

EXTENSIÓN

IOT: DE LA IMPRESIÓN 3D AL AHORRO TOTAL

Autores: CARLOS DE QUINTO, MIRIAM BERNAT y NICOLA CARAMBIA

Tutor: JESÚS ÁLVAREZ HERRERA

Nombre del Centro Educativo: IES GERARDO DIEGO

Índice:

1. Introducción

2. Antecedentes

3. Objetivos

4. Resultados

5. Conclusiones

6. Bibliografía

1. Introducción:

Este proyecto surgió por la necesidad de adaptar la impresión 3D a las necesidades reales en el mundo educativo, doméstico y también el laboral, resolviendo así los mayores problemas que existen hoy en día en el sector de la industria de la impresión en 3D.

En el instituto utilizar estos dispositivos se estaba volviendo cada vez más difícil, ya que el rendimiento de los mismos empeora cuando se desgastan las piezas y por lo tanto imprimir una gran cantidad de proyectos no es posible.

Además, el alto precio de las impresoras recomendadas a los centros educativos es un gran inconveniente para aquellos que cuentan con bajo presupuesto, lo que hace que las tecnologías 3D no penetren de una forma equitativa en los Centros educativos y muchos alumnos no puedan disfrutar de ellas.

Por otra parte, en el mundo de las impresoras 3D no es común el uso de una cola de impresión, es decir, de imprimir varios proyectos uno tras otro sin tener que retirarlos manualmente cuando se terminan. Esto crea un problema de eficiencia, ya que normalmente en los centros se dejan las impresoras fines de semana enteros sin funcionar y consecuentemente de producir.

La mayoría de las impresoras dirigidas al público actualmente no cuentan con nivelado automático, lo que permite al usuario no preocuparse por las imperfecciones de la cama.

Actualmente, para imprimir un objeto en 3D hacen falta tanto un ordenador como un conversor de archivos para transformar los diferentes archivos de objetos 3D de formato STL a Gcode (tipo de archivo usado por las impresoras), lo cual dificulta su uso de forma remota.

Todos estos problemas nos hicieron plantearnos una solución conjunta a todos ellos y así ofrecer un servicio consistente y de muy alta calidad a los centros educativos no solamente de Pozuelo, sino de la Comunidad de Madrid en su totalidad.

En este proyecto se tratará la optimización de los entornos de impresión 3D, dirigido a todo tipo de público, pudiendo ser controlada desde cualquier parte del mundo con conexión a Internet, en la que pueda ser creada una cola de impresión y sin necesidad de un ordenador. Todo ello estando muy por debajo del coste que supone la inclusión tradicional de impresoras 3D en centros educativos (se reduce el presupuesto en torno a un 80%).

El resultado de este Proyecto es el trabajo continuo de un grupo de 3 personas trabajando en equipo coordinado.

2. Antecedentes:

Este proyecto nació para intentar acabar con todos los problemas que habíamos tenido con la impresión 3D anteriormente (horas extras por la tarde en el centro, excesivas averías, alto coste, piezas en mal estado...).

Para ello debíamos conocer específicamente al usuario, donde nacía nuestro Prototipo, y a partir de su necesidad saber qué dice, qué hace, qué siente y qué piensa.

Una vez conocido el usuario y sus necesidades reales (técnica personas - design thinking), y una vez superado la idea inicial en la gráfica coste viabilidad (bajo coste y alta viabilidad, en el campo 1 dentro de los diseños de prototipos que realizamos, el más óptimo), decidimos llevar a cabo el Proyecto.

Para todos los problemas de las impresoras actuales existe algún tipo de solución creada por la comunidad de "Makers" (llamados así a los miembros de la amplia comunidad de las impresiones 3D), siendo las más importantes las del OctoPrint y Marlin.

Software inicial y Raspberry:

Octoprint es un sistema operativo para Raspberry que permite el control de una impresora 3D a través de Internet. Este sistema se conecta a la Raspberry Pi a través de una interfaz USB y se conecta a internet a través de WiFi o un cable ethernet. Este software permite la adición de una cámara para la vigilancia de la impresión y el aprovechamiento de otros plugin. También permite la utilización de una pantalla táctil para un uso más cómodo que el software de Marlin pero nosotros no lo hemos implementado debido al costo que supone frente a la mejora que otorga.

Gracias al Win32DiskImager fuimos capaces de introducir este software en la Raspberry Pi 3B+, pues este programa es el más conocido de internet para flashear imágenes en memorias USB o SD.

Marlin es el firmware que utilizan la mayoría de impresoras en el mundo. Este ha sido modificado por la comunidad con el paso de los años y se han añadido muchas funcionalidades nuevas como protección de la temperatura, autonivelado si se dispone del hardware adecuado, la capacidad de reanudar impresiones tras apagones y la optimización de los movimientos de los motores para disminuir el ruido tanto acústico como electrónico.

Gracias a la tecnología Arduino, ampliamente conocida en el sector de la tecnología, hemos sido capaces de instalar la última versión de marlin con todas las funciones que esto incluye.

3. Objetivos:

Nuestro objetivo principal es ofrecer un servicio con las siguientes características:

→ **Bajo coste:**

Las impresoras recomendadas en la actualidad por la Comunidad de Madrid cuestan alrededor de los 1.500€ y en muchos casos, si se estropea la impresora, hay que llevarla al servicio técnico específico, haciendo así que el coste de la reparación sea bastante alto.

Por ello decidimos que algunos de los principales problemas que teníamos que solucionar eran tanto la fiabilidad como el coste de montaje y de reparación de la misma.

Lo primero que hicimos fue buscar una impresora de software libre, con mucha comunidad y de bajo coste. La impresora por la que nos decantamos fue la Ender 3 Pro de Creality 3D (La impresora de bajo coste más conocida en el mundo). Gracias a esa elección nos aseguramos un gran soporte por parte de la comunidad de usuarios, además de un bajo coste a la hora de comprar repuestos y repararla.

Gracias a todo esto, hemos reducido los costes más de un 80%, costando así menos de 300€.

→ **Fácil reparación:**

Al ser una impresora muy conocida y con un fácil montaje (no viene pre montada, sino que viene por piezas), la reparación de la misma no supone ninguna complicación, ya que si algo deja de funcionar correctamente simplemente basta con desmontar esa parte y montar su correspondiente repuesto. Todo ello sumado a una gran variedad de repuestos de distintas calidades y cualidades adecuándose a las necesidades específicas de cada usuario.

Además, gracias a su gran comunidad, podemos encontrar soporte para cualquier fallo.

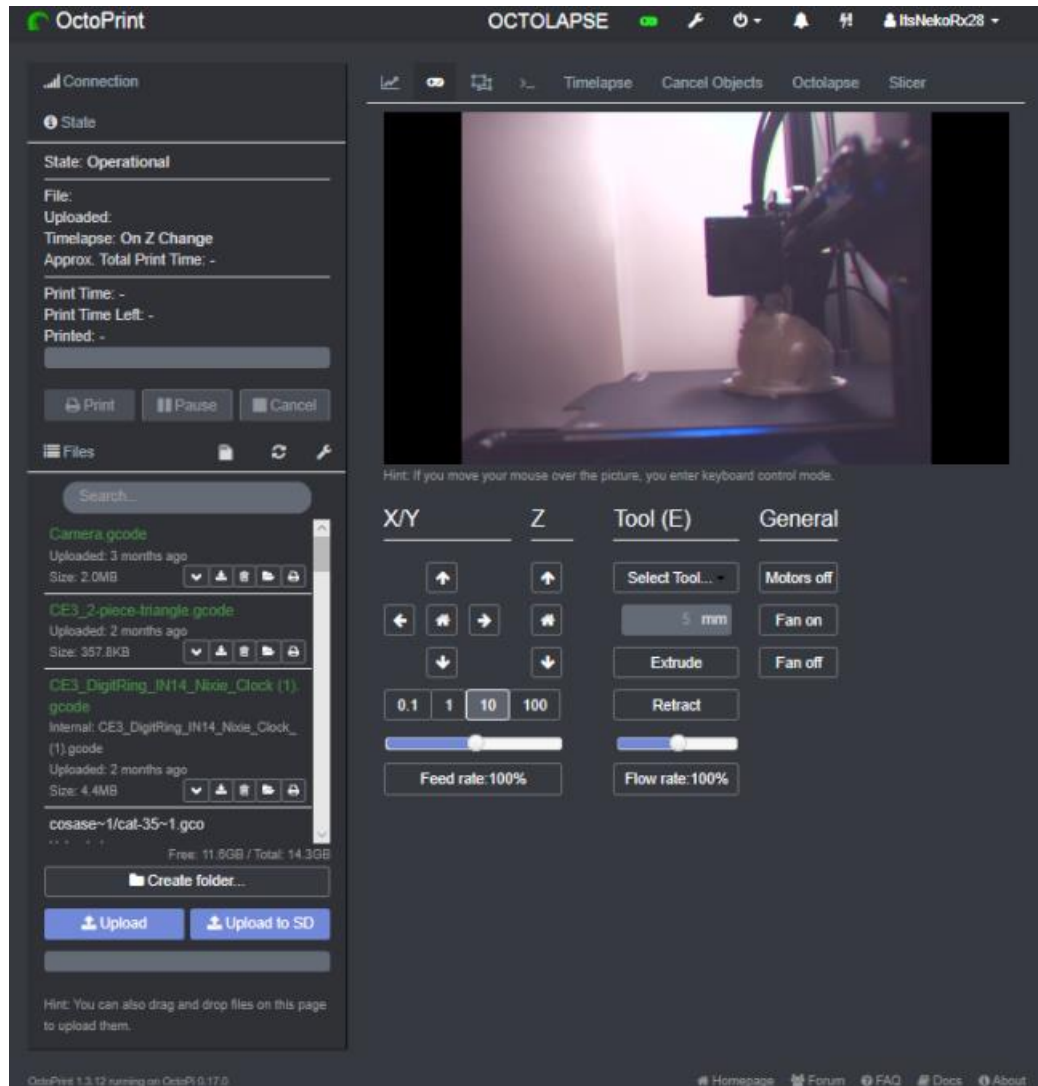
→ **Control remoto y Monitorización:**

Para poder hacer esto posible decidimos incluir en nuestra impresora 3D Ender 3 Pro una Raspberry Pi 3B+ (elegimos el modelo 3B+ porque un modelo inferior no habría podido manejar el software con fluidez).

Estuvimos mucho tiempo investigando sobre cómo podríamos implementar esto de una manera sencilla y accesible para cualquier usuario. Fue entonces cuando

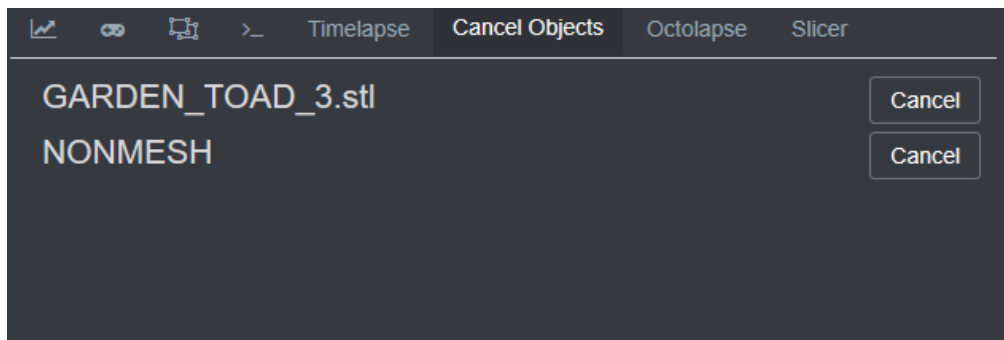
encontramos Octoprint, el cual nos permitía controlar la impresora desde una página web alojada por la Raspberry Pi 3B+.

Octoprint posee una opción para añadir plugins creados por la comunidad, estuvimos buscando qué plugins eran adecuados y necesarios para lo que queríamos.

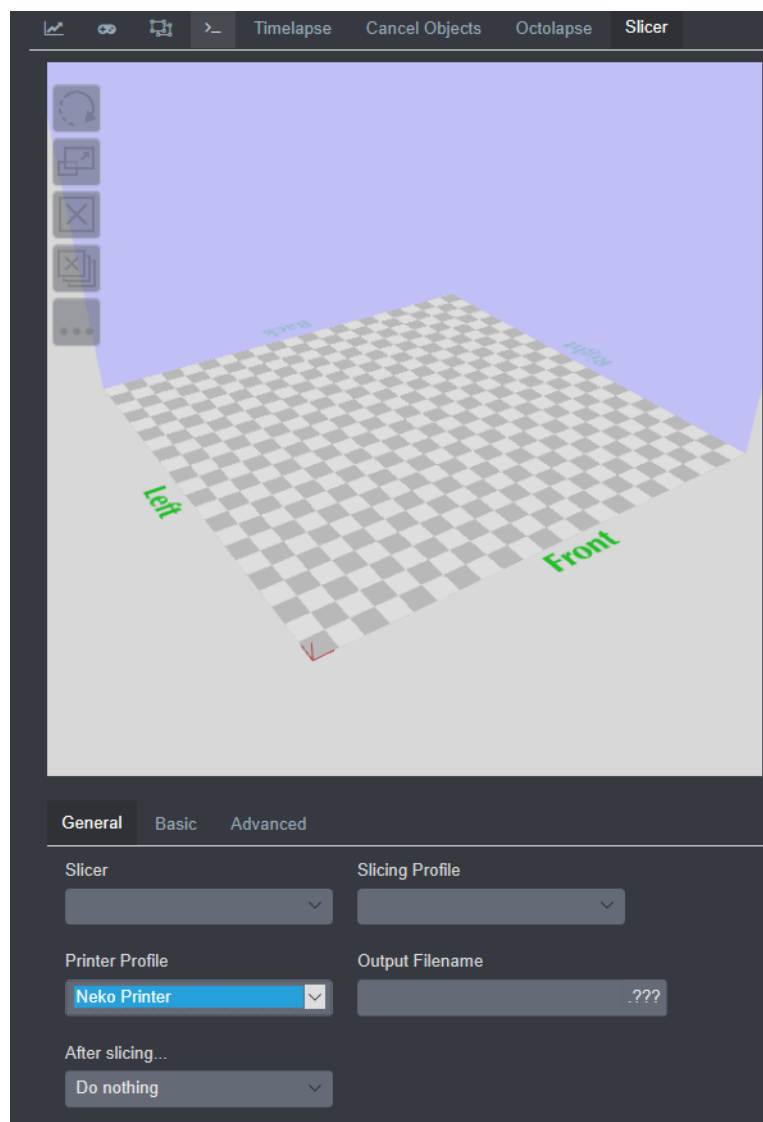


Los plugins que implementamos fueron los siguientes:

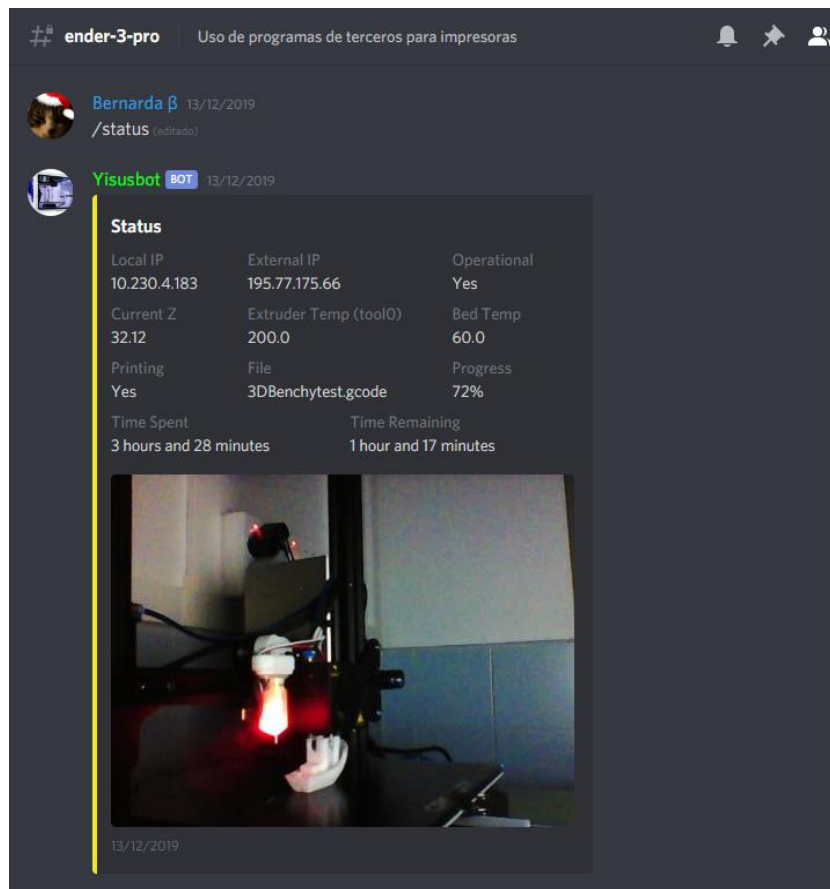
- **Cancel Objects**: Gracias a lo avanzado que está actualmente la creación de archivos formato Gcode, se puede cancelar (mientras está imprimiendo) el objeto que quieras, es decir, si tienes dos o más objetos imprimiendo a la misma vez, si uno sale mal, no hace falta cancelarlos todos, sino que puedes cancelar únicamente el objeto que esté saliendo mal.



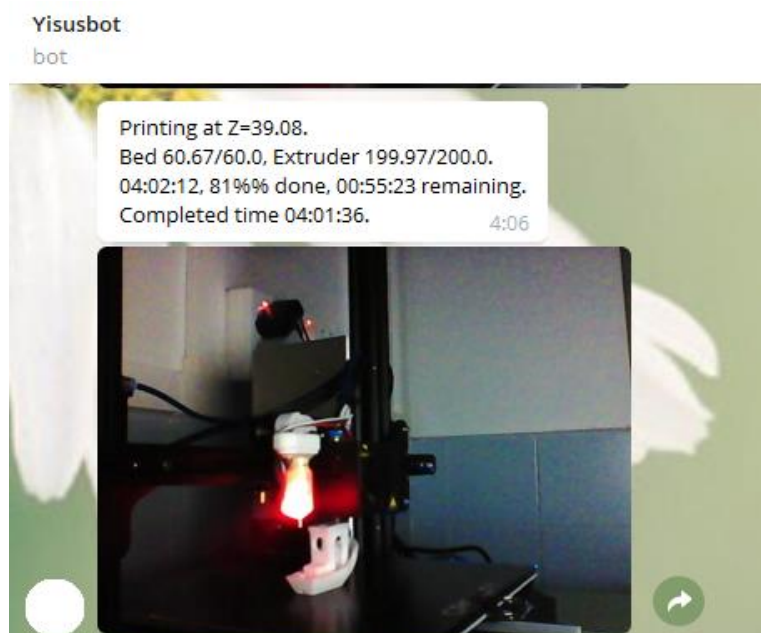
- **Slicer:** Este plugin nos permite subir un objeto 3D en formato STL directamente a la Raspberry 3B+ y que automáticamente se transforme en el formato Gcode (el formato que entiende la impresora). Pese a que esto soluciona muchos inconvenientes a la hora de convertir los objetos, utiliza una versión de Gcode muy antigua que no permite utilizar el cancel objects. Todo ello sin utilizar un ordenador (Estamos investigando cómo modificarlo para que utilice una versión más moderna, pero no es nuestra prioridad).



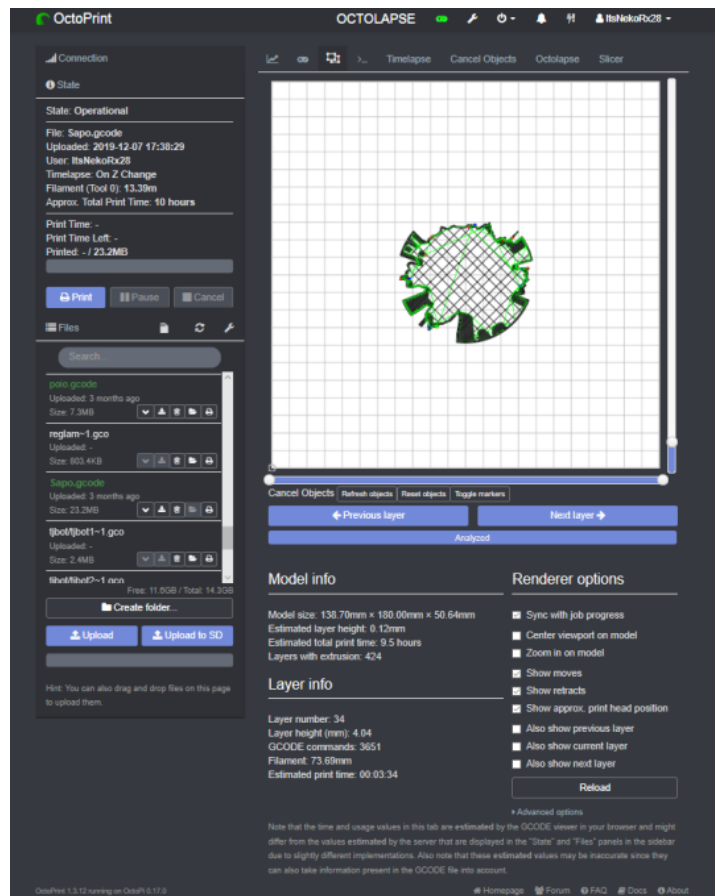
- **Discord Remote**: Mediante la API de Discord (aplicación de chat de texto y voz para móviles y ordenador) pudimos crear un Bot al cual podemos darle órdenes como imprimir, cancelar, estado de la impresora, etc...



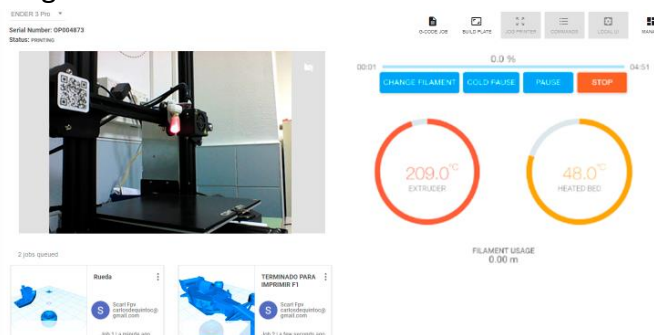
- **Telegram Remote**: A través la API de Telegram (aplicación de chat de texto para móviles y ordenador) pudimos crear un Bot al cual podemos darle órdenes como imprimir, cancelar, estado de la impresora, etc...



- **Gcode Viewer**: Este plugin nos permite visualizar todas las capas del objeto que se está imprimiendo en tiempo real, viendo así su evolución.

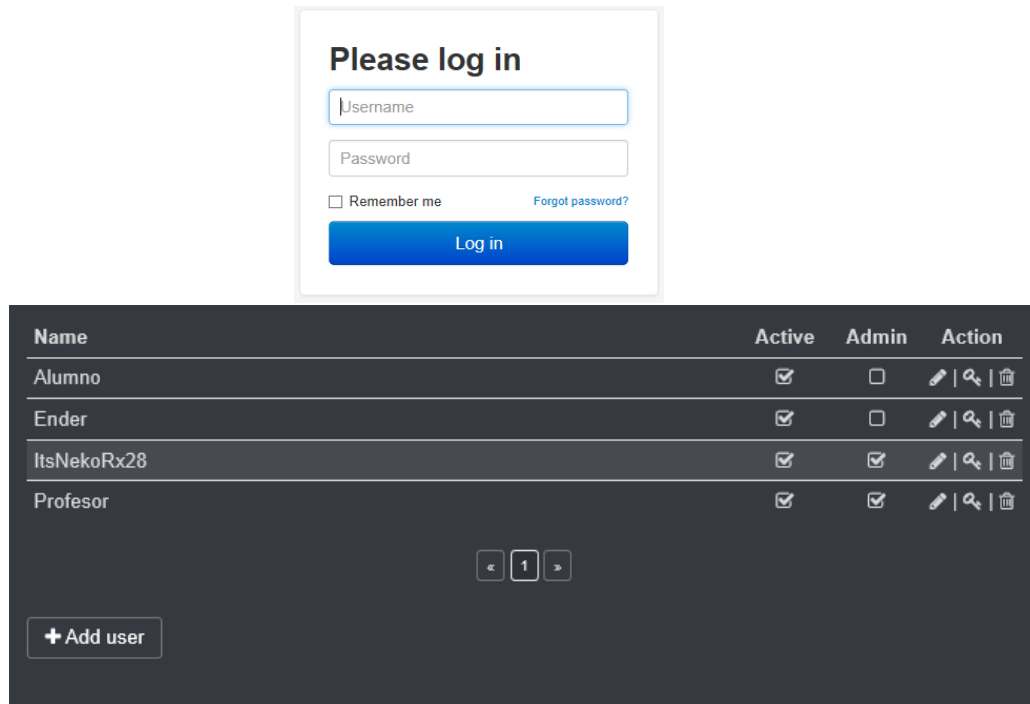


- **The Spaghetti Detective**: Mediante una inteligencia artificial desarrollada por Kenneth Jiang y The Spaghetti Detective Team, hemos podido añadir este plugin que detecta cuándo el filamento no está extruyendo bien y en ese caso, te envía un correo electrónico con una foto incluida.
- **Polar3D**: Es un plugin que permite una gran cantidad de funcionalidades como la cola de impresión, que podría tener grandes usos en el ámbito educativo ya que unifica todas las impresoras del centro en una misma interfaz, permitiendo así la correcta distribución del trabajo y asegurando la eficiencia



Además de los plugins, podemos modificar la página alojada en la Raspberry para que sea más intuitiva y simple.

Obviamente, esta página está abierta a todo el mundo, y por ello debemos asegurarnos de que nadie use la impresora sin nuestro permiso. Para ello, Octoprint tiene un sistema de cuentas (con usuario y contraseña) a las que les podemos añadir un rol (administrador o usuario), teniendo distintos permisos.



The image shows two parts of the Octoprint interface. The top part is a login form titled "Please log in" with fields for "Username" and "Password", a "Remember me" checkbox, a "Forgot password?" link, and a "Log in" button. The bottom part is a user management table with columns for Name, Active, Admin, and Action.

Name	Active	Admin	Action
Alumno	☒	☐	Edit Search Delete
Ender	☒	☐	Edit Search Delete
ItsNekoRx28	☒	☒	Edit Search Delete
Profesor	☒	☒	Edit Search Delete

Navigation: < 1 >

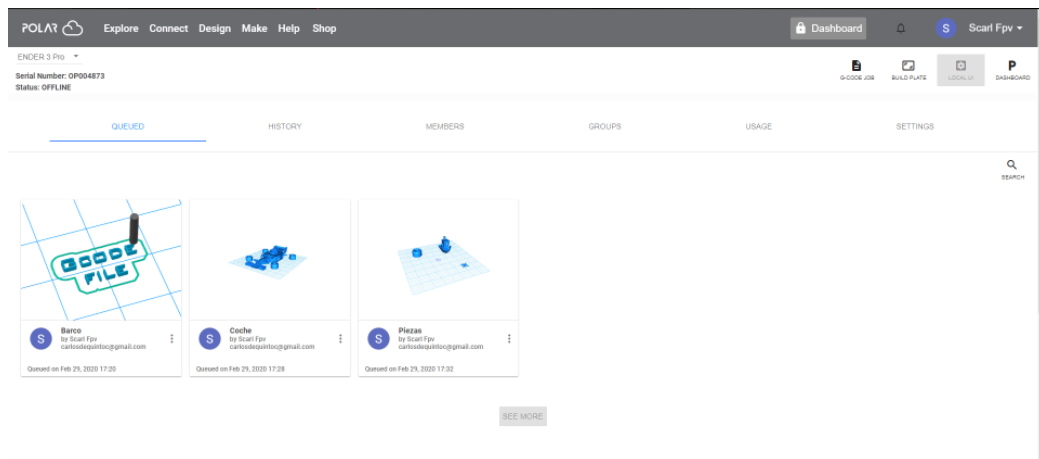
+ Add user

→ Cola de impresión:

Debido a la inclusión de una Raspberry Pi 3B+ y Octoprint, podemos crear una cola de impresión gracias a Polar 3D, es decir, puedes poner varios ficheros Gcode a imprimir y se irán imprimiendo automáticamente.

Para conseguir esto, hemos modificado el perfil de creación del archivo Gcode para que cuando acabe la impresión, se enfríe la cama y el hot end retire el objeto ya impreso de la cama sin ninguna dificultad.

Esta cola tiene una gran utilidad para el uso personal pero donde mejor puede ser utilizado es en el ámbito educativo, creando así una cola con las impresiones de los alumnos, pasando por la revisión del profesor, y que de esta forma puedan imprimir de manera muy sencilla y automatizada.

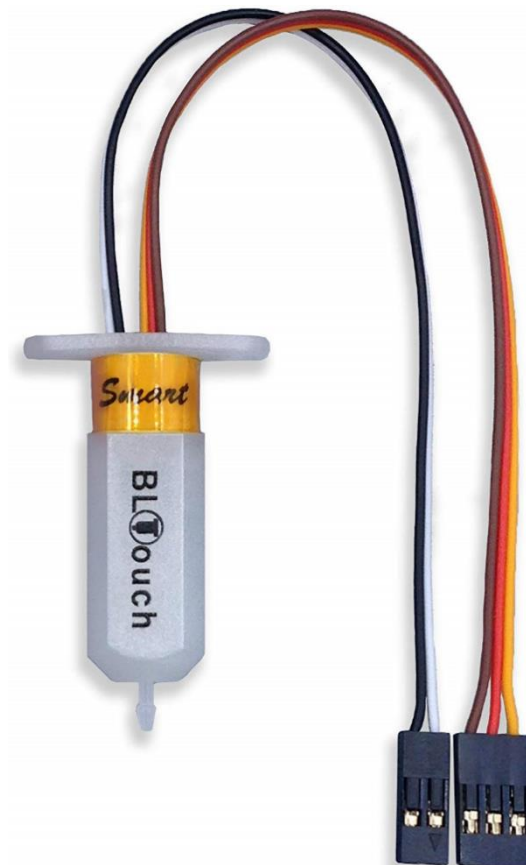


→ Nivelado automático:

Nivelar la cama de impresión es un proceso tedioso y muy complicado que muchas veces falla debido a que la cama tiene que estar a una altura exacta.

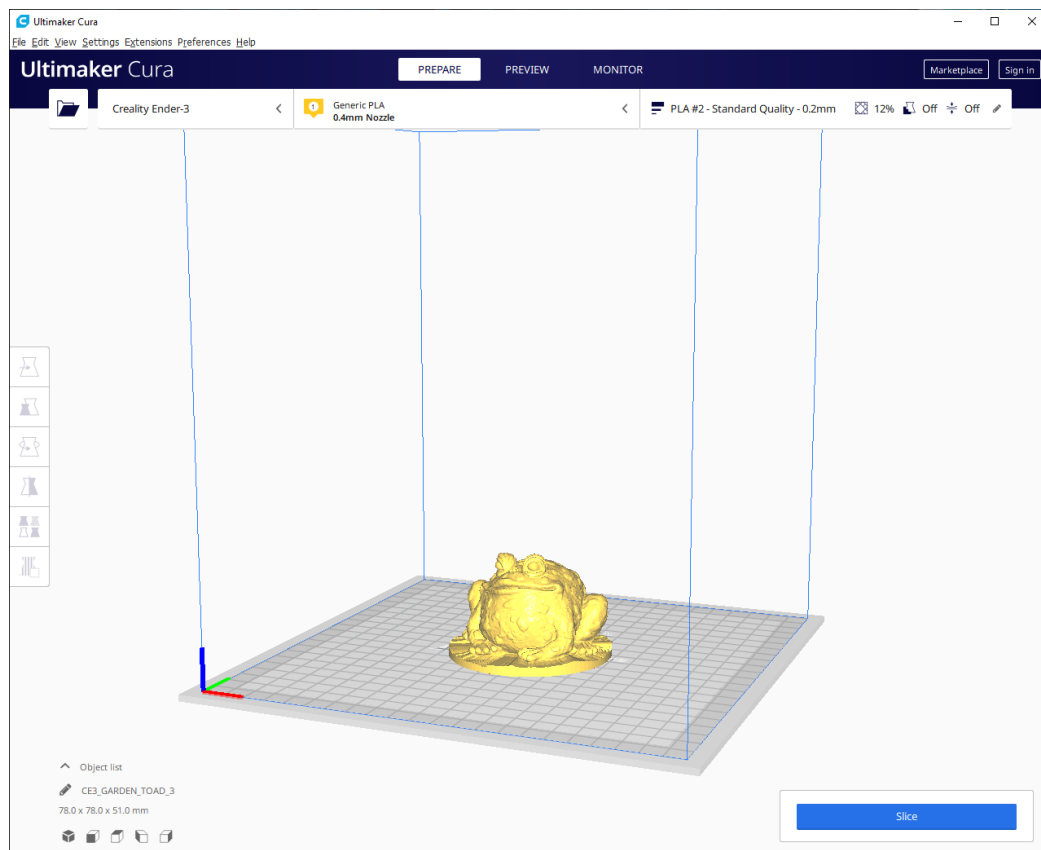
Por ello, hemos decidido incluir un sensor de nivelado que recopila la altura de la cama en 9 puntos creando así una malla virtual. Este sensor se llama BITouch y sus creadores son Antclabs.

Para instalarlo hemos modificado el software de la impresora (Marlin 1.1.9) con el IDE de Arduino y con un Arduino UNO.



→ Alta calidad de impresión:

Para nosotros, la calidad de la impresión debería ser igual o mayor que la calidad de la impresión 3D tradicional, era perseguir la excelencia. Para conseguir una buena calidad de impresión que pudiera competir e incluso superar a las impresoras de las que ya disponíamos en el instituto, debíamos crear un perfil de impresión y perfeccionarlo a base de pruebas imprimiendo objetos con formas geométricas complejas. El perfil lo creamos gracias a la aplicación gratuita Cura de Ultimaker.



→ Reanudar Impresión:

Cuando hay un apagón de luz normalmente se suele perder la impresión y se pierde todo el filamento que haya gastado la impresora en ese objeto.

Gracias a la versión 1.1.9 de Marlin, podemos activar un sistema de reanudación de impresiones que cuando hay un apagón de luz, guarda la parte de código en la que se quedó y posteriormente, cuando se vuelva a encender la impresora, automáticamente continúa con la impresión por donde se quedó, ahorrando así grandes cantidades de filamento.

→ **Conversión de archivo automática:**

Como ya hemos mencionado anteriormente, uno de los plugins más importantes que hemos añadido a Octoprint es el Slicer, pues siempre ha sido muy tediosa la conversión de STL a Gcode.

Aunque es cierto que la impresora cuenta con esta función, se recomienda el uso de programas actualizados como Cura de Ultimaker y ordenadores para hacer esta tarea ya que la tecnología de la impresión 3D está avanzando a gran velocidad y el procesador de la Raspberry Pi 3B+ no es capaz de soportar esta carga.

4. Resultados:

El resultado es bastante satisfactorio ya que hemos conseguido implementar la mayor parte de nuestros objetivos expuestos anterior mente logrando una gran calidad de impresión y gran comodidad.

→ **Eficiencia:**

Hemos logrado ahorrar en filamento ya que podemos cancelar los objetos que no nos interesan o están saliendo con una calidad no deseada debido a agentes externos, como puede ser una corriente de aire, por eso debemos proteger la impresora con una caja de metacrilato, aunque esta característica no está todavía implementada.

→ **Alta Calidad de Impresión:**

Las impresiones realizadas con esta impresora compiten fácilmente con las impresoras que la comunidad de Madrid propone, pues la mayoría de ellas ni siquiera llegaron a funcionar, y las que sí lo hicieron no fue por mucho.



→ **Fácil Reparación y uso**

Debido a que la impresora está preparada para todo tipo de modificaciones su reparación es de lo más sencillo y las piezas de la impresora pueden ser sustituidas por otras impresoras en 3D que otorguen más funcionalidades de las que el fabricante pensó.

Usar esta impresora a través del sistema implementado puede consistir en un click ya que todos los archivos quedan guardados en la memoria y se procesan automáticamente.

→ **Ahorro en costes y energía:**

El ahorro que se ha conseguido no es sólo en costes directos, aproximadamente un 80% respecto a marcas conocidas con similares o peores prestaciones una vez incorporadas las mejoras, también en costes indirectos: horas de trabajo y desplazamiento, ahorro de energía, ahorro de material...

→ **Conexión con el mundo real:**

Adaptación de tecnologías del S XXI mediante un microcomputador (Raspberry 3), para obtener un producto final novedoso y adaptado a las necesidades presentes y futuras: Internet de las Cosas-Impresión 3D- Inteligencia Artificial- Mensajería Instantánea.

5. Conclusiones:

Se puede utilizar mediante el emprendimiento, creatividad e innovación productos novedosos. “El líder en un sector es el que innova” (Steve Jobs), pues bien, con altas dosis de atrevimiento y un espíritu transgresor, hemos navegado por varios sectores novedosos intentando resolver una necesidad real, que no permitía implementar con normalidad una herramienta tan poderosa como la impresión 3D en los centros educativos, pero también en el sector industrial o en el resto del sector servicios como la medicina. Mediante este avance permitimos manejar de una forma más eficiente una herramienta imprescindible en la sociedad y empresa del S XXI.

Concluimos que no es necesario gastar el presupuesto inicial para la dotación de este tipo de impresoras, y que su manejo ya es obsoleto, pues como hemos intentado demostrar están bastante sobrevaloradas y en nuestra opinión la calidad deja mucho que desear además de no disponer de mejoras y una conexión real con el mundo.

El montaje de la impresora puede parecer un proceso tedioso, pero ofrece muchas ventajas ya que da a conocer el funcionamiento completo de la impresora y sus partes, dando lugar así a opciones de mejora del hardware. Esto no podemos hacerlo en impresoras premontadas, ya que tienen ligado un hardware específico y sin posibilidad de mejora. Además, mientras que en las impresoras premontadas no se incluye ninguna herramienta para su reparación, en los kits de impresoras sin montar se incluyen todo tipo de herramientas para su mantenimiento.

La idea de utilizar y monitorizar la impresora 3D desde cualquier parte del mundo es fascinante, ya que resuelve muchos problemas que teníamos. En el pasado, con las otras impresoras, teníamos que ir por la tarde al instituto a asegurarnos de que se estaba imprimiendo bien para así evitar pérdidas de filamento y que se rompa. Además, gracias a la cola de impresión, los fines de semana (cuando el centro está cerrado), podemos imprimir más de un objeto invirtiendo pues el tiempo en el que anteriormente no producíamos, optimizando así el tiempo.

La unificación de todas estas nuevas funcionalidades, permite, en el ámbito educativo, una gran mejora, ya que permite a los alumnos y a los profesores imprimir de manera muy sencilla y organizada sin complicaciones. Además,

Algo que creemos que debería estar implementado en el sistema educativo es, en el temario de las asignaturas de tecnología, un apartado de montaje y utilización de impresoras 3D, ya que creemos que en el futuro será imprescindible conocer el funcionamiento de las mismas.

En resumen, con este método el coste de mantenimiento – uso y adquisición de impresoras 3D se abarata respecto a la respuesta tradicional, además el control de la reparación pasa a estar en el usuario y su control. El siguiente paso va a ser su comercialización efectiva, en esto estamos dentro del departamento de Tecnología.

Estamos frente a un prototipo que ha disminuido considerablemente los costes y el presupuesto de Educación para impresión 3D, al mismo tiempo que ha aumentado sus prestaciones, este Prototipo va a formar parte de la selección de prototipos que la incubadora tecnológica del IES Gerardo Diego va a elegir para su comercialización.

En este Prototipo, siguiendo la línea del departamento de Tecnología del IES se ha detectado una necesidad real, se ha evaluado el coste/viabilidad, se conoce al usuario y se establece un diseño (design thinking), para poder satisfacer las necesidades reales del usuario. La gran ventaja es que el producto final es barato, mejora las prestaciones anteriores y cubre las necesidades del usuario.

Realizar un estudio detallado de impresoras, mejorarlas (por ejemplo sensor de estabilidad), conectarlas a internet (Raspberry Pi 3) y programarlas, conectar con IoT, crear un perfil de impresión (directamente se puede imprimir en formato .stl), eliminar los problemas de cola de impresión, creación de un bot para el control de la impresión desde casa y parar parte de la misma... Por otro lado, se produce una reducción de costes directos (en torno a un 80%, el presupuesto con mejoras se encuentra en una horquilla inferior a 300 €), reducción de costes indirectos (en torno a un 50%, optimización de material, detección temprana de averías, tiempos de espera, tardes en el Instituto),

En definitiva, una herramienta potentísima, ya prototipada y trabajando desde hace 3 meses a pleno rendimiento que además se puede exportar desde el sector servicios al sector industrial e incluso al doméstico, por lo que han preguntado algunas industrias del sector de hardware y software.

6. Bibliografía:

Creality:

- <https://www.creality.com/>

Octoprint:

- <https://octoprint.org/>

- <https://github.com/foosel/OctoPrint>

The Spaghetti Detective:

- <https://www.thespaghettidetector.com/>

Marlin:

- <https://marlinfw.org/>

- <https://github.com/MarlinFirmware/Marlin>

Raspberry Pi:

- <https://www.raspberrypi.org/>

Discord:

- <https://discordapp.com/developers>

BITouch:

- <https://www.antclabs.com/bltouch>

Telegram:

- <https://core.telegram.org/>

Win32DiskImager:

- <https://github.com/bizplay/win32-disk-imager>

Arduino:

- <https://www.arduino.cc/>

- <https://github.com/arduino/Arduino>

- <https://github.com/Lauszus/Sanguino>

- <https://github.com/8bit-dev/8bit>

Ultimaker Cura:

- <https://ultimaker.com/es/software/ultimaker-cura>

Thingiverse:

- <https://www.thingiverse.com/>

Polar 3D:

- <https://polar3d.com/>