

APLICACIONES DE LA RASPBERRY PI: CONSTRUCCIÓN D'UNA MÀQUINA ARCADE

GERARD SÁEZ SÁNCHEZ



Amb l'ús de:

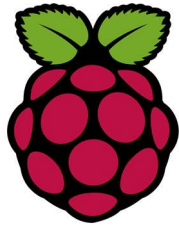


Raspberry Pi



Dirigit per Ferran Colomer Sans
2n de Batxillerat Tecnològic
IES La Garrotxa

Olot, 15 d'octubre de 2019



Our mission is to put the power of computing and digital making into the hands of people all over the world. We do this so that more people are able to harness the power of computing and digital technologies for work, to solve problems that matter to them, and to express themselves creatively.

Raspberry Pi Foundation

RESUMEN

La Fundación Raspberry Pi produce ordenadores de bajo coste y alto rendimiento que la gente usa para aprender, solucionar problemas y divertirse. Se trata de las Raspberry Pi, que desde 2012 han ido incorporando más potencia y funcionalidades para llegar a cumplir cada vez más tareas.

En este trabajo se explica al detalle qué es la Raspberry Pi, qué modelos y variaciones han existido, y como adquirirla y ponerla en marcha con lo más básico. Además, se presentan un montón de usos que cualquiera, con pocos conocimientos, le puede dar en casa. Diferenciadas en grupos como educación, entretenimiento o trabajo, se da una breve explicación de cada aplicación. También se menciona la revista oficial *The MagPi*, una gran fuente de conocimientos entre creadores, donde cada mes se comparten proyectos y noticias sobre esta singular placa. Para terminar con la parte teórica, se exponen algunos proyectos de éxito que se han logrado con la Raspberry Pi, como el hecho de enviarla a 40km de altura o de convertirla en un teléfono móvil funcional.

En la parte práctica del trabajo se explica paso a paso, con la ayuda de una mezcla de proyectos en inglés de internet, la construcción de una máquina de juegos arcade de mesa, con toda su electrónica conectada a una Raspberry Pi y la estructura de plástico impresa en 3D, usando también una aplicación para Raspberry.

La conclusión más concisa de este trabajo es que la Raspberry Pi tiene un potencial increíble, con un montón de aplicaciones a la mano de casi cualquiera, en cuanto a necesidad de inversión y conocimientos se refiere.

Palabras clave: Raspberry Pi, aplicaciones Raspberry Pi, impresión 3d, Octoprint, RetroPie construcción máquina arcade.

ABSTRACT

The Raspberry Pi Foundation provide low-cost, high-performance computers that people use to learn, solve problems and have fun. These are the Raspberry Pi, which since 2012 have been incorporating more power and functionalities to achieve more and more tasks.

This work explains in detail what the Raspberry Pi is, what models and variations have existed, and how to acquire it and start it up with the basics. In addition, it presents a lot of uses that anyone, with little knowledge, can give it at home. Distinguished into groups such as education, entertainment or work, a brief explanation of each application is given. The official magazine *The MagPi* is also mentioned as a great source of knowledge among creators where projects and news about this unique electronic board are shared every month. To finish with the theoretical part, some successful projects that have been achieved with the Raspberry Pi are exposed, such as sending one at 40km high or turning it into a functional mobile phone.

The practical part of the work explains step by step, with the help of a mixture of projects in English from the Internet, the construction of a tabletop arcade game machine, with all its electronics connected to a Raspberry Pi and the plastic structure printed in 3D, also using an application for Raspberry.

The most concise conclusion of this work is that the Raspberry Pi has incredible potential, with lots of applications at the hands of almost anyone, as far as investment needs and knowledge is concerned.

Keywords: Raspberry Pi, Raspberry Pi apps, Raspberry Pi specs, 3d printing, Octoprint, diy arcade machine, Retropie.

ÍNDIX GENERAL

0 INTRODUCCIÓ	7
0.1 Metodologia	7
0.2 Objectius	8
1 LA RASPBERRY PI	8
1.1 Què és la Raspberry Pi?	9
1.2 Evolució de la Raspberry Pi	9
1.2.1 Raspberry Pi 1 Model A	9
1.2.2 Raspberry Pi 1 Model B	10
1.2.3 Raspberry Pi 1 Model B+	10
1.2.4 Raspberry Pi 2 Model B	10
1.2.5 Raspberry Pi 3 Model B	10
1.2.6 Raspberry Pi 3 Model B+	11
1.2.7 Raspberry Pi 4	11
1.2.8 Raspberry Pi 3 Model A+	12
1.2.9 Raspberry Pi Zero	12
1.2.10 Raspberry Pi Zero W	13
1.3 Adquirir la Raspberry Pi	13
2 APLICACIONS DE LA RASPBERRY PI	14
2.1 Treball i oficina	15
2.1.1 Mini PC d'escriptori	15
2.1.2 Servidor d'impressió	15
2.1.3 Servidor web	15
2.1.4 Sistema d'emmagatzematge NAS	15
2.2 Sistemes audiovisuals	16
2.2.1 Media Center (Smart TV)	16
2.2.2 Sistema de música en streaming	16
2.2.3 Marc de fotos digital	16
2.3 Didàctica	16
2.3.1 Control de robòtica	16
2.4 Domòtica	16
2.4.1 Centre de control per la casa domòtica	16
2.4.2 Sistema de videovigilància i seguretat	16
2.4.3 Estació meteorològica	16
2.5 Entreteniment	17
2.5.1 Màquina Arcade	17
2.5.2 Videoconsola estil Gameboy	17
2.5.3 Servidor Minecraft i altres jocs	17
2.5.4 Emisora FM	17
2.6 The MagPi	17

3 PROJECTES D'ÈXIT	19
3.1 Pi in the sky	20
3.2 PiPhone	22
3.3 Super Pi Boy	22
4 CONSTRUCCIÓ D'UNA MÀQUINA ARCADE	23
4.1 Introducció	23
4.2 Materials	23
4.2.1 Estructura	23
4.2.2 Electrònica	24
4.3 Impressió 3D	26
4.3.1 La impressora 3D	26
4.3.2 El software: Cura	27
4.2.3 Documents i impressió	29
4.2.4 OctoPrint	31
4.2.5 OctoPrint Anywhere	37
4.2.6 Tractament post-impressió	40
4.3 Muntatge de l'estructura i l'electrònica	40
4.3.1 Repàs de peces i instruccions	40
4.3.2 Muntatge de peces per la base	42
4.3.3 Instal·lació dels botons i el joystick	44
4.3.4 Instal·lació de la pantalla	48
4.3.5 Instal·lació dels altaveus	50
4.3.6 Instal·lació de la tira LED	53
4.3.7 Instal·lació i connexions de la Raspberry Pi	54
4.3.8 Detalls finals	55
4.4 Instal·lació del software	57
4.4.1 Repàs de material	57
4.4.2 Instal·lació de RetroPie	57
4.4.3 Configuració de controls	59
4.4.4 Configuració de RetroPie	60
4.5 Instal·lació de jocs	62
4.6 Extres	65
4.6.1 Música de fons	65
4.8 Posada en marxa	66
5 CONCLUSIONS	66
6 BIBLIOGRAFIA	67
6.1 Teoria Raspberry Pi	68
6.2 Aplicacions de la Raspberry Pi	68
6.3 Construcció de la màquina arcade	69

0 INTRODUCCIÓ

Des de ben petit m'ha encantat remenar amb tecnologia i en aquesta ocasió volia posar en pràctica algun projecte amb el qual m'ho passés bé. Llegint les propostes que ofería el centre em vaig topiar amb “aplicacions de la Raspberry Pi” i vaig pensar que en podria fer un bon treball ja que en tenia una en possessió i ja l'hi havia sabut donar diferents usos pel meu compte. No em volia quedar només amb la part teòrica del títol i amb en Ferran, l'assessor, vam pensar que fer una màquina de jocs arcade seria entretingut i laboriós alhora.

Així doncs, en aquest treball es presentarà la Raspberry Pi, explicant què és, d'on prové el seu nom, quins models han existit des del seu llançament i com adquirir-la i posar-la en marxa amb el material essencial.

També s'exposaran breument un munt d'aplicacions que se li poden donar en diferents àmbits (treball, educació, domòtica, entreteniment...) i es parlarà sobre la revista *The MagPi*, on cada mes es publiquen projectes i notícies sobre la Raspberry Pi. Per acabar amb la part teòrica, es mencionaran alguns projectes d'èxit aconseguits amb la Raspberry Pi, com la d'enviar-ne una a l'espai o convertir-la en un telèfon mòbil funcional.

A la part pràctica es seguirà pas a pas la construcció d'una màquina de jocs arcade. El tutorial comença amb l'elecció i adquisició de material necessari, la majoria d'aquest a botigues *online*. Un cop tot llest, començarà la creació l'estructura, no en fusta sinó en plàstic PLA imprès en 3D. Aprofitant una altra aplicació per a la Raspberry Pi, ens ajudarem del software OctoPrint per controlar la impressora 3D. Un cop l'estructura a punt, connectarem tota l'electrònica a la placa protagonista del treball i començarem la posada en marxa del sistema RetroPie, que ens permetrà instal·lar i jugar milers de jocs.

0.1 Metodologia

La metodologia que s'ha utilitzat per dur a terme aquest treball s'ha basat en la cerca d'informació a internet, majoritàriament en anglès.

Per la part teòrica s'ha extret informació d'articles, *blogs* amb projectes i enciclopèdies. També cal destacar el paper de la revista *The MagPi*, d'on s'han inspirat algunes de les aplicacions que també es presenten.

El tutorial per a la construcció de la màquina de jocs arcade es basa en una mescla de diferents projectes i solucions ofertes per diferents fòrums. En aquest apartat es pot dir que totes les fonts són en anglès.

La part pràctica, per ser comprensible inclou moltes fotos, la majoria fetes per mi, aprofitant un dels meus *hobbys*. També s'adjunten moltes captures de pantalla d'ordinador per seguir cada pas al detall. La resta de fotos, com és el cas dels models de Raspberry Pi, davant la incapacitat de posseir cada model, s'han extret de diferents llocs web i enciclopèdies online.

0.2 Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és demostrar el potencial de la Raspberry Pi, començant per entendre què és, quines diferències ha manifestat cada model i coneixent quantes aplicacions se li poden donar i què es necessita per dur-les a terme.

A la part pràctica es vol esbrinar, amb la construcció de la màquina de jocs arcade, com és de fàcil i assequible dur a terme un projecte amb la Raspberry Pi. També s'aprofitarà per valorar si val la pena imprimir en 3D l'estructura de plàstic de la màquina o per contra, seria millor utilitzar fusta.

1 LA RASPBERRY PI

1.1 Què és la Raspberry Pi?

La Raspberry Pi, també coneguda amb l'abreviació "RPi", és un petit ordinador monoplaca¹ o SBC (de l'anglès "Single-Board Computer") de la mida d'una targeta de crèdit.

Va ser desenvolupada a partir del 2009 al Regne Unit per la Fundació Raspberry Pi per tal de promoure, gràcies al seu baix cost, l'ensenyament de la informàtica bàsica a les escoles i als països en desenvolupament.

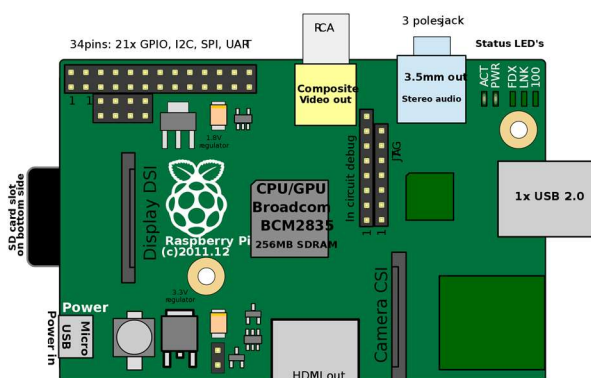
El seu nom "Raspberry" fa referència a la tradició d'anomenar amb fruites els microordinadors. Alguns exemples són "Tangerine Computer Systems" o "Apricot Computers". El "Pi" és perquè originalment tenien intenció de produir un ordinador que només pogués executar el llenguatge de programació "Python".

1.2 Evolució de la Raspberry Pi

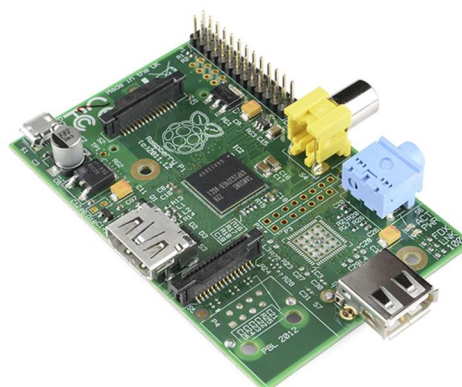
Diferents versions han estat presentades, però tots els models es basen en el "System on a chip" (SoC), un xip el qual inclou tots els mòduls que componen un ordinador o altres sistemes electrònics. Bàsicament, presenten variacions en la capacitat de memòria i el suport per a dispositius perifèrics.

1.2.1 Raspberry Pi 1 Model A

Aquest va ser el primer model de Raspberry i la seva venda, a uns 40€, va començar el 2012. Constava de 26 connectors GPIO, sortida de vídeo HDMI i RCA, un connector jack de 3.5mm, un CSI per la càmera, un DSI per a pantalles i un sol port USB. La càrrega de sistemes operatius i emmagatzematge de fitxers es feia a partir d'una targeta SD de capacitat variable (no inclosa) que es podia connectar a la part inferior de la placa. El seu processador era un Broadcom BCM2835, Single-Core a una freqüència de treball de 700MHz y la memòria RAM constava de 256MB. L'alimentació es donava per micro-USB a 5V i 2A, de manera semblant als smartphones Android actuals. L'accés a internet només es podia aconseguir amb un adaptador Wi-Fi per USB, ja que no comptava amb port Ethernet (connexió per cable).



Esquema de la Raspberry Pi 1 Model A.

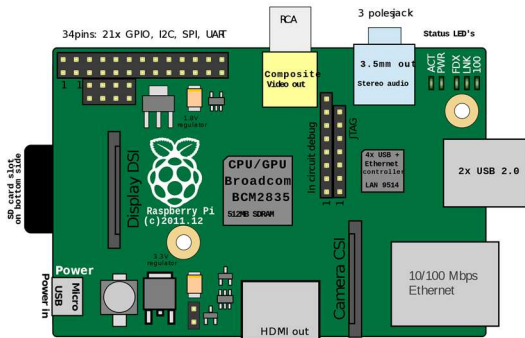


Raspberry Pi 1 Model A.

¹ Que consta d'una sola placa.

1.2.2 Raspberry Pi 1 Model B

Es va presentar també el 2012 com a variant del Model 1 A. Algunes de les seves millores van ser doblar la memòria RAM de 256MB a 512MB, doblar el port USB (d'un sol port a dos) i la integració d'un connector Ethernet RJ-45 per aconseguir internet per cable. Es van mantenir la resta de connectors i el mateix processador, així com el mateix tamany i preu.



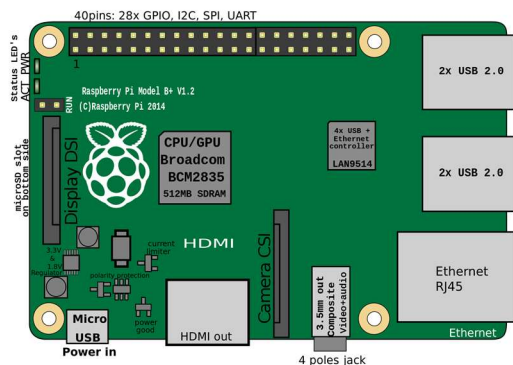
Esquema de la Raspberry Pi 1 Model B.



Raspberry Pi 1 Model B.

1.2.3 Raspberry Pi 1 Model B+

Més endavant es va presentar el B+, el qual tornava a doblar els ports USB (de dos a quatre) i passava d'utilitzar targeta SD a la més petita, MicroSD. A la part superior es suprimeix el connector RCA (considerat obsolet) i es reposiciona el jack de 3.5mm per així deixar lloc a 40 pins GPIO.



Esquema de la Raspberry Pi 1 Model B+.



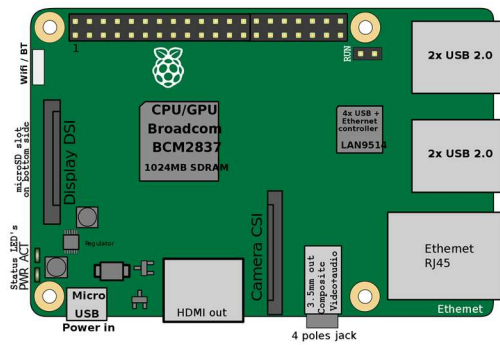
Raspberry Pi 1 Model B+.

1.2.4 Raspberry Pi 2 Model B

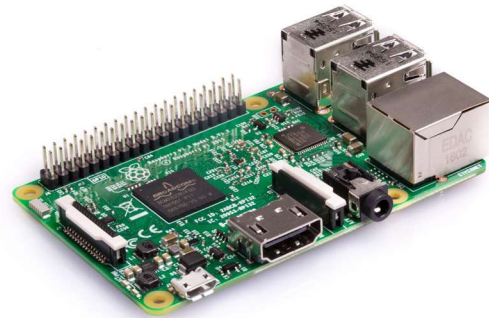
La segona gran versió de Raspberry arriba el 2014, amb la mateixa estructura del passat model però canviant el processador per primera vegada, passant d'un nucli a quatre i d'una freqüència de treball de 700Mhz a 900Mhz. La gràfica es manté però la RAM es torna a doblar, passant de les anteriors 512MB a 1GB. L'estètica exterior es manté com en el passat model.

1.2.5 Raspberry Pi 3 Model B

El febrer de 2016 es torna a renovar el processador, dels passats 900MHz a 1.2Ghz. La RAM es manté en 1GB però la novetat més esperada va ser la integració de connexió wifi i Bluetooth a la placa sense necessitat d'adaptadors USB. És una de les versions, encara actualment, amb més èxit.



Esquema de la Raspberry Pi 3 Model B.



Raspberry Pi 3 Model B.

1.2.6 Raspberry Pi 3 Model B+

Aquesta es va presentar el març de 2018 i és la versió que més es ven actualment. El processador torna a millorar, d'1.2Ghz a 1.4Ghz, i també ho fa la connectivitat, tant inalàmbrica (per wifi), que inclou un ample de banda de 2.4Ghz i 5Ghz, com per cable (port Ethernet), el qual augmenta la velocitat de 100Mb/s a 300Mb/s. Gairebé no hi ha canvis estètics en aquesta tercera generació.



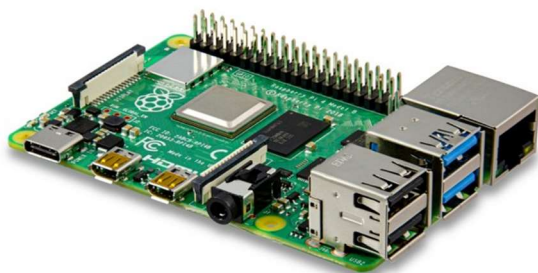
Raspberry Pi 3 Model B+.



Raspberry Pi 3 Model B+.

1.2.7 Raspberry Pi 4

L'últim model i recent presentat durant l'edició d'aquest treball de recerca ha estat la quarta generació de la Raspberry Pi, concretament la Raspberry Pi 4 Model B. Tal com s'observa a la imatge inferior, incorpora innovacions tals com un nou processador d'1.5Ghz, el canvi de port micro-USB a l'USB-C, la substitució de 2 dels USB-2 per USB-3.0, i dues sortides micro-HDMI que substitueixen el clàssic port HDMI i que poden donar una sortida simultània de vídeo amb una resolució de fins a 4K en una de les dues.



Raspberry Pi 4

Ja està a la venda arreu del món i s'ofereix en 3 models, amb una RAM variable en 1GB, 2GB i 4GB. Els preus orientatius de sortida al mercat a Espanya són d'uns 39€, 49€ i 59€ respectivament. La Fundació Raspberry Pi ja ha anunciat que la seva producció està assegurada fins almenys el gener de 2026.

La seva incompatibilitat amb molts sistemes operatius i projectes, i, com sempre amb una novetat, el seu preu, fa que encara no se n'hagin disparat les vendes.

1.2.8 Raspberry Pi 3 Model A+

De tamany, prestacions i preu reduïts, s'anuncia el novembre de 2018 el nou model A+. La velocitat de processament és la mateixa que en la germana Raspberry Pi 3 però la RAM baixa a 512MB, i en quant als connectors, compta amb un sol port USB i elimina l'Ethernet.



Raspberry Pi 3 Model A+.



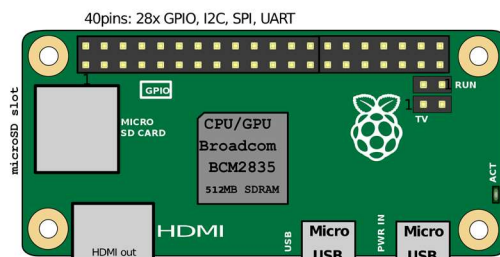
Raspberry Pi 3 Model A+.

1.2.9 Raspberry Pi Zero

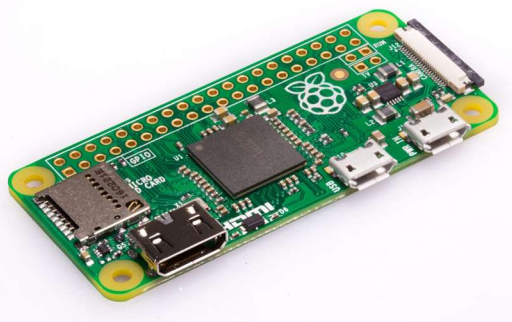
Es va crear el 2015 amb la intenció de ser la placa més assequible de la família Raspberry i possible per complir qualsevol projecte de baix pressupost, ja que el preu de sortida va ser de tant sols 5 USD.

Té un processador d'un sol nucli que treballa a 1Ghz i una RAM de 512MB. El seu tamany es redueix dràsticament, per la qual cosa el port HDMI es substitueix per un MiniHDMI i els USB per un parell de micro-USB (un d'alimentació i l'altre de dades). No integra wifi ni Bluetooth, fet que donarà lloc a un nou model.

Tot i les seves mancances, és un 40% més potent que el primer model de Raspberry.



Esquema de la Raspberry Pi Zero.



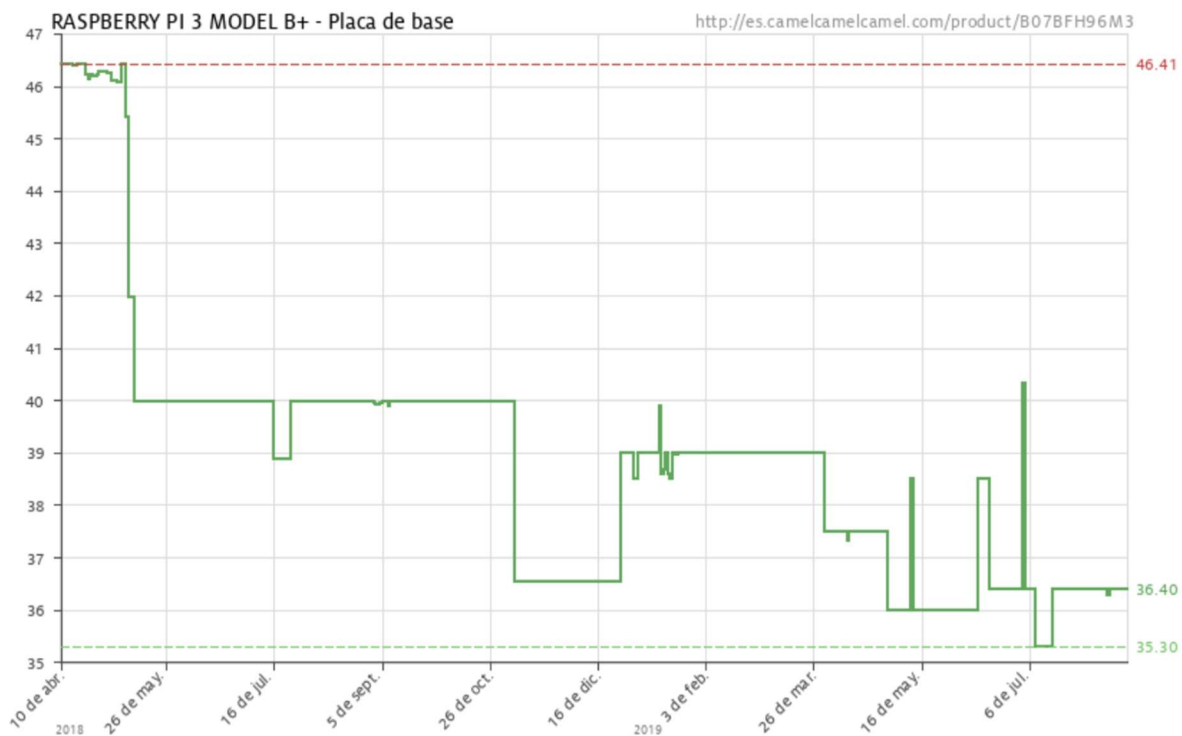
Raspberry Pi Zero.

1.2.10 Raspberry Pi Zero W

Com a successora de la Pi Zero, aquesta presenta la integració de les connexions wifi i Bluetooth, d'aquí la lletra W, de "Wireless" (inlàmbric, en anglès). El preu va notar aquesta millora, augmentant fins als 11 USD de sortida. El tamany i l'estètica exterior es manté igual, com en la Pi Zero.

1.3 Adquirir la Raspberry Pi

El model més recent i més estès a les botigues actualment és el 3 Model B+, que presentat el 2018, va sortir al mercat a un preu oficial de 45,99€ a Espanya. Actualment es pot adquirir per uns 35-42€ a grans distribuïdors com Amazon, MediaMarkt, PCComponentes, o altres venedors locals dedicats a la venda d'informàtica.



Gràfica de l'historial de preus de la Raspberry Pi 3 Model B+ a "Amazon.es".

Més de 5 milions d'unitats d'aquest model en concret van ser venudes durant el 2018. Es sumen a l'històric de més de 22 milions de Raspberry Pi venudes fins a l'actualitat.

Amb unes especificacions semblants, encara es ven el 3 Model B de 2016, però a un preu molt semblant, per la qual cosa surt més a compte adquirir l'últim model.

Més difícil d'aconseguir i sovint amb sobrepreu a Espanya és el model Zero, que podem trobar actualment a uns 15-25€ a Amazon. Tot i així, alguns distribuïdors autoritzats com Kubit el venen al preu oficial de venda al públic, uns 5€ per la versió Zero i 11€ per la Zero W, amb la contra d'haver de pagar força per l'enviament.

No obstant, amb qualsevol model cal tenir en compte que per a qualsevol ús, serà necessari, ja que no ve inclòs, una targeta MicroSD (per carregar el sistema operatiu i emmagatzemar-hi totes les dades) amb preu variable segons capacitat, velocitat i marca escollida, i una font

d'alimentació que proporcioni 5V i 2.5A per micro-USB o en el cas de la recent Raspberry Pi 4, per USB-C. És possible utilitzar un carregador convencional micro-USB de mòbil Android, tot i que és probable que per alguns usos el voltatge que ofereixi no sigui suficient. La millor opció és l'adaptador de corrent oficial de Raspberry, que assoleix els 5.1V. Té un preu que ronda els 12€ a Amazon i inclou adaptadors per endolls de tots els continents.



Targeta MicroSD.



Adaptador de corrent de Raspberry.

2 APLICACIONS DE LA RASPBERRY PI

La missió de la Fundació Raspberry Pi, tal com diuen ells mateixos, és la de proveir divulgació i educació perquè més persones tinguin accés a la informàtica i a la creació digital. Això és possible gràcies als seus ordinadors d'alt rendiment i baix cost i als recursos que ofereixen gratuïtament, com el munt de projectes que podem trobar a la seva pàgina web oficial: projects.raspberrypi.org.

I és que existeixen moltes, infinites aplicacions per a una Raspberry Pi, tantes o més, de fet, com tingui un ordinador convencional. A continuació es presenten alguns exemples, els quals molts es poden dur a terme a casa amb un pressupost molt inferior al que ens podríem pensar per les funcions que ofereixen. Els podem organitzar en diferents àmbits:

2.1 Treball i oficina

2.1.1 Mini PC d'escriptori

És una de les funcions més evidents i també més fàcils de posar en pràctica. El pas més important és el de pujar un sistema operatiu a la targeta MicroSD amb el mateix estil d'escriptori que el conegut Windows. Com que la Raspberry Pi processa millor sistemes més lleugers com els basats en Linux, una bona opció és Raspbian, un sistema lliure i de codi obert desenvolupat per la fundació Raspberry Pi que es pot descarregar gratuïtament a raspberrypi.org/downloads/raspbian.

Un cop inserida la targeta MicroSD amb el sistema operatiu, si ens imaginem que la placa és la torre d'un ordinador només ens quedarà connectar els perifèrics desitjats (teclat, ratolí, altaveus, etc.) i una pantalla per cable HDMI.

2.1.2 Servidor d'impressió

Aquesta és una bona manera de renovar una impressora vella, dotant-la d'AirPrint, un sistema d'impressió per wifi. Per fer-ho, utilitzant el sistema operatiu mencionat anteriorment, Raspbian, connectarem la RPi a la nostra impressora i al nostre wifi i habilitarem el servidor Samba (una funció que permet compartir arxius). Després ens caldrà instal·lar un software de servidor d'impressió com per exemple "CUPS" (cups.org) i dur a terme les configuracions pertinents a la RPi i a un ordinador Windows també connectat al wifi.

2.1.3 Servidor web

Si vols estalviar-te de pagar el lloguer d'un servei de hosting per la teva pàgina web, el millor pot ser utilitzar una Raspberry Pi, és silenciosa, ocupa poc espai i tot i haver d'estar contínuament funcionant, a penes es nota el seu consum a la factura de la llum. Amb la versió LITE de Raspbian i algunes configuracions i ordres al "command line" instal·lant "PHP 5", "apache2", la base de dades "MySQL" i "phpmyadmin" podem aconseguir un servidor web funcional i establert a casa.

2.1.4 Sistema d'emmagatzematge NAS

Més simple que l'anterior, podem crear un NAS (en anglès "Network Attached Storage"), una unitat d'emmagatzematge accessible a través de la xarxa. Un disc dur i un sistema operatiu com "NAS4Free" ens gestionarà les connexions i el sistema d'arxius.

2.2 Sistemes audiovisuals

2.2.1 Media Center (Smart TV)

Aquesta és una de les opcions més conegudes per transformar una tele vella a les noves "Smart TV". També evita comprar aparatosos aparells i en quant a hardware, és tant fàcil com connectar la RPi a la TV amb un HDMI i introduir-li una targeta microSD amb el sistema operatiu corresponent. Un dels més utilitzats és "KODI", on s'hi poden instal·lar complements (aplicacions) per veure de tot i més.

2.2.2 Sistema de música en streaming

Aquest sistema també ens permetrà renovar aparells vells, en aquest cas uns altaveus que no incorporin Bluetooth o wifi. Si no vols tenir el mòbil amb un cable jack connectat al sistema de música permanentment, hi pots connectar al seu lloc, una Raspberry Pi. Amb el sistema de so en streaming "Pi MusicBox" instal·lat, podrem enviar música amb el mòbil a través de Spotify, Google Music, Sound Cloud i altres aplicacions compatibles amb DLNA i AirPlay.

2.2.3 Marc de fotos digital

Si no volem estar sempre veient les mateixes fotos penjades als marcs de casa, podem crear, amb una pantalla gran o petita i una Raspberry Pi, un marc de fotos digital, que vagi passant fotos dels àlbums que desitgem. El sistema "KODI" torna a ser una bona opció per aquest projecte, i a més, hi podem afegir altres "widgets" com la previsió meteorològica, el calendari o les últimes notícies d'un diari en concret.

2.3 Didàctica

2.3.1 Control de robòtica

De la mateixa manera que fa una placa d'Arduino, la Raspberry Pi és una opció més cara però també amb molt potencial per fer de "cervell" de qualsevol robot didàctic o màquina automatitzada. Els diferents models que existeixen de RPi fa que sigui una plataforma més adaptable a les necessitats de cada projecte.

2.4 Domòtica

2.4.1 Centre de control per la casa domòtica

Molts sensors, actuadors i altres mòduls de l'àmbit de la domòtica es poden controlar des de la Raspberry Pi, o més ben dit, des del nostre smartphone gràcies al sistema d'automatització de cases "Domoticz". Aquest software ens permet monitoritzar i configurar diversos dispositius com: llums, interruptors, sensors de temperatura, pluja, vent, rajos UV, gas, aigua i molt més.

2.4.2 Sistema de videovigilància i seguretat

D'una manera més senzilla a l'anterior, podem connectar una càmera a la Raspberry Pi perquè faci fotos o gravi vídeos quan detecti moviment, a mode de càmera de videovigilància. Un bon sistema operatiu és "uvcapture".

2.4.3 Estació meteorològica

Igual que utilitzem una Raspberry Pi per construir un robot didàctic, connectant-hi uns quants mòduls sensors i una pantalla, podrem tenir una estació meteorològica. Perquè enviés les

dades recollides a una interfície online ja necessitaríem un software més complicat, però és igualment possible.

2.5 Entreteniment

2.5.1 Màquina Arcade

Amb una bona estructura, pantalla, altaveus, botons i, evidentment, la Raspberry Pi, podem construir una màquina arcade amb un nombre infinit de jocs gràcies a la compatibilitat que ens ofereix el sistema operatiu “RetroPie” amb gran varietat d'emuladors de velles consoles. A la part pràctica d'aquest treball de recerca seguirem pas a pas el procés per construir-ne una de mides reduïdes, una màquina arcade “de taula”.

2.5.2 Videoconsola estil Gameboy

De la mateixa manera que amb una màquina arcade, també és possible seguint un procés molt semblant, fer-ho amb parts encara més petites, adaptades a una consola portàtil.

2.5.3 Servidor Minecraft i altres jocs

Amb una funció semblant a un servidor web, podem crear el nostre servidor de jocs com Minecraft, per així poder jugar en una mateixa partida amb altres persones connectades online. El sistema operatiu base per excel·lència utilitzat torna a ser Raspbian LITE, on s'hauran de donar les ordres a partir d'un “command line”.

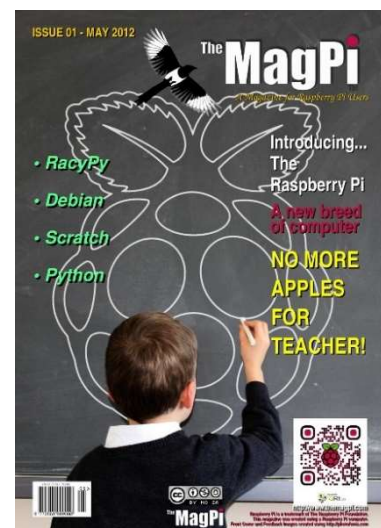
2.5.4 Emissora FM

Amb ben poca cosa podem crear la nostra pròpia emissora de ràdio FM. Necessitarem un cable d'uns 40-70 cm que ens servirà d'antena i un connector femella per fixar-la a un dels pins GPIO. Com a software podem utilitzar “Pi-FM-RDS”, que instal·larem de nou sobre “Raspbian LITE” després de varies ordres al “command line”.

2.6 The MagPi

“The MagPi” és una revista gratuïta amb notícies, projectes i tutorials en anglès sobre la Raspberry Pi. Va ser inicialment creada el 2012 per “la comunitat” (usuaris de fòrums) com una publicació voluntària no oficial, però a partir del 2015 va començar a rebre el suport de la Fundació Raspberry Pi, convertint-se en la revista oficial de la Raspberry Pi.

Actualment es publica mensualment en format digital (*descarregable* gratuïtament en arxiu PDF) i en paper, versió que es pot adquirir per £5.99 unitàriament a Regne Unit o online i enviada a tot el món. També ofereixen subscripcions anuals amb descomptes i regals tecnològics. Amb la compra d'aquesta revista, com de qualsevol altre producte oficial de Raspberry Pi, es col·labora amb la missió caritativa de la Fundació Raspberry Pi.



Portada del primer exemplar de “The MagPi” (maig de 2012)

A cada exemplar hi podem trobar projectes, tutorials de computació i electrònica, guies “how-to²”, articles sobre notícies i esdeveniments, i altres continguts escrits per la comunitat i per a la comunitat. Els tutorials més destacats són sobre automatització de cases, robòtica, intel·ligència artificial, impressió 3D i videojocs.

A més de ser gratuïta, és “open source” (de codi obert), és a dir, qualsevol és benvingut a compartir i adaptar el contingut de la revista. Els drets es regeixen per una llicència de Creative Commons, específicament la de *Reconeixement-NoComercial-Compartir Igual 3.0 No adaptada (CC BY-NC-SA 3.0)*.

A continuació adjunto algunes portades recents de la revista (entre 2015 i 2019) perquè es puguin apreciar els temes principals de què tracten, és a dir, les aplicacions diferents que comparteix cada exemplar.



Exemplar 76, febrer de 2019:

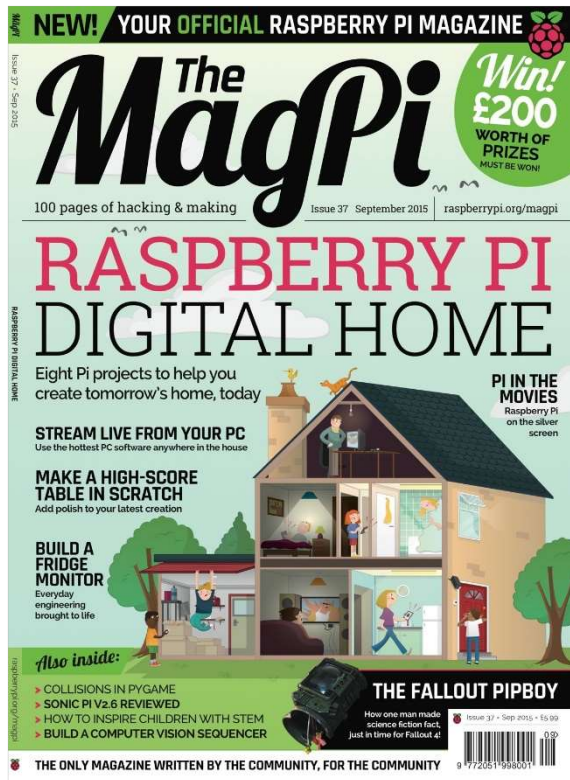
- Jocs arcade: construir una màquina de Pinball, programar un joc en 3D i jugar jocs d'ordinador.
- “Hackejar” una tele vella
- Crear un reproductor MP3
- Top 10 “wearables” (utilitats)



Exemplar 69, maig de 2018:

- Impressió 3D assequible: compra la teva primera impressora, utilitza OctoPrint per un control fàcil, els millors projectes en 3D.
- Emet la teva música: habilita el Bluetooth.
- Actualitza qualsevol TV a un PC amb una Pi Zero W modificada.

² Guies, literalment, de “com fer” alguna cosa.



Exemplar 37, setembre de 2015:

- 8 projectes per crear la casa del demà, avui.
- Construeix un monitor per la nevera.



Exemplar 74, octubre de 2018:

- Construeix un portàtil.
- Fes créixer verdura amb el jardí "aquaponic".



Exemplar 82, juny de 2019:

- Aprèn a programar amb Scratch i Python.
- Construeix un "Pi Keyring" (clauer).



Exemplar 42, febrer de 2016:

- 5 projectes amb la Pi Zero de principi a fi.
- Controla Minecraft (joc) amb "Node-RED"

3 PROJECTES D'ÈXIT

3.1 Pi in the sky

El primer exemple de projecte d'èxit és el de Dave Akerman (Regne Unit), qui va enviar la primera Raspberry Pi a l'espai (o almenys, a prop, a la mesosfera).

El juliol de 2012, amb experiència en el hobby de globus sonda o HAB³, va pensar que la seva recent adquirida Raspberry Pi 1 seria una bon ordinador de vol. Anteriorment utilitzava plaques Arduino, però el port USB de la RPi li va permetre, a partir de llavors, un accés ràpid i econòmic a una càmera webcam. Així doncs, per primera vegada va poder capturar imatges dels vols.

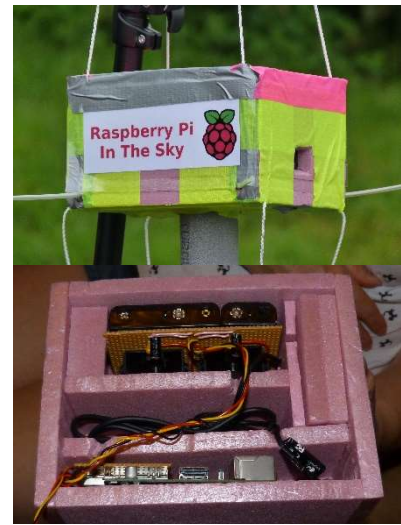
Amb ajuda dels seus companys va connectar la càmera web i varis rastrejadors GPS a la Raspberry Pi i ho va enganxar tot a un globus d'hidrogen, el qual va arribar a gairebé 40 km d'altitud abans de rebentar. Caient a terra la càrrega en bon estat, va aconseguir extreure increïbles imatges del trajecte, amb vistes de fins a 500 km enllà.



Dave Akerman i un ajudant inflant el globus amb hidrogen moments abans del llançament.



Dave Akerman sostenint la caixa de càrrega útil.



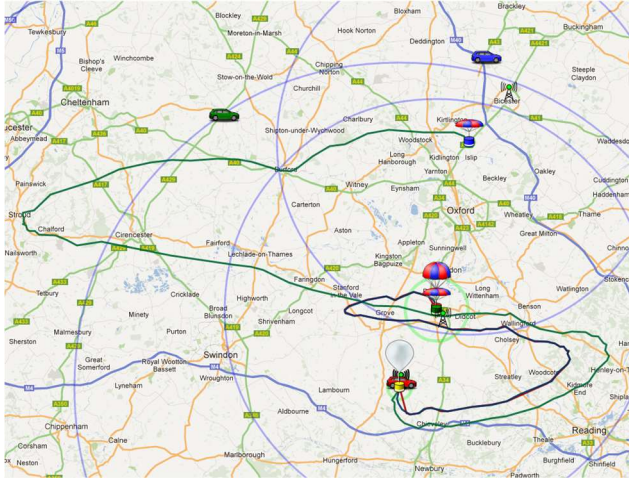
Exterior i interior de la caixa de càrrega útil.

Evidentment, van demanar permís amb antelació per ocupar l'espai aeri i van prendre les mesures de seguretat adients per tractar amb gasos altament inflamables com l'hidrogen.

Tota la càrrega útil, és a dir, l'electrònica necessària per rastrejar el globus i captar imatges, la van posar dins una caixa protectora, feta de plàstic tou per amortir la caiguda que sofriria durant l'aterratge.

³ High Altitude Balloning

Per fer el llançament es van desplaçar des de Yorkshire, lloc on residien, fins a un lloc apte per les condicions aèries i geogràfiques, en aquest cas al comtat de Berkshire, a 335 km. Allí van deixar enlairar el globus, i després d'un recorregut en ziga-zaga fins a 39.994 metres d'alçada, va acabar caient a uns 30 km del lloc de llançament, a Milton Heights.



Mapa de recorregut del globus i dels cotxes.



Cotxes utilitzats pel seguiment en directe del globus.

Durant el recorregut del globus, el van estar rastrejant des d'un parell de cotxes i durant el descens, van rebre la predicció que cauria a prop de Didcot, cap a on es van dirigir per recollir-lo. Al final va resultar caure intacta en un recinte amb gespa, al costat d'un camp de futbol.



Imatge de la càmera web des de la mesosfera.



Processament d'imatges a l'ordinador.

El que va començar per a Dave Akerman com un petit projecte ha acabat, després de gairebé 100 vols, com un hobby consolidat i un petit negoci. Actualment, Akerman es dedica a promocionar el "high altitude ballooning", encoratjant a interessats en fotografia o ciència, centres educatius o empreses a enviar el seu propi globus amb càmera, acompanyat d'un objecte o un logotip a promocionar. Proporciona coneixement, assistència i inclús kits adaptats a cada cas. Es pot trobar més informació sobre la seva tasca a: daveakerman.com

A continuació adjunto alguns vídeos (mm:ss) per conèixer més del projecte Pi in the sky:

- Vídeo (00:54) de la inflació del globus: youtu.be/g1oJM302DNo
- Vídeo (02:11) del llançament (enlairament) del globus: youtu.be/OnmRudVVq_U
- Vídeo (13:58) l'estellament del globus a 40 km d'alçada: youtu.be/KGLB9-LdpYM
- Vídeo (01:50) del descens i aterratge de la càrrega: youtu.be/XKF-2Bnj5IY

3.2 PiPhone

Dave Hunt, autor de diversos projectes “home-made”⁴ exitosos, va construir l’abril de 2014 un telèfon mòbil funcional a partir d’una Raspberry Pi. Les parts principals, que sumen només \$160, són un mòdul Sim900 GSM/GPRS (on s’introdueix la targeta SIM de l’operadora), un interruptor “ON-OFF”, una bateria d’ió liti en polímer (Li-Po) i un petit monitor tàctil⁵.



El PiPhone

La llista completa de parts utilitzades i el procés detallat es pot trobar, en anglès, a la seva pàgina web: davidhunt.ie/piphone-a-raspberry-pi-based-smartphone

Tanmateix, la programació, feta amb Python, també la va publicar al GitHub⁶, de manera que tothom pot replicar el projecte i fer-se un mòbil sense dependre dels sistemes operatius de Google, Apple o Microsoft.

A continuació, alguns recursos per aprendre més dels projectes de Dave Hunt:

- Vídeo (03:54) de la presentació del PiPhone: youtu.be/8eaiNsFhtI8
- Recull de projectes de Dave Hunt: raspberrypi.org/blog/tag/dave-hunt/

3.3 Super Pi Boy

Amb un objectiu semblant al d’una màquina de jocs arcade, la “Super Pi Boy” vol replicar la clàssica consola Nintendo Game Boy utilitzant el sistema operatiu RetroPie.

Per dur a terme aquest projecte es va utilitzar una Raspberry Pi 3, una petita bateria, una pantalla LCD de 3.5”, uns altaveus, botons, interruptors i poca cosa més. En quant a la carcassa, se’n va utilitzar una d’original, d’una vella Game Boy espatllada. Tot i així, recentment han aparegut projectes semblants amb carcasses de plàstic impreses en 3D.

El tutorial complet del projecte es pot trobar a: superpiboy.wordpress.com



*A l’esquerra, la Super Pi Boy.
A la dreta, la Nintendo Game Boy original.*



Super Pi Boy amb carcassa impresa en 3D

⁴ Fet a casa, fet a mà, casolà.

⁵ adafruit.com/product/1601

⁶ github.com/climberhunt/PiPhone

4 CONSTRUCCIÓ D'UNA MÀQUINA ARCADE

4.1 Introducció

Una màquina de jocs arcade és ideal per posar en pràctica la Raspberry Pi i alhora passar-s'ho bé. La primera pensada, evidentment, era de fer-la amb taulons de fusta de grans dimensions. Quedaria molt maca, però també seria un trasto difícil de transportar. Llavors, buscant projectes per internet em vaig trobar amb màquines de mides més reduïdes inclús alguna sorprenentment impresa en plàstic, i ja que dispo d'una impressora 3D i la domino des de fa uns anys, no ho vaig dubtar ni un moment. Els materials de l'estructura serien més lleugers i vindrien ja tallats i pintats, i els components electrònics serien exactament els mateixos que en un màquina gran, només alguns de mida reduïda com és el cas de la pantalla.

Com que la creació pròpia de l'estructura de la màquina comporta una llarga dedicació al disseny, a fer moltes proves d'impressió i l'objectiu d'aquest treball és tractar la part electrònica, vaig decidir seguir un disseny de "thingiverse.com", una pàgina web on qualsevol pot compartir arxius de disseny digital. Després de molta recerca entre les models que es presentaven, majoritàriament en anglès, em vaig quedar amb la màquina de l'usuari "Christopher Tan", de Malàisia, que permet una pantalla lleugerament més gran (8 polzades) que altres opcions (7 polzades) i una espai extra davant els controls per recolzar el canells. Les seves mides són de 36 cm (llargada) x 25 cm (amplada) x 32 cm (alçada).

4.2 Materials

Havent acceptat el repte ens posem a escollir i adquirir tot el material necessari per construir la nostra màquina de jocs arcade. Algunes articles es poden trobar en botigues físiques, però és recomanable comprar-ho per Internet, aconseguint així més oferta per triar i preus més baixos.

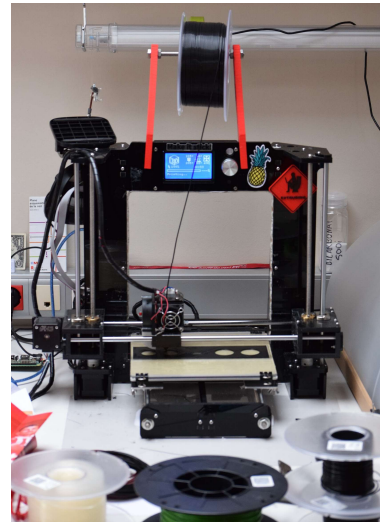
Utilitzarem bàsicament dos llocs web. El primer i més conegut, "[Amazon.es](https://www.amazon.es)", ens oferirà productes de qualitat amb un enviament molt ràpid. La segona opció és "[AliExpress.com](https://www.aliexpress.com)", on podrem triar entre una gran oferta de productes de venedors xinesos a preus realment baixos, amb enviament gratuït però amb uns temps d'espera d'entre dues setmanes i més d'un mes en els pitjors casos.

Diferenciarem la compra de materials en dos parts: l'estructura de la màquina (en plàstic), i la part electrònica que s'hi muntarà a sobre posteriorment.

4.2.1 Estructura

El primer element indispensable per crear l'estructura de plàstic és una impressora 3D així com els materials per utilitzar-la: espàtula, alicates, laca... Qualsevol model que accepti el material "PLA" i tingui una base de com a mínim 22cm x 22cm i una alçada de 12cm valdria. Jo, per demostrar que no cal res increïble utilitzaré la meva "Anet A6", actualment a la venda per uns 150€.

Per imprimir l'estructura caldrà triar el filament de plàstic adequat. Els 2 materials més estesos són l'ABS i el PLA. Jo em quedo amb el PLA ja que és més fàcil de treballar-hi i menys contaminant. El segon punt a tenir en compte és el diàmetre del filament, 1.75mm és el "genèric" utilitzat per la majoria d'impressores, tot i que cal tenir en compte que algunes funcionen amb filament de 3mm, per exemple. S'estimen consumir uns 1.3 kg, però seria convenient adquirir 2 kg en total ja que hem de destinar un marge per models que no sortiran bé i seran llençats per l'habitual mal calibratge o configuració de la impressora.



Impressora 3D "Anet A6".

Així doncs, tenint en compte les meves preferències, trio 2 bobines d'1kg de filament de color negre d'1.75mm de diàmetre de la marca espanyola "BQ". Es poden comprar actualment a bon preu (15€-20€/kg) a "Amazon.es".

Per unir les parts impreses de la màquina utilitzarem uns 30 caragols i femelles de mètrica 3 i llargades de mida variable entre 10-16mm. Es poden comprar a bon preu a la Xina a "AliExpress.com" o en una ferreteria física. Si són més llargs funcionen igualment en la majoria de casos, sobresortiran més però quedarà tot tapat a dins.

Amb algunes parts també caldrà cola. Una pistola de cola calenta o silicona aniria perfecte.

4.2.2 Electrònica

En la part electrònica, el primer que necessitarem serà, evidentment, el "cervell" de la nostra màquina, la Raspberry Pi. Vull deixar clar que d'ara en endavant pot ser que m'hi refereixi amb l'abreviatura "RPI". Jo utilitzaré la Raspberry Pi 3 Model B, del 2016, que té unes prestacions gairebé idèntiques a l'últim model del 2018 per la funció que farà. El millor lloc per aconseguir-la és Amazon, amb enviament ràpid i preu baix (uns 35€ ambdós models)⁷.

Per connectar-la al corrent elèctric ens serviria un simple carregador microUSB d'smartphone, però per assegurar-nos que arriba l'amperatge i voltatge adequat triem l'adaptador de corrent oficial de Raspberry, per uns 12€ a Amazon.

Per instal·lar-hi el sistema operatiu que tirarà els jocs necessitarem una targeta microSD. Com més capacitat tingui més jocs hi podrem descarregar, per tant jo, per anar ben sobrat em quedo amb una de 128GB.

Per evitar l'escalfament de la RPi utilitzarem un parell de dissipadors tèrmics de coure i alumini de la mida dels seus dos xips negres. Es poden trobar junts a AliExpress per menys de 2€.

Pel nostre disseny necessitarem una pantalla d'exactament 8 polzades. Avui en dia estem acostumats a les pantalles en relació d'aspecte 16:9 i tots els continguts (sobretot vídeos i emissions de TV) estan preparats per ser visualitzats així. En canvi nosaltres utilitzarem una pantalla en 4:3, el model antic que ens permetrà aprofitar més la superfície de la màquina

⁷ Es pot trobar més informació de com adquirir la RPi a la part teòrica del treball.

(guanyant en alçada) i aconseguir una millor adaptació dels videojocs que jugarem, ja que molts són antics. Per això, és important assegurar-se que la relació de la pantalla de 8" és 4:3 (resolució de 1024x768 píxels). La connectarem pel port HDMI de la Raspberry, per tant ha d'acceptar connexió per HDMI. Tanmateix, és interessant que es pugui alimentar via USB, ja que la connectaríem directament a la Raspberry, sense necessitat de diversos endolls. Jo n'he triat una amb tots els aspectes necessaris a "AliExpress.com" per uns 30€. També necessitarem un cable HDMI (mascle-mascle) de mínim 20cm per connectar la pantalla amb la Raspberry.



Kit de joystick i botons.

Per controlar la màquina com es feia en el seu temps necessitarem un comandament "joystick" i diversos botons. N'hi ha que es connecten pels ports GPIO de la Raspberry però per fer-ho simple n'escollim uns que s'uneixen a una placa pròpia, la qual es connecta per USB directament a la RPi. El mateix kit es pot trobar a Amazon (20€) i a AliExpress (15€).

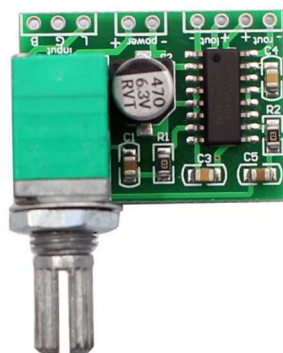
També hi habilitarem un port USB per si es prefereix jugar amb un comandament diferent, estil PlayStation o Xbox. Per fer això necessitarem un cable allargador USB (mascle-femella) de mínim 30cm, preferiblement amb el costat "femella" entre dos adaptadors per enroscar caragols.

Perquè la màquina emeti els respectius sons i música de cada joc instal·larem uns altaveus. Segons el disseny, necessitem dues unitats de 40mm de diàmetre. N'he trobat uns de 40Ohm i 3W per poc més de 3€ a AliExpress. A més, ja van amb els cables vermell i negre soldats, preparats ser connectats. També hi afegeixo un petit amplificador que ens servirà per regular el volum: un amplificador digital model "PAM8403", també a AliExpress per menys de 2€.

A la part superior davantera de la màquina on hi va el seu nom s'hi pot posar il·luminació per la part posterior, per això hi col·locarem una tira de LEDs RGB (de colors) que s'alimentarà per USB directament a un dels ports de la RPi. Aquesta es pot comprar per poc més d'1,50€ a AliExpress.



Altaveus 40mm.



PAM8403.



Cable USB mascle-femella escollit.

També cal tenir en compte que en alguns passos és preferible l'ús d'un soldador d'estany per ajuntar cables.

Així doncs, el pressupost per construir aquesta màquina seria el següent:

ARTICLE	PREU	BOTIGA
ESTRUCTURA		
Impressora 3D Anet A6 + eines (laca, espàtula, alicates)	-	-
2 bobines BQ d'1kg filament PLA negre	34,00€	Amazon.es
50 caragols i femelles M3	8,00€	Manxa Industrial
Pistola de silicona / cola forta	-	-
ELECTRÒNICA		
Raspberry Pi 3 Model B/B+	35,00€	Amazon.es
Adaptador de corrent micro-USB Raspberry (5V, 2.5A)	11,90€	Amazon.es
Targeta microSD SanDisk 128gb	18,99€	Amazon.es
Dissipadors tèrmics per Raspberry Pi	1,35€	AliExpress.com
Pantalla 8 polzades 1024x768 (4:3)	28,80€	AliExpress.com
Cable HDMI mascle-mascle (36cm)	1,51€	AliExpress.com
Kit joystick + botons (amb placa -> USB)	15,23€	AliExpress.com
Cable USB mascle-femella (30cm)	1,36€	AliExpress.com
Altaveus 40hm 3W (diàmetre 40mm)	3,51€	AliExpress.com
Amplificador digital amb potenciòmetre PAM8403	1,76€	AliExpress.com
Tira LED RGB 50cm USB 5V	1,57€	AliExpress.com
Soldador d'estany	-	-
COST TOTAL	162,98€	

4.3 Impressió 3D

Per començar a muntar la nostra màquina necessitem abans haver imprès tota l'estructura en plàstic, i per això ens farà falta la impressora 3D, el filament, algunes eines i un ordinador amb el respectiu programari.

4.3.1 La impressora 3D

Primer de tot parlarem de la protagonista d'aquest primer pas, la impressora 3D. Com he dit anteriorment, qualsevol model amb un volum d'impressió de 22cm (llargada) x 22cm (amplada) x 12cm (alçada) serà vàlid per la feina que ens ocupa. Jo utilitzaré una Anet A6.

Per començar a treballar-hi s'ha de conèixer el seu funcionament i parts principals: una impressora 3D estira plàstic en forma de filament des d'una bobina i el fa passar per un extrusor, on es fon a altes temperatures i es disposa, a través d'un broquet molt estret, sobre una base calenta tot dibuixant la forma desitjada d'una de les capes. Quan acaba una capa

l'extrusor ascendeix lleugerament i procedeix a fer la següent. Així durant hores, la figura en tres dimensions s'acaba quan s'han imprès una per una totes les capes.

L'extrusor és la part de la impressora que conté el motor que estira el material, el calefactor que el fon a més de 200°C i el broquet per on surt. Es mou pel volum d'impressió gràcies als seus tres eixos: l'**X**, que el mou en una direcció, l'**Y** que mou la base o llit calent i el **Z**, que mou l'eix X de l'extrusor amunt i avall.

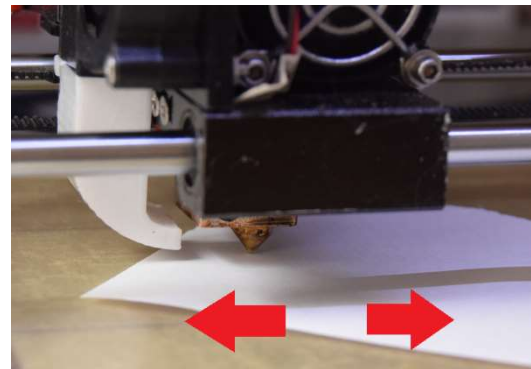
La base o llit calent està formada per un vidre (normalment de borosilicat) a la part superior i una part metàl·lica a l'inferior que incorpora un calefactor que l'escalfa fins a 60°C. D'aquesta manera els models impresos a sobre es mantenen enganxats fermament fins al final de la impressió.



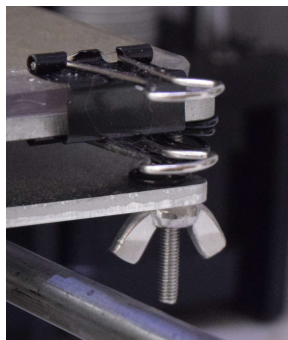
Llit calent de la "Anet A6"

Havent repassat les parts principals d'aquestes màquines, comencem el procés d'impressió.

La primera causa de la majoria de problemes d'impressió és un mal calibratge de la base, per tant, primer de tot ens assegurarem que l'extrusor es troba a l'alçada d'un full en tots els punts de la base, és a dir, mourem l'extrusor (eix X, Y) per tota la superfície de la base comprovant que a tot arreu hi passa ben justament un full de paper (aquesta serà l'alçada correcta). De no ser així, estrenyerem o afloixarem els cargols dels 4 costats de la base per fer-la pujar o baixar des de cada banda fins a aconseguir l'alçada desitjada a tot arreu.



Procés de calibratge: moure un full de paper entre l'extrusor i el llit calent.



Cargol d'un dels quatre costats del llit calent

Com que la base de la meua impressora porta vidre, també hi aplicaré "3DLAC", una laca especial per a impressores 3D. Tot i que sempre és millor aquesta opció, també es pot utilitzar laca convencional de cabells, les que es troben a qualsevol supermercat. Tanmateix, és important no passar-se amb la laca i vaporitzar-la a una distància de 30cm per tal que el vidre no es converteixi en una bassa.



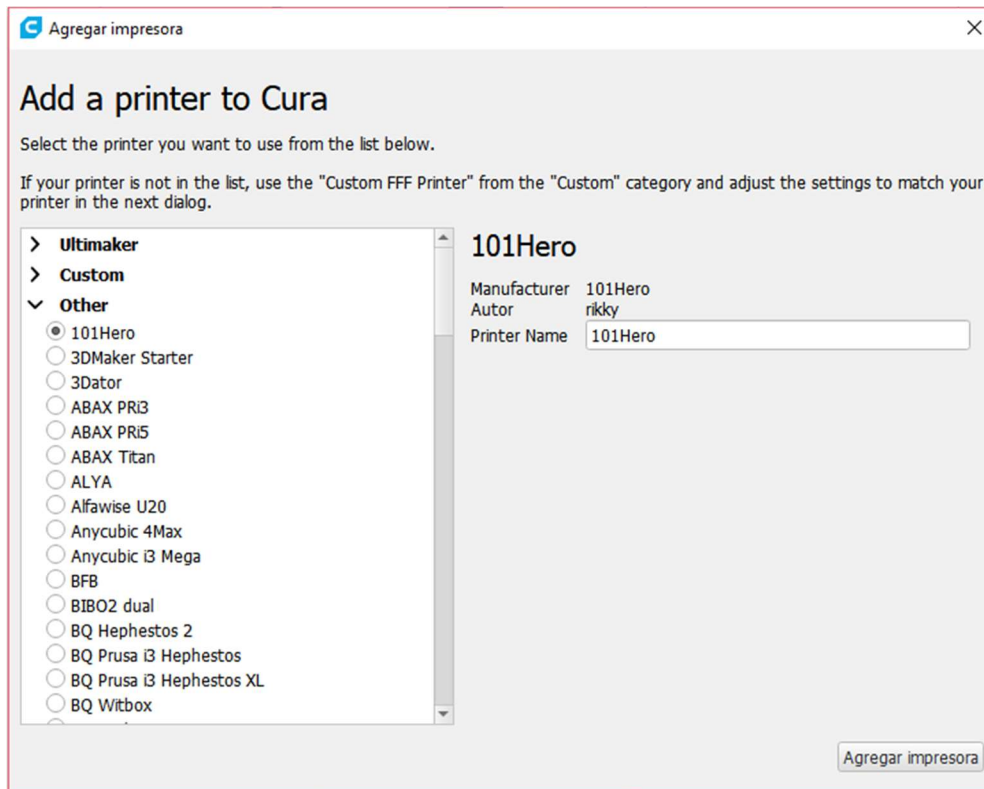
Pot d'esprai "3DLAC"

4.3.2 El software: Cura

Un cop calibrada la màquina, passarem a l'ordinador per programar la impressió, en el meu cas treballaré amb Windows. Utilitzarem "Cura", una aplicació des d'on podrem modificar paràmetres de la impressió i transformar-los al "codi G" que llegeixen les impressores. La podem descarregar gratuïtament des de la pàgina oficial⁸.

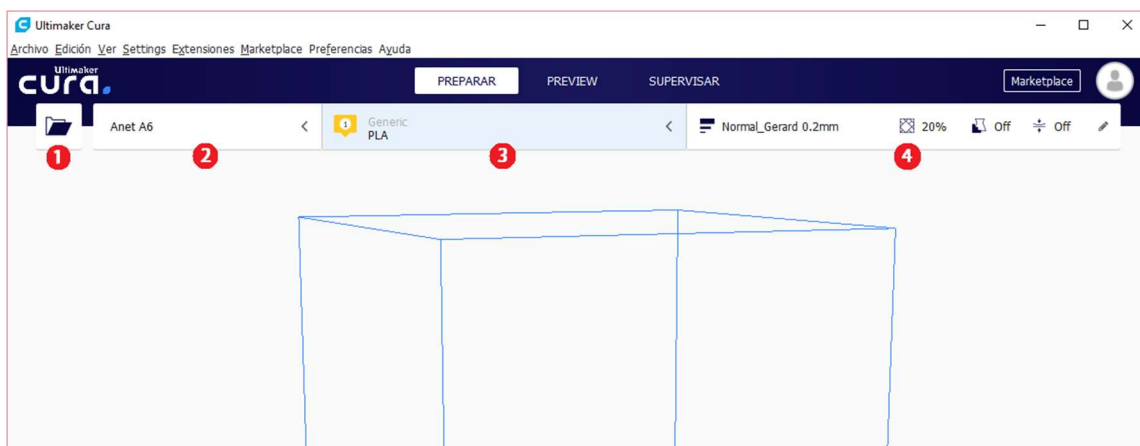
⁸ ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software

Seguim els passos d'instal·lació i executem el programa. A continuació, si és la primera vegada ens farà afegir una impressora nova, per tant seleccionarem el nostre model. D'aquesta manera el programa coneixerà el volum d'impressió disponible i altres característiques.



Configuració de Cura: Selecció d'impressora.

A partir de la següent captura de pantalla repassarem els diferents apartats del programa. A la part superior, d'esquerra a dreta primer trobem el botó d'una carpeta **1**, des d'on importarem els models ".stl". Al costat, la selecció d'impressora **2** amb la qual voldrem treballar. Tot seguit, el material **3** que li subministrarem, en aquest cas PLA. I ja a la dreta de tot ens trobem la configuració d'impressió **4**.



Captura de la vista principal de Cura.

Si fem clic a la configuració d'impressió podrem ajustar aspectes bàsics com:

- Atura de capa: Es mesura en mil·límetres. Com més baixa sigui, més qualitat/resolució tindrà la figura però més capes haurà de fer i, per tant, tardarà més.

- Relleno: També sota el nom de "infill", ens indica el percentatge d'omplert que tindrà la figura. Pocs models s'emplenen en un 100% ja que tarden i gasten moltíssim. Amb un 20% en tindrem prou per aconseguir unes peces resistents i alhora lleugeres.

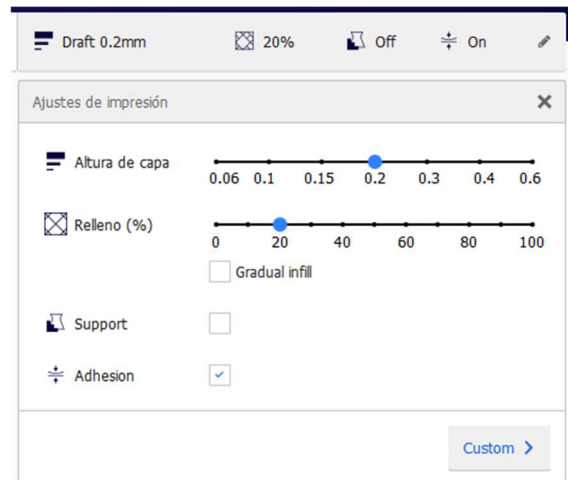
- Support: algunes figures necessiten estructures per poder-se aguantar mentre són impreses. En el nostre cas, totes les peces estan pensades per ser impreses sense cap suport, per tant desactivarem aquesta funció.

- Adhesion: aquesta funció imprimeix una vora plana al voltant de l'objecte, de manera que s'adhereixi millor.

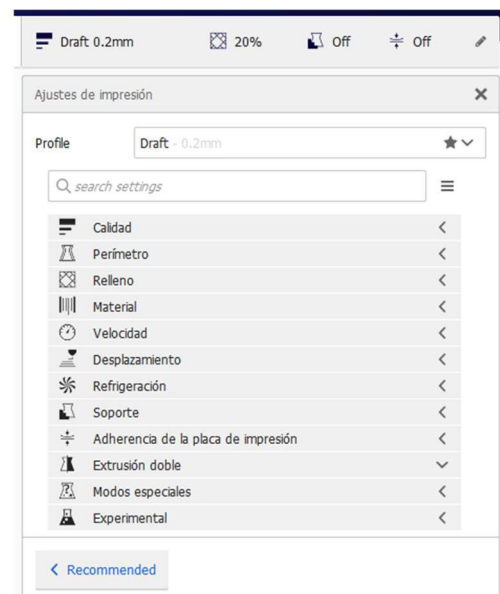
Prement el botó "Custom" de la part inferior accedim a un munt d'ajustaments més específics. Entre ells destaco, a l'apartat "Material", que pel PLA la temperatura d'impressió ha de ser de 200°C i la de la base d'impressió de 60°C.

Material	
Temperatura de impresión	200 °C
Temperatura de impresión de la capa inicial	200 °C
Temperatura de impresión inicial	190 °C
Temperatura de impresión final	185 °C
Temperatura de la placa de impresión	60 °C
Temperatura de la cámara en la capa inicial	60 °C

Configuració avançada referent al material.



Apartat del Cura: Configuració bàsica d'impressió.



Configuració avançada d'impressió.

4.2.3 Documents i impressió

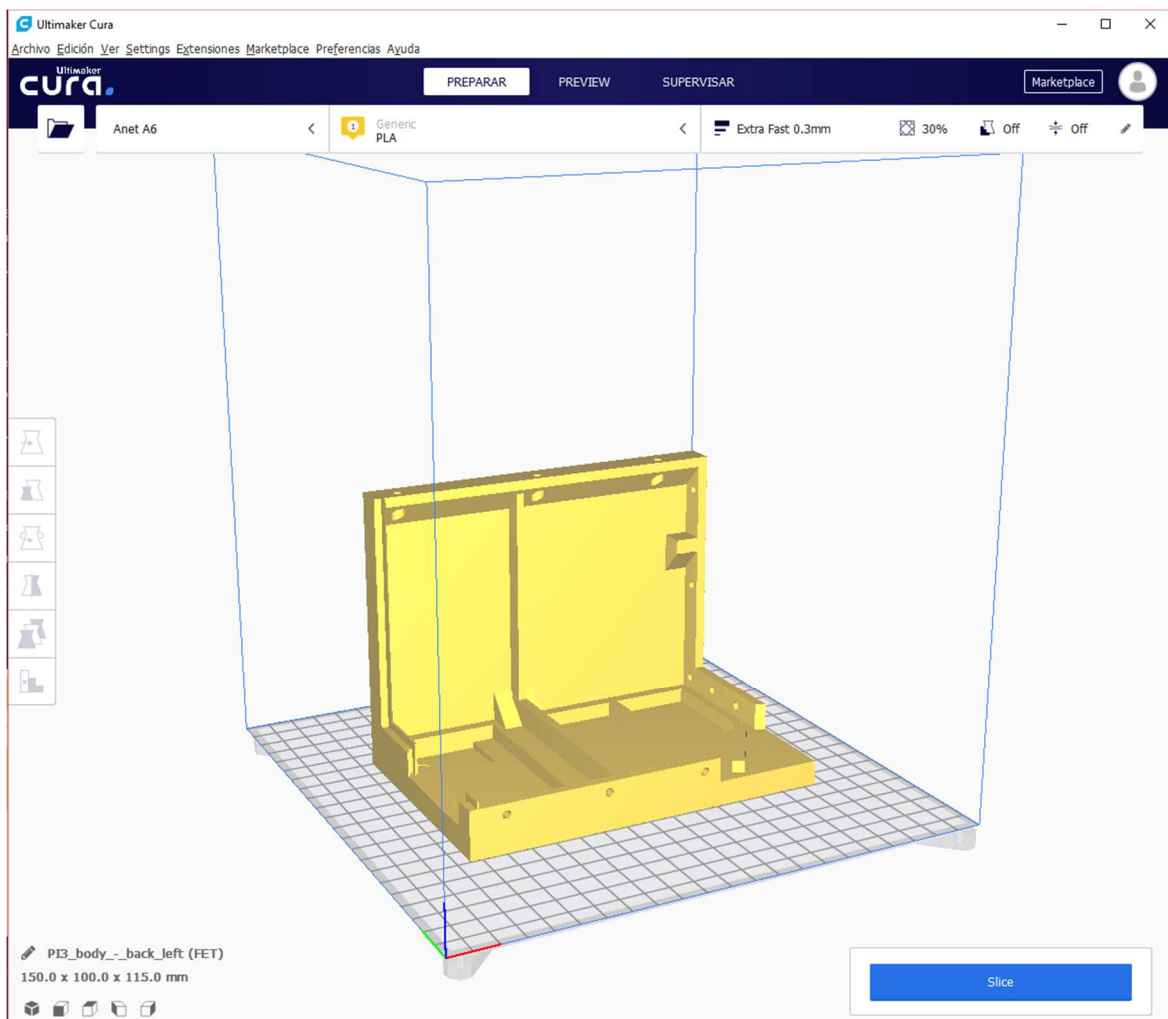
Thingiverse és un lloc web on es comparteixen models per ser impresos en 3D. Aquests arxius, en la majoria de casos, són en format ".stl".

El disseny de la màquina que he escollit és de l'usuari malaisi Christopher Tan: thingiverse.com/thing:2225663/zip. Aquest disseny està protegit amb drets de Creative Commons. En concret, té un *Reconeixement-NoComercial 3.0* (CC BY-NC 3.0). Això significa que podem copiar i redistribuir el material en qualsevol mitjà i format, remescant-lo, transformant-lo o creant a partir del mateix però sempre reconeguent-ne l'autoria de manera

apropiada, i mai utilitzant el material per a finalitats comercials. Acceptant aquestes premisses, procedim a descarregar-ne els arxius “.stl” des de la mateixa pàgina web.

Un cop els arxius descarregats i descomprimits amb el WinRAR, els podem importar al Cura arrastrant-los directament a la base d'impressió o bé fent clic a la carpeta superior esquerra i seleccionar-los des de la carpeta d'origen. Podem imprimir tantes peces alhora com càpiguen a la base i com ens permetin el material i el temps disponible (potser no ens interessarà que la impressora funcioni durant la nit). Per tant, haurem de fer tantes tandes d'impressió com sigui necessari, repetint aquest mateix procés les vegades que calgui.

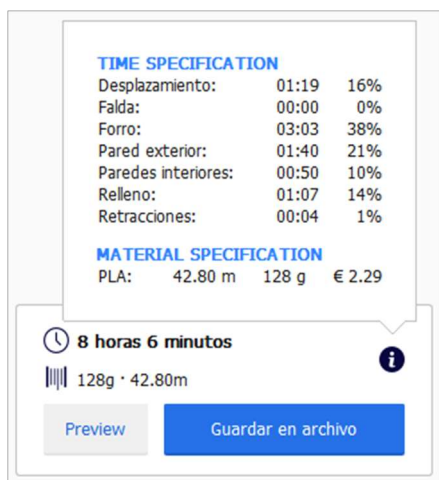
Així doncs, en una de les impressions ens hauria de quedar d'aquesta manera:



Captura de la vista general de Cura amb un objecte importat.

Des dels botons de l'esquerra podrem moure, escalar, rotar o invertir l'objecte seleccionat.

Amb la configuració prèviament esmentada, prosseguirem fent clic a "Slice", des d'on podrem previsualitzar el procés d'impressió per capes i la previsió de filament que es gastarà (en grams i metres).



Secció de Cura per desmar arxius.

Tot seguit, fent clic a “Guardar en archivo” podrem desmar l’arxiu definitiu que llegirà la nostra impressora en format “.gcode”.

Ara tenim dues opcions: la primera, i més simple, és moure aquest arxiu “.gcode” a una targeta MicroSD o un pendrive USB per introduir-lo directament a la impressora 3D. Des de la pantalla de la nostra impressora podrem seleccionar l’arxiu que desitgem imprimir i ella mateixa començarà a escalfar-se i a imprimir.

La segona opció, més complicada de posar en marxa però més fàcil i útil a la llarga és utilitzar OctoPrint, una aplicació per la Raspberry Pi amb la qual podrem

controlar la nostra impressora 3D des de diferents dispositius. Crec que és una bona manera d’estudiar i posar en pràctica una altra utilitat de la Raspberry Pi, per tant, en aquest tutorial seguirem aquesta segona opció al peu de la lletra.

4.2.4 OctoPrint

L’OctoPrint proporciona una interfície web per controlar impressores 3D connectades per USB a una Raspberry Pi. Ens permetrà iniciar una impressió enviant un arxiu “.gcode” i controlar l’estat de la impressió, els motors i les temperatures entre altres. L’Octoprint també pot mostrar el vídeo en viu d’una càmera web connectada, cosa que ens ajudarà a controlar que tot va bé des de qualsevol dispositiu.

Per posar en marxa l’Octoprint necessitarem: un ordinador, una connexió wifi, una Raspberry Pi 3B/3B+⁹, una targeta microSD de com a mínim 8GB i un cable USB per connectar la RPi a la impressora (en el meu cas un adaptador USB a USB-B).

Tal com s’indica a la pàgina oficial¹⁰, haurem de descarregar OctoPi, una imatge per a la Raspberry Pi que inclou OctoPrint i tot el que necessitem: Octoprint i les seves dependències, “MJPG-Streamer” per la retransmissió de vídeo en viu des d’una web cam i el “CuraEngine”.

Començarem descarregant la imatge d’OctoPi a octoprint.org/download i descomprimint l’arxiu “.zip” amb el WinRAR. Llavors ens quedarà un arxiu “.img”, que instal·larem a la targeta microSD de la RPi utilitzant un programa gratuït anomenat *Etcher*¹¹ o una aplicació ja present al Windows 7/8/10 anomenada Win32DiskManager. Aquest procés pot trigar uns minuts.

AVÍS IMPORTANT: Ni durant aquest procés ni posteriorment hem de formatar la microSD, encara que així ho reclami el Windows. En aquest cas, tancarem les finestres d’avís i llestos. El Windows no en reconeix el sistema d’arxius i per això llença aquests avisos.

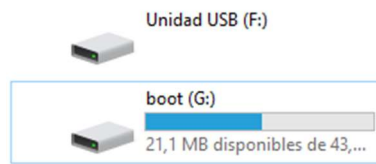
⁹ A data d’aquest treball (15/10/2019) la Raspberry Pi 4 encara no és compatible amb OctoPrint.

¹⁰ Pàgina web oficial d’OctoPrint: octoprint.org

¹¹ Es pot descarregar gratuïtament aquí: etcher.io



Avis del Windows on es recomana formatar un disc.



Mostra dels dos discs que reconeix el Windows.

Ara haurem de configurar la connexió wifi, i ho farem editant l'arxiu `octopi-wpa-supPLICANT.txt` de la microSD. És important que no utilitzem el "Bloc de notes" de Windows o el "WordPad" ja que tendeixen a modificar inadequadament l'arxiu, fent que la configuració acabi fallant. Per això l'editarem amb l'editor de programació gratuït *Notepad++*¹².

Per dur a terme la configuració, començarem introduint el nom (`ssid`) i contrasenya (`psk`) de la xarxa wifi on connectarem la RPi entre les cometes (" ") de les línies 28 i 29. Els hashtags (#) presents davant de cada línia n'anul·len la programació, per tant, retirarem els hashtags de les línies que vulguem que formin part de la nostra configuració (27-30):

```
26 ## WPA/WPA2 secured
27 #network={
28 # ssid="put SSID here"
29 # psk="put password here"
30 #}
```

```
26 ## WPA/WPA2 secured
27 network={
28     ssid="elmeuwifi"
29     psk="1234"
30 }
```

Línies de codi referents a la configuració d'una xarxa wifi amb contrasenya.

En cas que vulguem que la RPi es connecti a una xarxa sense contrasenya, cal editar les línies 33-36 amb el mateix procediment.

```
32 ## Open/unsecured
33 #network={
34 # ssid="put SSID here"
35 # key_mgmt=NONE
36 #}
```

```
32 ## Open/unsecured
33 network={
34     ssid="elmeuwifi"
35     key_mgmt=NONE
36 }
```

Línies de codi referents a la configuració d'una xarxa wifi sense contrasenya.

Per últim, ens assegurarem que entre les línies 51-56 hi ha escrit sense el hashtag del principi, el codi del nostre país, en el nostre cas: `country=ES # Spain`. La resta de línies no útils, totes amb el hashtag del principi.

```
51 #country=GB # United Kingdom
52 #country=CA # Canada
53 #country=DE # Germany
54 #country=FR # France
55 #country=US # United States
56
```

```
51 country=GB # United Kingdom
52 #country=CA # Canada
53 #country=DE # Germany
54 #country=FR # France
55 #country=US # United States
56 country=ES # Spain
```

Línies de codi referents a la configuració de país.

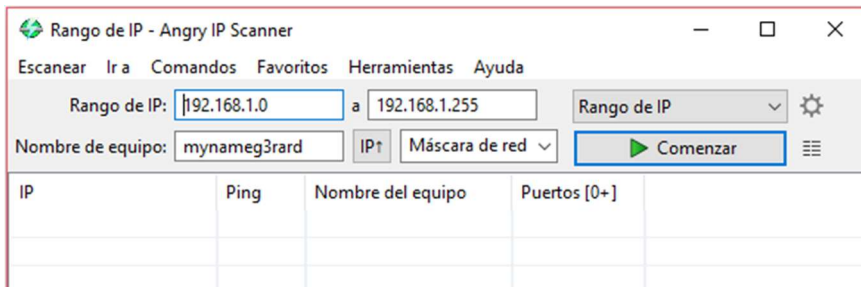
Si es tenen problemes intentant connectar l'OctoPi al wifi, es pot consultar la pàgina web de comunitat d'ajuda d'OctoPrint¹³. Si tot va bé, hauríem d'endollar la RPi amb la microSD

¹² Notepad++ es pot descarregar gratuïtament aquí: notepad-plus-plus.org/download

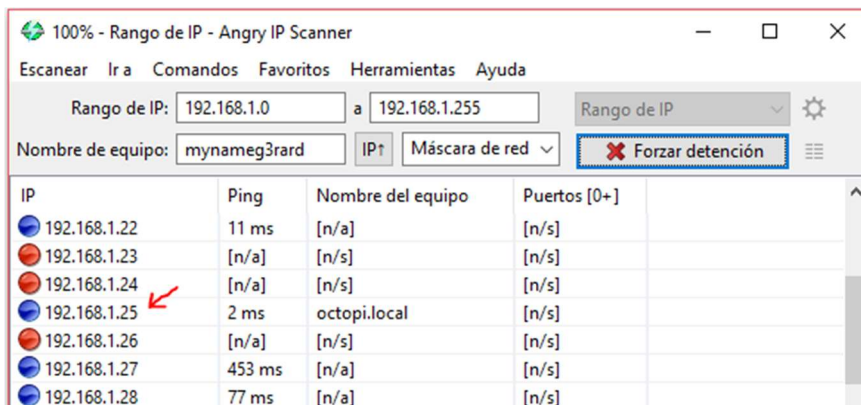
¹³ community.octoprint.org/t/wifi-setup-and-troubleshooting

introduïda i accedint a `octopi.local` des del nostre navegador s'hauria de veure qualsevol cosa menys un error.

Si `octopi.local` no funciona, podem trobar la direcció IP de la nostra Raspberry Pi escanejant les IP de la nostra xarxa. Per fer això utilitzarem l'eina gratuïta *Angry IP Scanner*¹⁴. Un cop descarregada, instal·lada i executada, farem clic a “Comenzar” i al cap d'uns instants ens apareixeran tots els resultats. Ja només ens quedarà buscar la IP associada a la nostra Raspberry Pi, que portarà de nom “octopi.local”. Cal tenir en compte que aquesta direcció IP pot canviar cada vegada que reiniciem la RPi.

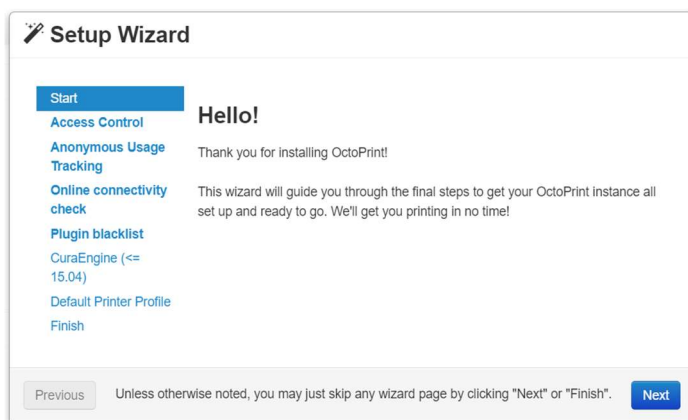


Captura de la pantalla principal d'Angry IP Scanner.



Cerca feta per Angry IP Scanner.

Ara si, entrant amb `octopi.local` o amb l'adreça IP corresponent, podem començar la configuració de l'OctoPrint, o tal com posa, el “Setup Wizard”.



Primer pas de la configuració d'OctoPrint.

¹⁴ Angry IP Scanner es pot descarregar gratuïtament aquí: angryip.org/download

Fent clic a “Next”, a la segona pantalla (Access Control), introduïrem un usuari i contrasenya que se’ns demanarà a partir d’aleshores per accedir a OctoPrint o desactivarem aquesta funció amb el botó vermell (Disable Access Control) a sota.

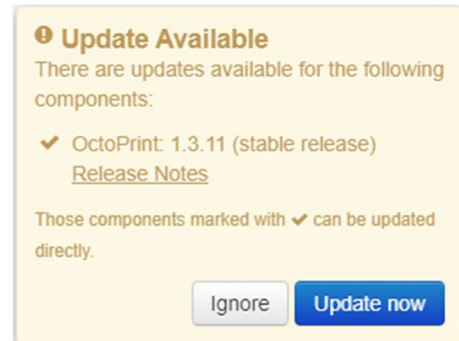
La resta d’apartats fins a “Default Printer Profile” poden ser ignorats i les seves funcions desactivades.

A “Default Printer Profile” afegirem la informació referent a la nostra impressora: nom, model, origen de l’extrusor (normalment inferior esquerra, “Lower Left”) i volum d’impressió entre altres prescindibles.

Per acabar, si ens demana fer un “Reload”, ho fem.

Ara coneixerem una mica l’entorn de l’OctoPrint.

Per començar, al marge dret i en color groc, ens sortiran totes les notificacions que tinguem. En aquest cas ens avisen d’una actualització disponible, però també ens poden donar notícies o presentar nous plugins.

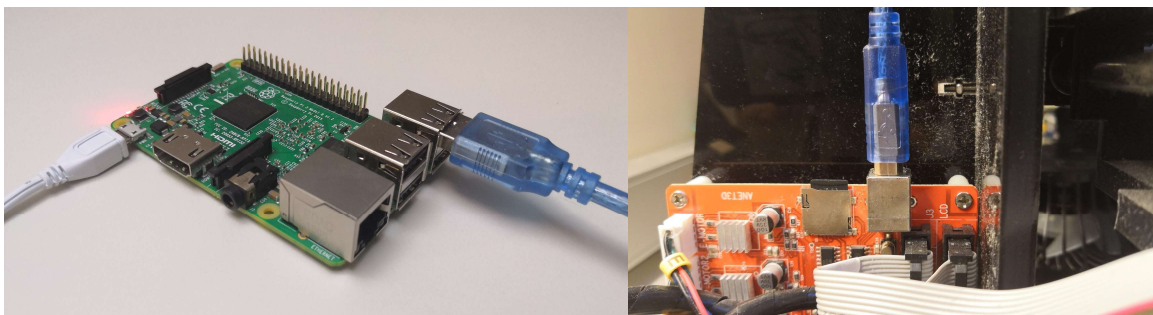


Avís d’actualització d’OctoPrint.

A la barra superior hi trobem tres botons. Amb la clau accedim a la configuració, el segon botó ens permet apagar o reiniciar el sistema (RPi) o només l’OctoPrint i amb la campaneta podrem trobar l’historial de totes les notificacions.

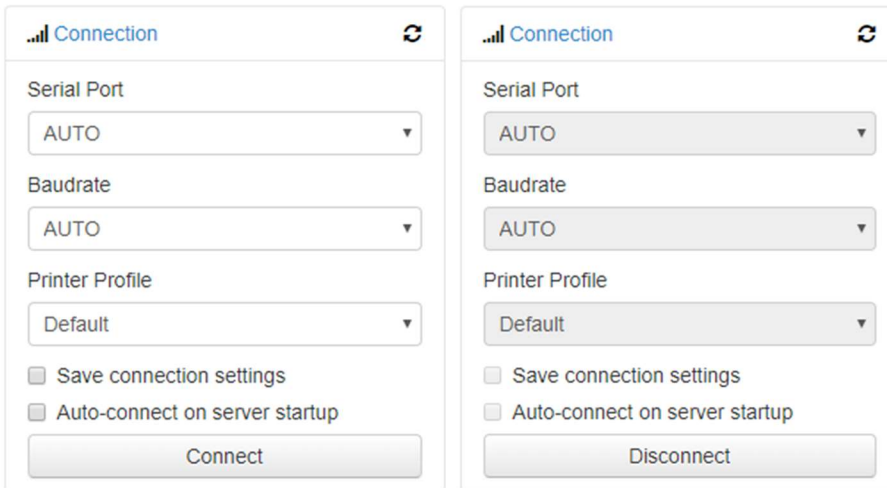


Per entendre i provar millor la resta de seccions, procedirem a connectar la nostra impressora. Per fer-ho, engegarem la impressora i la connectarem per cable USB a la RPi. En el meu cas és un adaptador de “USB-A” a “USB-B”.



Raspberry Pi alimentada per microUSB i connectada a la placa de la impressora per USB.

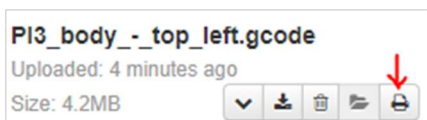
De nou a l’OctoPrint, ens fixarem en l’esquerra de la interfície, a “Connection”, on amb el botó “Connect” connectarem automàticament la impressora.



Secció d'OctoPrint referent a la Connexió.

Més avall, des de la secció “Files” pujarem els arxius “.gcode” que, recordem, ens ha generat el Cura. Ho podem fer amb dos botons diferents: amb “Upload” l'arxiu es desarà a la memòria de la Raspberry Pi, en canvi amb “Upload to SD” aquest es guardarà a la memòria de la impressora (suposem, a la seva targeta SD). Jo recomano la primera opció, bàsicament perquè és molt més ràpida i no veig la necessitat de mantenir una còpia a la impressora si no la utilitzarem.

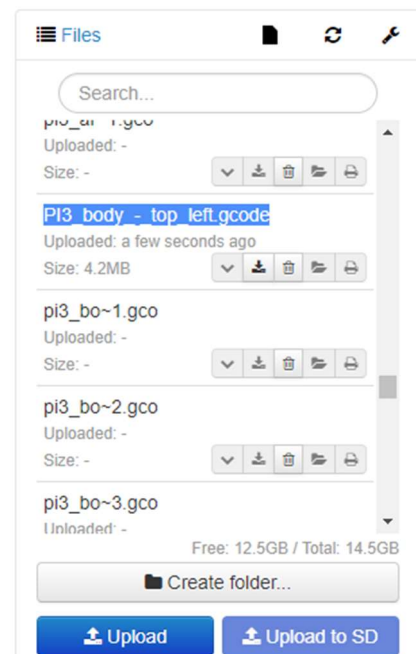
Un cop pujat i ubicat l'arxiu (si cal, des del buscador “Search...”), i tenint en compte que la impressora està preparada, li donarem l'ordre d'imprimir-l'ho amb la tecla de la dreta, que es mostra a continuació:



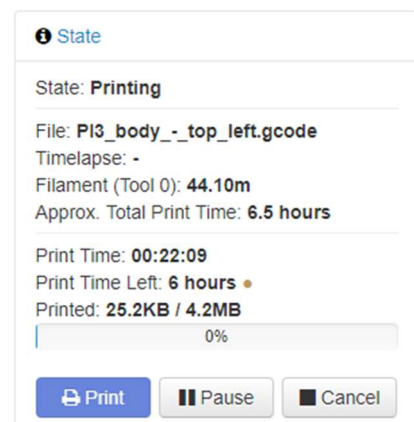
Opcions a dur a terme amb un fitxer.

Un cop iniciada la impressió, podem controlar-la des de diverses funcions.

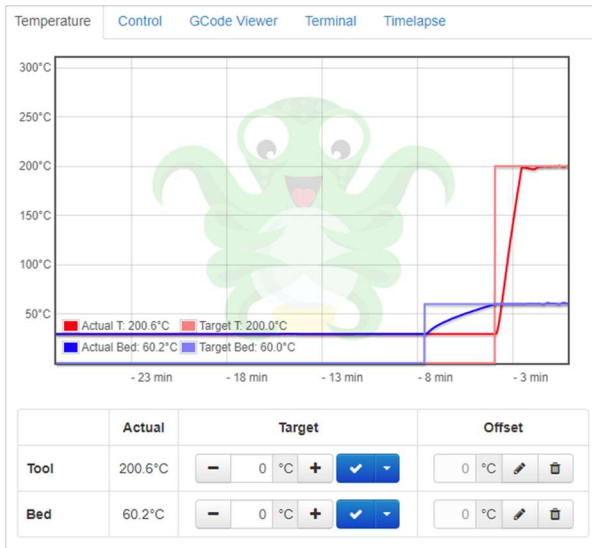
A la finestra “State” podem consultar informació bàsica com el nom del fitxer, la despesa aproximada de filament i temps, així com el percentatge imprès i el temps des que ha començat la impressió. També podem donar ordres com les de pausar i cancel·lar una feina.



Secció d'OctoPrint referent als fitxers.



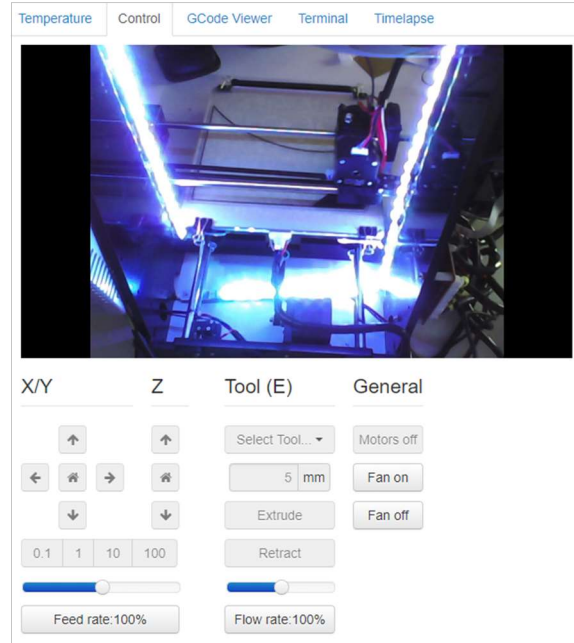
Secció d'OctoPrint referent a l'estat de la impressió



Secció d'OctoPrint referent a la temperatura.

A la pestanya “Control” podrem vigilar la impressió amb una retransmissió de vídeo en directe. Per posar-ho en marxa tot el que haurem de fer és connectar una càmera web via USB a la RPi, l'OctoPrint la detectarà automàticament. Les càmeres amb port CSI-2 també són compatibles.

A “Temperature” podrem consultar una gràfica amb les temperatures actuals (Actual) i les programades (Target) de l'extrusor (Tool) i del llit calent (Bed). A sota, se'ns permet canviar-les manualment.

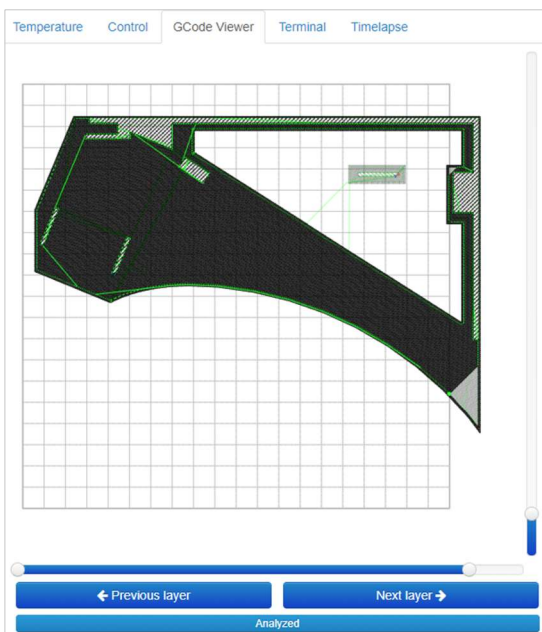


Secció d'OctoPrint referent al control remot.

Mentre no s'estigui imprimint res, també podrem moure els motors (inclòs el de l'extrusor i el seu ventilador) amb les eines de l'inferior.

El “GCode Viewer” ens permetrà veure una recreació visual de com s'imprimeix el nostre model. També comptarem amb dades com les mides del model, l'alçada de les capes, la llargada del filament que gastarem, etc.

Per veure el que fa en directe, activarem la funció “Sync with job process” i per consultar altres moments de la impressió utilitzarem els cursors i botons blaus.



Model info	Renderer options
Model size: 215.42mm x 156.20mm x 114.60mm	<input type="checkbox"/> Sync with job progress
Estimated layer height: 0.30mm	<input type="checkbox"/> Center viewport on model
Estimated total print time: 6.5 hours	<input type="checkbox"/> Zoom in on model
Layer info	<input checked="" type="checkbox"/> Show moves
Layer number: 1	<input checked="" type="checkbox"/> Show retracts
Layer height (mm): 0.3	<input checked="" type="checkbox"/> Show approx. print head position
GCODE commands: 1416	<input checked="" type="checkbox"/> Also show previous layer
Filament: 2460.18mm	<input type="checkbox"/> Also show next layer
Estimated print time: 00:27:31	<input type="button" value="Reload"/>
	Advanced options
<small>Note that the time and usage values in this tab are estimated by the GCODE viewer in your browser and might differ from the values estimated by the server that are displayed in the “State” and “Files” panels in the sidebar due to slightly different implementations. Also note that these estimated values may be inaccurate since they can also take information present in the GCODE file into account.</small>	

Secció d'OctoPrint referent a la visualització de Gcode.

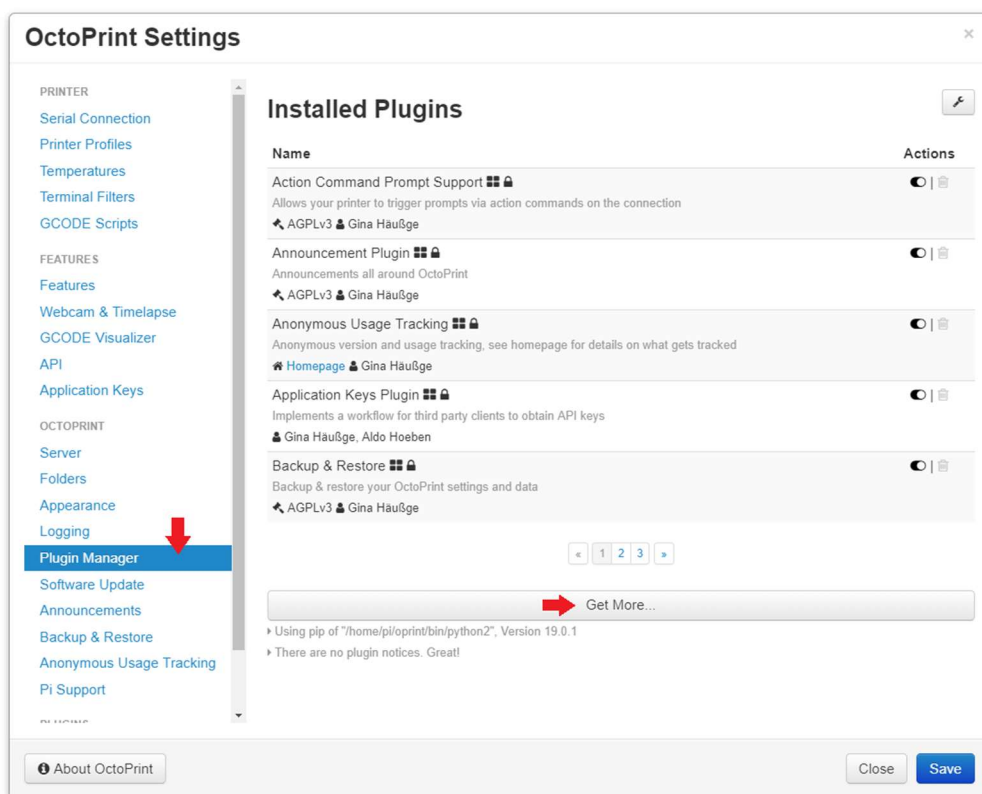
“Terminal” no és un apartat per a *noobs*¹⁵, o sigui que no hi entrarem.

Per últim, a “Timelapse” podrem, tal com indica el seu nom, programar un *time-lapse*¹⁶.

4.2.5 OctoPrint Anywhere

Per accedir a OctoPrint des d’altres dispositius no connectats a la xarxa wifi disposem d’OctoPrint Anywhere, una interfície més limitada en quant a funcions però disponible amb una connexió a internet des de qualsevol lloc. Si voleu vigilar la impressora des del vostre mòbil, doncs, seguiu les següents indicacions.

Per habilitar l’OctoPrint Anywhere necessitarem primer instal·lar un plugin a l’OctoPrint. Ho farem des de la configuració, recordem, s’hi accedeix clicant la icona superior amb forma de clau anglesa. A la llista d’apartats de l’esquerra escollirem “Plugin Manager”, des d’on es gestionen els plugins instal·lats. Un cop allà, a “Get More...” podrem instal·lar nous plugins.



Configuració general d’OctoPrint. Secció “Plugin Manager”.

¹⁵ Novell, principiant.

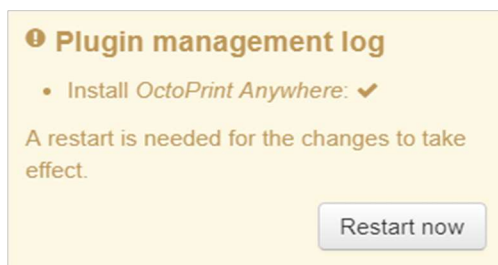
¹⁶ Filmació a intervals.

Buscarem “OctoPrint Anywhere” i clicarem “Install”.



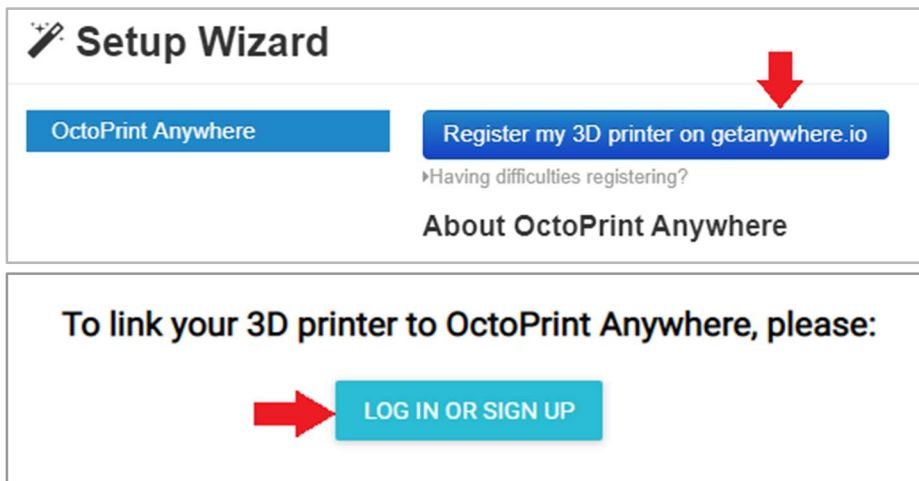
Procés per instal·lar un nou plugin.

Un cop instal·lat ens saltarà una notificació demanant un reinici del sistema perquè s'apliquin els canvis. Li acceptarem amb “Restart now” i “Proceed” si cal, posteriorment.



Notificació sobre el nou plugin instal·lat.

Un cop reiniciat, farem un “Reload” quan ens ho demani i ens apareixerà un “Setup Wizard” (configuració) de l’OctoPrint Anywhere amb un vídeo de presentació. Procedirem registrant la nostra impressora amb el procediment indicat a continuació.

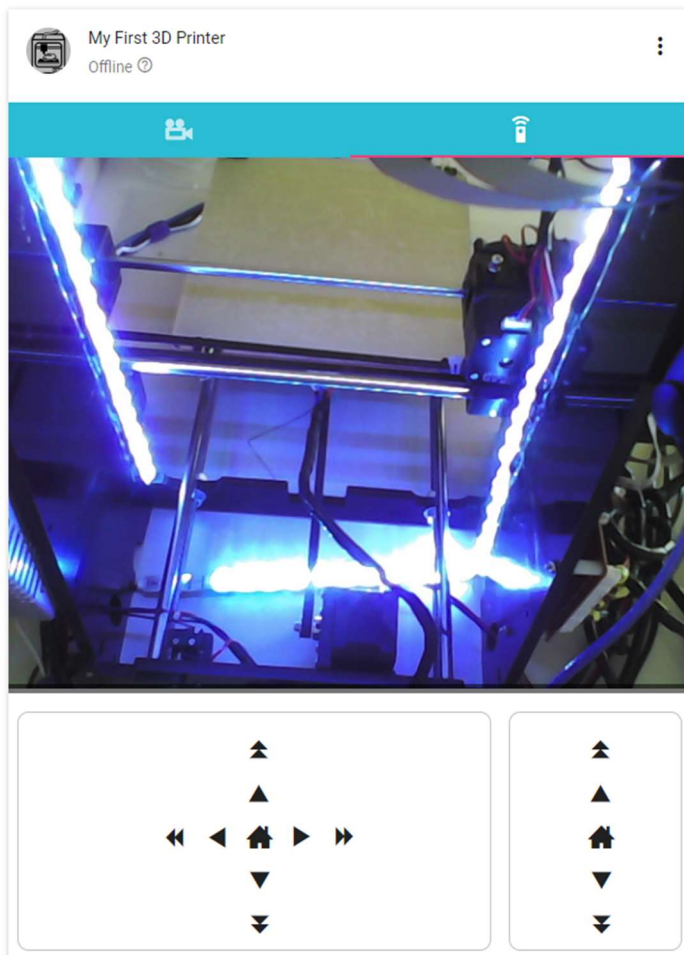


Procés per registrar una nova impressora a OctoPrint Anywhere

A continuació ens registrarem amb les nostres preferències. Jo ho faré directament amb el compte de Google.

A partir d'ara, podem accedir a OctoPrint Anywhere entrant a getanywhere.io des de qualsevol dispositiu connectat a internet i iniciant la nostra sessió.

Entre les seves funcions més bàsiques hi trobem les de veure la retransmissió de vídeo en directe i moure els motors.

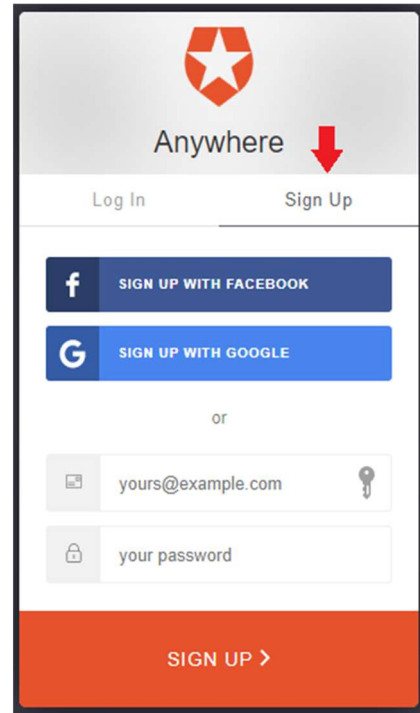


Captura de la pantalla principal d'OctoPrint Anywhere.

Cal mencionar que compten amb diversos plans de subscripció per accedir a més funcions i connectar-hi més impressores alhora. Es pot gestionar tot des de les opcions (icona de les 3 ratlles, a la part superior esquerra).

FREE Your current plan	PRO	PRO+
\$0	\$5 per month	\$10 per month
Connect up to 1 printer Webcam streaming up to 2 FPS Time-lapses stored up to 1 month	Connect up to 2 printers Webcam streaming up to 25 FPS (Pi Camera required) ⓘ Time-lapses stored up to 12 months Webcam and time-lapses sharing GCode remote upload and printing	Connect unlimited printers Everything else in the PRO plan

Plans de subscripció d'OctoPrint Anywhere



Procés per crear un nou compte a OctoPrint Anywhere.

Fins aquí aquesta breu introducció a l'OctoPrint, per resoldre més dubtes es pot recórrer a la seva pàgina web de FAQs en anglès: community.octoprint.org/c/support/faq

Les actualitzacions de programari s'anuncien a l'OctoBlog: octoprint.org/blog

4.2.6 Tractament post-impresió

Tornant a la impressora 3D, un cop acabada la impressió, deixem que es refredi el llit calent i si les peces no es desenganxen per si soles, ens ajudem amb eines com una pala rascadora i unes alicates per extreure-les. Si la nostra impressió conté suports, els retirarem amb molta cura amb les alicates.

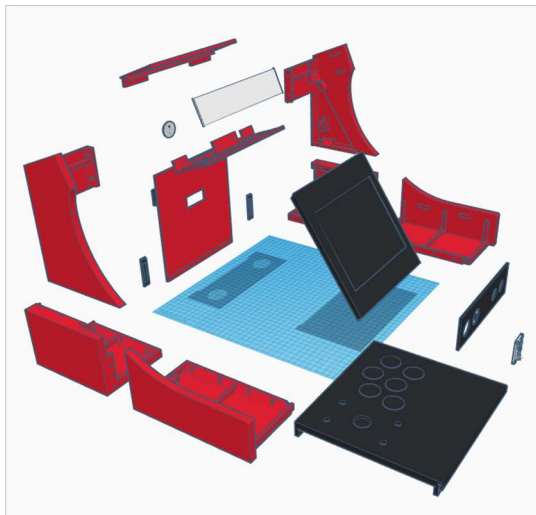


Alicates i espàtula

4.3 Muntatge de l'estructura i l'electrònica

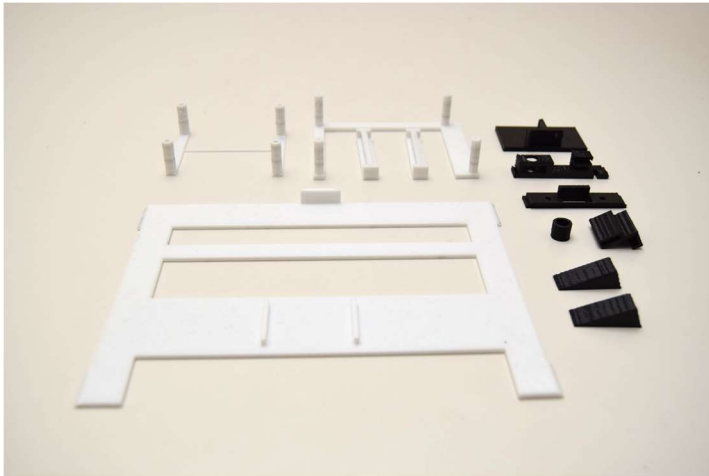
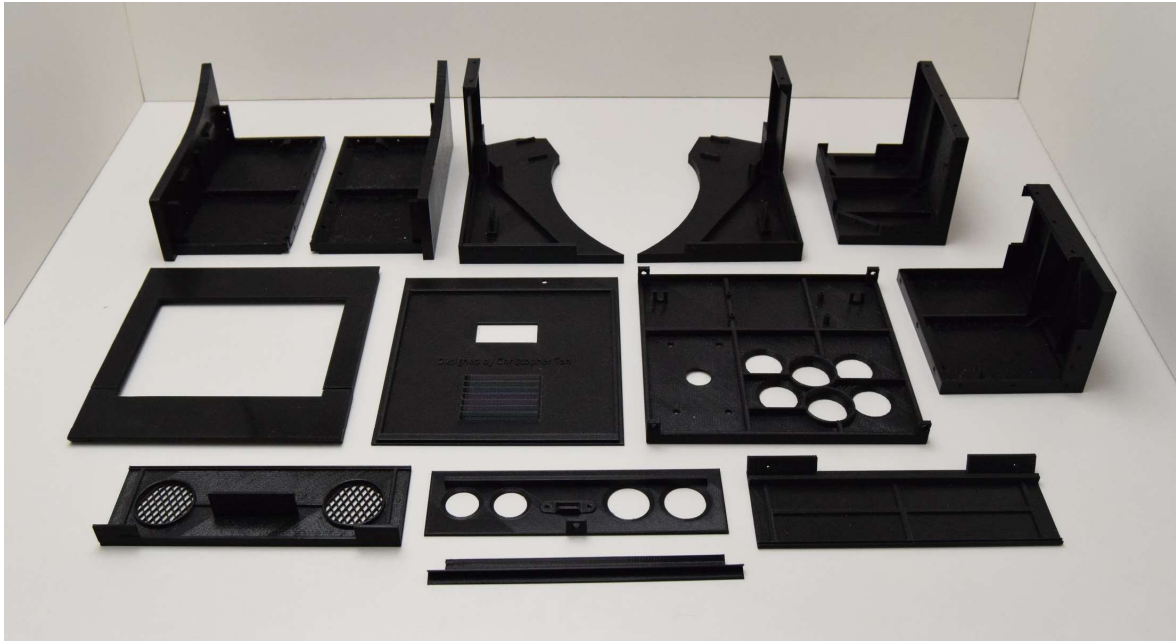
4.3.1 Repàs de peces i instruccions

Un cop tinguem totes les peces de plàstic impreses correctament caldrà ajuntar-les per construir l'estructura. Durant el procés ens ajudarem d'aquestes vistes "explotades" de totes les peces que ens proporciona el dissenyador Christopher Tan:



Vistes de la màquina amb les peces explotades.

Primer de tot, amb aquestes mateixes fotos i les que adjunto més avall, ens assegurarem de tenir totes les peces mostrades i en bon estat. Jo, al haver fet alguns canvis de disseny, tindrè algunes peces lleugerament diferents i prescindiré d'algunes altres. Aquests canvis seran mencionats durant la construcció. Les peces mostrades en color blanc van col·locades dins la màquina, per tant, el seu color és indiferent. Les peces negres conformaran l'estructura exterior de la màquina.



Peces impreses en 3D necessàries per construir la màquina arcade.

També cal recordar que farem ús, tal com s'explica al primer apartat de material, d'uns 30 caragols i respectives femelles de mètrica 3 i d'unes llargades d'uns 10-16mm, i de cola forta com "Loctite" o preferiblement, cola calenta / silicona. Els caragols poden ser més llargs (els meus són de 40mm), portarà més feina enroscar-los però faran la seva funció igualment i quedaran amagats dins la màquina.



Caragols i femelles de mètrica 3.

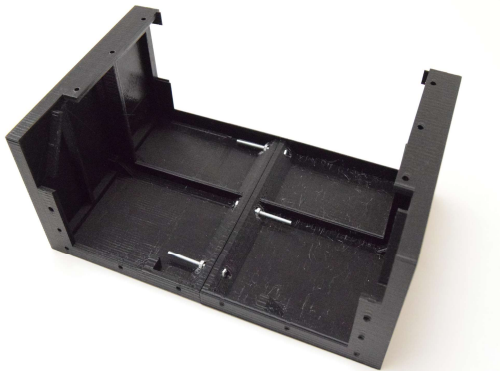


Pistola de cola calenta amb barres de cola.

4.3.2 Muntatge de peces per la base

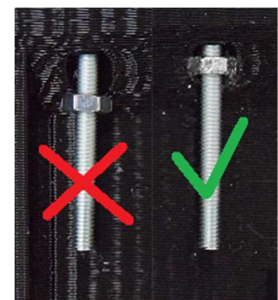
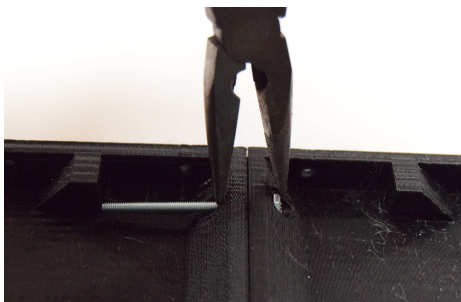
Així doncs, un cop tot llest podem començar el muntatge des de la base.

Començarem unint les dues peces inferiors posteriors. Introduïrem 3 caragols pels 3 forats, intercalant sentits per equilibrar les forces.



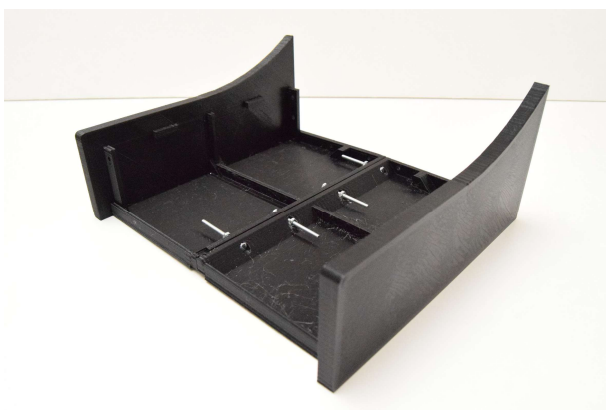
Dues peces inferiors posteriors correctament unides.

Ens assegurarem que tant els caragols com les femelles entren fins al fons, al màxim estrenyits possible. Per fer-ho, ens ajudarem d'una clau anglesa a la mida o d'unes simples tenalles.



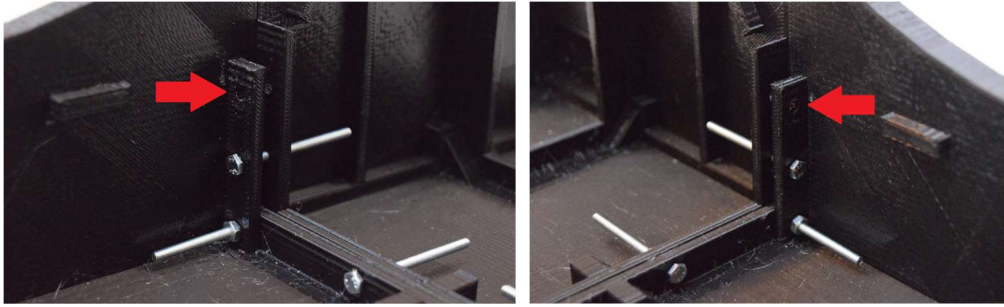
Procés per enroscar correctament les femelles i caragols.

Ara farem el mateix amb les dues peces inferiors frontals, les unirem tal com es mostra.

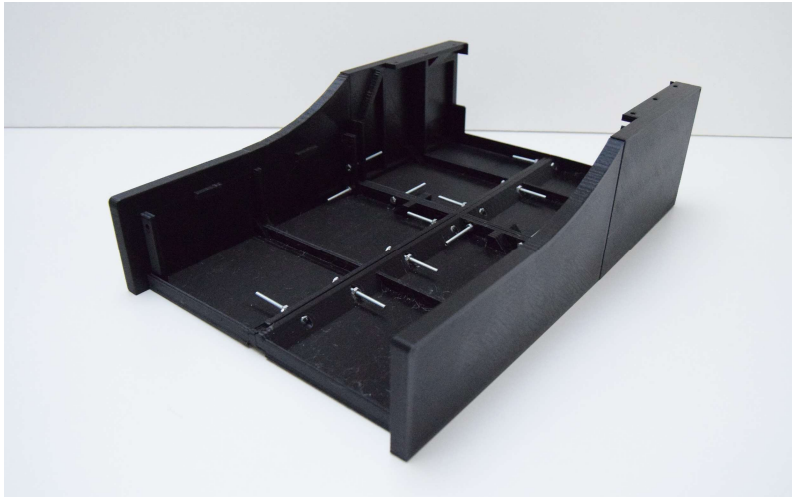


Unió de les dues peces inferiors frontals.

Tenint ara dues grans peces, les connectarem per tenir completada tota la base. En aquest pas és molt important no introduir el caragol que va al forat més alt dels dos costats, ja que necessitarem el forat d'entre mig per subjectar el panell de botons que anirà a sobre.



Les dues grans peces unides, amb excepció del forat superior de cada costat.



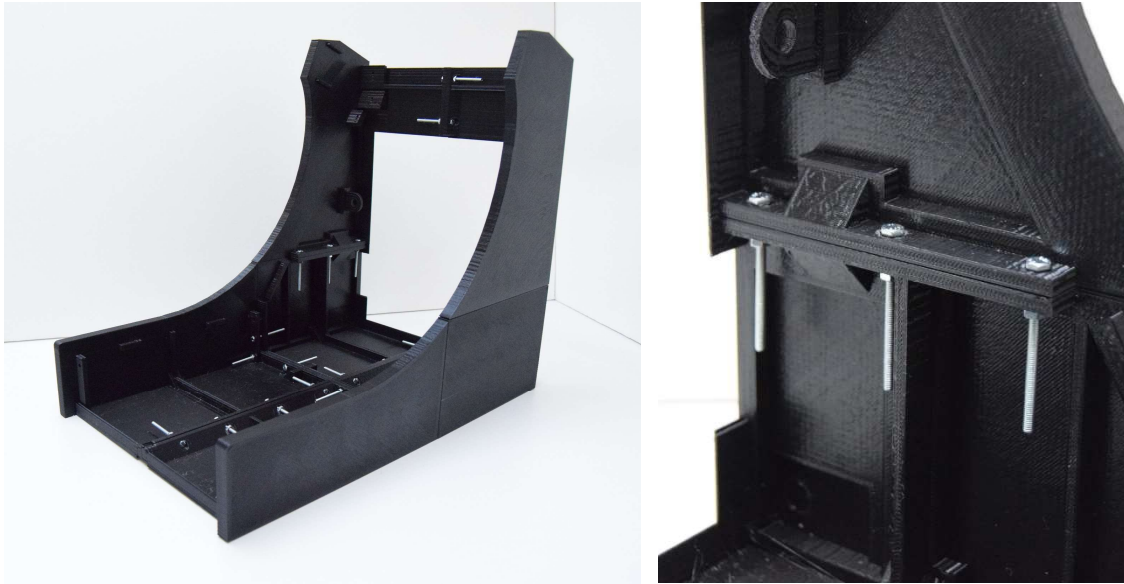
Tota la base completada correctament.

Per acabar de donar-li forma li afegirem la part superior. Començarem unint les dues peces que la formen. Per fer-ho només necessitarem dos caragols, ben estrenyits com sempre.



Les dues peces superiors unides per dos caragols a la part central.

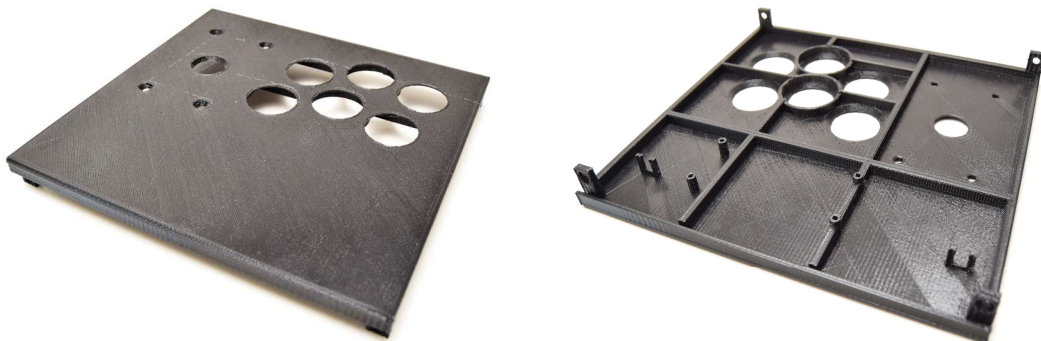
Un cop ho tinguem, ho afegirem sobre la base de la manera que es mostra, amb els 3 caragols de cada costat.



La base i la gran peça superior unides amb tres caragols per banda.

4.3.3 Instal·lació dels botons i el joystick

Tot seguit col·locarem el panell de control, però abans li instal·larem tots els botons i farem totes les connexions pertinents, ja que un cop muntat, és molt difícil accedir a la part inferior.



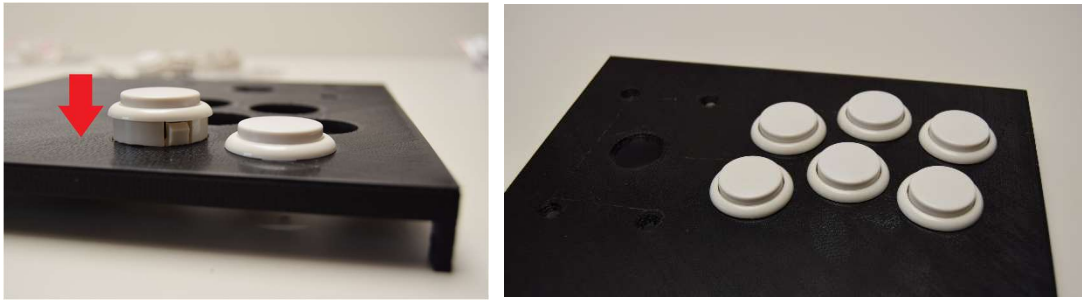
Vista de la cara superior i inferior del panell de control.

És hora d'obrir el kit que vam comprar a l'AliExpress. Hi trobarem 8 botons grans, 2 de petits, un joystick i els cables per connectar cada un d'ells a una placa controladora que també es connectarà per USB a la Raspberry Pi.



Kit amb botons, joystick, placa controladora i cables connectors.

D'entrada agafarem 6 botons grans i els instal·larem al panell des de la part superior, prement amb compte cap a baix fins que arribin al fons.



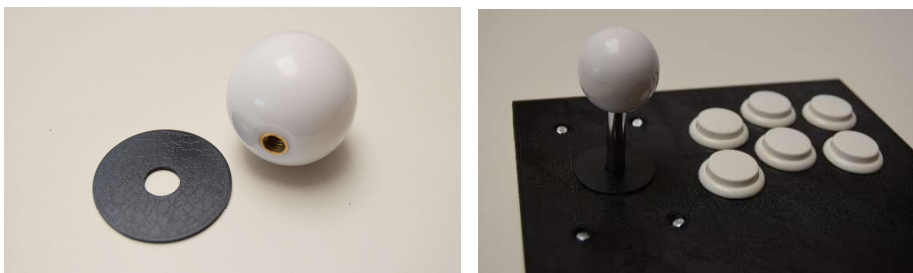
Instal·lació dels 6 botons del panell central.

Llavors hi afegim el joystick, des de la part inferior i cap amunt el collarem amb 4 caragols. És recomanable que el connector de pins estigui mirant en direcció als botons per connectar el cable més fàcilment.



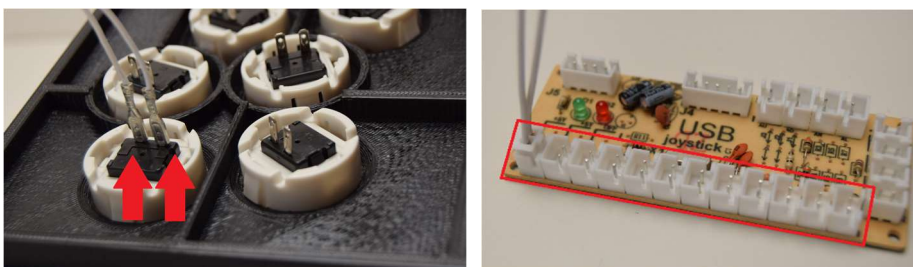
Instal·lació del joystick al panell central.

Per ultimar detalls, afegirem la làmina negra, que fa una funció purament estètica, i enroscarem la bola del joystick.



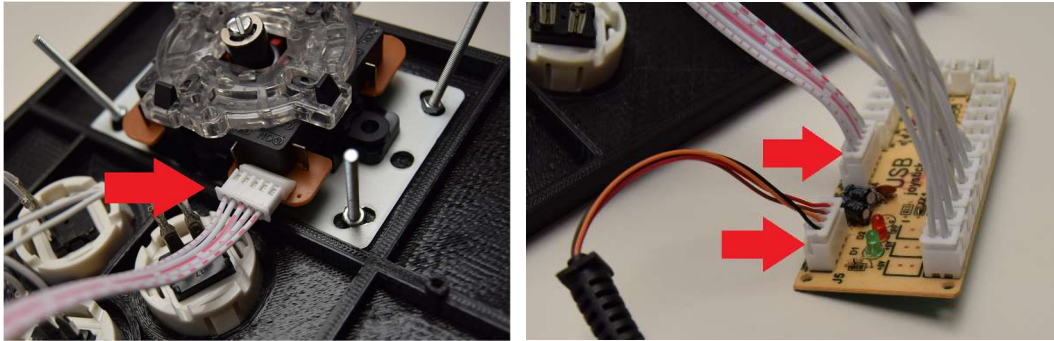
Bola del joystick i làmina negra decorativa.

Amb tot al seu lloc durem a terme les connexions. Amb els cables del kit, connectarem cada botó des del seus 2 pins a un port dels inferiors de la placa, tal com es mostra.



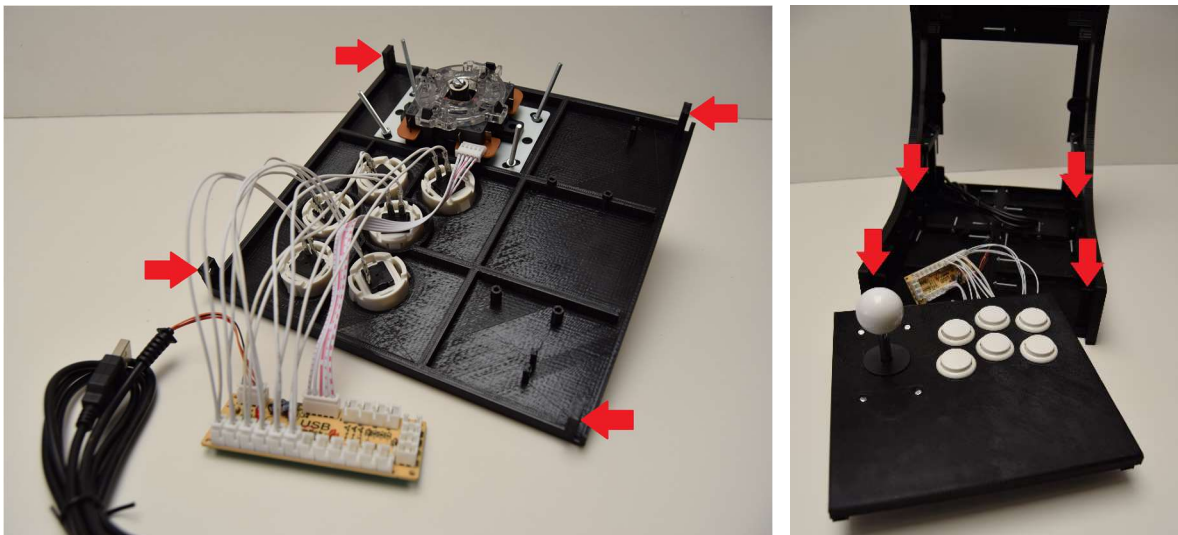
Connexió dels botons amb la placa controladora.

Per acabar, connectarem el joystick i el cable USB en dos dels ports corresponents de la part superior de la placa.



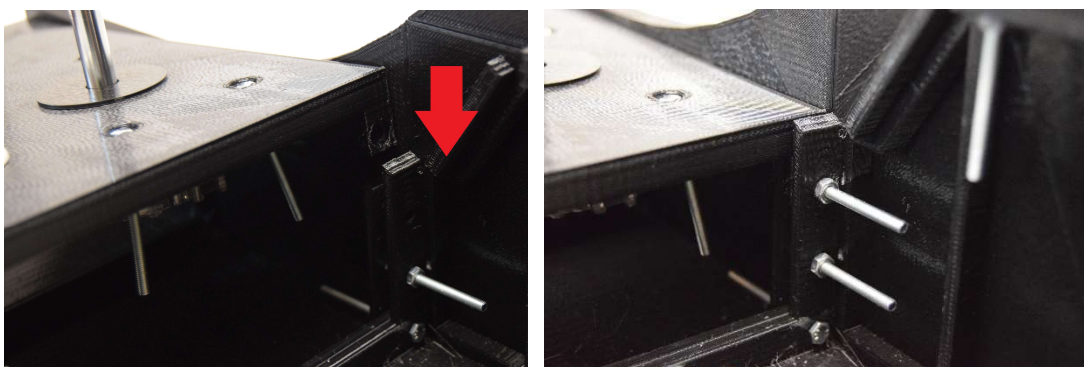
Connexió del joystick amb la placa controladora.

Ja llest el panell de control, procedirem a acomodar-lo sobre la construcció anterior gràcies a les seves quatre puntes amb forat.



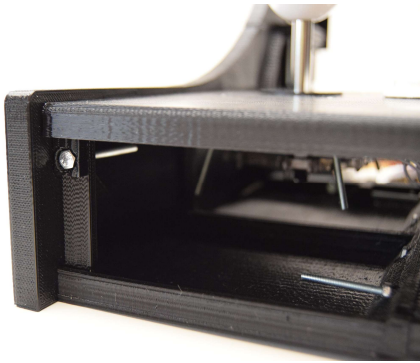
Instal·lació del panell central a l'estructura.

Les dues puntes superiors les introduïrem per entremig de les peces que conformen la base. Aquí l'explicació de perquè abans hem deixat uns forats lliures, aquests ens serviran per subjectar el panell.



Correcta subjecció del panell central amb els forats de la part posterior.

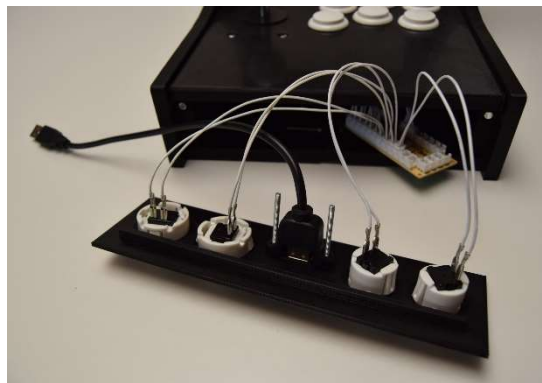
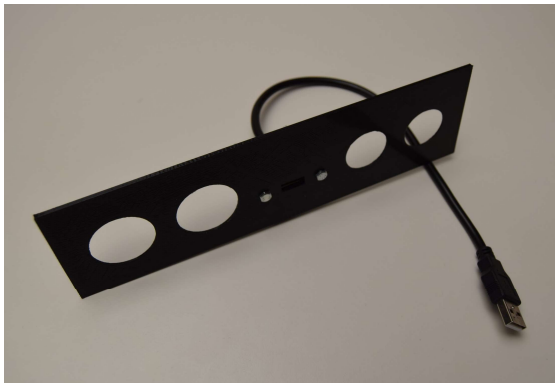
A la part de davant també hi passarem un caragol i una femella a cada costat. D'aquesta manera el panell de control ja estaria ben instal·lat.



Correcta subjecció del panell central amb els forats de la part frontal.

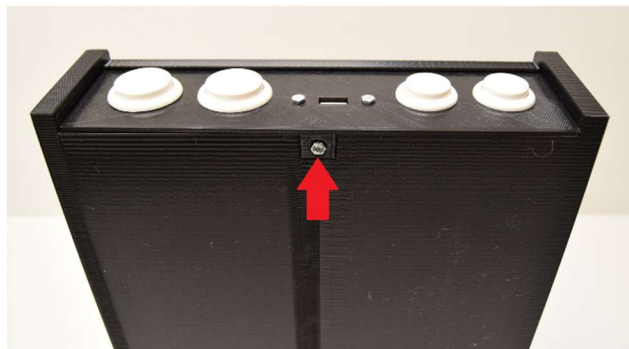
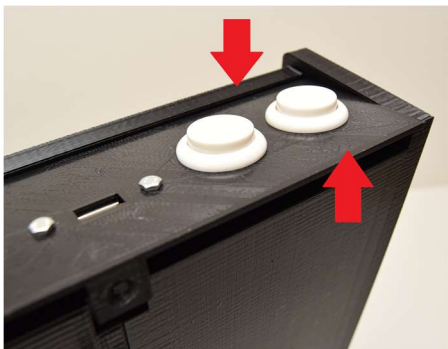
Per acabar la part inferior de la màquina, ens quedarà col·locar-hi un segon panell frontal-vertical més petit, amb alguns botons i amb la meva edició, una entrada USB per connectar un comandament a part, extern.

En primer lloc enganxarem el cable USB a la sortida. Jo ho he fet, com fins ara, amb un parell de caragols i femelles. Seguidament afegirem i connectarem els 2 botons grans i 2 botons petits de la mateixa manera que hem fet amb els del panell de control gran.



Instal·lació dels botons del panell frontal.

Un cop acabat, caldrà fer-lo passar per sota el panell gran i fixar-lo amb un caragol a la part inferior. Aquest caragol, per tal de deixar lloc al connector USB de sobre seu, no podrà excedir els 2 cm de llargada. En el meu cas, el vaig tallar amb una serra manual de metalls i una mica de paciència.

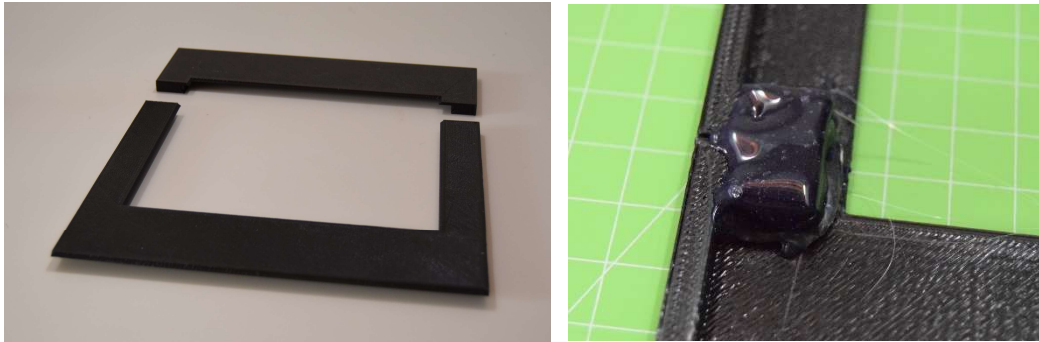


Instal·lació del panell frontal a l'estructura.

4.3.4 Instal·lació de la pantalla

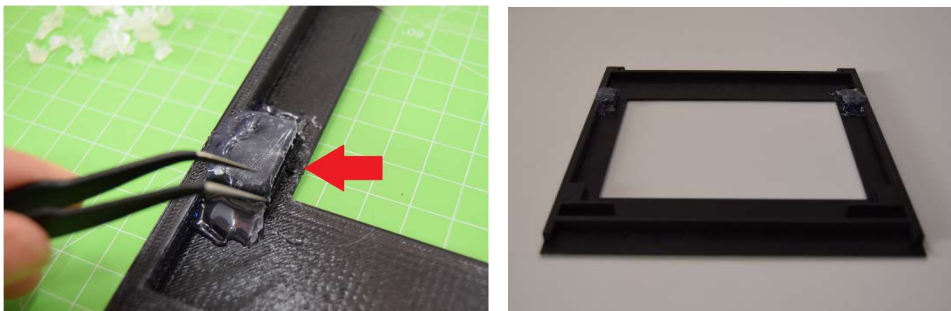
Si anem pujant, ara toca muntar la pantalla. La peça principal és la següent, que jo he hagut d'imprimir tallada¹⁷ ja que no hi cap a la base de 220 x 220 mm de la meua impressora.

Per enganxar les dues peces utilitzo, com anteriorment, cola calenta.



Unió de les dues peces de la pantalla amb cola calenta.

Durant aquest procés, és molt important no envair la zona del mig, ja que serà ocupada totalment per la pantalla. Per tant, procedeixo a treure la cola calenta de la zona en qüestió amb unes pinces.



Retirada de cola calenta sobrant.

Resultat final amb les dues peces unides correctament.

Ja a punt, agafarem la pantalla i la introduïrem de la manera que es mostra. És important no retirar el plàstic protector fins al final de la construcció ja que és durant aquest procés en què la podem danyar.

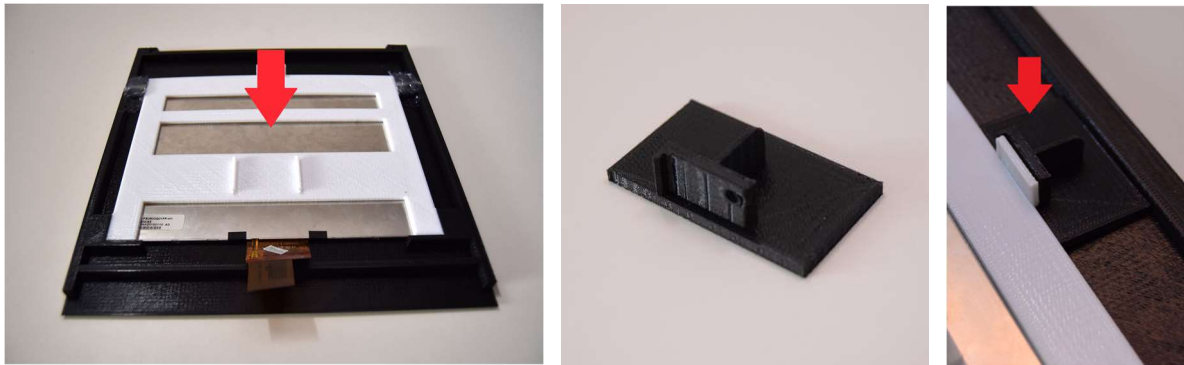


Pantalla de 8" relació 4:3.

Col·locació de la pantalla sobre la seva peça.

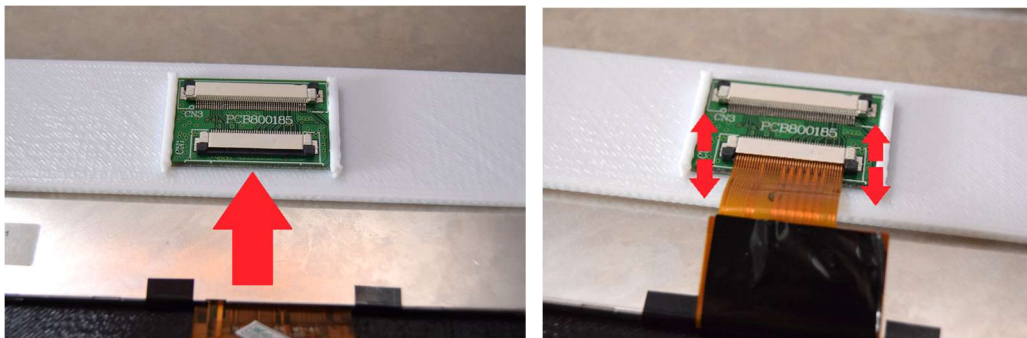
¹⁷ Un usuari va editar la peça original per separar-la en dues i va penjar l'arxiu a Thingiverse: <https://www.thingiverse.com/thing:2741063>

La segona peça d'aquesta part ens servirà per fixar la pantalla a lloc i muntar-ne els accessoris a sobre. Per assegurar-nos que no surt del seu lloc, li muntarem un suport a la part superior.



Fixació de la pantalla amb les dues peces de plàstic pertinent.

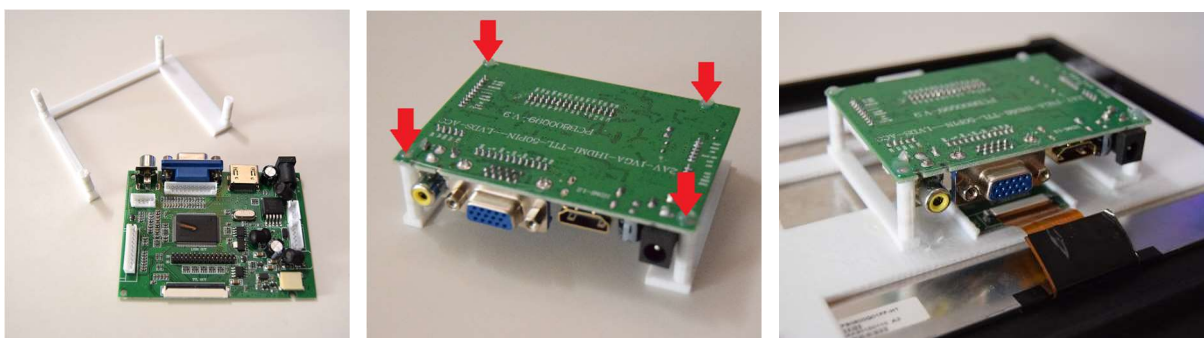
El primer que hi muntarem serà el convertidor de cable CSI flexible, fent-lo lliscar per entremig dels dos suports habilitats. El port petit ha de quedar mirant la sortida de la pantalla, ja que li connectarem seguidament obrint i tancant-lo amb les llengües del costat (tirant-les endavant i enrere).



Instal·lació del convertidor de CSI.

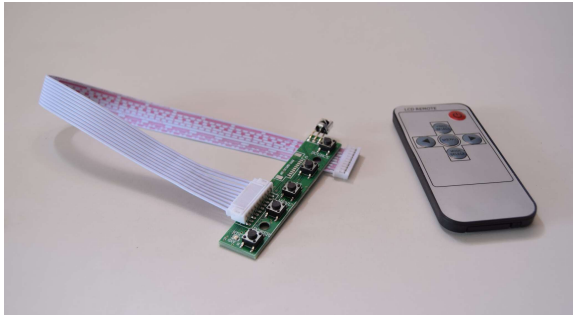
Connexió de cable CSI de la pantalla al convertidor.

Per sostenir la placa de la pantalla comptem amb una peça a part. Jo li enganxo amb quatre gotes de cola calenta a les puntes. Aquesta peça la col·locarem darrera la pantalla també amb cola calenta (no sobre la pantalla, sinó sobre la peça de plàstic blanca que la sosté).

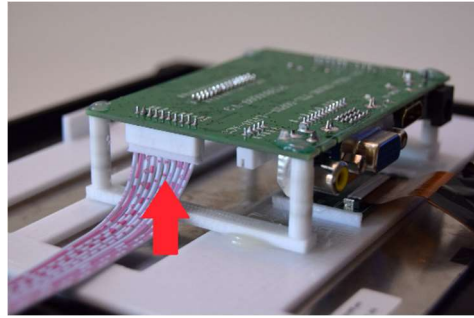


Instal·lació de la placa de la pantalla amb l'ajuda d'un suport imprès en 3D.

Ja per enllestir aquesta part, connectarem un parell de cables. Primer la placa de botons, necessària per configurar la pantalla. Encara que preferim utilitzar el comandament a distància, cal tenir la placa de botons connectada ja que és aquesta la receptora de la senyal infraroja.

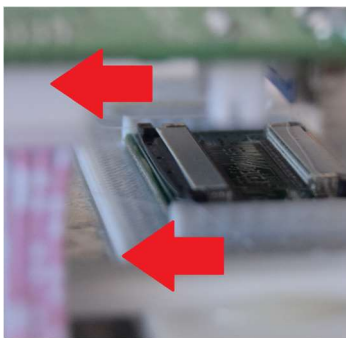


Placa de botons i comandament d'infrarojos.

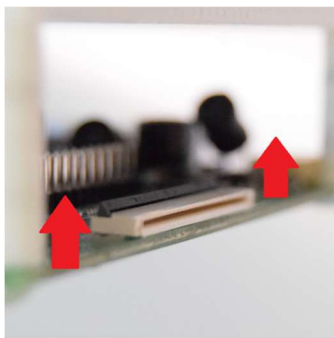


Connexió de la placa de botons.

Per acabar, unirem les dues plaques enganxades (el convertidor de cable CSI amb la placa principal). Per fer-ho haurem d'obrir els ports amb les llengüetes, de la mateixa manera que hem fet abans i connectar-hi el cable que se'n inclou al kit de la pantalla.



Obertura dels ports CSI.



Connexió de cables CSI.

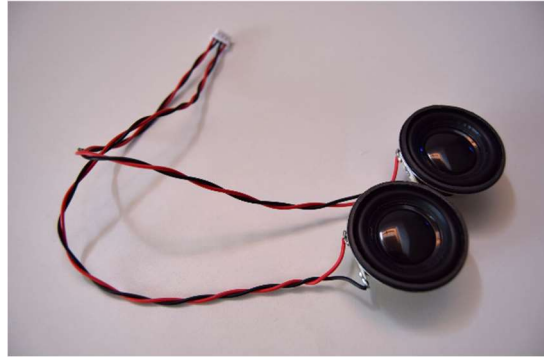
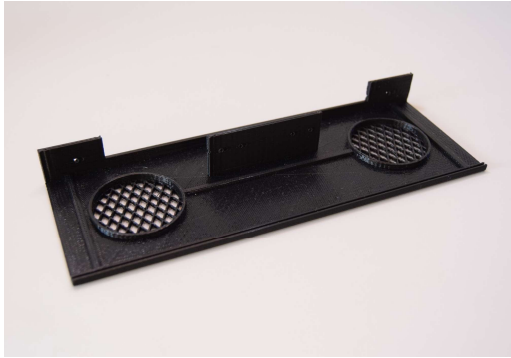
Tota aquesta peça de considerables dimensions que conforma la pantalla, haurà de recolzar-se al centre de la màquina, amb un suport allargat entremig del panell gran de botons. De moment no ho fixarem amb cola ni caragols, a l'espera de que tot funcioni. Així, si calgués fer algun canvi o comprovació seria molt més fàcil retirar-ho.



Col·locació de la pantalla al seu lloc, amb la peça pertinent entremig.

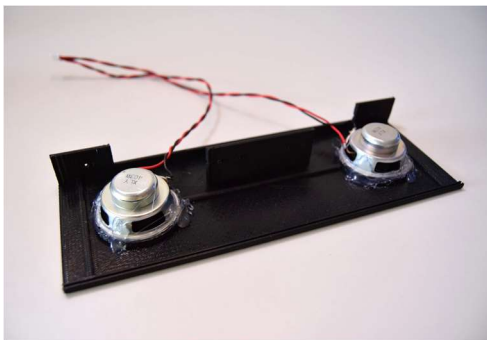
4.3.5 Instal·lació dels altaveus

A dalt de tot hi aniran els altaveus, en una peça com la següent.



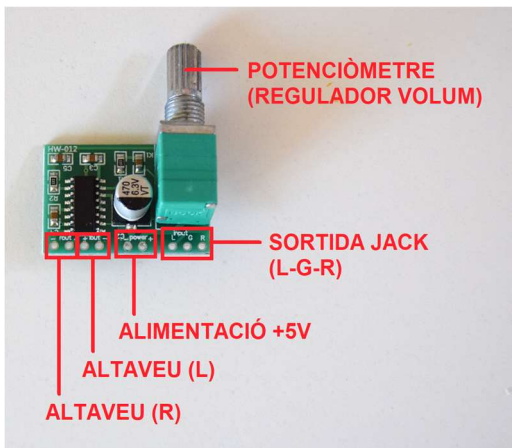
Peça impresa en 3D per sostenir els altaveus. Altaveus de 40mm 4Ohm 3W.

Els enganxarem amb cola calenta per la part interior, d'aquesta manera. Un cop llest ja podrem col·locar la peça al seu lloc, sobre la pantalla, per sota els suports de cada banda. En teoria s'ha de fixar amb dos caragols a cada banda a la part posterior, però mentre s'aguanti nosaltres ho deixarem així per si cal remenar-ho més tard.



Subjecció dels altaveus amb cola calenta. Col·locació dels altaveus amb la seva peça a l'estructura.

A continuació farem totes les connexions necessàries perquè funcionin els altaveus. Necessitarem els propis altaveus ja muntats, una placa amplificadora amb potenciòmetre (jo utilitzaré el PAM8403), un cable amb sortida (mascle) de mini jack 3.5mm i altres cables. També farem ús d'un soldador d'estany.

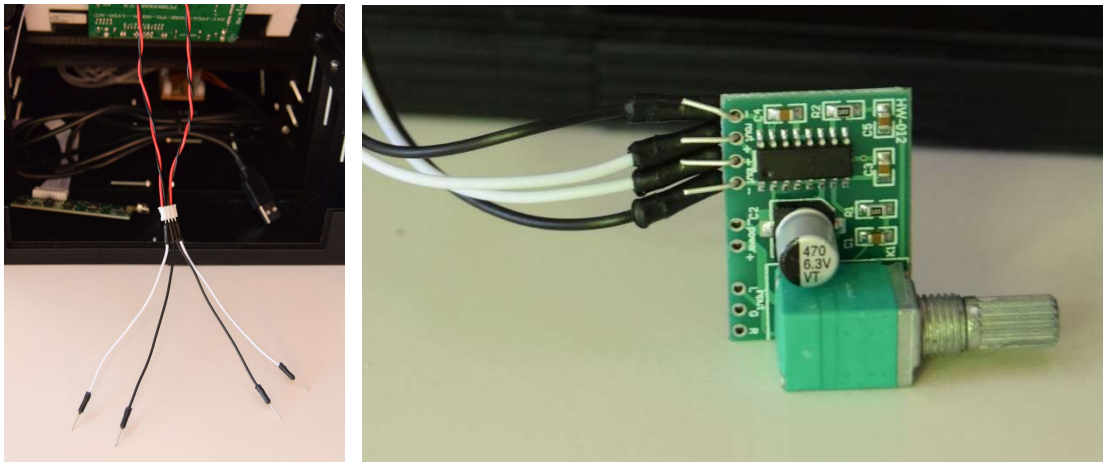


Parts de l'amplificador PAM8403.

El PAM8403 es basa en un potenciòmetre per engegar, apagar i regular el volum dels altaveus. Es compon de diverses entrades i sortides tals com per l'altaveu dret (R), l'altaveu esquerre (L), l'alimentació de 5V i la sortida de jack.

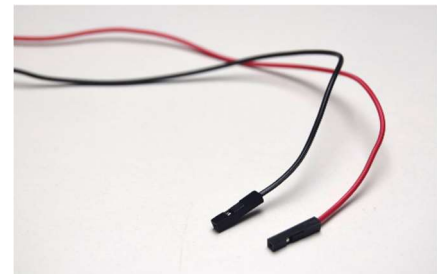
Començarem connectant els altaveus. Necessitarem el cable negre (negatiu) i vermell (positiu) de cada altaveu (dret i esquerre). Podríem tallar el connector blanc i soldar els cables directament a l'amplificador, però jo ho faré afegint cables de pin i així els allargo i els puc disconnectar fàcilment si alguna cosa no sortís bé.

D'una manera o d'altra, soldem els 4 cables al lloc corresponent, tenint en compte l'esquema anterior (R/L) i els propis símbols (+/-) indicats a la placa.

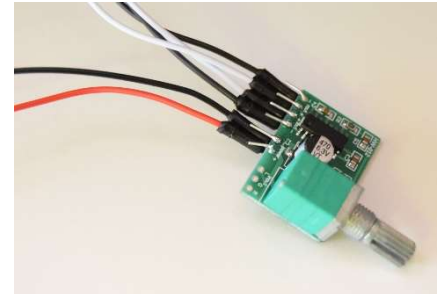


Connexió dels cables positius i negatius de cada altaveu al PAM8403.

La propera entrada és la d'alimentació. Perquè funcioni necessitarà rebre 5V, en el nostre cas des de la Raspberry Pi. Els podem aconseguir amb un cable USB o bé amb un parell de cables de pins connectats als GPIO de la RPi corresponents. Jo em decantaré per la segona opció, més econòmica en quant a cables i més educativa en quant a l'aprenentatge de funcions de la RPi.

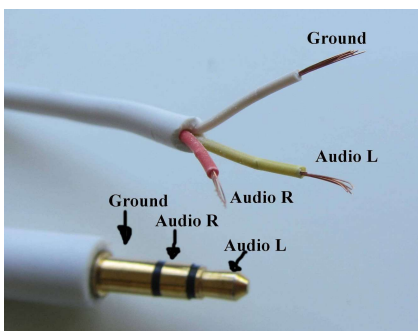


Necessitarem dos cables de pins, femelles per un costat, indiferent per l'altre. El "costat indiferent" el soldarem a les entrades +/- del mig de l'amplificador i els pins femelles les connectarem a la RPi més endavant..

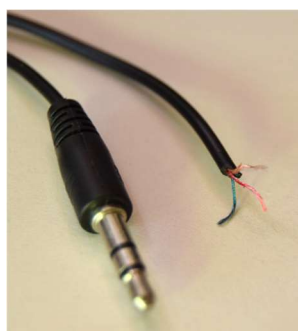


Connexió dels cables d'alimentació.

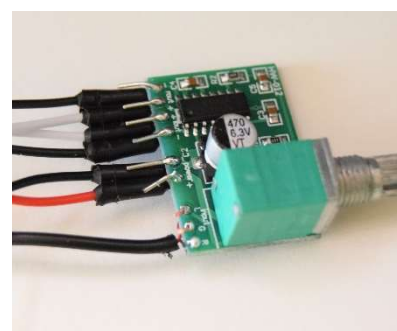
Per últim i potser més complicat, caldrà connectar la sortida jack. Necessitarem el cable amb sortida mascle de mini jack de 3.5mm. Un connector jack es compon de 3 parts, cada una amb un cable diferent: per "Ground", "Àudio R" (dret) i "Àudio L" (esquerre). Necessitarem pelar el cable i soldar cada un d'aquests tres cables interiors a les sortides determinades de l'amplificador.



Parts d'un connector jack de 3.5mm.¹⁸

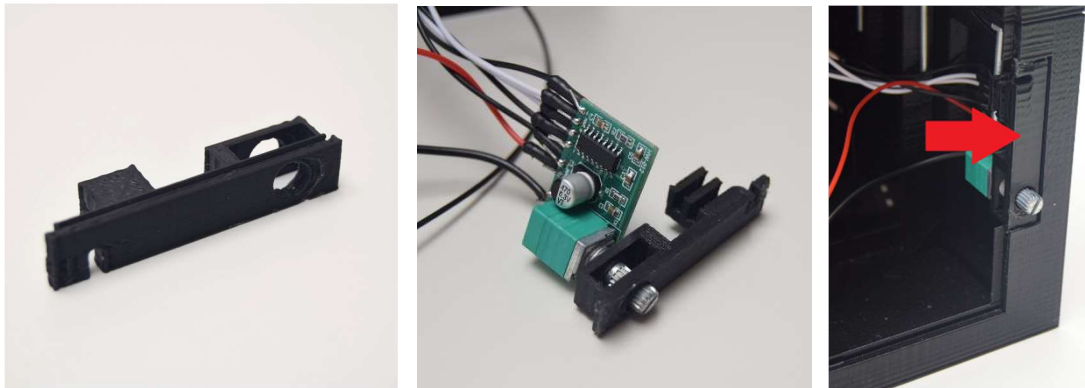


Connexió dels 3 cables del jack a l'amplificador.



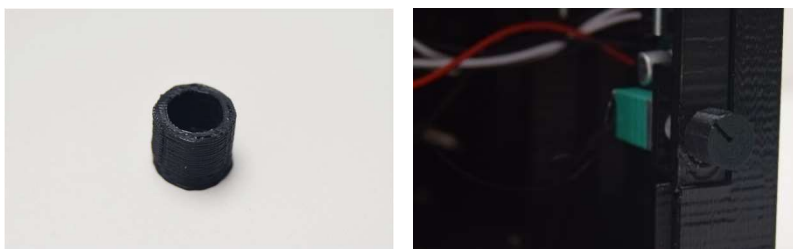
¹⁸ <http://10.grill-wok-palast.de/3-5mm-jack-wiring.html>

Per deixar-ho tot ben posat utilitzarem aquesta peça impresa en 3D, l'enroscarem al potenciòmetre de l'amplificador i la col·locarem, tot fent-la lliscar, al forat inferior dret de la part del darrera de la màquina.



Col·locació de l'amplificador a l'estructura amb la seva peça impresa en 3D de suport.

Per acabar, enganxarem amb cola calenta aquesta petita peça impresa en 3D com a regulador.



Tap per el potenciòmetre regulador de volum de l'amplificador.

Arribats aquí ja tindrem els altaveus preparats per funcionar i només caldrà connectar els cables sobrants a la Raspberry Pi.

4.3.6 Instal·lació de la tira LED

Abans de posar la RPi al seu lloc, però, ultimarem detalls col·locant una tira LED a la part superior, perquè el nom de la màquina quedi il·luminat per darrera.

Primer de tot tallarem la tira LED (en el meu cas d'1 metre) a l'amplada de la màquina. Després, l'enganxarem sobre els altaveus, ja sigui amb el propi adhesiu que duu a la part posterior o assegurant-ho amb cola calenta. Així, ja només faltaria passar el cable pel forat de darrera, per poder-lo connectar més tard, també, a la Raspberry Pi.



Tira LED amb placa controladora i cable USB.

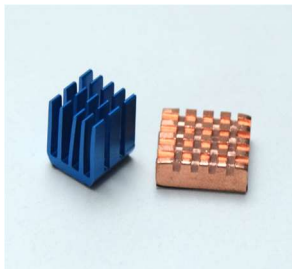


Tira LED tallada i enganxada als altaveus.

4.3.7 Instal·lació i connexions de la Raspberry Pi

Amb tots els sensors i actuadors de la màquina, només ens queda instal·lar el cervell de la màquina, la placa que ho alimentarà i controlarà tot, la Raspberry Pi. Com ja he dit amb anterioritat, el millor model és el 3B i el 3B+. La nova RPi 4 a dia d'avui (octubre de 2019) no és encara compatible amb aquest projecte.

El primer que farem serà enganxar aquests dissipadors als dos xips. D'aquesta manera, la calor que generin els xips serà dissipada i la seva temperatura es reduirà.



Dissipadors de calor pels xips de la Raspberry Pi.

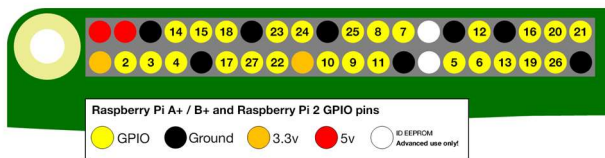


Connexió de cables USB a la Raspberry Pi.

Ara podríem enganxar la placa dins la màquina amb una peça impresa en 3D que ens proporcionen, però jo prefereixo (almenys de moment) deixar-la solta per poder connectar-ho tot sense molèsties.

Començarem connectant els USB dels “botons+joystick” i de la tira de LEDs. Amb la meua modificació, també connectarem l'USB extra que dóna sortida a la part frontal.

Seguint amb l'equip de so, connectarem el jack de 3.5mm al seu port i els cables d'alimentació als pins GPIO corresponents segons aquest esquema. Disposem de 2 pins positius (vermells) que entreguen 5V i molts d'altres de negatius (negres).



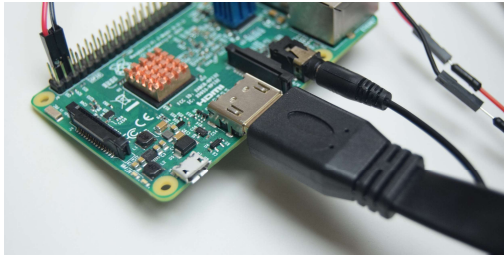
Llegenda dels usos dels pins de la Raspberry Pi.¹⁹



Connexió dels pins d'alimentació i el jack de 3.5mm.

De la pantalla en surten 2 cables, un és l'HDMI, que ja connectarem a la RPi, i l'altre, un USB, que l'endollarem apart amb un adaptador com el dels carregadors de mòbil. Això ho fem perquè quan s'engegui el programari de la RPi per primera vegada, la pantalla ha d'estar ja connectada per rebre la senyal. Més endavant canviarem la programació de la RPi de manera que la pantalla es pugui alimentar directament des d'un dels seus ports USB.

¹⁹ Més informació sobre els pins GPIO de la Raspberry Pi:
<https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>



Connexió del cable HDMI.



Connexió de l'USB de la pantalla externament.

Per acabar, prepararem el cable d'alimentació de la Raspberry Pi connectant-lo al port microUSB però encara no a cap endoll.



Connexió del cable d'alimentació microUSB.

4.3.8 Detalls finals

A continuació es mostren els passos per acabar de muntar la màquina. Jo recomano primer posar en marxa la màquina i assegurar-se que tot funciona bé abans de fixar-ho tot definitivament.

FIXAR L'ELECTRÒNICA

Un cop segurs que el que hem muntat funciona, ho podem fixar al seu lloc. La Raspberry Pi la podem enganxar amb el suport imprès en 3D que se'ns proporciona.

Per l'equip de so, enganxarem els múltiples cables a la paret interior de la màquina amb unes gotes de cola calenta perquè no puguin ser estirats i no surtin del punt on s'han soldat. Podem fer el mateix per altres components com la tira LED, enganxant els cables o els botons perquè quedin a mà.

FIXAR L'ESTRUCTURA

En quant a les peces impreses en 3D, podem enganxar permanentment la que sosté els altaveus amb cola calenta o caragols adequats. També afegirem un panell que quedarà retro il·luminat amb el nom de la màquina. Pot ser de cartró o com l'he fet jo, dissenyat en 3D i imprès en una fina capa de PLA.



Fixació de peces amb cola calenta.



Col·locació del panell decoratiu.

Per acabar, cobrirem la part superior amb la peça determinada, afegirem amb cola les dues petites peces de dalt de tot i taparem tota l'electrònica de la part posterior de la màquina amb la gran coberta també impresa en 3D.



Col·locació de la peça superior als altaveus i al panell decoratiu. Col·locació de dues petites peces superiors.

MARCAR ELS CONTROLS

Per a jugadors no experimentats, és bo marcar els botons amb els controls que tenen assignats cadascun; A, B, X, Y, L, R, SELECT, START i HOTKEY ENABLE. Jo he imprès en un full de paper les lletres en una font estil "arcade" i enganxat amb cinta adhesiva.



Botons marcats amb la funció a la qual corresponen.

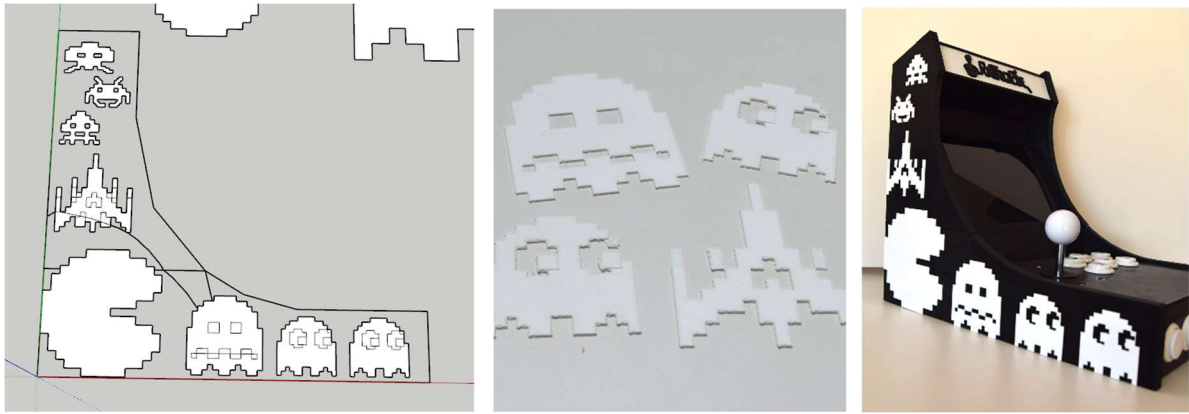
També és un bon detall clavar una llegenda de les "HOTKEYS", ja que durant el joc no es mostren a la part inferior de la pantalla i són d'alta importància per desar/carregar una partida o sortir del joc.



Hotkeys	Action
Select	Hotkey
Select+Start	Exit
Select+Right Shoulder	Save
Select+Left Shoulder	Load
Select+Right	Input State Slot Increase
Select+Left	Input State Slot Decrease
Select+X	RGUI Menu
Select+B	Reset

Llegenda de les "HOTKEYS" clavada a la part posterior de la màquina.

Com a decoració per les cares laterals de la màquina, es pot encarregar un vinil a mida o bé, com he fet jo, dissenyar motius de jocs arcade i imprimir-los en 3D. Per fer-ho, he buscat imatges a internet, les he convertit a ".dxf" amb el software gratuït "Img2CAD". Llavors he importat el fitxer al "Google SketchUp" i acabant de perfilar detalls (errors que sorgeixen de la conversió) els hi he donat la mida desitjada. Exportat a ".stl" i imprès en PLA blanc, aquests són els resultats.



Disseny i col·locació de peces decoratives als laterals de la màquina.

4.4 Instal·lació del software

4.4.1 Repàs de material

Per pujar qualsevol sistema a la Raspberry Pi necessitem una targeta microSD. En el meu cas, com que vull anar sobrat d'espai per a jocs, n'he comprat una de 128GB.

Per descarregar programari necessitem un ordinador amb Windows, i un adaptador USB per poder connectar-hi la targeta. Per algunes configuracions de la Raspberry també necessitem un teclat QWERTY, que li connectarem per USB quan faci falta.

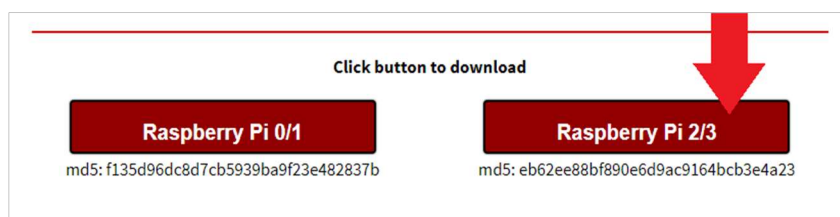


Targeta microSD de 128GB amb adaptador a USB.

4.4.2 Instal·lació de RetroPie

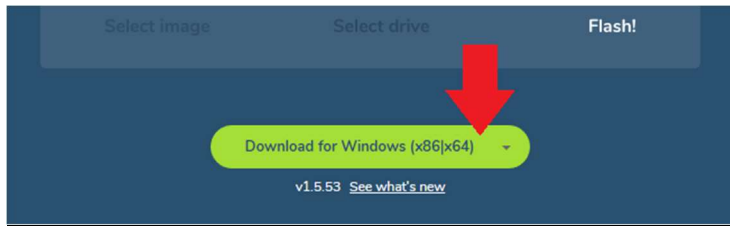
Mans a l'ordinador, connectarem la nostra targeta microSD i comprovarem que està ben formatada, que no conté res dins.

El sistema operatiu que ens permetrà emular tot tipus de jocs és RetroPie. Està construït sobre altres grans sistemes i projectes com Raspbian, EmulationStation i RetroArch. És totalment gratuït i començarem la seva instal·lació descarregant la seva imatge des de retropie.org.uk/download/. Evidentment, escollirem l'opció de "Raspberry Pi 2/3".



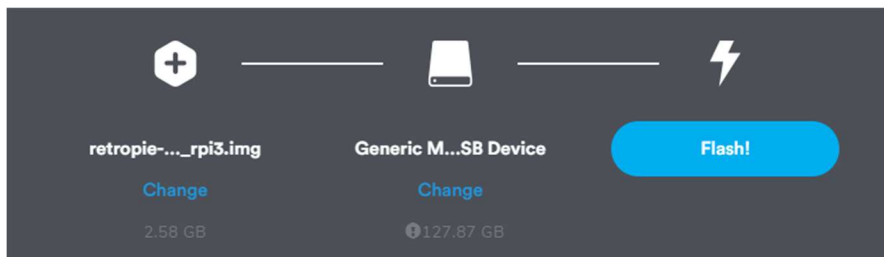
Procés de descàrrega de RetroPie.

Per poder muntar la imatge de RetroPie a la targeta microSD necessitem un petit programa anomenat *Etcher*, que descarreguem gratuïtament a etcher.io.



Procés de descàrrega de "Etcher".

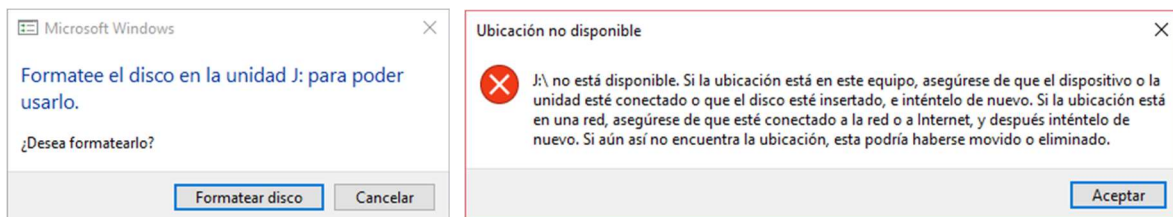
Un cop instal·lat és molt senzill d'utilitzar. Primer seleccionem la imatge (l'arxiu ".img" que hem descarregat abans), després la targeta microSD on la volem muntar i per últim només haurem de clicar "Flash!". Pot ser que li estranyi que la nostra targeta tingui tanta capacitat de memòria i ens llanci algun missatge d'avís, en aquest cas ens hem d'assegurar que hem seleccionat el dispositiu correcte i acceptar l'avís.



Procés per pujar una imatge a la targeta microSD amb "Etcher".

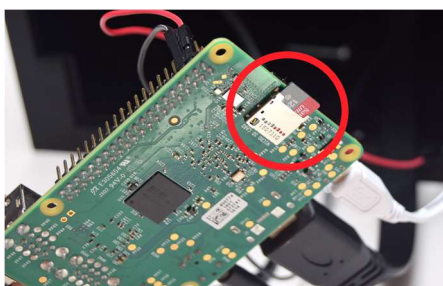
Un cop acabat el procés, al mostrar el missatge de confirmació ja podem tancar l'Etcher.

En cas que apareguin aquestes advertències, han de ser obviades. El Windows no reconeix el sistema de fitxers que s'hi ha escrit i per això recomana formatar la targeta.



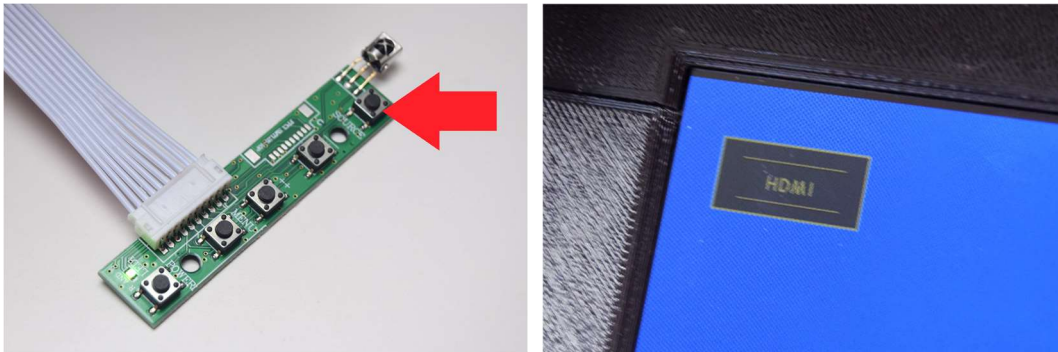
Avisos del Windows que cal obviar.

Amb el RetroPie ja preparat, extraurem la targeta microSD de l'ordinador i la introduïrem al port de la Raspberry Pi.



Inserció de la targeta microSD a la Raspberry Pi.

Primer, per veure-hi bé, retirarem el plàstic protector de la pantalla i l'engegarem (amb l'endoll a part) i amb la placa controladora que inclou, premerem el botó "SOURCE" diverses vegades fins a seleccionar la font "HDMI" (apareixerà escrit a la pantalla amb fons blau).



Posada en marxa de la pantalla: selecció de font HDMI.

Preparada la pantalla, ja podem endollar la Raspberry Pi. Si tot ha anat bé, veurem que s'inicialitza el RetroPie mostrant el seu logotip i diverses línies de codi.

4.4.3 Configuració de controls

Al ser el primer cop ens donarà un missatge de benvinguda (WELCOME) i al detectar els botons i joystick, ens demanarà que programem els controls. Per començar, mantindrem premut un dels botons fins que aparegui la pantalla de configuració (CONFIGURING). Per cada control seleccionat li haurem d'adjudicar un botó. Començarem amb els controls "up-down-left-right", que els hi adjudicarem a cada respectiva posició del joystick. És a dir, per ordre mourem el joystick un cop amunt, un cop avall, a l'esquerra, i a la dreta.



Configuració inicial de RetroPie: adjudicació de controls.

Per "Start" i "Select" els hi posaré dos dels botons davanters. Els controls "A-B-X-Y" i els "Left-Right" són pels botons del panell de control gran, però la seva distribució va a gust de cadascú. Jo m'he basat en el model de comandament d'Xbox.



La meua adjudicació de controls

Els controls “Trigger”, “Thumb” i “Right Analog” els ometrem mantenint premut qualsevol botó. L’últim, el “Hotkey Enable” l’enllaçarem amb un dels dos botons restants del frontal.

Aquí adjunto una llegenda de “Hotkeys”, traduït al català “tecles d’accés ràpid”. Són molt importants durant el joc, ja que amb aquestes combinacions de tecles podrem fer coses tant bàsiques com desar/carregar una partida o sortir d’un joc. Perquè actuïn, és indispensable prémer alhora, a part de la combinació de tecles, el botó “Hotkey Enable”.

Hotkeys	Action
Select+Start	Exit
Select+Right Shoulder	Save
Select+Left Shoulder	Load
Select+Right	Input State Slot Increase
Select+Left	Input State Slot Decrease
Select+X	RGUI Menu
Select+B	Reset

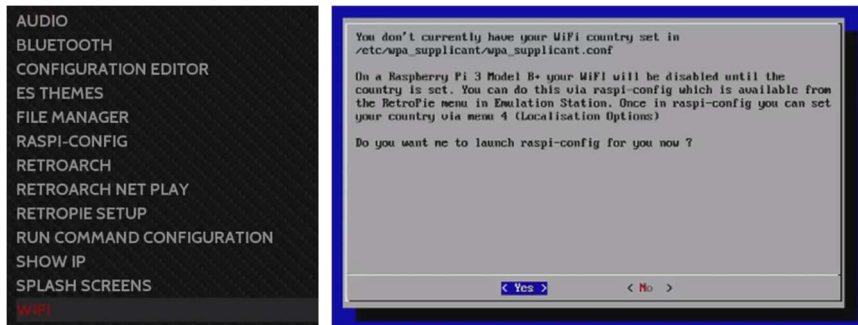
Llegenda de les “HOTKEYS”

4.4.4 Configuració de RetroPie

Un cop iniciat el sistema ens trobarem en un menú principal. A la part inferior hi ha una llegenda que informe què controla cada botó i al mig, diversos logotips: entre “AMIGA” i “RetroPie”, seleccionarem “RetroPie”. Això ens portarà a la configuració íntegra de RetroPie.

WIFI

Començarem per l’últim apartat, el de “WIFI”. Quan ens surti l’avís li direm que si (Yes) per accedir a “raspi-config”, l’eina de configuració de software de la RPi.



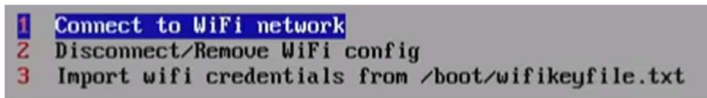
Apartat “WIFI” a la configuració de RetroPie. Avís per accedir a “raspi-config”.

A la llista d’opcions escollirem la “4 Localisation Options”, després la “14 Change Wi-Fi Country” i per últim seleccionarem el país on s’utilitzarà la màquina, en el meu cas “Espanya”.



Configuració de la connexió wifi: localització.

De nou a la primera llista, farem clic a “Finish”. Ens apareixerà una nova pantalla i seleccionarem “1 Connect to WiFi network”. De la llista seleccionarem el nostre WiFi i introduïrem la contrasenya amb el teclat. Un cop fet això, podem donar-li a “Exit” i tornarem a la llista de configuracions de RetroPie.

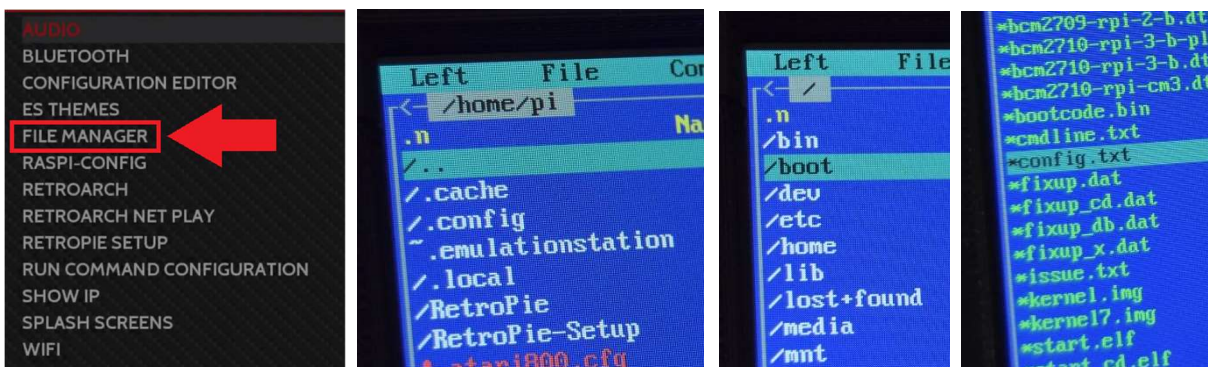


Configuració de la connexió wifi: selecció de la nostra xarxa wifi.

HDMI

Recordem que hem de tenir la pantalla alimentada per separat perquè la RPi la detecti, no? Doncs ara canviarem la configuració perquè això no faci falta i sempre doni senyal al port HDMI, on tenim connectada la pantalla. Haurem d'afegir unes línies de codi a l'arxiu “config.txt” de la targeta microSD. Ho podem editar des de l'ordinador, introduint-hi la targeta i obrint l'arxiu “config.txt” amb un programa d'edició adient com és *Notepad++*²⁰ o bé seguir els passos següents per fer-ho directament des de la màquina.

A la configuració de RetroPie, entrarem a l'apartat “FILE MANAGER”. Allà, entre moltes carpetes, triarem la `../` tants cops com faci falta fins a arribar a una llista on entrarem a `/boot`. Ens posicionarem sobre `*config.txt` i premerem “F4” al teclat per començar l'edició del document.



Procés per trobar l'arxiu “config.txt”

L'únic que haurem de fer aquí serà baixar a sota de tot amb el joystick i afegir-hi aquestes dues ratlles:

```
hdmi_force_hotplug=1
hdmi_force=2
```

Cal tenir en compte que la manera com entén algunes tecles del teclat pot variar. Per exemple, en el meu cas, la `_` s'aconseguia prement “?+Mayus” i el signe `=` amb la tecla “i”. És qüestió d'anar provant.

Un cop acabat desem els canvis amb “CTRL+O” i marxem amb “CTRL+X”. Finalment, amb la tecla “F10” sortim del “FILE MANAGER”.

²⁰ Notepad++ es pot descarregar gratuïtament aquí: notepad-plus-plus.org/download

SOLUCIÓ DE PROBLEMES D'ÀUDIO

Per a problemes d'àudio, pot ser convenient afegir també aquestes línies de codi a "config.txt":

```
dtparam=audio=on  
audio_pwm_mode=2
```

La primera activa l'àudio i la segona millora la compatibilitat i qualitat d'àudio amb un nou driver.

Si persisteixen sorolls molestos i interferències amb l'àudio és que provenen del port jack de 3.5mm incorporat a la Raspberry Pi. Per solucionar-ho, podem alimentar els altaveus externament (no des dels pins GPIO) o bé rebre l'àudio des d'un adaptador USB. Un cop el tinguem connectat, caldrà donar preferència al port USB en vers al jack. Això ho podem fer des de la mateixa configuració de l'àudio o amb les següents ordres al "command line".



Connexió d'un adaptador de jack per USB.

Primer crearem un fitxer amb la configuració:

```
sudo nano /etc/modprobe.d/alsa-base.conf
```

En aquest fitxer hi escriurem les següents línies:

```
options snd_usb_audio index=0  
options snd_bcm2835 index=1  
options snd slots=snd-usb-audio,snd-bcm2835
```

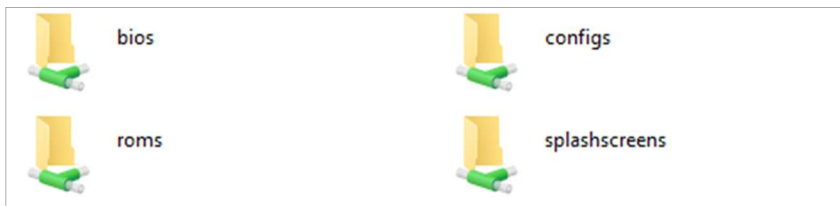
Sortirem de l'editor del fitxer amb "CTRL+X" i desarem els canvis amb "Y". Reiniciant el sistema s'hauria de sentir perfectament en un volum "normal".

4.5 Instal·lació de jocs

Amb el RetroPie preparat, per instal·lar-hi jocs ho podem fer de dues maneres, ja sigui per wifi o bé per USB. Jo explicaré la més còmode de fer que és via wifi.

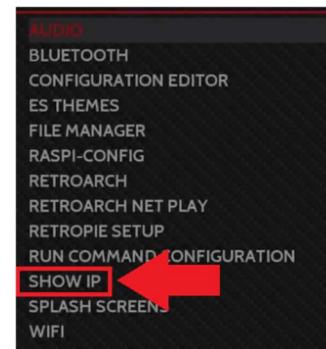
Els jocs es diuen "roms" i s'han de desar en una carpeta de la RPi que duu aquest nom. Per accedir a aquesta carpeta remotament ens assegurarem que la màquina (RPi) està engegada i connectada a la mateixa wifi que el nostre ordinador. A l'ordinador, entrarem a l'explorador d'arxius de Windows i a la barra de recerca superior escriurem el següent: `\\retropie` (important el detall de les dues barres al revés de com estem acostumats).

Si va bé, haurien d'aparèixer les següents carpetes:



Carpetes a "\retropie".

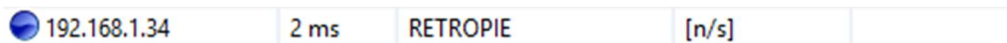
Si no dona cap resultat, necessitarem la direcció IP de la RPi, que podem trobar fàcilment accedint a "SHOW IP", un apartat de la configuració de RetroPie. Un cop tinguem la IP, l'escriurem al navegador d'arxius d'aquesta manera: `\\192.168.1.34`



Apartat "SHOW IP" de la configuració de RetroPie.

Per aconseguir-la directament des del nostre ordinador, tal com està explicat a la posada en marxa d'OctoPrint, necessitarem una petita eina per Windows anomenada "Angry IP Scanner", que es pot descarregar gratuïtament aquí: angryip.org/download.

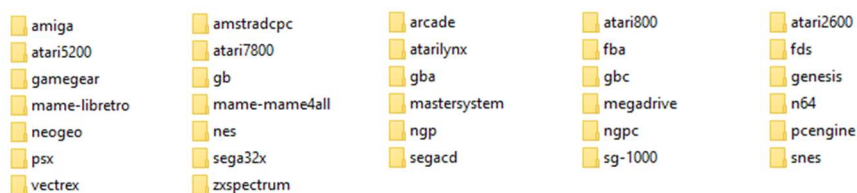
D'entre la llista copiarem l'adreça IP del nom "RETROPIE" i l'escriurem al navegador d'arxius de la mateixa manera: `\\192.168.1.34`



Resultat de cerca d'Angry IP Scanner.

Si no apareix l'equip "RETROPIE" a la llista, cal revisar que estigui tant l'ordinador com la RPi ben connectada a la mateixa xarxa WiFi i aquesta no presenti cap mena de problema.

En cas que surti bé, tornant a les carpetes, entrarem a "roms", on posarem cada joc (rom) a la carpeta del seu emulador (de la consola per la qual està programat).









Subcarpetes d'emuladors dins la carpeta "roms".

Nintendo Systems	
System	RomSet
	Tamaño: 82.0 MB #Roms: 914 
	Tamaño: 643.5 MB #Roms: 819 
	Tamaño: 3.12 GB #Roms: 288 


Les roms les podem buscar individualment o en paquets per Internet. Jo recomano aquesta web on es recopilen un munt de romsets per a cada emulador: mandrileando.com/p/roms.html.

Per cada sistema que vulguem a la nostra màquina, farem clic a “DESCARGAR” i se’ns redirigirà a la pàgina de descàrrega (MEGA).

Sega Systems	
System	RomSet
	Tamaño: 979 KB #Roms: 68 
	Tamaño: 34.6 MB #Roms: 288 
	Tamaño: 40.3 MB #Roms: 250 

Procés de descàrrega de romsets a “mandrileando.com”.

Un cop descarregat, descomprimirem el fitxer “.rar” directament a la carpeta del seu emulador. En el meu cas, he descarregat el romset de “Super Nintendo Entertainment System” (snes), per tant, la seva direcció serà: `\\RETROPIE\roms\snes`.

 snes

 Destination path (will be created if does not exist)

Descompressió de fitxers “.rar” a la carpeta del seu emulador.

La contrasenya per descomprimir els arxius és, tal com s’indica a la seva pàgina web: [mandrileando](http://mandrileando.com).

Enter password

Inserció de la contrasenya necessària per descomprimir els arxius de “mandrileando.com”.

Aquest procés pot ser força llarg (al transferir arxius per xarxa wifi és normal) i és important no desconnectar la màquina en cap moment. També es pot descomprimir el “.rar” apart i després moure els fitxers a la carpeta corresponent de roms, però pot ser encara més llarg. Acabat aquest procés els jocs ja estan llestos per jugar-hi.

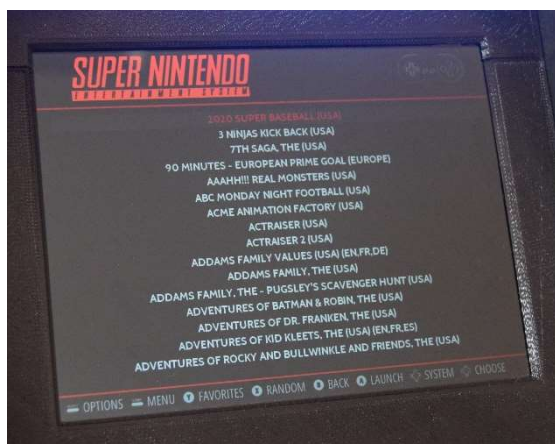
1. `wget -N https://raw.githubusercontent.com/Naprosnia/RetroPie_BGM_Player/master/uninstall.sh`
2. `chmod +x uninstall.sh`
3. `./uninstall.sh`

4.8 Posada en marxa

Arribats aquí ja ho hauríem de tenir tot apunt per jugar!

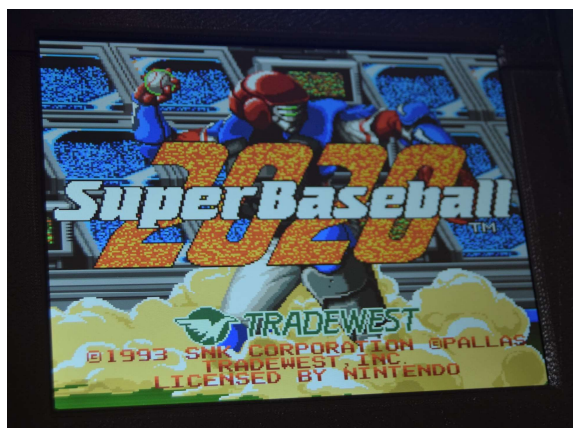
Per engegar la màquina només hem d'endollar-la. Mostrarà una pantalla amb el logotip de RetroPie i seguidament d'Emulation Station. Si hem configurat música de fons aquesta es començarà a reproduir i, finalment, ens apareixerà el menú principal. A sota, hi tindrem una llegenda dels controls que té cada botó. A la part central, podrem triar (de dreta a esquerra) els diferents emuladors pels quals hem instal·lat jocs. A sota de cada emulador, hi apareixerà el nombre de jocs disponibles.

Per jugar, amb la "A" (Select), entrarem a la llista de jocs, i un cop seleccionat el joc desitjat, de nou amb la "A", l'executarem.



Menú principal de la màquina arcade, de RetroPie. Llista de jocs dins la carpeta d'un emulador.

A dins el joc, cada un és diferent. Però normalment primer utilitzarem les tecles "START" i "SELECT" per seleccionar les opcions al seu menú i per jugar, el joystick i les lletres.



Menú principal d'un joc.



Un joc en acció.

5 CONCLUSIONS

La primera gran conclusió d'aquest treball és que la Raspberry Pi realment té un munt d'aplicacions; en el camp del treball pot ser un ordinador bàsic de sobretaula, en quant a entreteniment pot destacar com a centre multimèdia, i en educació, pot ser la placa ideal per programar robots didàctics. Però això no acaba aquí, de fet la Raspberry Pi pot tenir tantes aplicacions com hom sigui capaç de donar-li, i així ens ho mostren els exemples de *Pi in the sky*, *The PiPhone* o les recurrents idees que sorgeixen a la revista *The MagPi*.

La segona gran conclusió a la que volia arribar ens la demostra la part pràctica, i és que per dur a terme un projecte ja establert amb la Raspberry Pi es necessiten ben pocs coneixements sobre programació, tant sols s'ha de ser hàbil a l'hora de resoldre els problemes que van sorgint, sabent on s'ha d'anar a buscar la informació i tenint en compte que la major part d'aquesta sovint serà en anglès.

En definitiva, en aquest treball de recerca he après en detall què és la Raspberry Pi, quins models s'han presentat al llarg de la seva història i com adquirir-la i utilitzar-la en funcions bàsiques. He presentat aplicacions d'alguns sectors que desconeixia i he descobert grans exemples d'èxit amb els que algun dia potser jo, o qui llegeixi aquesta memòria s'hi podrà inspirar.

Amb la construcció de la màquina de jocs arcade he après a dur a terme un projecte força elaborat: triar un bon disseny de màquina, un material electrònic adient i saber-ho posar tot en marxa, aprenent a solucionar els recurrents problemes que anaven sorgint, com per exemple les inacabables interferències d'àudio. En quant a l'estructura, es pot concloure que la utilització de PLA imprès en 3D ha estat tot un encert, sent aquest més lleuger, barat i innovador que la fusta.

Personalment, també puc dir que gràcies a la màquina m'ho he passat bé durant la construcció i més al final, quan he pogut jugar i descobrir els mítics videojocs d'abans. També he de dir que l'edició pròpia de fotos a la part pràctica m'ha ajudat a aprendre noves tècniques en el camp fotogràfic, un dels meus actuals *hobbys*.

6 BIBLIOGRAFIA

Fonts citades per ordre d'utilització al treball:

6.1 Teoria Raspberry Pi

WIKIPEDIA. *Raspberry Pi*. Especificacions i esquemes de les Raspberry Pi.

https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#Connectors.

Consulta: 15/04/2019

RASPBERRY PI FOUNDATION. *FAQs - Raspberry Pi Documentation*.

<https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/>.

Consulta: 15/04/2019

QUORA. *What is the story behind the name "Raspberry Pi"?*

<https://www.quora.com/What-is-the-story-behind-the-name-Raspberry-Pi>.

Consulta: 12/07/2019

6.2 Aplicacions de la Raspberry Pi

RUBEN ANDRÉS, COMPUTERHOY. *15 usos de la Raspberry Pi que no sabías que podías darle*. <https://computerhoy.com/noticias/hardware/15-usos-raspberry-pi-que-no-sabias-que-podias-darle-74905>.

Consulta 19/07/2019

PEDRO PABLO MORAL. *Como crear un servidor casero en 10 minutos con Raspberry Pi*.

<https://www.pedropablomoral.com/raspberrypi/proyectos/servidor-casero/>.

Consulta: 17/07/2019

MANUALES FÁCILES. *Raspberry: Montando un servidor Minecraft*.

<https://www.manualesfaciles.com/raspberry-montando-servidor-minecraft/>.

Consulta: 21/08/2019

INSTRUCTABLES, sabas1080. *Estación Pirata En FM con Raspberry Pi*.

<https://www.instructables.com/id/Estaci%C3%B3n-Pirata-en-FM-con-Raspberry-Pi/>

Consulta: 21/08/2019

GITHUB, ChrisopheJacquet. *FM-RDS transmitter using the Raspberry Pi*.

<https://github.com/ChristopheJacquet/PiFmRds>.

Consulta: 21/08/2019

THE MAGPI MAGAZINE. *The official Raspberry Pi magazine*.

<https://raspberrypi.org/magpi/>.

Consulta: 18/09/2019

Revista *The MagPi*, números 81, 82, 83 (maig, juny i juliol de 2019 respectivament).

LIZ UPTON. *Pi in the sky – Raspberry Pi.*

<https://www.raspberrypi.org/blog/pi-in-the-sky/>

Consulta: 21/09/2019

DAVE AKERMAN. *PIE1 – Raspberry Pi Sends Live Images from Near Space.*

<http://www.daveakerman.com/?p=592>

Consulta: 21/09/2019

DAVID AKERMAN. *PIE1 SSDV | FLICKR.*

<https://www.flickr.com/photos/daveake/sets/72157630589478676/>

Consulta: 21/09/2019

DAVID AKERMAN. *PIE1 Flight | FLICKR.*

<https://www.flickr.com/photos/daveake/sets/72157630584759530/>

Consulta: 21/09/2019

LIZ UPTON. *PiPhone – home-made Raspberry smartphone.*

<https://www.raspberrypi.org/blog/piphone-home-made-raspberry-pi-smartphone/>

Consulta: 06/10/2019

DAVID HUNT. *PiPhone – A Raspberry Pi based Smartphone.*

<http://www.davidhunt.ie/piphone-a-raspberry-pi-based-smartphone/>

Consulta: 06/10/2019

6.3 Construcció de la màquina arcade

I LIKE TO MAKE STUFF. *Raspberry Pi Retro Arcade using RetroPie (with NO programming)*

// *How-To – YouTube.*

<https://www.youtube.com/watch?v=RcsKNryPAzw>

Consulta: 11/05/2019

BYTE SIZED. *How To Build A Bartop Arcade Machine With A Raspberry Pi.*

<https://www.youtube.com/watch?v=7xQKuxUPivY>

Consulta: 21/05/2019

CHRISTOPHER TAN. *Retrocade - Desktop Arcade Machine + RetroPie.*

[https://www.thingiverse.com/thing:2225663.](https://www.thingiverse.com/thing:2225663)

Consulta: 13/05/2019

ALIEXPRESS – Online Shopping.

<https://aliexpress.com>

Consulta 13/05/2019

AMAZON – compra online de electrònica, llibres, deporte.

<https://www.amazon.es>

Consulta 13/05/2019

ULTIMAKER CURA. *Advanced 3D printing software, made accessible.*

[https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software.](https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software)

Consulta: 06/07/2019

OCTOPRINT. *The snappy web interface for your 3D printer.*

<https://octoprint.org/>

Consulta: 06/07/2019

RETROPIE. *Retro-gaming on the Raspberry Pi.*

<https://retropie.org.uk/>

Consulta: 29/07/2019

DANDEMAN321 - *The Gameπ - Handheld Retro Gaming Console - Complete Guide From Concept to Final Product: 7 Steps (with Pictures).*

<https://www.instructables.com/id/The-Game%CF%80-Handheld-Retro-Gaming-Console-Complete-G/>

Consulta: 06/08/2019