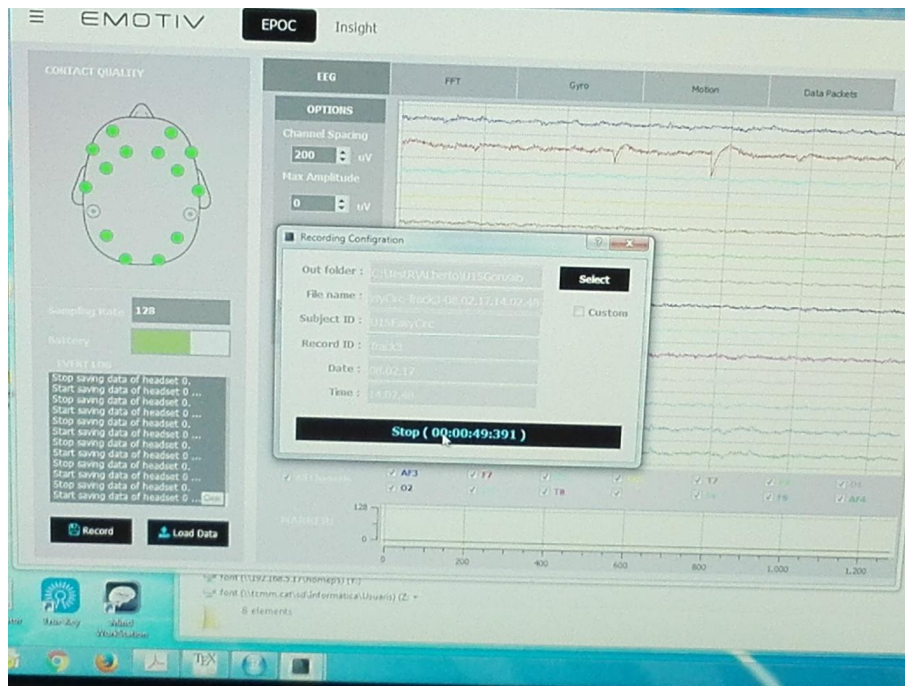


Fig. 6.1. Adquisició de dades EEG

Font: Elaboració pròpia

En aquest moment, s'estan visualitzant les dades del casc EEG al PC, per tal de guardar les dades S'ha de fer click a Record com mostra la figura 6.2.

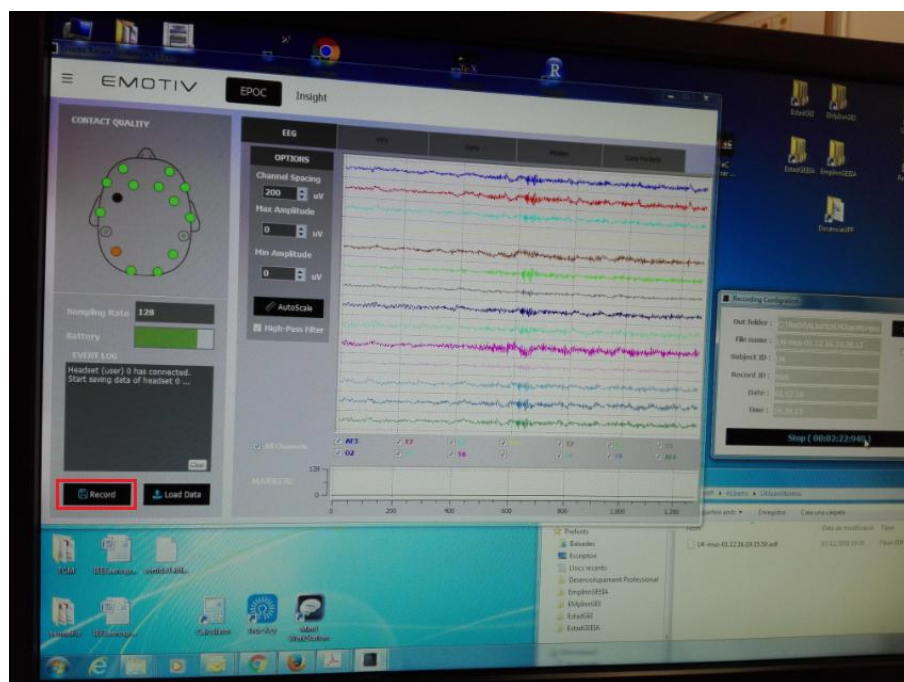


Fig. 6.2. Emmagatzemar dades

Font: Elaboració pròpia

Automàticament s'obre un quadre anomenat "Recording Configuration", s'omplen les caselles i es fa click a "start" per començar la captura, i a "stop" per parar la captura de dades.

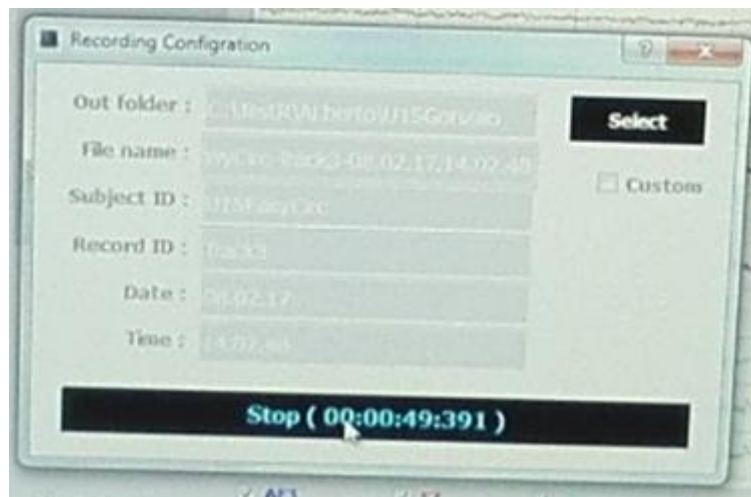


Fig. 6.3. Quadre de gravació

Font: Elaboració pròpia

Les dades s'emmagatzemen en format EDF.

7. Processat i preparació de dades

7.1. Conversió de dades Termogràfiques

Convertir dades Tèrmiques

Després de fer la captura de dades tèrmiques, queden arxius en format “.six”, aquests s’han de convertir a format “.csv” per poder treballar amb Excel.

Amb el software Report Generator, s’ha d’entrar a la primera pestanya del menú, anomenada “Thermal image” i seleccionar “Open Files”, s’obre la finestra que mostra la figura 7.1. i es pitja “Add” per tal d’afegir les imatges que es pretén canviar de format.

La conversió de format s’ha fet pas a pas, es a dir, no es poden afegir totes les dades d’un usuari d’una sola vegada ja que es un procés amb una quantitat molt elevada de dades i el software es queda sense resposta. S’han seleccionat grups de 70 termografies, tot i això, el temps per fer el canvi de format es considerable.

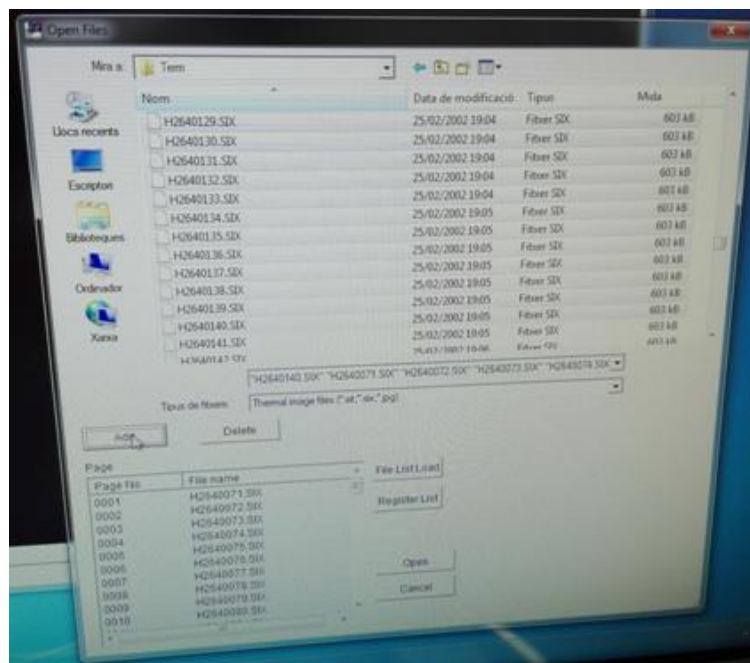


Fig. 7.1. Selecció de termografies Font:Elaboració pròpia

Una vegada esta l’arxiu seleccionat, s’han de convertir a format Excel. S’ha d’anar a “Edit” i a continuació “Export to Excel”.

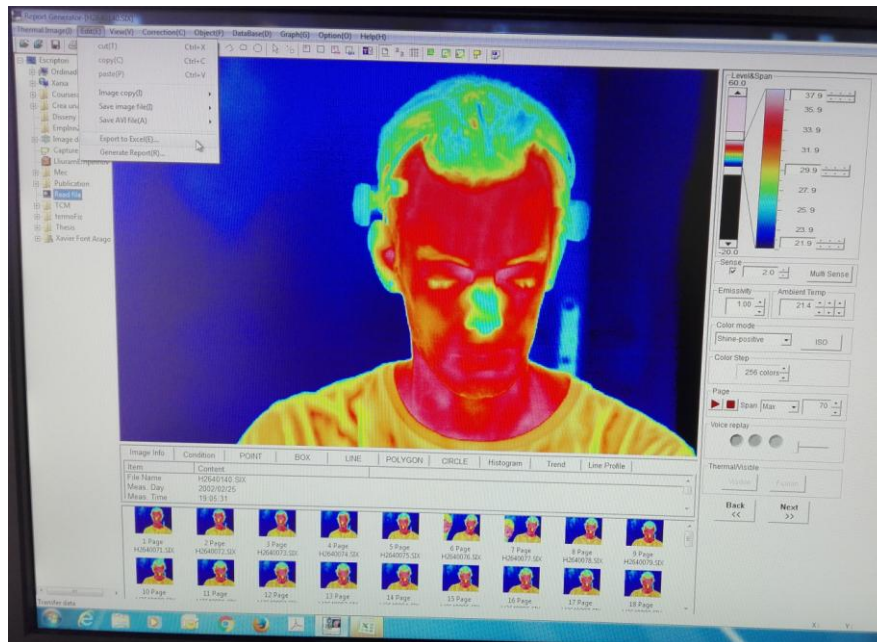


Fig.7.2. Export to Excel

Font: Elaboració pròpia

Automàticament s'obre una pestanya, amb una barra que marca el progrés de transferència de les dades i el temps.

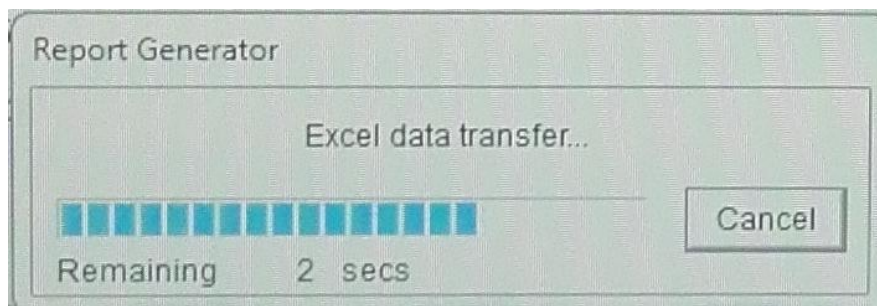


Fig.7.3. Excel data transfer

Font: Elaboració pròpia

Una vegada finalitzada la transferència de dades, s'obre un Excel i en aquest, s'obren tantes pàgines com fotografies s'hagin seleccionat.

A cada pàgina d'Excel, es troba una fotografia tèrmica de 640x480 amb les temperatures a cada punt.

7.2. Conversió de dades EEG

Les dades del dispositiu EEG es troben emmagatzemades al PC i per tal de poder-les analitzar, el primer pas es agafar el format EDF i convertir-lo a CSV, aquest es un format Excel amb el que es podrà treballar.

Per convertir aquestes dades es fa amb el mateix software, Emotiv Xavier Testbench 3.1.21, aquest ens proporciona aquesta funció.

Gràcies a l'ajuda del software, es una feina senzilla ja que únicament s'ha de pitjar el menú desplegable de la cantonada esquerre, entrar a "Tools" i escollir la opció "Convert EDF to CSV", automàticament s'obre una pantalla on s'ha de seleccionar l'arxiu que es vol canviar de format i acceptar. D'aquesta manera, quan finalitzi la conversió sortirà una nova pantalla comunicant que s'ha completat l'acció.

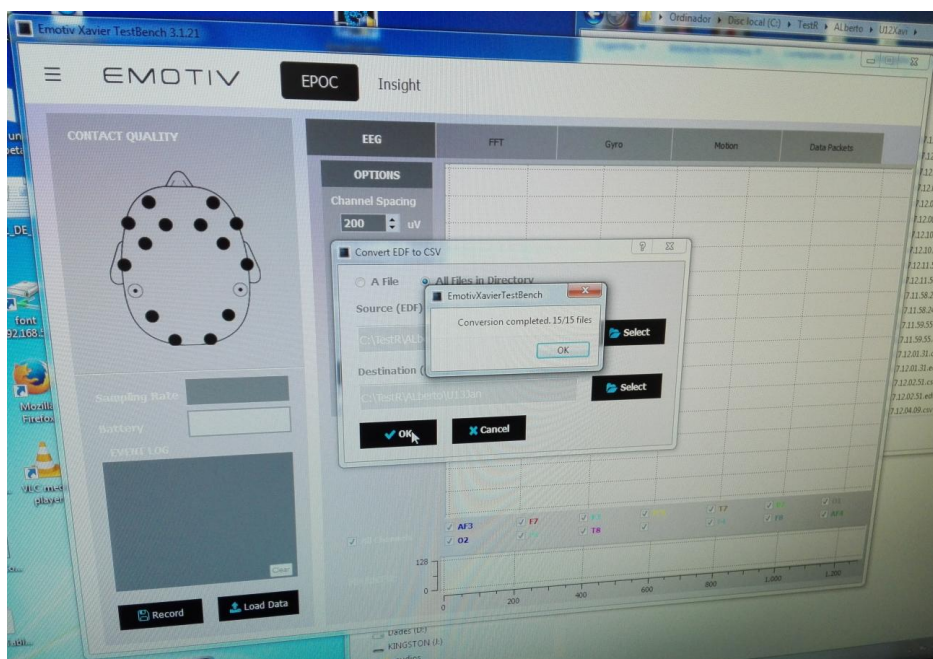


Fig. 7.4. Convert EDF to CSV

Font: Elaboració pròpia

8. Anàlisi de resultats

8.1. Introducció

Una vegada s'han fet les conversions de totes les dades obtingudes amb els diferents dispositius, s'ha optat per fer un anàlisi dels resultats amb un software específic, el Rstudio.

La elecció d'aquest software ha sigut per que es un eina molt utilitzada a la indústria, multi plataforma, es a dir que es pot utilitzar amb Linux, Windows, Mac, etc., pot analitzar qualsevol tipus de dades amb rapidesa i també es compatible amb molt formats de dades.

Per tal d'analitzar les dades del dispositius EEG, s'ha creat un codi en llenguatge R, aquest s'adjunta a l'annex 2.

Dintre d'aquest codi, s'ha assignat una sèrie de variables categòriques per poder analitzar les dades de cada usuari. Aquestes variables son:

expType: Tipus d'experiment que s'ha realitzat.

appPay: Per saber si l'usuari ha utilitzat aplicacions de pagament.

typeApp: Tipus d'aplicació que acostuma a utilitzar l'usuari.

drivLic: Per saber si l'usuari té carnet de conduir.

Aquestes han sigut les variables que s'han escollit, les que podien aportar més informació a l'hora de fer l'anàlisi. Les dades han sigut extretes de l'enquesta prèvia que s'ha fet a cada usuari.

8.2. Anàlisi de les dades

Quan s'ha fet el codi en llenguatge R, aquest s'ha preparat de tal forma que sigui clar, les variables s'han col·locat de manera que les dades es carreguen en columnes.

Quan les dades estan preparades, les variables i el codi està escrit i funciona correctament, es procedeix a fer un anàlisi d'estadística descriptiva.

Una vegada les dades estan carregades respecte les variables categòriques, es pot veure que les dades que s'estan analitzant superen els 9 milions.

```
str(dt1)
Classes ?data.table? and 'data.frame': 9390080 obs. of 10 variables:
 $ TIME_STAMP_s : int 2436 2436 2436 2436 2436 2436 2436 2436 2436 2436 2436 ...
 $ TIME_STAMP_ms: int 793 802 810 819 827 835 844 852 861 869 ...
 $ idUser       : chr "U11" "U11" "U11" "U11" ...
 $ expType      : chr "DiffCirc" "DiffCirc" "DiffCirc" "DiffCirc" ...
 $ trackId      : int 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
 $ appPay       : chr "YES" "YES" "YES" "YES" ...
 $ typeApp      : chr "Games" "Games" "Games" "Games" ...
 $ drivLic      : chr "YES" "YES" "YES" "YES" ...
 $ channel      : chr "AF3" "AF3" "AF3" "AF3" ...
 $ microV       : num 4201 4209 4190 4174 4190 ...
 - attr(*, ".internal.selfref")=<externalptr>

names(dt1)
 [1] "TIME_STAMP_s" "TIME_STAMP_ms" "idUser" "expType"
 [5] "trackId" "appPay" "typeApp" "drivLic"
 [9] "channel" "microV"
```

On:

TIME_STAMP_s: Es el temps de la prova en segons.

TIME_STAMP_ms: Es el temps de la prova en milisegons.

idUser: Es la identificació de l'usuari, U11=usuari1, U12=usuari2,...

expType: Identifica el tipus d'experiment.

trackId: Indica les repeticions (hi ha 5 per prova).

appPay: Indica si l'usuari ha utilitzat aplicacions de pagament.

typeApp: Es el tipus d'aplicació que acostuma a utilitzar l'usuari.

drivLic: Indica si l'usuari té carnet de conduir.

channel: Indica el canal que està llegint del casc EEG, es a dir, el sensor.

microV: Indica el valor de mesura en Micro Volts del sensor.

Quan es treballa amb elevat nombre de dades els càlculs es fan més complexes i per tant més lents, es necessari un software capaç de treballar amb grans quantitats de dades, d'aquesta manera, amb una simple línia de codi, mostra el resultats.

8.2.1. ANOVA

Es una tècnica d'anàlisi estadístic que s'utilitza per comparar les mitjanes de més de dos grups i normalment s'utilitza per establir semblances i diferències entres tres o més grups diferents[12].

S'utilitza el anàlisi de variància ANOVA continuant amb els càlculs anteriors.

Aquest mètode es utilitzat per comparar si dos o més grups son iguals, si hi ha resultats similars, si dos o més conjunts d'observacions son semblants.

Proporciona més flexibilitat per comparar i interpretar resultats.

8.2.1.1. Anàlisi de l'experiment

Es comença fent un ANOVA per comprovar si afecta a l'experiment que l'usuari hagi pagat per alguna aplicació.

```
summary(aov(data=aux1, mean~appPay))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
appPay	1	4	4	0	0.998
Residuals	238	116295660	488637		

La sortida de la funció es una taula clàssica ANOVA amb les següents dades:

Df: Son els graus de llibertat.

Sum Sq: La suma de quadrats, es la desviació respecte la mitjana.

Mean Sq: Es la variància.

F value: Es el valor de la prova estadística de Fisher. El valor de F es la divisió de la variància entre grups amb la variància dintre dels grups, es a dir, la divisió entre la variància explicada entre la variància inexplicada.

Es considera que la variància entre grups es explicada perquè es la variable independent, es a dir, es suposa que entre grups hi haurà diferències. En canvi la variància dintre dels grups s'anomena variància inexplicada o error de variància per que se suposa que dintre del mateix grup els resultats seran iguals.

Pr(>F): Es el valor p. Aquest es defineix com la probabilitat d'obtenir un resultat al menys tan extrem com el que realment s'ha obtingut, suposant que la hipòtesis nul·la es verdadera.

El valor p es l'element clau per saber si les variables afecten o no. Aquest valor oscil·la entre 0 i 1. Si aquest valor es inferior o igual a 0,05 es diu que es rebutja la hipòtesis nul·la i per tant aquesta variable si que afecta.

S'ha de dir que en aquest cas, el valor p es elevat, es un valor gairebé de 1, per tant, que l'usuari hagi pagat per una aplicació no afecta a l'experiment.

Es continua analitzant el tipus d'experiment amb la variable de que l'usuari ha pagat per una aplicació.

```
summary(aov(data=aux1, mean~expType+appPay))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
expType	2	1113	557	0.001	0.999
appPay	1	4	4	0.000	0.998
Residuals	236	116294547	492774		

A continuació es mostra un anàlisi més complex, es fa una mitjana dels valor de cada variable.

```
summary(aov(data=aux1, mean~.))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	2	1113	557	1.651e+02	< 2e-16	***
appPay	1	4	4	1.133e+00	0.28834	
typeApp	1	161	161	4.776e+01	5.38e-11	***
drivLic	1	379	379	1.124e+02	< 2e-16	***
channel	15	116291525	7752768	2.300e+06	< 2e-16	***
sd	1	437	437	1.297e+02	< 2e-16	***
median	1	1297	1297	3.846e+02	< 2e-16	***
n	1	23	23	6.855e+00	0.00947	**
iqr	1	0	0	2.100e-02	0.88595	
Residuals	215	725	3			

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Es veu amb claredat que hi ha variables que si que afecten.

Es continua analitzant els resultats utilitzant com a variable de resposta una mesura de variació.

En aquest cas amb la desviació estàndard.

```
summary(aov(data=aux1, sd~.))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
expType  2   2156    1078   2.587 0.077561 .
appPay   1   8535    8535  20.482 9.96e-06 ***
typeApp  1  24673  24673  59.211 5.06e-13 ***
drivLic  1    378    378   0.906 0.342193
channel  15  72359   4824  11.577 < 2e-16 ***
mean     1  29386  29386  70.524 6.15e-15 ***
median   1  14097  14097  33.832 2.16e-08 ***
n        1   6115   6115  14.676 0.000168 ***
iqr      1  27578  27578  66.184 3.26e-14 ***
Residuals 215  89587    417
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Si es comprova el valor p, hi ha gran quantitat de variables que afecten.

Degut a que poden haver variacions analitzant les variables per separat o analitzant tot el conjunt, es realitza una desviació estàndard amb la variable “appPay”.

```
summary(aov(data=aux1, sd~appPay))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
appPay  1   8535    8535   7.627 0.0062 **
Residuals 238 266329    1119
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

El valor p, està per sota ja que $0,0062 < 0,05$ per tant fent la comprovació per separat, aquesta variable afecta.

Es continua amb la variable “drivLic”

```
summary(aov(data=aux1, sd~drivLic))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
drivLic  1   8404    8404   7.507 0.00661 **
Residuals 238 266459    1120
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Una vegada s'ha comprovat la desviació estàndard de les variables, es comprova la mediana.

```
summary(aov(data=aux1, median~.))
      Df      Sum Sq Mean Sq    F value    Pr(>F)
expType  2      1392      696 2.715e+02 < 2e-16 ***
appPay   1       199      199 7.762e+01 4.24e-16 ***
typeApp  1       134      134 5.209e+01 9.01e-12 ***
drivLic  1       134      134 5.231e+01 8.21e-12 ***
channel  15 116160211 7744014 3.021e+06 < 2e-16 ***
mean     1       966      966 3.767e+02 < 2e-16 ***
sd       1        66       66 2.572e+01 8.53e-07 ***
n        1        25       25 9.781e+00 0.00201 **
iqr      1         0         0 1.010e-01 0.75127
Residuals 215      551      3
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

A l'hora d'analitzar la mediana, es fa un anàlisi global, donant resultats satisfactoris.

Per finalitzar, es fa una operació amb el rang interquartílic i s'inclouen totes les variables.

```
summary(aov(data=aux1, iqr~.))
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
expType  2   7584   3792  42.243 3.36e-16 ***
appPay   1     18     18   0.195  0.659
typeApp  1   5444   5444  60.649 2.86e-13 ***
drivLic  1   5316   5316  59.224 5.03e-13 ***
channel  15  20553   1370  15.264 < 2e-16 ***
mean     1   1708   1708  19.026 2.00e-05 ***
sd       1   7205   7205  80.269 < 2e-16 ***
median   1     2      2   0.022  0.883
n        1     62     62   0.688  0.408
Residuals 215  19300     90
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

8.2.1.2. Anàlisi nou model

A continuació es crea un nou model eliminant variables, per seguir analitzant.

Es mostren els resultats del rang interquartílic amb quatre variables.

```
summary(aov(data=aux1, iqr~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	2	7584	3792	29.05	6.35e-12	***
typeApp	1	2725	2725	20.88	8.13e-06	***
drivLic	1	7617	7617	58.36	6.63e-13	***
channel	15	20553	1370	10.50	< 2e-16	***
Residuals	220	28712	131			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Es veu clarament que a l'hora de calcular el rang interquartílic, totes les variables afecten.

Per acabar de comprovar els resultats, es calcula la desviació estàndard amb les variables anteriors.

```
summary(aov(data=aux1, sd~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	2	2156	1078	1.246	0.2895	
typeApp	1	3079	3079	3.560	0.0605	.
drivLic	1	6988	6988	8.080	0.0049	**
channel	15	72359	4824	5.577	1.34e-09	***
Residuals	220	190281	865			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

A l'hora de calcular la desviació estàndard d'aquestes variables, únicament afecten els canals i si l'usuari té carnet de conduir.

8.2.1.3. Anàlisi per activitats de conducció

Per últim, es torna a fer l'anàlisi complert, eliminant l'activitat de música, es a dir, es fa l'anàlisi únicament de les activitats de conducció, ja que les dades obtingudes de música a l'hora de fer càlculs poden donar resultats que no siguin correctes.

```
Classes ?data.table? and 'data.frame': 160 obs. of 10 variables:
 $ expType: chr "DiffCirc" "EasyCirc" "DiffCirc" "EasyCirc" ...
 $ appPay : chr "YES" "YES" "NO" "NO" ...
 $ typeApp: chr "Games" "Games" "Social" "Social" ...
 $ drivLic: chr "YES" "YES" "YES" "YES" ...
 $ channel: chr "AF3" "AF3" "AF3" "AF3" ...
 $ mean : num 4151 4146 4146 4146 4147 ...
 $ sd : num 59.4 41.8 68.7 25.4 19.7 ...
 $ median: num 4147 4146 4145 4143 4148 ...
 $ n : int 38144 33920 38656 34944 56704 35072 40192 34560 43904 34816 ...
 $ iqr : num 32.8 29.2 24.1 20.6 20.5 ...
 - attr(*, ".internal.selfref")=<externalptr>
```

Es pot observar que les observacions baixen de manera considerable, ja que hi ha menys dades.

S'ajusten les variables, es a dir, es fa un càlcul de la mitjana amb les variables que haurien d'afectar a la conducció.

```
summary(aov(data=aux2, mean~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	1	9	9	1.106e+00	0.294666	
typeApp	1	11	11	1.300e+00	0.256100	
drivLic	1	130	130	1.531e+01	0.000141	***
channel	15	77642414	5176161	6.084e+05	< 2e-16	***
Residuals	141	1200	9			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

A continuació es calcula la desviació estàndard amb totes les variables seleccionades.

```
summary(aov(data=aux2, sd~.))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	1	1	1	0.001	0.96980	
appPay	1	3413	3413	7.565	0.00676	**
typeApp	1	14492	14492	32.119	8.32e-08	***
drivLic	1	3133	3133	6.944	0.00939	**
channel	15	52237	3482	7.718	2.87e-12	***
mean	1	24129	24129	53.478	2.03e-11	***
median	1	7781	7781	17.245	5.77e-05	***
n	1	2225	2225	4.931	0.02803	*
iqr	1	18283	18283	40.520	2.77e-09	***
Residuals	136	61363	451			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les dades calculades mostren que totes les variables afecten excepte el tipus d'experiment.

Es calcula el rang interquartílic amb totes les variables.


```
summary(aov(data=aux2, iqr~.))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	1	114	114.0	5.426	0.0213	*
appPay	1	0	0.1	0.003	0.9583	
typeApp	1	1872	1871.5	89.047	< 2e-16	***
drivLic	1	0	0.1	0.004	0.9504	
channel	15	8955	597.0	28.406	< 2e-16	***
mean	1	490	490.0	23.312	3.65e-06	***
sd	1	901	901.0	42.870	1.10e-09	***
median	1	9	8.8	0.417	0.5193	
n	1	113	112.8	5.367	0.0220	*
Residuals	136	2858	21.0			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Ja per acabar de fer el anàlisi, es calcula el rang interquartílic, sols amb les quatre variables, com als casos anteriors.

```
summary(aov(data=aux2, iqr~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
expType	1	114	114.0	3.161	0.0776	.
typeApp	1	1029	1029.4	28.534	3.61e-07	***
drivLic	1	126	126.2	3.497	0.0635	.
channel	15	8955	597.0	16.548	< 2e-16	***
Residuals	141	5087	36.1			

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

8.3. Conclusions

Hi ha un elevat nombre de dades, superen els 9 milions, i es possible que hi hagin dades que interfereixin a l'hora d'analitzar els resultats, es a dir, que hi ha resultats que no son correctes degut a la gran quantitat de valors. Es per això que s'ha fet un anàlisi rebutjant variables i utilitzant l'anàlisi de variància ANOVA.

Quan s'ha començat a fer els càlculs amb totes les dades, a l'hora de fer els càlculs amb totes les variables, es a dir tot junt, han sortit resultats que, gran quantitat de variables afecten a l'experiment. En canvi quan s'ha fet per separat, es a dir, aïllant variables, els valors han canviat considerablement i el resultat es que aquestes variables no afecten. Això es degut a que la gran quantitat de dades falsegen el resultat.

Es pot dir però, que la mitjana no es significativa, no sembla afectada. En canvi la desviació estàndard, la mediana i el rang interquartílic si.

S'ha creat un nou model seleccionant variables que es creia que sortiria un resultat positiu però, únicament s'ha extret la conclusió que el rang interquartílic sí que afecta.

Finalment per acabar de treure millors conclusions, s'ha fet una última prova rebutjant l'experiment de música, ja que aquest no afecta a la conducció i d'aquesta manera la quantitat de dades es menor. Es pot arribar a la conclusió final que la mitjana no afecta, i en canvi la desviació estàndard i el rang interquartílic són significatius.



Els resultats són coherents, però és probable que hi hagi algun error de mesura i per això hi ha algun valor que ha sorprès, això pot ser degut a que hi ha soroll a l'hora d'adquirir les dades amb el dispositiu EEG i els valors de les dades puguin variar.

Per intentar minimitzar els errors, seria convenient utilitzar algun mètode per fer que les dades vagin més sincronitzades.

9. Planificació

Es menciona la execució del projecte de detall mitjançant una planificació que es dividirà en les activitats esmentades a la taula 9.1., tenint en compte que es començarà a executar el dia 12 de Setembre de 2016 i degut a les desviacions del projecte les activitats en comptes de finalitzar el 13 de Gener, acaben el 4 de Maig de 2017. Encara que el diagrama de Gantt finalitza el dia 11 de Maig de 2017, això es degut a que el dia 4 de Maig es comença amb la preparació de la presentació.

A la següent taula es mostra l'activitat, la durada i les activitats predecessores.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		Inici del projecte	0 horas	lun 12/09/16	lun 12/09/16	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Escollir aula per la experimentació	5 horas	lun 12/09/16	lun 12/09/16	1
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Buscar voluntaris per la experimentació	10 horas	mar 13/09/16	mié 14/09/16	2;1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Preparar aparells de mesura (Preparació)	155 horas	lun 17/10/16	mié 30/11/16	6
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Enquesta a l'usuari	3 horas	jue 15/09/16	jue 15/09/16	3
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Proves de joc	105 horas	jue 15/09/16	lun 17/10/16	5
7	<input checked="" type="checkbox"/>	Adquisició de dades Termografia	150 horas	mié 30/11/16	lun 16/01/17	4
8	<input checked="" type="checkbox"/>	Adquisició dades EEG	150 horas	mié 30/11/16	lun 16/01/17	4
9	<input checked="" type="checkbox"/>	Processat i preparació de dades	98 horas	lun 16/01/17	lun 13/02/17	8;7
10	<input checked="" type="checkbox"/>	Analitzar dades termogràfiques	75 horas	lun 13/02/17	lun 06/03/17	9
11	<input checked="" type="checkbox"/>	Analitzar dades EEG	170 horas	lun 06/03/17	vie 21/04/17	10
12	<input checked="" type="checkbox"/>	Redactat del projecte de detall	45 horas	vie 21/04/17	jue 04/05/17	11
13	<input checked="" type="checkbox"/>	Lliurament del projecte de detall	1 hora	jue 04/05/17	jue 04/05/17	12
14	<input checked="" type="checkbox"/>	Preparació de la presentació	25 horas	jue 04/05/17	jue 11/05/17	13

Taula 9.1. Activitats de la planificació

A la taula d'activitats del projecte, marca una activitat més que a l'avantprojecte no hi estava, el processat i preparació de dades amb una durada de 98 hores.

9.1. Diagrama de Gantt

Al diagrama de Gantt obtingut amb Microsoft Project, es pot veure clarament les activitats modificades, es a dir es veu de color negre les activitats que estaven marcades per el projecte de detall però que aquest no s'ha seguit per complicacions que s'han trobat durant el transcurs del projecte. De color blau es pot veure la planificació definitiva que s'ha portat a terme.

S'observa de forma clara que la duració ha augmentat, i que s'ha afegit una altre activitat.

A les activitats marcades de color blau, s'incorporen una sèrie de dades per portar un control. A l'esquerra de l'activitat marca el inici d'aquesta, a la part superior marca la durada en hores i a la part dreta el cost d'aquesta activitat.

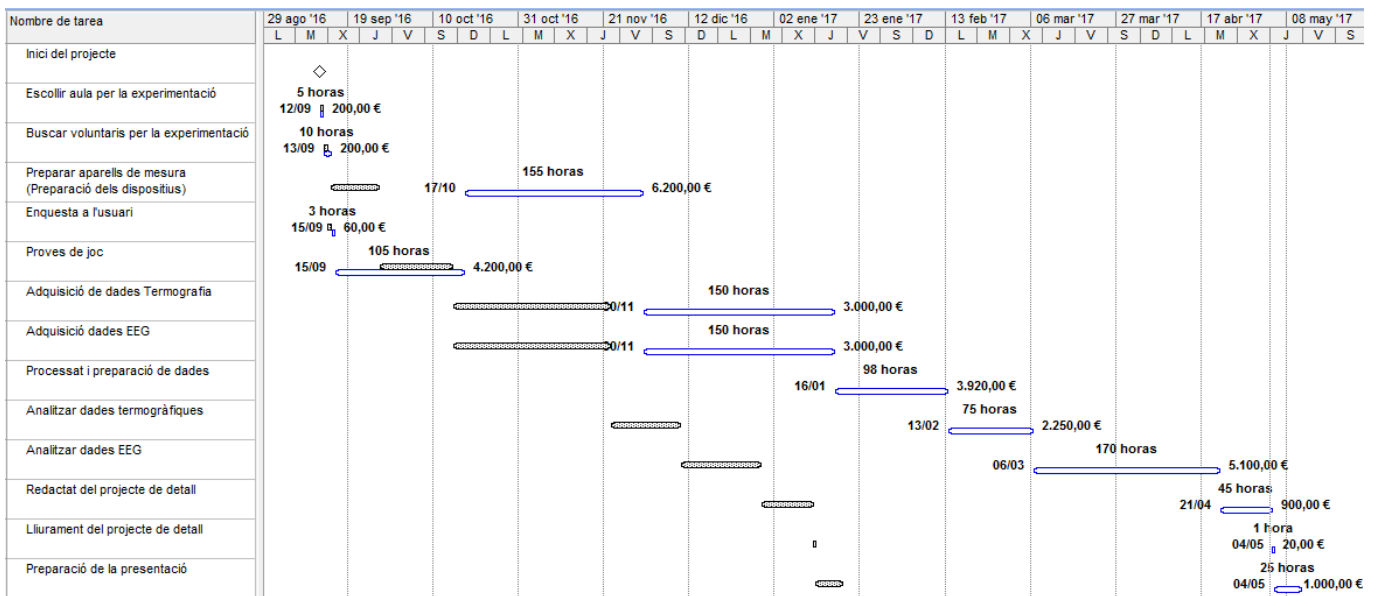


Fig.9.1. Diagrama de Gantt

Font: Elaboració pròpia

9.2. Desviacions de la planificació

A l'apartat de planificació hi ha hagut diferents imprevistos i degut a això s'ha allargat la data d'entrega del projecte.

Es podria dir que gairebé totes les activitats s'han hagut d'allargar més del que hi havia previst.

El fet de trobar voluntaris disponibles a l'hora que es necessitaven ha sigut complicat ja que s'havien de posar d'acord tres parts, un responsable per obrir, el projectista i el voluntari.

A l'hora de fer la preparació dels dispositius per la posada en marxa han sorgit varis imprevistos que han fet endarrerir el projecte 115h. La configuració de la càmera

tèrmica per fer seqüències termogràfiques es un dels punts que es pensava que seria més àgil.

El casc EEG no es podia utilitzar per que venia amb endoll americà, es va haver de comprar un adaptador d'endoll europeu a americà.

Un altre punt ha sigut la preparació i posada en marxa del dispositiu EEG, ja que no s'havia fet mai cap experiment amb ell, a l'hora de buscar software per treballar amb ell va ser una pèrdua de temps fins que al final, la persona del centre encarregada del dispositiu va oferir software amb les claus i codi per la instal·lació. Per altra banda, s'han hagut de fer gran quantitat de proves amb el casc, com que mai s'havia utilitzat els filtres (coixinets) estaven completament secs, i els sensors no captaven el senyal.

No es va trobar cap simulador capaç de registrar la telemetria, per tant es va haver de encarregar a un projectista del departament d'informàtica que crees un simulador amb les necessitats que es desitjava. Una vegada es va crear el simulador, es van haver dissenyar els circuits i els vehicles, cosa que no estava prevista. De la mateixa forma que no estava previst fer l'activitat d'àudio, aquesta va ser creada per tal de poder comprovar els dispositius.

En quant a l'adquisició de dades, van sorgir una sèrie d'inconvenients, per la part termogràfica, han endarrerit el projecte, i es que a la presa de termografies, a l'hora d'emmagatzemar les dades i rescatar-les al PC es una pèrdua de temps elevada, ja que no es pot passar directament de la càmera a l'ordinador. Les primeres adquisicions es van fer passant de la memòria de la càmera a una memòria compact flash que es col·loca a la pròpia càmera i d'aquesta ja es pot descarregar al PC. Amb l'inconvenient que la càmera únicament accepta una memòria màxima compact flash de 4Gb, i al centre només hi ha de 1Gb. Amb el conseqüent problema que s'extraviaven dades.

Amb un altre tema que no s'havia previst es que les dades termogràfiques com les EEG s'han hagut de canviar de format i preparar-les per poder ser analitzades.

L'anàlisi de les dades EEG no estava previst que fos tan extens, però han hagut problemes amb el PC de l'analista i es que el software donava uns errors.

10. Desviacions

Moltes de la desviacions que han aparegut al llarg del projecte s'han comentat anteriorment a l'apartat de desviacions de la planificació.

En quant a l'experiment, la idea era fer tres experiments, una amb teclat, una amb joystick i finalment l'usuari havia de moure el vehicle amb la ment. Finalment es van substituir per un àudio, i dues proves de conducció amb teclat, ja que després de fer varies proves amb el joystick, dificultava el joc a l'usuari.

Es van haver de retallar el temps dels experiments ja que no es convenient tenir un usuari més de 8 minuts.

A la part d'anàlisi, per falta de temps s'ha optat per analitzar les dades EEG, els log del circuit i la part tèrmica s'ha deixat preparat però no s'ha pogut continuar.

El disseny de l'activitat dos i tres, es volia fer un disseny del circuit amb AutoCAD, però per falta de temps no s'ha pogut fer. No haver-ho fet té un punt a favor i es que el preu final del projecte hauria sigut més elevat.

L'apartat econòmic també s'ha vist afectat, ja que si varien les hores de treball, varia el preu final del projecte, aquest s'ha incrementat en 14.330,08€.

11. Conclusions

Es pot dir, que el projecte s'ha finalitzat amb èxit ja que s'ha resolt el que es volia, es a dir adquisició de dades de diferents dispositius, anàlisi d'aquestes i finalment s'ha trobat que la resposta de l'usuari afecta amb els experiments de conducció.

Tot i això s'ha de dir que per obtenir uns valor més acurats, seria necessari intentar millorar la captura de dades, es a dir que vagin de forma sincronitzada, o bé utilitzar un model com podria ser el Dynamic Time Warping, per corregir aquesta petita diferència de temps.

Un altre punt a tenir en compte, es que si es vol una captura òptima de les dades termogràfiques, s'hauria de fer en una sala on les condicions climatològiques siguin idèntiques. Els experiments d'aquest projecte s'han fet al Tecnocampus, es local climatitzat i es pot jugar amb la temperatura però no amb la humitat.

Encara que el projecte s'ha realitzat amb èxit ha quedat pendent analitzar les dades termogràfiques i la telemetria. Les dades estan preparades per si algú es decideix a continuar ja que una vegada estan registrades les dades, es pot extreure'n molta informació.

Referent a la conversió de format de les dades termogràfiques, s'hauria de buscar un software més eficaç per fer la conversió de SIX a CSV. S'ha utilitzat Report Generator però quan hi ha elevades quantitats de termografies es lent i a vegades es queda sense resposta.

Degut a que un projecte d'aquestes característiques no havia sortit a la llum en aquest centre, s'ha vist implicat en una sèrie de complicacions que s'han anat d'anar solucionant sobre la marxa, algunes de senzilles, altres de més complexes que han fet endarrerir considerablement el projecte.

12. Referències

- [1] Wikipedia. Espectro visible. [Online] [Visitat:Maig-2016]
https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible
- [2] Fenercom. Guia de la termografia infraroja. [Online] [Visitat: Maig-2016]
<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Termografia-Infrarroja-fenercom-2011.pdf>
- [3] Wikipedia. Ley de Stefan-Boltzmann. [Online] [Visitat: Maig-2016]
https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Stefan-Boltzmann
- [4] Academia Testo. Ley de radiación de kirchoff. [Online] [Visitat:Maig-2016]
<http://www.academiatesto.com.ar/cms/ley-de-radiacion-de-kirchhoff>
- [5] Wikipedia. Ley de desplazamiento de Wien. [Online] [Visitat: Maig-2016]
https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_desplazamiento_de_Wien
- [6] Academia Testo. Historia de la camara termografica. [Online] [Visitat:Maig-2016]
<http://www.academiatesto.com.ar/cms/historia-de-la-camara-termografica>
- [7] Wikipedia. Interfaz cerebro computadora. [Online] [Visitat: Juny-2016]
https://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_cerebro-computadora
- [8] L.-D. Liao, C.-Y. Chen, I.-J. Wang, S.-F. Chen, S.-Y. Li, B. Chen, J.-Y. Chang, and C.-T. Lin, "Gaming control using a wearable and wireless EEG-based brain-computer interface device with novel dry foam-based sensors," *J. Neuroeng. Rehabil.*, vol. 9, no. January, 2012.
- [9] B. Zhang, J. Wang, and T. Fuhlbrigge, "A Review of the Comercial Brain-Computer Interface Technology from Perspective of Industrial Robotics," in *Automation and Logistics (ICAL)*, 2010 IEEE International Conference on, 2010.
- [10] M. Teplan, "Fundamentals of EEG Measurement," *Meas. Sci. Rev.*, vol. 2, pp. 1–11, 2002.
- [11] J. G. Webster, *Medical Instrumentation: Application and Design*, 4th ed. Wiley.

[12] Onlinecourses. ANOVA. [online] [Visitat: Març-2016]

<https://onlinecourses.science.psu.edu/stat502/node/137>

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Mecànica

ADQUISICIÓ MULTIDISPOSITIU PER ACTIVITATS DE CONDUCCIÓ EN PLATAFORMA VIRTUAL

VOLUM 2

Estudi econòmic

**ALBERTO CAMPILLEJO CASADO
PONENT: XAVIER FONT ARAGONES**

PRIMAVERA 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

1. Cost del projecte	5
1.1. Costos dels recursos humans	5
1.2. Amortització equips, instrumentació i software	6
1.3. Cost total del projecte	7

Índex de taules

Taula 1.1. Costos dels recursos humans.....	5
Taula 1.2. Amortitzacions dels equips.....	6
Taula 1.3. Cost del projecte sense IVA.....	7

1. Cost del projecte

En aquest document es mostren les despeses econòmiques relacionades amb el projecte de detall. El projecte tracte d'un estudi a la Universitat, per tant l'estudi econòmic es simple.

1.1. Costos dels recursos humans

Com bé s'ha vist amb la programació del Microsoft Project, els costos de recursos humans al projecte de detall, venen donats a la taula següent amb un cost total de **30.050€**.

S'ha d'anar en compte, ja que l'enginyer tècnic té dues activitats a temps parcial, es a dir, al 50%, per tant les hores d'aquestes activitats s'han de dividir entre dos per que els costos dels recursos humans no siguin erronis.

Personal	Activitat	Hores	Preu/hora (€)	Total (€)
Enginyer tècnic	Escollir aula per la experimentació	5	40	200
Redactor	Buscar voluntaris per la experimentació	10	20	200
Enginyer tècnic	Preparació dels dispositius	155	40	6200
Redactor	Enquesta a l'usuari	3	20	60
Enginyer tècnic	Proves de joc	105	40	4200
Enginyer tècnic (50%)	Adquisició de dades Termografia	150	40	3000
Enginyer tècnic (50%)	Adquisició de dades EEG	150	40	3000
Enginyer tècnic	Processat i preparació de dades	98	40	3920
Analista	Analitzar dades termogràfiques	75	30	2250
Analista	Analitzar dades EEG	170	30	5100
Redactor	Redactat del projecte	45	20	900
Redactor	Lliurament del projecte	1	20	20
Enginyer tècnic	Preparació de la presentació	25	40	1000
TOTAL RECURSOS HUMANS				30050

Taula 1.1. Costos dels recursos humans

1.2. Amortització equips, instrumentació i software

En aquest apartat, es fa un desglossament de les amortitzacions dels equips, dels programes informàtics utilitzats i de la instrumentació de laboratori.

S'ha fet un recompte de les hores que s'utilitza cada equip o eina i s'ha multiplicat pel preu hora. Sortint un total d'amortització de 3610€.

Equip utilitzat	Hores d'utilització	Preu/hora	Total (€)
Equips i programari informàtic			
Ordinador	700	0,5	350
Microsoft Office	100	1	100
Microsoft Project	15	1	15
Software Rstudio	245	1	245
Software Report Generator	50	2	100
Software Emotiv	200	2	400
Instrumentació de laboratori			
Càmera termogràfica	200	10	2000
Casc EEG	200	2	400
TOTAL AMORTITZACIONS			3610€

Taula 1.2. Amortitzacions dels equips

1.3. Cost total del projecte

A la següent taula es mostra el preu total del projecte, aquest inclou els costos de recursos humans, els costos d'amortització i un 18% de despeses indirectes.

Aquest preu es sense incloure IVA.

Costos de recursos humans	30.050 €
Costos d'amortització	3.610 €
Subtotal	33.660 €
Despeses indirectes (18%)	6.058,80 €
TOTAL	39.718,80 €

Taula 1.3 Cost del projecte sense IVA

Tenien compte que s'ha de sumar el 21% d'IVA, es a dir 8340,95€, el **preu total del projecte es de 48059,75€.**

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Mecànica

ADQUISICIÓ MULTIDISPOSITIU PER ACTIVITATS DE CONDUCCIÓ EN PLATAFORMA VIRTUAL

Avantprojecte

**ALBERTO CAMPILLEJO CASADO
PONENT: XAVIER FONT ARAGONES**

TARDOR 2016



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

Índex de figures	III
Índex de taules.....	V
Glossari de termes	VII
1. Objecte del projecte.....	9
2. Antecedents i necessitats d'informació	9
2.1. Introducció	11
2.2. Tecnologia i aparells de mesura	12
2.2.1. Consola de joc	12
2.2.2. Càmera termogràfica	12
2.2.2.1. Principis bàsics de la termografia	12
2.2.2.2. Estat de l'art	14
2.2.2.3. Diferents càmeres	14
2.2.3. Casc amb tecnologia EEG.....	26
2.2.3.1. Introducció a la tecnologia EEG.....	26
2.2.3.2. Estat de l'art	27
2.2.3.3. Diferents casc	27
3. Abast del projecte.....	31
4. Objectius i especificacions tècniques	31
5. Generació i plantejament de possibles alternatives de solució	35
6. Anàlisi de viabilitat	37
6.1. Viabilitat tècnica	37
6.1.1. Descripció de la solució tècnica	37

II

6.1.2.	Eines de desenvolupament	40
6.1.3.	Marc normatiu	41
6.2.	Viabilitat econòmica	41
6.3.	Viabilitat mediambiental	42
6.4.	Selecció de l'alternativa més adequada.....	42
7.	Planificació.....	43
7.1.	Llistat detallat de les tasques.....	43
7.2.	Taula de tasques i prelacions.....	44
7.3.	Diagrama de Gantt	44
8.	Pressupost.....	47
8.1.	Amidaments	47
8.2.	Quadre de preus	48
8.3.	Pressupost parcial.....	48
8.4.	Pressupost global.....	500
9.	Referències	51
10.	Bibliografia.....	53

Índex de figures

Fig. 1.1 Diagrama d'operacions	10
Fig. 2.1 Posicionament del aparells	11
Fig. 2.2 Longitud d'ona	13
Fig. 2.3 Disseny de la càmera Flir One	15
Fig. 2.4 Càmera termogràfica Fluke ti25	17
Fig. 2.5 Càmera termogràfica NEC H2640	20
Fig. 2.6 Camp visual càmera NEC H2640	22
Fig. 2.7 Càmera termogràfica Flir T1020	23
Fig. 2.8 Casc Neurosky Mindwave	27
Fig. 2.9 Casc Emotiv Eporc+	29
Fig. 6.1 Col·locació de la càmera	38
Fig. 6.2 Posició d'electròdes amb sistema 10-20	38
Fig. 6.3 Posició d'electròdes del casc Eporc+	40
Fig. 7.1 Diagrama de Gantt	45
Fig. 7.2 Diagrama de Gantt ampliat	45

Índex de taules

Taula 2.1 Especificacions tècniques Flir One.....	16
Taula 2.2 Característiques detector Fluke ti25	17
Taula 2.3 Característiques imatge càmera Fluke ti25	18
Taula 2.4 Especificacions generals càmera Fluke ti25	19
Taula 2.5 Especificacions tècniques NEC H2640	21
Taula 2.6 Especificacions tècniques Flir T1020.....	24
Taula 7.1 Programa del projecte.....	43
Taula 7.2 Tasques del projecte	44
Taula 8.1 Amidaments capítol I	47
Taula 8.2 Taula de preus capítol I	48
Taula 8.3 Pressupost parcial capítol I.....	48
Taula 8.4 Pressupost parcial capítol III	49
Taula 8.5 Pressupost de l'avantprojecte	49

Glossari de Termes

AC	Corrent altern
ADC	Mètode de mostreig del Epc+
BCI	Interfície cervell computadora
EEG	Electroencefalograma
GHz	Gigahertz
Hz	Hertz
mA	Miliamper
mAh	Miliamper hora
NTP	Notes tècniques preventives
PC	Computadora personal
USB	Bus universal en sèrie
°C	Graus centígrads
µm	Micròmetre

1. Objecte del projecte

El projecte pretén estudiar com poden afectar les condicions de conducció així com les característiques intrínseques de l'usuari quan s'enfronta a una situació o tasca de conducció real o simulada. L'activitat serà simulada amb una aplicació software. Aquest tipus d'activitat pot ser similar a la que un conductor es troba quan renova el carnet de conduir.

El projecte presenta una dificultat inherent al avaluar la resposta dels usuaris a través de múltiples dispositius.

Descripció dels dispositius que permetran captar diferents senyals a partir de la simulació de conducció:

- Teclat i joystick.

L'aplicació adquirirà les dades de comportament del vehicle que l'usuari controla a través del teclat i del joystick. Es recolliran dades de posició, temps, velocitat, entre d'altres. Es pretén obtenir una telemetria simulada a través de l'aplicació software de conducció.

- Càmera termogràfica.

Obtenció de la resposta tèrmica de l'usuari davant de l'exercici de conducció. La càmera facilitarà una seqüència de fotografies termogràfiques ordenades en el temps.

- Casc EEG.

Emmagatzematge dels diferents canals que el casc facilita de l'activitat del cervell. S'obtindrà una sèrie temporal "senyal" per cada elèctrode del casc.

Donat que la resposta pot venir condicionada per les característiques de la simulació de conducció (molts obstacles, pocs obstacles, etc.) i també en funció de les capacitats de l'usuari (un usuari amb afinitats a la conducció no té les mateixes capacitats que un usuari que no li agrada i no té carnet de conduir) el projecte desenvoluparà un disseny

d'experiments que permeti veure si aquests condicionants afecten a alguna de les respostes obtingudes.

A continuació es mostra el diagrama d'operacions per tal de complir amb èxit el projecte.

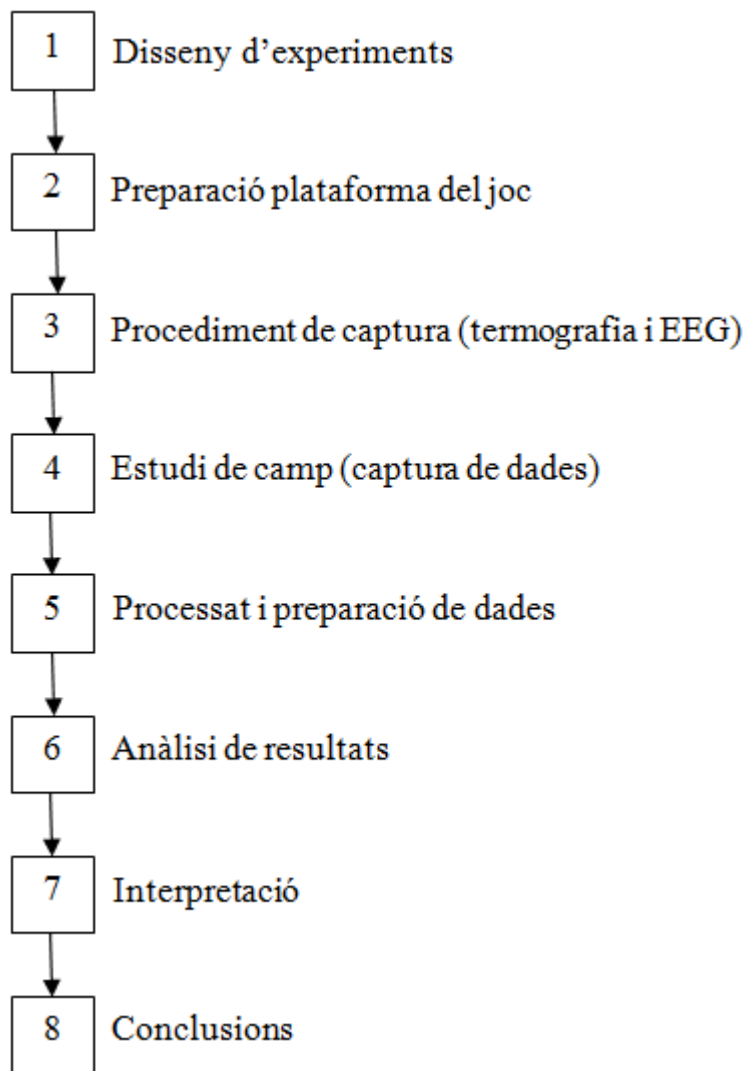


Figura 1.1 Diagrama d'operacions

Font: Elaboració pròpia

2. Antecedents i necessitats d'informació

2.1. Introducció

Per a determinats problemes, existeixen una sèrie de procediments, que tenint en compte dades inicials, mitjançant un determinat ordre de treball amb la tecnologia corresponent, s'aconsegueix resoldre el problema. Es determina una sèrie de aparells amb diferent tecnologia, amb unes tasques a realitzar i amb un ordre concret, per assolir l'objectiu.

Per tal d'assolir l'objectiu es necessari:

- Consola de joc.
- Càmera termogràfica.
- Casca amb tecnologia EEG.

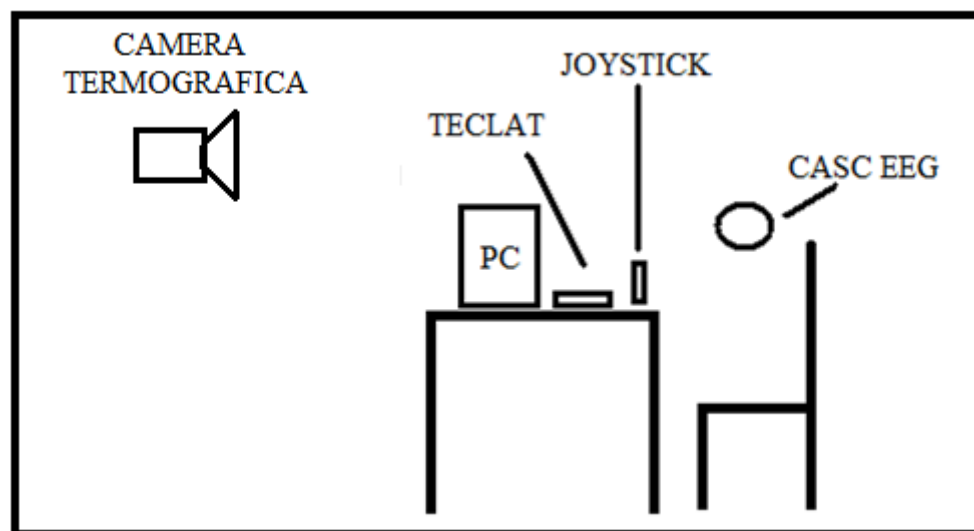


Figura 2.1 Posicionament dels aparells.

Font: Elaboració pròpia.

2.2. Tecnologia i aparells de mesura

S'ha realitzat una cerca d'informació sobre els aparells necessaris per tal de fer possible aquest projecte i les normatives que han de complir cada un d'ells.

2.2.1. Consola de joc

Per tal de poder fer l'estudi es necessari una consola de joc, en aquest cas, s'utilitzarà un ordinador. Aquest s'utilitzarà de consola de joc ja que es un aparell capaç de emmagatzemar dades a l'hora que l'usuari està fent la prova.

Es una eina que suporta amb facilitat diferents perifèrics necessaris per les proves, com son el teclat i un joystick i a la vegada capaç de treballar amb diferents software per tal de analitzar les dades obtingudes del casc amb tecnologia EEG i les imatges de la càmera termogràfica.

Al tractar-se de la consola de joc, es a dir un ordinador amb pantalla, s'haurà d'aplicar la nota **NTP 602**, el disseny ergonòmic del lloc de treball amb pantalles de visualització: l'equip de treball.

D'aquesta manera s'ha de complir amb les següents normes UNE:

-**UNE-EN 29241-2:1994** Requisits ergonòmics per treballs d'oficina amb pantalles de visualització de dades. Part 2.

-**UNE-EN ISO 9241-1/A1:2002** Requisits ergonòmics per treballs d'oficina amb pantalles de visualització de dades. Part 1.

2.2.2. Càmera termogràfica

2.2.2.1. Principis bàsics de la termografia

Tots els materials que estiguin a una temperatura per sobre del zero absolut, es a dir 0 kelvin o -273 °C, emeten una energia infraroja. L'energia que emeten a la banda infraroja es converteix en una senyal elèctrica per el detector (microbolòmetre), aquesta senyal es converteix a una imatge en blanc i negre o color.

La radiació infraroja es defineix com aquella que té una longitud de ona entre $0,78 \mu\text{m}$ i $1000 \mu\text{m}$. Els rajos infrarojos es subdivideixen en funció de la proximitat de longitud de ona a la llum visible com propers, mitjos o llunyans [1].

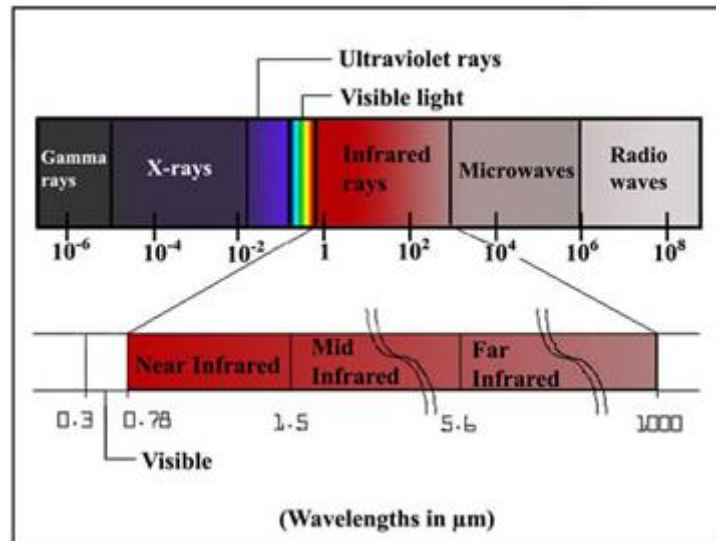


Figura 2.2 Longitud d'ona.

Font: Amperis.

Les càmeres termogràfiques que s'utilitzen a la indústria funcionen a la banda de infrarojos mitjos (son les que detecten els microbolòmetres no refrigerats).

Les càmeres termogràfiques detecten la radiació infraroja invisible que emeten els objectes i el transforma a una imatge dintre de l'espectre visible a la que l'escala de colors (o grisos) reflexa les diferents intensitats.

La intensitat de la radiació infraroja no només depèn de la temperatura, sinó que també influeixen les característiques superficials de l'objecte com pot ser el color i el tipus de material.

2.2.2.2. Estat de l'art

Les emocions es perceben amb freqüència al cos i a la cara, on es manifesta que els canvis fisiològics sorgeixen dels estats emocionals. La temperatura, es un indicador fisiològic, es pot utilitzar també com marcador psicològic [2].

Existeix una empremta tèrmica específica associada a diferents estats emocionals bàsics, com l'alegria o el dolor, o a estats emocionals més complexos, com la empatia o

l'amor. La termografia es presenta com una tècnica per avançar en el coneixement dels mecanismes psicològics del comportament humà.

Segons James, Lombard col·locava termòmetres al cuir cabellut per mostrar que qualsevol esforç mental, com el càlcul, la composició de la música i sobretot, qualsevol estat emocional, com per exemple, una discussió enèrgica, causen un augment general de la temperatura. James conclouia que l'activitat del cervell està lligada a una alliberació de calor. [3]

La termografia es la representació visual dels canvis a la temperatura de la superfície de la pell [4]. Aquesta tècnica es una mida psicofisiològica de registre senzill, econòmica i directa d'un dels paràmetres corporals que acompanyen qualsevol situació emocional [5]. La temperatura habitual de l'organisme es troba entre 36 °C i 37 °C, el front es el punt més estable, mentre que el nas es el més variable. Genno i cols. (1997), pioners en aplicar aquesta tècnica a processos psicològics, varen mostrar que una activitat que implica un esforç mental pot fer descendir la temperatura facial: per al nostre cos l'activitat mental es semblant a la resposta del estrés. El descens de la temperatura no es per un factor fisiològic, sinó psicològic [6].

La termografia es pot considerar una mida de la emoció. Gómez Milán, aplica la termografia a l'estudi de la mentida, la toma de decisions, el Parkinson o la dansa [7].

2.2.2.3. Diferents càmeres

A continuació es mostra una sèrie de càmeres que es troben al mercat.

1. Flir one. Camara termogràfica per Android

Flir One es la càmera tèrmica compacta que detecta les pèrdues de calor invisibles permetent a l'usuari veure i mesurar canvis subtils de temperatura. El mòdul per els dispositius Android s'incorporen al Smartphone mitjançant el connector micro-USB del telèfon i mostra les imatges tèrmiques a la pantalla. Es equipat amb Lepton (el mòdul de càmera tèrmica més petit de Flir) [8].



Figura 2.3 Disseny de la càmera Flir One

Font: Flir

A continuació es mostren les especificacions tècniques de la càmera.

Especificacions tècniques

Resolució IR [píxels]	160x120 (19.200 píxeles)
MSX - Realce de la imatge tèrmica	sí
Sensibilitat tèrmica / NETD [°C]	0.15
Campo de visió	46° x 35°
Distancia focal mínima [m]	0.15
Frecuencia de imatge [Hz]	8.7
Enfoque	Fijo
Rango de temperaturas [°C]	-25 a +120
Precisión	±3°C o ±5% de la lectura
Herramientas de medida	1 punto de medida activado/desactivado
Colores (paletas)	Gray (white hot), Hottest, Coldest, Iron, Rainbow, Contrast, Arctic, Lava and Wheel
Almacenamiento de imágenes	JPEG estandar (imágenes térmicas radiométricas/visuales) en memoria del teléfono/tablet
Secuencia de imágenes	Sí
Grabación de vídeo en cámara	Vídeo IR no radiométrico en memoria del teléfono/tablet (formato MPEG-4)
Cámara digital integrada [píxels]	640x480
Tiempo operación baterías [horas]	1
Peso (incluyendo batería) [kg]	0.032

Taula 2.1 Especificacions Tècniques Flir One

Font: Flir

Preu: 249€

2. Càmera termogràfica Fluke Ti25

Aquesta càmera termogràfica incorpora tecnologia IR-Fusion, d'aquesta manera es poden veure imatges infraroges i visuals (llum visible) fusionades per transmetre la informació essencial de la forma més ràpida i senzilla [9].



Figura 2.4 Càmera termogràfica Fluke ti25

Font: Fluke

Especificacions tècniques

Temperatura	
Rango de medida de la temperatura (sin calibrar por debajo de -10 °C)	-20 °C a +350 °C (dos rangos)
Precisión	± 2 °C o 2% (la mayor de ambas)
Corrección de emisividad en pantalla	Si
Características del detector	
Campo de visión	23° x 17°
Campo de visión instantáneo (IFOV)	2,5 mrad
Distancia focal mínima	Lentes térmicas: 15 cm (6 pulg.) Lentes de imagen visible: 46 cm (18 pulg.)
Enfoque	Manual
Frecuencia de imagen	Velocidad de actualización de 9 Hz
Tipo de detector	Matriz de plano focal de 160 x 120 con microbolómetro no refrigerado
Lentes de tipo infrarrojo	Lentes 20 mm F = 0,8
Sensibilidad térmica (NETD)	≤0,09 °C a 30 °C (90 mK)
Banda espectral infrarroja	7,5 μm a 14 μm
Cámara luz visible	640 x 480 de resolución

Taula 2.2 Característiques detector Fluke ti25

Font: Fluke

Presentación de la imagen	
Paletas de color	Hierro (ironbow), azul-rojo, alto contraste, ámbar, metal caliente, gris
Nivel y escala	Ajuste automático y manual del nivel y rango
Escala mínima (en modo manual)	2,5 °C
Escala mínima (en modo automático)	5 °C
Información IR-Fusion®	Totalmente infrarrojo con fundido automático máximo, medio o mínimo; e imagen en imagen con fundido automático máximo, medio o mínimo (fundido de imagen visible e infrarrojos)
Imagen en imagen (PIP)	Tres niveles de fundido infrarrojo en pantalla mostrados en 320 x 240 píxeles
Pantalla completa (PIP desactivado)	Tres niveles de fundido infrarrojo en pantalla mostrados en LCD de 640 x 480

Image capture and data storage	
Anotaciones de voz	Hasta 60 segundos de tiempo de grabación por imagen
Soporte de almacenamiento	Tarjeta de memoria SD (una tarjeta de memoria de 2 GB almacena al menos 1.200 imágenes visuales e infrarrojas vinculadas totalmente radiométricas [.is2], cada una con 60 segundos de anotación de voz o 3.000 imágenes básicas [.bmp])
Formatos de archivo	No radiométricos (.bmp) o totalmente radiométricos (.is2) No es necesario software de análisis para los archivos no radiométricos (.bmp)
Formatos de archivos de exportación con software SmartView™	JPEG, BMP, GIF, PNG, TIFF, WMF, EXIF, y EMF

Taula 2.3 Característiques imatge càmera Fluke ti25

Font: Fluke

Especificaciones generales	
Temperatura De funcionamiento:	-10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F)
Temperatura De almacenamiento:	-20 °C a +50 °C (-4 °F a 122 °F) sin baterías
Humedad relativa	10 a 90% sin condensación
Pantalla	Pantalla LCD (640 x 480) VGA panorámica en color, diagonal de 9,1 cm (3,6 pulg.) con retroiluminación (brillante o automática seleccionable)
Controles y ajustes	Escala de temperatura seleccionable por el usuario (°C/°F) Selección de idioma Ajuste de fecha/hora
Software	SmartView™; software completo de análisis y generación de informes incluido
Batería:	Batería interna recargable (incluida)
Duración de la batería:	De tres a cuatro horas de uso continuo (suponiendo un 50 % de brillo de LCD)
Tiempo de carga de la batería usando un adaptador/cargador CA y cargador para coche CC:	Dos horas para carga completa
Funcionamiento/carga CA	Adaptador/cargador CA (110 V CA a 220 V CA, 50 Hz a 60 Hz). Carga la batería con la cámara en funcionamiento. Adaptador de alimentación CA universal incluido.
Power saving	Modo de espera activado después de 5 minutos de inactividad, apagado automático tras 20 minutos de inactividad
Safety standards	Directiva CE: IEC 61010-1: sin categoría, grado de contaminación 2
Directiva EMC:	EN61326-1
C-Tick:	IEC/EN 61326
FCC de EE. UU.:	CFR 47, parte 15, clase A
Vibraciones	2 G, IEC 68-2-29
Impactos	25 G, IEC 68-2-29 (caída de 2 m, 5 lados)
Dimensiones (L x A x F)	27 cm x 13 cm x 15 cm (10,5 pulg. x 5 pulg. x 6 pulg.)
Peso	1,2 kg
Grado de protección IP	IP54

Taula 2.4 Especificacions generals càmera Fluke ti25

Font: Fluke

Preu: 3.399€

3. Càmera termogràfica NEC Thermo Tracer H2640

La càmera de visió incorporada permet adjuntar automàticament una foto real al termograma realitzat. També es possible superposar una imatge tèrmica i visual gràcies a la funció composite [10].



Figura 2.5 Càmera termogràfica NEC H2640

Font: NEC

A la següent taula es mostres les especificacions tècniques rellevants.

Especificacions tècniques

	H2640
Rangos de Medida	
Rango 1	-20 a 60 °C
Rango 2	-40 a 120 °C
Rango 3	0 a 500 °C
Rango 4 (opcional)	200 a 2000 °C
Resolució	0.03°C (a 30 °C)
Precisió	±2 °C o ±2% del valor leído
Detector	640 x 480 píxel (UFPA microbolometer)
Rango espectral	8 a 14µm
I.F.O.V.	0.6 mrad
Distancia de enfoque	30cm a infinito
Campo visual	21.7 °(H) x 16.4 °(V)
frecuencia de refresco	30 imágenes/seg.
Display	Display 5.6" LCD y visor monocular
Funciones de medida	Run/Congelado Filtro espacial ON/OFF
Corrección emisividad	0.10 a 1.00 (en pasos de 0.01)
Corrección de condiciones ambient.	Provisto (incluyendo función NUC)
Funciones auto	Completamente automática (Nivel, Sensibilidad, enfoque), control de ganancia y nivel.
Funciones de visualización	Superposición de imagen Térmica/Visual (FUNCION FUSION) Display color : color/monocromo, positivo/negativo Gradación : 16, 32, 64, 128, 256 paletas de Color: rainbow, brightness, shine, hot-iron,medical, fine Isotermas: max. 4 bandas Estado de batería Menú multilingüe
Procesado de la imagen	Variable nivel/sensibilidad Multi-puntos de temperatura (10pts) Multi-puntos de emisividad (10pts) ΔT display Muestra de valores de temperatura Max/Min Display Multisense Configuración de áreas: (max. 5 áreas) Zoom: x2, x4 y x8 Rotación de la imagen 180°
Salida de vídeo	NTSC/PAL, compuesto/S-video
Interface	IEEE 1394, USB2.0
Almacenamiento de imágenes	Memoria Compact Flash
Cámara visual	Detector: 1.3Megapixels Sensibilidad: 1 lux Enfoque : 30cm a infinito Auto exposición: provisto Salida de Vídeo: NTSC/PAL
Puntero láser	Clase 2 (1mW/635nm rojo)
Temperatura y humedad de trabajo	-15 a 50 °C, 90% RH (no condensada)
Temperatura y humedad de almacenamiento	-40 a 70 °C, 90% RH (no condensada)
Golpe & Vibración	Golpe: 294m/s2(IEC60068-2-27), Vibración: 29.4m/s2(IEC60068-2-6)
Índice de protección	IP54 (IEC60529)
Dimensiones y peso	110(W) x 110(H) x 210(D) mm (excluyendo protecciones), 1.7kg (incluyendo batería)

Taula 2.5 Especificacions tècniques NEC H2640

Font: NEC

Camp visual

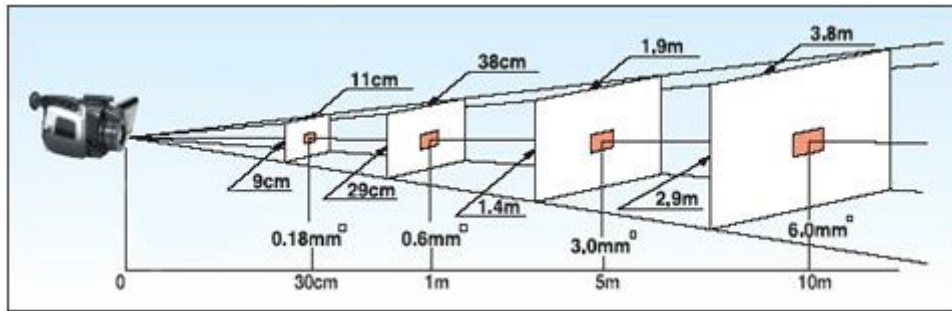


Figura 2.6 Camp visual càmera NEC H 2640

Font: NEC

Preu: 23.900€

4. Càmera termogràfica Flir T1020

Aquesta càmera termogràfica conta amb una excel·lent claredat d'imatge d'alta definició, es un dispositiu dissenyat per als professionals.

Es un nou model amb un disseny compacte i optimitzat que facilita l'ús i el transport, incorpora una pantalla tàctil ràpida i intuïtiva com es pot veure a la figura



Figura 2.7 Càmera termogràfica Flir T1020

Font:Flir

A continuació es mostra una taula amb les especificacions tècniques de la càmera termogràfica Flir T1020.

Datos de imágenes y ópticos	
Sensor IR	1024 × 768 (786.432 píxeles de medición)
Sensibilidad térmica	<0.02° C a +30° C
Campo de visión	28° × 21°
Distancia focal mínima	0.4 m (1,32 pies)
Frecuencia de imagen	30 Hz
Rango espectral	7.5 - 14 μm
Pantalla de 4,3" (color)	800 × 480 píxeles
Tipo de pantalla	Pantalla táctil capacitiva
Orientación automática	Orientación horizontal o vertical automática
Ajuste manual de imagen	Basado en ajuste lineal; se puede establecer el nivel/alcance/máx./mín.
Modos de presentación de imagen	
Modos de imagen	Térmica, MSX térmica, imagen en imagen y cámara digital
Imagen visual	A todo color
Imagen de infrarrojos	Imagen de infrarrojos a todo color
Compatibilidad con UltraMax™	Sí

Medición	
Precisión	±1°C (±1.8°F) o ±1% a 25°C para temperaturas entre 5°C y 150°C ±2°C (±3.6°F) o ±2% de lectura a 25°C para temperaturas de hasta 1200°C
Rango de temperatura	-40 a +2000°C
Análisis de medición	
Fotómetro puntual	10
Área	5+5 áreas (cuadros y círculos) con máx./mín./promedio
Valores preestablecidos de medición	Sin medición, punto central, punto caliente, punto frío, Valor preestablecido de usuario 1, Valor preestablecido de usuario 2
Corrección de la medición	Emisividad, temperatura reflejada, humedad relativa temperatura atmosférica, distancia al objeto, compensación de ventana IR externa
Configuración	
Paletas de colores	Iron, Rainbow, Rainbow HC, White Hot, Black Hot, Arctic y Lava
Soporte de almacenamiento	Tarjeta SD de memoria extraíble (clase 10)
Formato de archivo de imagen	JPEG estándar, incluidos datos de medición y fotografías digitales, en la tarjeta de memoria
Intervalo de tiempo	De 15 s a 24 horas

Grabación/transmisión de vídeo	
Vídeo IR radiométrico	Grabación radiométrica en tiempo real (RTRR) en la tarjeta de memoria
Vídeo IR no radiométrico	H.264 en tarjeta de memoria
Grabación de vídeo visual	H.264 en tarjeta de memoria
Transmisión de vídeo IR radiométrico	Transmisión de vídeo radiométrico en tiempo real (RTRS) mediante USB
Transmisión de vídeo IR no radiométrico	Vídeo H.264 mediante Wi-Fi o USB
Salida de vídeo	Compatible con HDMI
Tipo de conector de vídeo	HDMI tipo C
Información adicional	
USB	USB Micro-B: Transferencia de datos a y desde PC, iOS y Android
Batería	Batería de iones de litio recargable
Duración de la batería	>2,5 horas a 25° C (+68° F) y uso típico
Sistema de carga	En la cámara
Alimentación externa	Entrada de adaptador de CA 90-260 VCA, 50/60 Hz o 12 V desde un vehículo (cable con conector estándar, opcional)
Gestión energética	Apagado automático configurable por el usuario a 5 min, 20 min, o sin desactivación automática
Temp. de almacenamiento Intervalo	De -40° C a +70° C (de -40° F a +158° F)
Peso	1,9 kg (4,3 lb.)

Taula 2.6 Especificacions tècniques càmera Flir T1020

Font: Flir

Preu:38.500€

Referent a la normativa [11] s'hauran de complir una sèrie de normes que es detallen a continuació:

-UNE-EN 60950-1:2007/AC:2012 Equips de tecnologia de la informació. Seguretat. Part 1. Requisits generals.

-UNE-EN 60065:2003/A11:2010 Aparells de àudio, vídeo i aparells electrònics anàlegs. Requisits de seguretat.

-UNE-EN 61326-1:2006 Material elèctric per mesura, control i us en laboratori. Requisits de compatibilitat electromagnètica (CEM).

-UNE-EN 60335-2-82:2004/A1:2008 Aparells electrodomèstics i anàlegs. Seguretat. Part 2-82: Requisits particulars per màquines d'entreteniment i màquines de servei personal.

2.2.3. Casc amb tecnologia EEG

2.2.3.1. Introducció a la tecnologia EEG

La electroencefalografia es el registre i la avaluació dels potencials elèctrics generats pel cervell, aquests s'obtenen mitjançant un casc amb uns elèctrodes situats sobre la superfície del cuir cabellut [12].

L'electroencefalograma es el registre de l'activitat elèctrica de les neurones del encèfal. Aquest registre obté unes formes molt complexes que varien segons la col·locació dels elèctrodes i la persona que s'està fent la prova. Això es degut al gran nombre d'interconnexions que presenten les neurones i per la estructura no uniforme del encèfal.

2.2.3.2. Estat de l'art

Al món dels videojocs actualment hi ha una tendència: el neurogaming, tracta d'un creuament de camins entre l'univers del videojoc i la ciència de la neurologia, que permet al jugador interactua amb la màquina sense necessitat d'utilitzar els controladors tradicionals. Es basa en analitzar les reaccions del cervell per obtenir informació sobre els seus pensaments i portar-la a la consola.

La finalitat del videojoc ja no es exclusivament per divertir, sinó informar, ensenyar, aprendre, millorar els recursos mentals o curar. Es una manera de comunicar-se amb la màquina a través de la vista. La relació es directa, sense intermediària. Podria dir-se que l'usuari pot jugar únicament amb la ment, sense necessitat d'utilitzar les mans.

Aquesta nova forma d'interactuar amb el videojoc es basa principalment en la tecnologia BCI (brain computer interface), que funciona amb un conjunt de voltímetres molt sensibles col·locats sobre el crani per mesurar les ones del cervell.

La maquina es capaç de diferenciar quan algú esta concentrat o desconcentrat, per després entendre aquesta informació i reproduir-la a una pantalla. Es un tipus de tecnologia que té en compte que cada òrgan es diferent, i el primer que fa es aprendre com reacciona un cervell determinant, com una persona expressa les emocions o si, per exemple, té intenció de moure's d'un costat a un altre.

2.2.3.3. Diferents cascs

1. Casc amb tecnologia EEG. Neurosky Mindwave

Es un casc de tecnologia EEG que es pot utilitzar amb una aplicació per el smartphone.

El MindWave mòbil mesura de forma segura i dona sortida als espectres de potencia del EEG (ones alfa, ones beta, etc.),els mesuradors de Neurosky esense (atenció i meditació) i parpadeig de l'ull. El dispositiu consisteix en un auricular, un clip d'orella i un braç sensor. Els elèctrodes de referència i de terra dels auriculars estan al clip de l'orella i l'elèctrode de EEG esta al braç del sensor, que descansa sobre el front per sobre de l'ull (posició FP1) [13].



Figura 2.8 Casc Neurosky Mindwave

Font: Neurosky

Especificacions tècniques

Mesures

- Sortides primes-ones cerebrals (3-100Hz) amb una tasa de mostreig a 512Hz.
- Espectres de potència del EEG sortides (Alfa,Beta,etc.)
- Anàlisis de qualitat de la senyal EEG (es pot utilitzar per detectar un mal contacte o si el dispositiu no esta ben col·locat al cap)

Físic

- Pes: 90 grams.

Mides amb braç cap dalt

-Alçada: 225mm

-Amplitud: 155mm

-Profunditat: 92mm

Mides amb braç cap baix

-Alçada: 225mm

-Amplitud: 155mm

-Profunditat: 165mm

Bluetooth

-Versió 2.1

-Potencia de sortida: Classe 2

-Rang: 10 metres

-Consum d'energia: 80 mA (Connectat i transmetin)

Preu: 223€

2. Casc Emotiv Epoc+

Es un casc de tecnologia EEG sense fils de 14 canals, dissenyat per les aplicacions avançades de interfície cervell computadora (BCI) i la investigació contextualitzada [14].

Té una alta resolució i un sistema de canals múltiples EEG.

Consta de 14 canals de EEG més 2 canals de referència i ofereix un posicionament òptim per la resolució espacial precisa.



Figura 2.9 Casc Emotiv Epoc+ Font: Emotiv

Especificacions tècniques:

Senyals

-14 canals:AF3,F7,F3,FC5,T7,P7,O1,O2,P8,T8,FC6,F4,F8,AF42

-Referències: A la cancel·lació de soroll P3 configuració de ubicacions CMS/DRL/P4

Resolució de la senyal

-Mètode de mostreig: El mostreig seqüencial. ADC Single.

-Velocitat de mostreig: 128 o 256 SPS SPS*(2048 Hz intern)

-Resolució: 14bits LSB=10,51 μ V (16bits ADC. 2bits de baix soroll instrumental descartat), o de 16bits*

-Ample de banda: 0,2-43Hz, filtres de ranura digitals a 50 i 60Hz

-Filtrat: Construït en digital de cinquè ordre del filtre Sinc

-El rang dinàmic (entrada prejudicial): 8400 μ V

-Mode d'acoblament: AC acoblat.

Connectivitat

-Sense fils: Bluetooth intel·ligent

Banda de 2,4 GHz sense fils patentada

Energia

-Bateria: 640mAh. Bateria de polímer de liti interna

-Duració de la bateria: Fins a 12 hores utilitzant la banda sense fil patentada, fins a 6 hores utilitzant bluetooth intel·ligent

Preu: 715€

3. Abast del projecte

El projecte pretén analitzar dades obtingudes amb diferents dispositius.

L'objectiu que es vol complir es obtenir les dades amb una càmera tèrmica i un casc amb tecnologia EEG de cada usuari de joc exposat a diferents condicionants. Això vol dir que cada usuari haurà de fer la prova repetides vegades per poder analitzar les dades obtingudes correctament.

Hi hauran diferents usuaris, prèviament, a cada un d'ells se li farà una enquesta per tal de conèixer i tenir una informació prèvia.

Les dades obtingudes dels diferents usuaris de joc a totes les proves amb els diferents dispositius, seran analitzades amb un software específic.

Es treballarà amb el casc de tecnologia EEG i un software per extreure dades però no es farà un estudi detallat del que comporta l'encefalograma ja que si es tractés amb detall aquest tema, s'hauria de fer un projecte sencer únicament sobre l'electroencefalopatia. Es tractarà de estudiar la tecnologia EEG des de el punt de vista d'enginyeria mecatrònica, no des de el punt de vista clínic.

Degut a que es molt complicat extreure la telemetria d'un joc virtual de conducció al Circuit de Catalunya, no es farà una versió de captura de dades en conducció real amb les mateixes condicions del joc virtual.

4. Objectius i especificacions tècniques

A continuació es presenten els objectius que es desitgen complir en la realització del projecte juntament amb les especificacions que s'han marcat per al correcte funcionament d'aquests. També s'especifica les eines utilitzades per la realització dels objectius.

Un dels objectius necessaris es fer la captura de dades dels usuaris mitjançant la càmera tèrmica i el casc de tecnologia EEG.

Per tal de fer una correcta captura de dades es necessari:

-Informació prèvia de l'usuari.

Per tal de conèixer informació prèvia de cada usuari es farà una enquesta a cada un dels participants.

-Les condicions atmosfèriques de la sala es un factor molt important. A totes les proves ha de haver unes condicions idèntiques, es a dir la mateixa temperatura i la mateixa humitat, ja que si aquestes varien, afecten directament a la persona i a l'hora de fer captures amb la càmera tèrmica les proves no seran correctes.

-Cada usuari s'ha de sotmetre a diferents proves amb el simulador. Hi hauran proves de diferent tipus, es a dir amb un PC però amb diferents perifèrics. Es començarà amb un joc que serà controlat amb el teclat, la segona prova serà amb un joystick i la tercera prova, l'usuari controlarà el vehicle amb la ment.

-A l'hora de fer les proves, l'usuari estarà sotmès a diferents condicionants, el joc estarà disponible amb diferents track's i s'hauran de fer proves amb cada un d'ells. Un altre condicionant important serà el temps de joc, que aquest pot ser limitat.

-Per treballar amb una càmera tèrmica, i fer la captura de dades de forma correcte, s'ha de buscar una correcta posició d'aquesta i que la distancia amb l'usuari sigui la idònia. Cada participant estarà exposat a una seqüència fotogràfica mentre està fent la prova del joc, d'aquesta manera podrà ser analitzada correctament, ja que depenent dels condicionants i de la persona variarà.

-Quan s'implementa la tecnologia EEG amb el casc, s'ha de tenir present que la col·locació d'aquest es molt important, ja que sinó la lectura serà incorrecta. S'utilitzarà el sistema internacional 10-20.

Una vegada la captura de dades ha sigut satisfactòria, un altre objectiu es l'anàlisi de les dades obtingudes amb un software específic.

Per analitzar les dades de la càmera tèrmica, s'utilitzarà un programa informàtic anomenat Report Generator Program NS9200.

A l'hora d'analitzar les dades obtingudes del casc, es farà amb el software de la marca Emotiv EEG.

5. Generació i plantejament de possibles alternatives de solució

A l'hora de seleccionar els aparells de mesura, es molt important comparar les especificacions tècniques de cada un dels aparells.

S'ha pogut veure clarament a l'apartat 2, com la càmera Flir T1020 es una càmera superior en molts àmbits, alguns d'ells molt important a l'hora de fer mesures com pot ser la sensibilitat tèrmica, el rang espectral, una imatge de 800 x 480 píxels, una orientació automàtica de vertical a horitzontal, etc.

En aquest projecte la càmera termogràfica que s'utilitzarà serà la NEC Thermo Tracer H2640. El preu es bastant elevat si es compara amb altres càmeres mencionades a l'apartat 2, la única que supera el preu seria la Flir T1020, uns dels punts positius d'aquesta càmera es que té una sensibilitat tèrmica de 0,03°C a 30°C i un ampli rang de temperatures. Aquests són uns dels punts a tenir molt en compte a l'hora de treballar amb una càmera tèrmica. S'ha de dir però, que l'elecció d'aquesta càmera es degut a que el Tecnocampus té aquest aparell de mesura de propietat per tal de poder realitzar projectes de Termografia.

Per realitzar la part de la tecnologia EEG, s'utilitzarà un casc de la marca Emotiv, concretament el model Epoc+. S'ha de tenir molt en compte que s'ha d'utilitzar un casc amb elèctrodes superficials. L'elecció d'aquest casc es degut a el tipus d'elèctrodes i com s'ha pogut comprovar a l'apartat 2, aquest casc té unes especificacions tècniques superiors. El preu també es més elevat però aquest aparell és també propietat del Tecnocampus.

No s'ha fet una comparació del Joystick per connectar al PC per poder fer la prova de joc amb joystick. Això es degut a que no influeix en cap sentit a les proves que es realitzaran. Únicament necessitem un joystick per fer la sessió però aquest no necessita cap especificació en especial, no importa la forma ni tipus.

Conclusions

Tots els aparells necessaris per fer el projecte que s'han escollit son de propietat del Tecnocampus, es per aquest motiu que s'ha fet aquesta elecció.

Els aparells com pot ser un ordinador, o bé el joystick, per poder fer les proves de joc, no requereixen especificacions tècniques concretes, simplement que funcioni correctament, no importa el tipus ni la forma, per això s'utilitzaran el aparells del Tecnocampus.

6. Anàlisi de viabilitat

6.1. Viabilitat tècnica

6.1.1. Descripció de la solució tècnica

Per tal de realitzar el projecte amb èxit es necessari abans de començar, tenir uns mínims d'informació de cada usuari de joc, ja que la prova no sortirà igual amb una persona que pateix una malaltia o depressió que una persona que es troba activa. L'estat d'ànim, els gustos, etc. poden fer variar els resultats de les proves, per això es farà una petita enquesta a cada usuari de joc abans de començar.

Una vegada feta l'enquesta, cada usuari haurà de seure davant d'un ordinador amb un joc de conducció, un casc de tecnologia EEG ben col·locat i a la vegada estarà sotmès a una seqüència fotogràfica amb una càmera termogràfica.

Les proves s'hauran de fer sempre a la mateixa sala i amb les mateixes condicions climàtiques. La sala no es pot veure afectada per condicions climàtiques exteriors, ja sigui temperatures altes, baixes o canvis d'humitat.

La primera prova es tractarà de jugar amb el teclat i a la vegada s'aniran obtenint dades i imatges termogràfiques. La segona prova serà amb les mateixes condicions però es farà jugant amb un joystick. A continuació es farà una tercera prova, l'usuari ha de pensar en tot moment la trajectòria que farà el vehicle del joc. Una vegada realitzades aquestes tres proves, es faran d'altres però amb diferents condicionants com pot ser diferent track, condicionants de temps, etc.

La càmera termogràfica utilitzada serà NEC Thermo Tracer H2640. Aquesta s'ha de posicionar a una distància X de l'usuari de tal forma que capti de manera clara la cara de l'usuari. Totes les proves s'han de fer amb la càmera fixada a la mateixa posició com indica la figura 6.1, ja que sinó la temperatura pot variar amb facilitat.

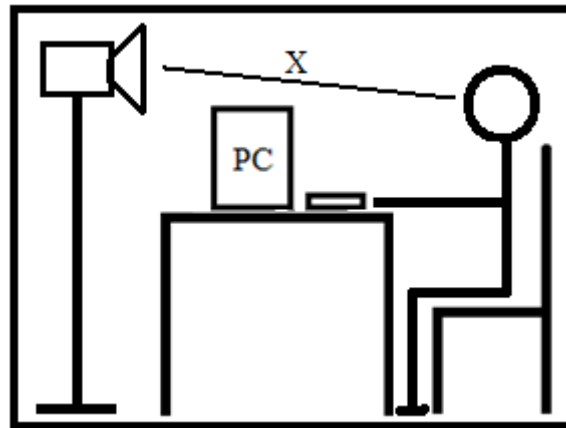


Figura 6.1 Col·locació de la càmera Font: Elaboració pròpia

Es treballarà amb casc Emotiv Epoc+ de tecnologia EEG, un factor extra de comoditat que té aquest casc es que va enllaçat sense fils amb l'ordinador, d'aquesta manera l'usuari té més mobilitat. Un punt a tenir molt en compte es el posicionament dels elèctrodes del casc, en aquest cas s'utilitzarà el sistema internacional d'elèctrodes 10-20 [15], ja que és el més utilitzat actualment.

A la figura 6.2 es mostra la posició de cada elèctrode amb aquest sistema.

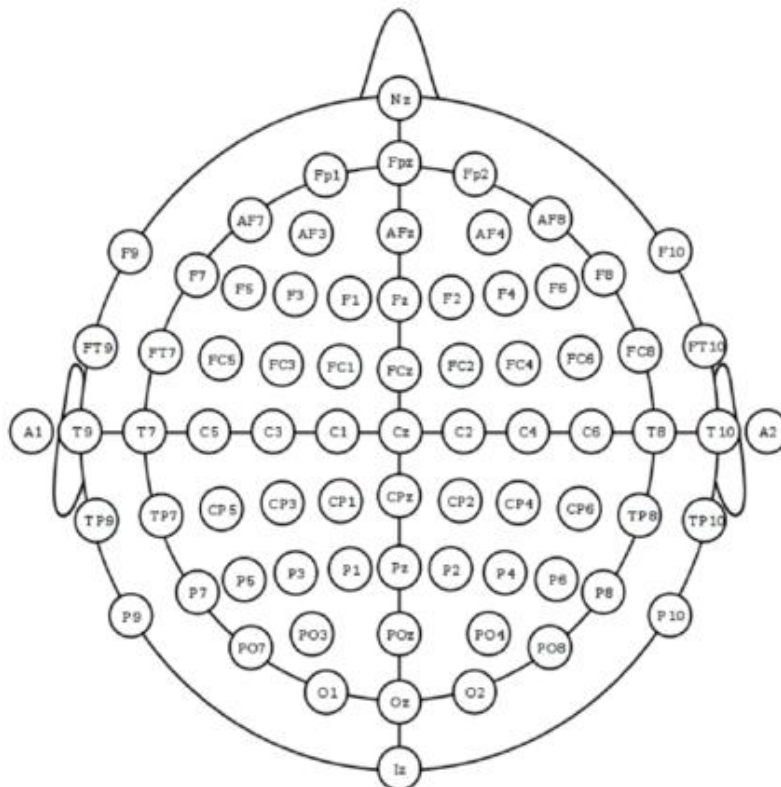


Figura: 6.2 Posició d'elèctrodes amb sistema 10-20

Font: Marius't Hart

Aquest mètode es va desenvolupar amb la fi de garantir una estandardització i repetitivitat de manera que els estudis realitzats a cada usuari puguin ser comparats i també per poder comparar resultats amb altres usuaris.

El sistema es basa a la relació entre la localització d'un elèctrode i de l'àrea del còrtex cerebral subjacent. El 10 i el 20 es refereixen a la distància entre dos elèctrodes adjacents que es el 10% de la longitud del crani des de el nàison¹ fins el ínion² o del 20% de la distància entre els dos punts preauriculars³ passant pel vèrtex⁴.

S'ha de saber que cada lletra que s'utilitza per el nom dels punts de contacte identifica al lòbul i el número, a la ubicació dintre de l'hemisferi. Aquestes lletres son F, T, C, P, i O. Les inicials de frontal, temporal, central, periantal i occipital respectivament. (La lletra C s'utilitza per identificar la línia horitzontal central i no fa referència a cap lòbul). Els nombres parells es corresponen amb elèctrodes de l'hemisferi dret i els imparells amb l'esquerre. Els subíndex z (zero-cero) s'utilitzen per identificar la línia vertical central d'elèctrodes.

La disposició d'elèctrodes del casc Emotiv Epoc+ s'ajusta al sistema 10-20 però nomes s'utilitzaran 14 posicions de contacte com mostra la figura 6.3.

¹ Intersecció del frontal i dels óssos nasals del crani humà. Es diferencia clarament a la cara com un àrea deprimida entre els ulls, just a sobre del pont del nas.

² Es el punt més prominent de l'os occipital a la part posterior del crani.

³ Situats per davant del pavelló auditiu.

⁴ Superfície superior del cap. Als sers humans, el vèrtex cranial està format per quatre ossos del crani: l'os frontal, dos ossos periantals i l'os occipital.

6.1.3. Marc normatiu

A l'hora de realitzar el projecte s'ha de tenir en compte la normativa vigent. Cada aparell utilitzat ha de complir la normativa corresponent que ha sigut notificada a l'apartat 2.

Durant la realització d'aquet projecte s'haurà de complir amb la **NTP 602**, el disseny ergonòmic del lloc de treball amb pantalles de visualització. Aquesta NTP inclou:

-**UNE-EN 29241-2:1994** Requisits ergonòmics per treballs d'oficina amb pantalles de visualització de dades. Part 2.

-**UNE-EN ISO 9241-1/A1:2002** Requisits ergonòmics per treballs d'oficina amb pantalles de visualització de dades. Part 1.

6.2. Viabilitat econòmica

La realització d'aquest projecte no suposa una despesa realment elevada, durant la realització del treball s'hauran de tenir en compte costos d'enginyeria i costos típics en tot estudi sense cap tipus de despesa especial.

Aquest projecte té un objectiu de caràcter acadèmic, utilitzant diferents dispositius i analitzant dades obtingudes, per tant no suposa un impacte econòmic important per al Tecnocampus ja que els aparells de mesura necessaris i els softwares que s'utilitzaran son de propietat de la universitat. També s'ha de tenir en compte que aquest projecte no està destinat a fer negoci.

Per tant no s'espera cap retorn de caràcter econòmic una vegada s'ha finalitzat el projecte.

D'aquesta manera es pot dir que aquest projecte es viable econòmicament.

6.3. Viabilitat mediambiental

En aquest estudi de la viabilitat mediambiental, s'ha observat, respecte aquest informe els diferents punts negatius que disposa el projecte mediambientalment parlant, i que podrien tenir un efecte negatiu cap al medi.

El projecte en sí, no causa un gran impacte mediambiental, més aviat podríem dir que l'impacta es baix ja que l'esmentat projecte contempla un estudi i adquisició de dades, aquest es farà al centre universitari Tecnocampus, per tant no es necessari fer tasques de construcció.

Tots els aparells necessaris funcionen amb corrent elèctric directament de la xarxa, per tant hi ha contaminació directa ja que aquesta pot ser fabricada en una central nuclear, tèrmica,...

S'ha de tenir en compte que s'utilitza petit material d'oficina durant la realització del projecte.

Amb l'ajuda de taules de les llistes de control incloses a l'annex podem dir que aquest projecte té un impacte mediambiental molt baix, per tant es viable mediambientalment.

6.4. Selecció de l'alternativa més adequada

Tal com s'ha esmentat al llarg del present document, el mètode que es farà servir per complir amb èxit el projecte serà:

- Captura de imatges amb la càmera termogràfica
- Adquisició de dades amb casc EEG amb sistema 10-20
- Anàlisis de les dades obtingudes

Els mètodes obtinguts permeten aconseguir l'objectiu que busca aquest projecte, amb aquest mètode es factible, ja que hi ha informació disponible per Internet amb articles i manuals d'usuari amb resultats positius, es cert però, que no s'han implementat les diferents tecnologies a la vegada.

7. Planificació

La planificació del projecte de detall s'inicia el dia 12/09/2016 i finalitza amb el lliurament de la documentació el dia 13/01/2017 encara que la presentació i defensa del projecte es el dia 30/01/2017.

La durada total del projecte es de 600 hores de treball que es divideixen en 161 hores per l'avantprojecte i 439 hores per el projecte de detall.

7.1. Llistat detallat de les tasques

A continuació es detalla una taula especificant cada activitat, les prelacions, la duració i una descripció de l'activitat.

El recurs utilitzat per la realització del projecte serà el projectista, encara que segons l'activitat el preu varia. Aquest es titulat en Enginyeria industrial amb especialitat mecànica.

	ACTIVITAT	PRELACIONS	DURACIÓ	DESCRIPCIÓ
1	Inici del projecte	-	-	S'inicia el projecte de detall.
2	Escollir aula per la experimentació	1	5h	Escollir una aula per desenvolupar la part experimental del projecte.
3	Buscar voluntaris per la experimentació	2,1	5h	Fer una selecció de personal voluntari per a realitzar les proves experimentals.
4	Preparar els aparells de mesura	5	40h	Preparació, posicionament i configuració dels aparells de mesura.
5	Enquesta a l'usuari	3	3h	Fer una petita enquesta a cada usuari de joc per tal d'obtenir una informació prèvia.
6	Proves de joc	4,5	65h	Realitzar diferents proves de joc a cada usuari.
7	Adquisició de dades Termografia	6	65h	Adquisició de imatges termogràfiques mentre l'usuari esta fent proves de joc.
8	Adquisició de dades EEG	6	65h	Adquisició de dades de l'usuari amb el casc de tecnologia EEG.
9	Analitzar dades termogràfiques	7	55h	Anàlisis de les dades obtingudes amb la càmera tèrmica.
10	Analitzar dades	8,9	65h	Anàlisis de les dades obtingudes amb

	EEG			el casc de tecnologia EEG.
11	Redactat del projecte de detall	10	45h	Realització del projecte de detall.
12	Lliurament del projecte de detall	11	1h	Lliurament del projecte de detall a la data prevista.
13	Preparació de la presentació	12	25h	Preparació de les diapositives i assaig de la presentació oral.

Taula: 7.1 Programa del projecte

Font: Elaboració pròpia

7.2. Taula de tasques i prelacions

Es detalla seguidament una taula amb les activitats, durada i dates de cada una d'elles amb el Microsoft Project.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		Inici del projecte	0 horas	lun 12/09/16	lun 12/09/16	
2		Escollir aula per la experimentació	5 horas	lun 12/09/16	lun 12/09/16	1
3		Buscar voluntaris per la experimentació	5 horas	mar 13/09/16	mar 13/09/16	2;1
4		Preparar aparells de mesura	40 horas	mié 14/09/16	lun 26/09/16	5
5		Enquesta a l'usuari	3 horas	mié 14/09/16	mié 14/09/16	3
6		Proves de joc	65 horas	lun 26/09/16	vie 14/10/16	4;5
7		Adquisició de dades Termografia	130 horas	vie 14/10/16	mar 22/11/16	6
8		Adquisició dades EEG	130 horas	vie 14/10/16	mar 22/11/16	6
9		Analitzar dades termogràfiques	55 horas	mar 22/11/16	vie 09/12/16	7
10		Analitzar dades EEG	65 horas	vie 09/12/16	jue 29/12/16	8;9
11		Redactat del projecte de detall	45 horas	jue 29/12/16	mié 11/01/17	10
12		Lliurament del projecte de detall	1 hora	mié 11/01/17	mié 11/01/17	11
13		Preparació de la presentació	25 horas	mié 11/01/17	mié 18/01/17	12

Taula 7.2 Tasques del projecte

Font: Elaboració pròpia

7.3. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt obtingut amb Microsoft Project marca el camí crític del projecte, la durada de cada tasca i les dates que comença cada tasca.

A la tasca 7 i 8 s'ha fet una reducció del 50% del recurs, per tant les dues tasques tenen el doble de durada. Això es degut a que són tasques que es fan a la vegada i sinó es fa d'aquesta forma augmentaria la jornada laboral.

El dia 11/01/2017 finalitza el redactat del projecte, per tant queda dins del termini d'entrega, ja que aquest es entre el 11 i el 13 de Gener de 2017.

Es pot observar que al diagrama finalitza la última tasca el dia 18/01/2017. Aquesta tasca es la preparació de la presentació, es a dir que hi ha de temps màxim fins el 30/01/2017 així que queda dins dels límits.

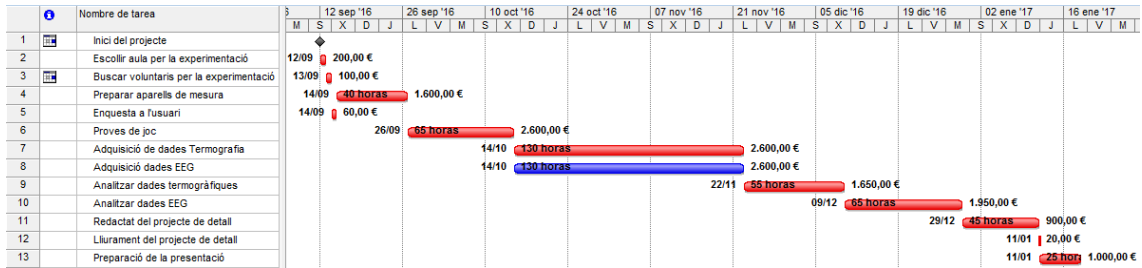


Figura 7.1 Diagrama de Gantt

Font: Elaboració pròpia

Per veure de forma més clara, s'amplia el diagrama de Gantt.

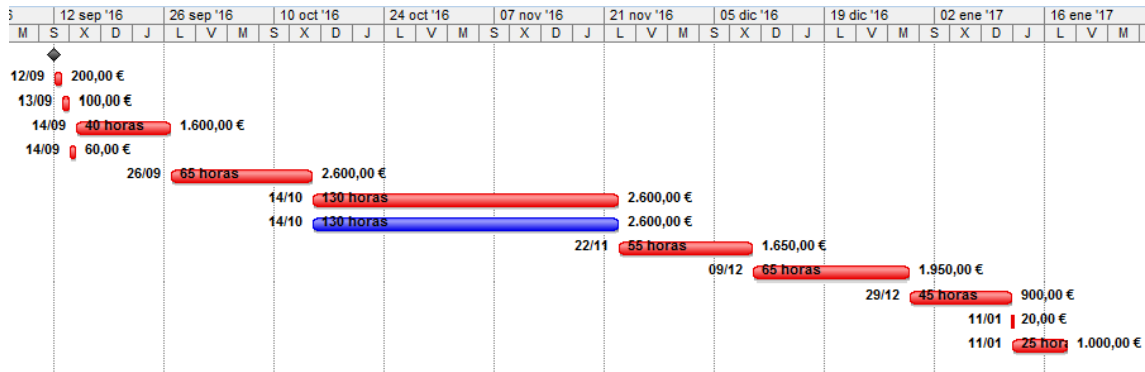


Figura 7.2 Diagrama de Gantt ampliat

Font: Elaboració pròpia

8. Pressupost

El pressupost indica la suma del costos totals necessaris per la realització del projecte de detall i de l'avantprojecte.

8.1. Amidaments

En aquest apartat s'indiquen els amidaments referents al projecte d'enginyeria.

CAPITOL I : ELABORACIÓ DEL PROJECTE		
CODI	DESCRIPCIÓ	PARTS IGUALS
1.1	Escollir aula per la experimentació	5
1.2	Buscar voluntaris per la experimentació	5
1.3	Preparar aparells de mesura	40
1.4	Fer una enquesta a l'usuari	3
1.5	Proves de joc	65
1.6	Adquisició de dades de termografia	130
1.7	Adquisició de dades EEG	130
1.8	Analitzar dades termogràfiques	55
1.9	Analitzar dades EEG	65
1.10	Redactat del projecte de detall	45
1.11	Lliurament del projecte de detall	1
1.12	Preparació de la presentació	25

Taula 8.1 Amidaments capítol I

8.2. Quadre de preus

CAPITOL I : ELABORACIÓ DEL PROJECTE		
CODI	UNITATS	PREU UNITARI (€)
1.1	Hores	40
1.2	Hores	20
1.3	Hores	40
1.4	Hores	20
1.5	Hores	40
1.6	Hores	40
1.7	Hores	40
1.8	Hores	30
1.9	Hores	30
1.10	Hores	20
1.11	Hores	20
1.12	Hores	40

Taula 8.2 Taula de preus capítol I

8.3. Pressupost parcial

CAPITOL I: ELABORACIÓ DEL PROJECTE				
COSTOS D'ENGINYERIA				
CODI	DESCRIPCIÓ	UNITATS TOTALS	PREU UNITARI (€)	IMPORT
1.1	Escollir aula per la experimentació	5	40	200
1.2	Buscar voluntaris per la experimentació	5	20	100
1.3	Preparar aparells de mesura	40	40	1600
1.4	Fer una enquesta a l'usuari	3	20	60
1.5	Proves de joc	65	40	2600
1.6	Adquisició de dades termografia	65	40	2600
1.7	Adquisició de dades EEG	65	40	2600
1.8	Analitzar dades termogràfiques	55	30	1650
1.9	Analitzar dades EEG	65	30	1950
1.10	Redactat del projecte de detall	45	20	900
1.11	Lliurament del projecte de detall	1	20	20
1.12	Preparació de la presentació	25	40	1000
TOTAL COSTOS DIRECTES				15280
COSTOS INDIRECTES				
1.13	Costos indirectes de mà d'obra (25%)			3820
TOTAL CAPITOL I (25% de marge)				19100

Taula 8.3 Pressupost parcial capítol I

Dins dels costos indirectes s'ha comptabilitzat un marge de maniobra per possibles canvis o imprevistos que puguin sortir durant la realització del projecte.

En aquest projecte no es té present el capítol II referent a materials necessaris, ja que no es necessari invertir en cap material.

CAPITOL III AMORTITZACIONS				
EQUIPS INFORMÀTICS I SOFTWARE				
CODI	DESCRIPCIÓ	COST INV.	N (anys)	€/anys
3.1	Ordinador	1000	3	333,33
3.2	Software Pack Office	149	3	49,66
3.3	Software MS Project	769	3	256,33
EQUIPS LABORATORI				
3.4	Càmera termogràfica	23900	5	4780
3.5	Casc EEG	715	3	238,33
3.6	Joystick	39,35	3	13,11
TOTAL CAPITOL III				5670,76

Taula 8.4 Pressupost parcial capítol III

A continuació es mostra el pressupost de l'avantprojecte

CAPITOL IV: Avantprojecte				
CODI	LLISTAT DE TASQUES	TEMPS (h)	PREU (€)	IMPORT (€)
4.1	Objecte	4	15	60
4.2	Antecedents i necessitats d'informació	55	15	825
4.3	Abast	3	15	45
4.4	Objectius i especificacions tècniques	5	20	100
4.5	Generació i plantejament de possibles solucions	7	20	140
4.6	Viabilitat tècnica	35	25	875
4.7	Viabilitat econòmica	4	20	80
4.8	Viabilitat ambiental	6	15	90
4.9	Selecció de l'alternativa més adequada	10	25	250
4.10	Planificació	17	20	340
4.11	Pressupost	15	20	300
TOTAL CAPITOL IV				3105

Taula 8.5 Pressupost de l'avantprojecte

8.4. Pressupost global

El pressupost global es la suma del capítol I, capítol III i capítol IV (avantprojecte).

Total Capítol I	19100 €
Total Capítol III	5670,76 €
Total Capítol IV	3105 €
<hr/>	
TOTAL	27875,76 €
IVA 21%	5853,91 €
<hr/>	

TOTAL PRESSUPOST	33729,67€
------------------	-----------

L'elaboració del present projecte genera les despeses indicades anteriorment, sumant un total de trenta tres mil set-cents vint-i-nou euros amb seixanta-set cèntims.

9. Referències

- [1] <http://www.amperis.com/productos/camaras-termograficas/> (Maig 2016).
- [2] Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 371–385. (Agost 2016)
- [3] James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. New York: Holt. (Agost 2016)
- [4] Genno, H., y cols. (1997). Using facial skin temperature to objectively evaluate sensations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 161–171. (Agost 2016)
- [5] Or, C. K. L., y Duffy, V. G. (2007). Development of a facial skin temperature-based methodology for non-intrusive mental workload measurement. *Occupational Ergonomics*, 7, 83–94. (Agost 2016)
- [6] Jones, B. F. (1998). A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 17, 1019-1027. (Agost 2016)
- [7] Gómez Milán, E., y cols. (2015). *Neurotermografía y Termografía Psicosomática*. Granada, España: Ediciones Fundación Internacional Artecittà. (Agost 2016)
- [8] <http://www.flir.com/flirone/android/> (Maig 2016).
- [9] <http://www.fluke.com/fluke/eses/termografia/fluke-ti25.htm?pid=56723> (Maig 2016)
- [10] http://www.termocamara.com/camara_termografica_TH9260.htm (Juny 2016)
- [11] <http://www.aenor.es> (Juny 2016)
- [12] Electroencefalografía. Instrumentación biomédica. Departamento de electronica. Univesidad de Alcalá. (Juny 2016)
- [13] <http://store.neurosky.com> (Juny 2016)
- [14] <http://emotiv.com/epoc> (Juny 216)
- [15] 10-20 system EEG, The Free Encyclopedia, Juny 2016 [en.wikipedia.org/wiki/10-20_system_\(EEG\)](http://en.wikipedia.org/wiki/10-20_system_(EEG))

10. Bibliografia

Xavier P. V. Maldague (2001). Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing. Wiley-Interscience. Third Avenue, New York.

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Mecànica

ADQUISICIÓ MULTIDISPOSITIU PER ACTIVITATS DE CONDUCCIÓ EN PLATAFORMA VIRTUAL

VOLUM 4

Annexos

ALBERTO CAMPILLEJO CASADO

PONENT: XAVIER FONT ARAGONES

PRIMAVERA 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

ANNEX I.....	I
ANNEX II.....	II
ANNEX III.....	III

Autorització de la presa de dades per l'adquisició multi dispositiu

Projecte: Adquisició multi dispositiu per activitats de conducció en plataforma virtual

Mitjançant el present document faig acte, i hem declaro, amb suficients coneixements per lliurar tant les meves dades personals (nom, edat, etc.), termogràfiques (imatges amb la càmera) com les dades recollides amb la tecnologia EEG, perquè siguin adquirides, registrades i processades per el seu posterior anàlisis per el Tecnocampus, com a titular responsable de la base de dades, d'acord amb les lleis vigents i amb el que s'exposa en el present document.

L'aportació de les meves dades, incloses les dades termogràfiques i EEG, és voluntària, es a dir, si no estic d'acord amb aportar les dades esmentades anteriorment, dono per entès que no puc participar com a voluntari.

Estic d'acord que les meves dades personals, termogràfiques i EEG poden aportar informació, i posteriorment, seran registrades i processades i estaran a la meva disposició en el cas que fos necessari, amb el compliment de la legislació vigent a Espanya.

Entenc que si les meves dades foren publicades, la meva identitat seria en tot cas confidencial.

Tinc dret a sol·licitar l'accés a les meves dades personals, a modificar-les i esborrar-les en cas que sigui necessari d'acord amb la legislació present. En aquest tinc el dret a contactar amb el centre docent del Tecnocampus i amb el titular responsable. L'accés, modificació, rectificació o eliminació de dades es durà a terme només en motius justificats, i en el cas que sigui necessari la cancel·lació no tindrà caràcter retroactiu.

Mitjançant aquest document estic informat de que les meves dades termogràfiques i EEG (no dades personals), codificades o no, poden ser analitzades durant la vigència del projecte per altres membres de l'associació o personal autoritzat que treballen per el mateix objectiu.

A partir del present document he estat informat de que posteriorment a la duració del projecte, les meves dades termogràfiques i EEG (no incloent altre tipus de dades personals) podran ser analitzades dins de l'àmbit universitari i de recerca.

Un cop llegit tota la informació anterior exposada, entenc amb claredat que tinc total llibertat per manifestar el meu consentiment o no respecte a l'adquisició i, posterior, tractament de les dades termogràfiques, EEG i personals.

Mitjançant la firma del document, en la data i lloc indicats, manifesto i apporto el meu consentiment.

Data: _____ Nom del titular o tutors(menors 18 anys): _____

Firma: _____ Correu electrònic: _____

A continuació es mostra el codi que s'ha fet servir per l'anàlisi de les dades EEG.

```
# load packages

library(data.table)

# Find files with extension csv

myfiles <- list.files(".",pattern="*.csv")

numFiles <- length(myfiles) # How many file do we have

# Auxiliar variables

mylabels <-
c("COUNTER","INTERPOLATED","AF3","F7","F3","FC5","T7","P7","O1","O2","P8","T8","FC6","F4",
,"F8","AF4","RAW_CQ","GYROX","GYROY","MARKER","MARKER_HARDWARE","SYNC","TI
ME_STAMP_s","TIME_STAMP_ms",

CQ_AF3","CQ_F7","CQ_F3","CQ_FC5","CQ_T7","CQ_P7","CQ_O1","CQ_O2","CQ_P8","CQ_T8",
CQ_FC6",

CQ_F4","CQ_F8","CQ_AF4","CQ_CMS","CQ_DRL")

# Target text definition

strex3 <- "DiffCirc"

strex2 <- "EasyCirc"

strex1 <- "Music"

# Data for user11

appuser <- "YES"

typeappuser <- "Social"

drivlicuser <- "YES"

DTT <- data.table()

for (i in 1:numFiles){
```

```
# Read the name of the first file

namef <- myfiles[i]

# Check experiment type

expType <- ""

if (length(grep(strexp1,namef))>0)

  expType <- strexp1

if (length(grep(strexp2,namef))>0)

  expType <- strexp2

if (length(grep(strexp3,namef))>0)

  expType <- strexp3

# Identify track number

idx <- regexpr("Track",namef)

trialPosFrom <- idx + 5

keep <- substr(namef,trialPosFrom,trialPosFrom)

#idxFi <- regexpr("[^0-9]-",namef)

numTrack <- as.integer(keep)

#read the file

mydata <- read.csv(namef,header=F,sep="," ,skip = 1)

names(mydata) <- mylabels # Write the column names

DT <- as.data.table(mydata[,c(3:16,18,19,23,24)]) # Select the channels and ++

DT[,idUser:=11,][,expType:=expType,][,trackId:=numTrack,][,appPay:=appuser,][,typeApp:=typeappuser,][,drivLic:=drivlicuser,]

## Add to the global data table

DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

}
```

```
fwrite(DTT,"fullDataU15.dat")

head(DTT)

tail(DTT)

DTT <- data.table()

DT<-fread("fullDataU11.dat"); DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

DT<-fread("fullDataU12.dat"); DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

DT<-fread("fullDataU13.dat"); DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

DT<-fread("fullDataU14.dat"); DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

DT<-fread("fullDataU15.dat"); DTT <- rbindlist(list(DTT,DT))

fwrite(DTT,"fullDataUUU.dat")

summary(DTT)

## Tidy Data

install.packages("tidyverse")

library("tidyverse")

dt<-fread("fullDataUUU.dat")

names(dt)

# All channels and gyrosc in column channel

dt1 <- dt %>% gather(channel, microV, -
c(idUser,expType,trackId,appPay,typeApp,drivLic,TIME_STAMP_s,TIME_STAMP_ms))

dt1 <- as.data.table(dt1)

fwrite(dt1,"fullDataTidy.dat")

auxdt1 <-dt1[,.(mean=mean(microV)),by=.(expType,appPay,typeApp,drivLic)]

str(auxDTT3)

df3 <- as.data.frame(auxDTT3)

str(dt1)

names(dt1)
```

```

aux1 <-
dt1[,.(mean=mean(microV),sd=sd(microV),median=median(microV),n=.N,iqr=IQR(microV)),by=.(expT
ype,appPay,typeApp,drivLic,channel)]

str(aux1)

summary(aov(data=aux1, mean~appPay))

summary(aov(data=aux1, mean~expType+appPay))

summary(aov(data=aux1, mean~.))

summary(aov(data=aux1, sd~.))

summary(aov(data=aux1, sd~appPay))

summary(aov(data=aux1, sd~typeApp))

summary(aov(data=aux1, sd~drivLic))

summary(aov(data=aux1, sd~expType))

summary(aov(data=aux1, median~.))

summary(aov(data=aux1, iqr~.))

### Good Model

summary(aov(data=aux1, iqr~expType+typeApp+drivLic+channel))

summary(aov(data=aux1, sd~expType+typeApp+drivLic+channel))

### Remove Music

dt2 <- dt1[expType!="Music"]

aux2 <-
dt2[,.(mean=mean(microV),sd=sd(microV),median=median(microV),n=.N,iqr=IQR(microV)),by=.(expT
ype,appPay,typeApp,drivLic,channel)]

str(aux2)

summary(aov(data=aux2, mean~.))

summary(aov(data=aux2, mean~expType+typeApp+drivLic+channel))

summary(aov(data=aux2, sd~.))

```

```
summary(aov(data=aux2, sd~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

```
summary(aov(data=aux2, iqr~.))
```

```
summary(aov(data=aux2, iqr~expType+typeApp+drivLic+channel))
```

```
summary(aov(data=aux1, mean~typeApp))
```

```
summary(aov(data=aux1, mean~channel))
```

```
dt1[,.(mean=mean(microV),sd=sd(microV),n=.N,iqr=IQR(microV)),by=idUser,expType]
```

```
dt1[,.(mean=mean(microV)),by=(idUser,expType)]
```

```
aux2 <-
```

```
dt1[,.(mean=mean(microV),sd=sd(microV),n=.N,iqr=IQR(microV)),by=(expType,appPay,typeApp,driv  
Lic,channel,TIME_STAMP_s,TIME_STAMP_ms)]
```

```
head(dt1)
```

```
tail(dt1,100)
```

```
summary(dt1)
```

```
dt1[,.(mean=mean(microV),sd=sd(microV),n=.N,iqr=IQR(microV)),by=(expType,appPay,typeApp,driv  
Lic,channel)]
```

```
dtx1 <- dt[1:5,,]
```

```
dtx1New <- dtx1 %>% gather(attribute, value, -  
c("idUser","expType","trackId","appPay","typeApp","drivLic"))
```

```
dtx1New <- dtx1 %>% gather(attribute, value, -c(idUser,expType,trackId,appPay,typeApp,drivLic))
```

```
#### This works
```

```
dtx1New <- dtx1 %>% gather(channel, microV, -  
c(idUser,expType,trackId,appPay,typeApp,drivLic,TIME_STAMP_s,TIME_STAMP_ms))
```


Es mostra el codi que es volia fer servir per l'anàlisi dels Log's, pero no va resultar positiu.

```
#read .txt

# Read all files from current folder (.)
myfiles <- list.files(".")

# Find files with extension txt
myfiles <- list.files(".",pattern="*.txt")

namef <- myfiles[1]

mydata <- read.txt(namef,header=F,sep=",",skip = 1)
head(mydata)
tail(mydata)
mylabels <- c("time","car position","left distance","right distance","car velocity","collied")

names(mydata) <- mylabels

# load data table
library(data.table)
DT <- as.data.table(mydata[,c("time","car position","left distance","right distance","car
velocity","collied")])
head(DT)

# Add additional characterization data
# User Identifier: Iduser
# Experiment type : EasyCirc(2), DiffCirc(3)
# Track: idTrack
DT[,idUser:=11,][,expType:="DiffCirc",][,trackId:=1,]

fwrite(DT,"fullData.dat")

namef <- myfiles[2]
mydata <- read.csv(namef,header=F,sep=",",skip = 1)
names(mydata) <- mylabels
DT2 <- as.data.table(mydata[,c("time","car position","left distance","right distance","car
velocity","collied")])
DT2[,idUser:=11,][,expType:="DiffCirc",][,trackId:=2,]

# Add the two data sets into DTT by row
DTT <- rbindlist(list(DT,DT2))
head(DTT)
tail(DTT)
```