



COMPONENTES DE UNA IMPRESORA 3D (FDM)

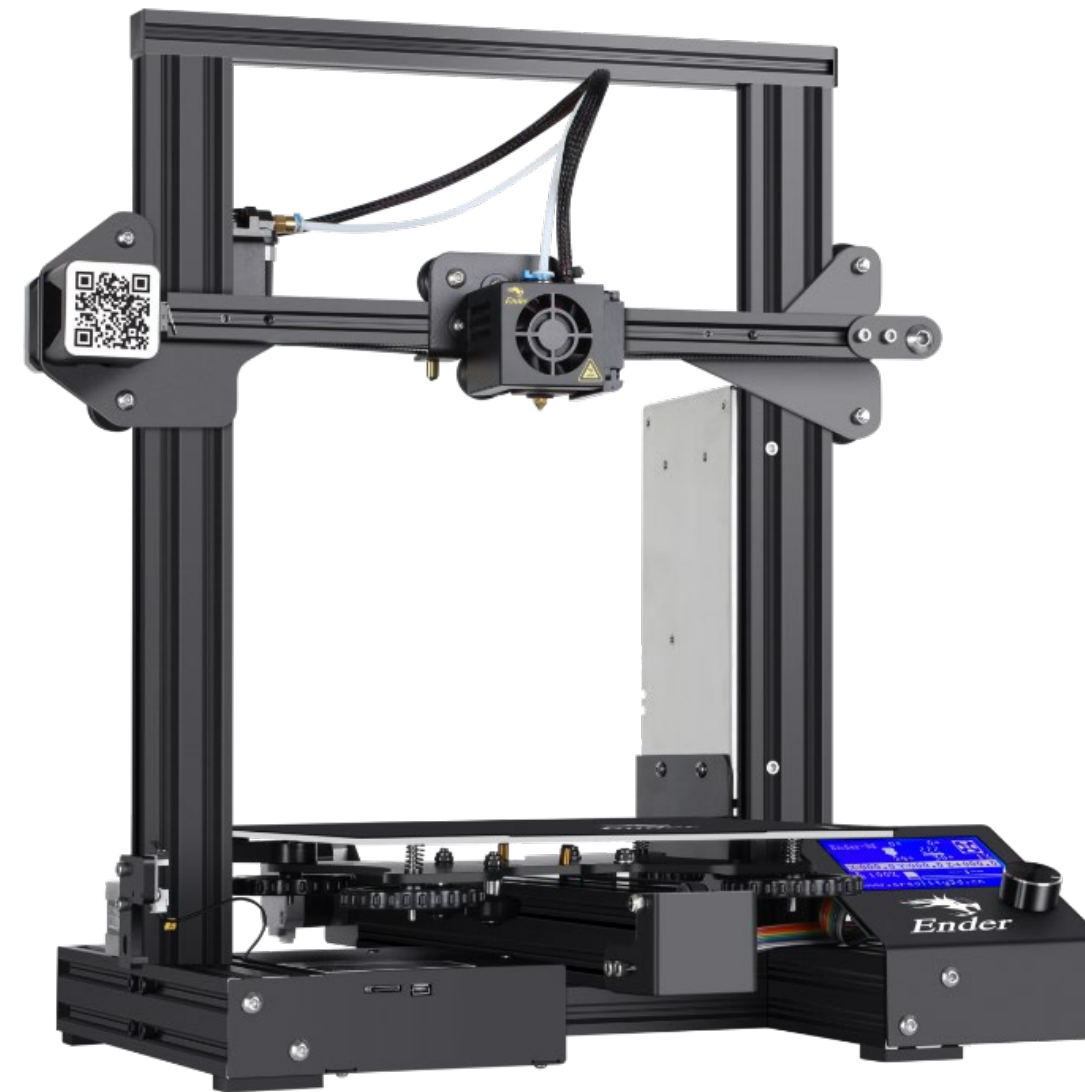
Conociendo ya las distintas tecnologías de impresión que existen, es hora de entender la misión de cada uno de los componentes que conforman la impresora. Tras este bloque de conocimientos tendréis la capacidad de identificar y solventar cualquier incidencia mecánica y electrónica que surja en vuestra máquina, ya que conoceréis la función que cada uno tiene y el efecto que producen en la impresión su mal funcionamiento.

Hoy día existen muchos modelos de impresoras 3D del tipo FDM, pero todas se basan en la misma tecnología, y por lo tanto, comparten componentes, pero es cierto que cada uno por separado tiene sus variantes, por ejemplo, el movimiento lineal de los ejes puede ser mediante rodamientos y varillas lisas, patines deslizantes, ruedas V-Slot, entre otros, pero obviando la gran cantidad de tipos existentes el concepto es el mismo, el sistema debe permitir el movimiento lineal del eje, si no es así, habría alguna avería y eso se traduciría en una mala impresión.

Se podría descomponer las impresoras en muchas partes, pero a groso modo se componen de una ESTRUCTURA, un SISTEMA DE MOVIMIENTO, un SISTEMA DE EXTRUSIÓN y un SISTEMA DE CONTROL E INTERFAZ.

Componentes Impresora 3D

Estructura

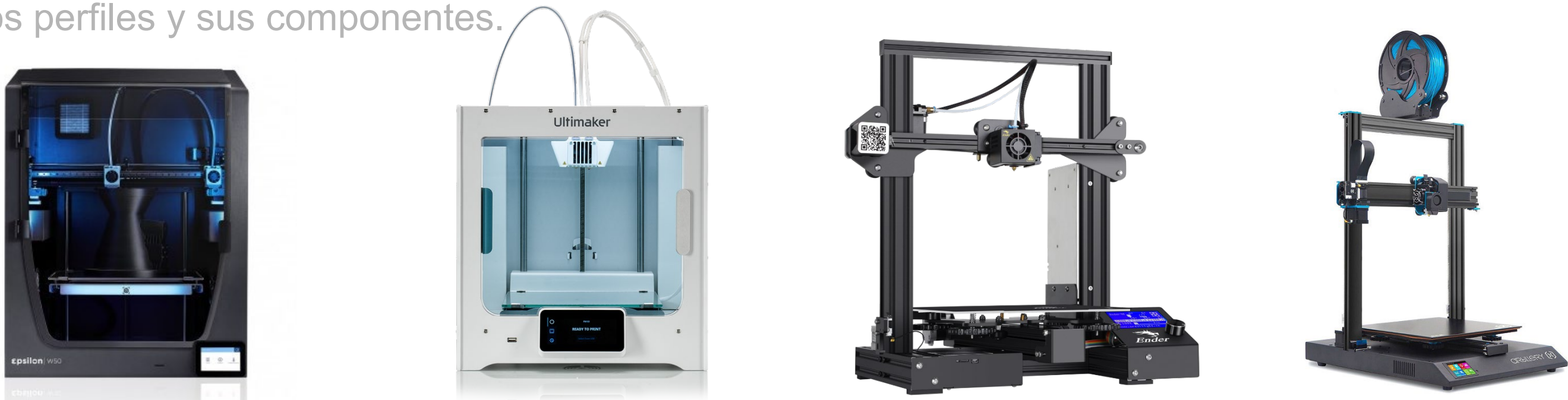


ESTRUCTURA (impresoras cartesianas)

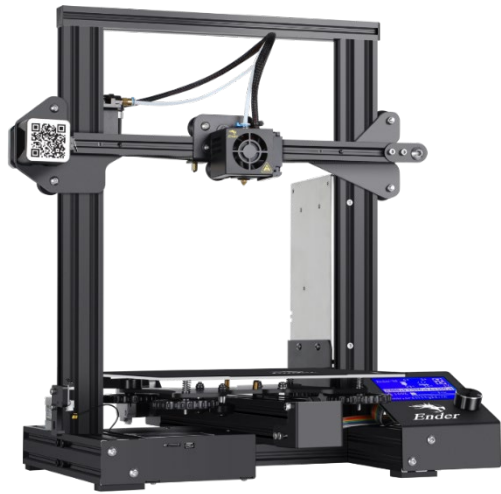
Empezaremos por el esqueleto de la impresora, la que soporta el resto de componentes y confiere rigidez al conjunto, bajo mi punto de vista es, junto con el sistema de movimiento, de los más importantes.

Su función principal es la de soportar y unir el resto de componentes, y aportar rigidez al conjunto, pues del nivel que obtenga una vez ensamblada dependerá que los movimientos del cabezal de impresión no generen vibraciones que afecten al acabado de la pieza impresa, como por ejemplo el “ghosting”. A mayor rigidez, mayor calidad de impresión, y mayor velocidad podremos inferir a la máquina, siempre bajo la limitación del propio material que se este usando en es momento, pues cada uno presenta unas características distintas que son limitantes en ese sentido.

En la actualidad se han impuesto dos tipos de estructuras, las llamadas “unibody” y las compuestas por perfiles de aluminio ranurado (V-Slot o T-Slot), las primeras están más enfocadas al sector profesional, pues la principal ventaja es que pueden cerrarse para poder imprimir materiales técnicos y que precisan de una temperatura ambiente concreta; Las de perfilería predominan el mercado “doméstico”, pues las hacen amigables con el DIY (Do It Yourself), es muy fácil adquirir repuestos de estos perfiles y sus componentes.



Dentro de las conformadas por perfilería podemos encontrar variantes:

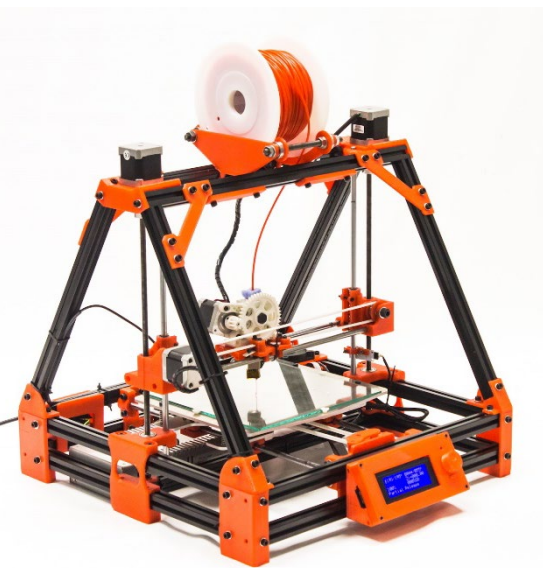


Puente en H



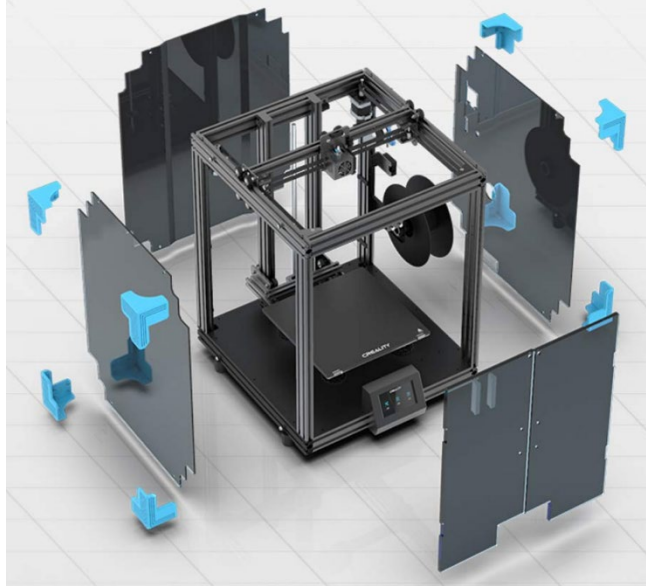
Puente en H
reforzado

- ✓ - Es la estructura más común y barata de fabricar ya que esta construida con pocos perfiles de aluminio.
- ✓ - Fácil empaquetado y ensamblado, apenas unir la base con el puente (ambos preensamblados)
- ✗ - Tiene problemas de estabilidad conforme el eje Z adquiere altura, aunque este problema queda más o menos solventado con los tirantes de refuerzo.



Mendel

- ✓ - Con esta estructura en “pirámide” añadimos estabilidad al conjunto.
- ✗ - Más perfilería aumenta el precio.
- ✗ - Más complejas de ensamblar.



Cubo

- ✓ - Por su geometría son las más robustas y estables.
- ✓ - La base de impresión es la que recorre el eje Z, una gran ventaja frente a las que se mueven en el eje Y, esto elimina vibraciones horizontales.
- ✓ - Permiten cerrarlas de una manera sencilla, lo que facilita la impresión de materiales técnicos que requieren de temperaturas específicas en el ambiente.
- ✗ - Más caras y complejas de ensamblar



Eje Z infinito

- » - El cabezal de impresión se sitúa a 45 grados respecto a la superficie de impresión y se mueve en dos ejes, el X y el Y.
- ✓ - La superficie de impresión es una cinta que gira sobre dos rodillos de manera continua y constituye el eje Z, haciéndolo infinito.
- ✗ - Tecnología reciente y poco desarrollada.

Componentes Impresora 3D

Sistema Movimiento



SISTEMA DE MOVIMIENTO

Ya vimos unas nociones de las diferentes mecánicas que existen, pero dada su popularidad, nos vamos a centrar en las impresoras cartesianas puras cuyo eje Z forma un puente en H con la base. En este sistema el cabezal de impresión recorre el eje X, y el Z, y la base de impresión recorre el eje Y.

Para deslizarse por los diferentes ejes existen varias opciones en el mercado, estas son las más populares:



Ruedas V-Slot

- ✓ - El sistema más popularizado.
- ✓ - Facilidad de encontrar repuestos económicos.
- ✓ - Muy silenciosas
- ✗ - Sufren desgaste por la fricción con el perfil
- ✗ - El ajuste correcto de las ruedas con las tuercas excéntricas requiere algo de experiencia



Eje y rodamiento

- ✓ - No precisan de ajuste de ningún tipo
- ✓ - Poco mantenimiento
- ✗ - Holgura entre el eje y el rodamiento
- ✗ - En ejes largos puede aparecer pandeo en la parte central



Eje reforzado y patines

- ✓ - Robustas
- ✓ - No precisan de ajuste de ningún tipo
- ✓ - Poco mantenimiento
- ✗ - Holgura entre el eje y el rodamiento
- ✗ - Pesadas



Guías lineales

- ✓ - Robustas
- ✓ - No precisan de ajuste de ningún tipo
- ✓ - Poco mantenimiento
- ✓ - Ligeras
- ✓ - Sin holguras
- ✗ - Elevado precio

Este movimiento debe estar **accionado** por algún mecanismo, podemos encontrar sistema de poleas o varilla roscada:



Polea y correa 2GT

- ✓ - El sistema más popularizado.
- ✓ - Facilidad de encontrar repuestos económicos.
- ✗ - Las correas sufren desgaste con la fricción
- ✗ - Precisan de un mecanismo de tensión que debe ajustarse



Varilla y tuerca trapezoidal

- ✓ - No necesita ajuste de ningún tipo
- ✓ - Facilidad de encontrar repuestos económicos.
- ✗ - Generan ruido por la fricción entre la varilla y la tuerca
- ✗ - Tienen holgura (se puede minimizar con el uso de tuercas trapezoidales antibacklash)

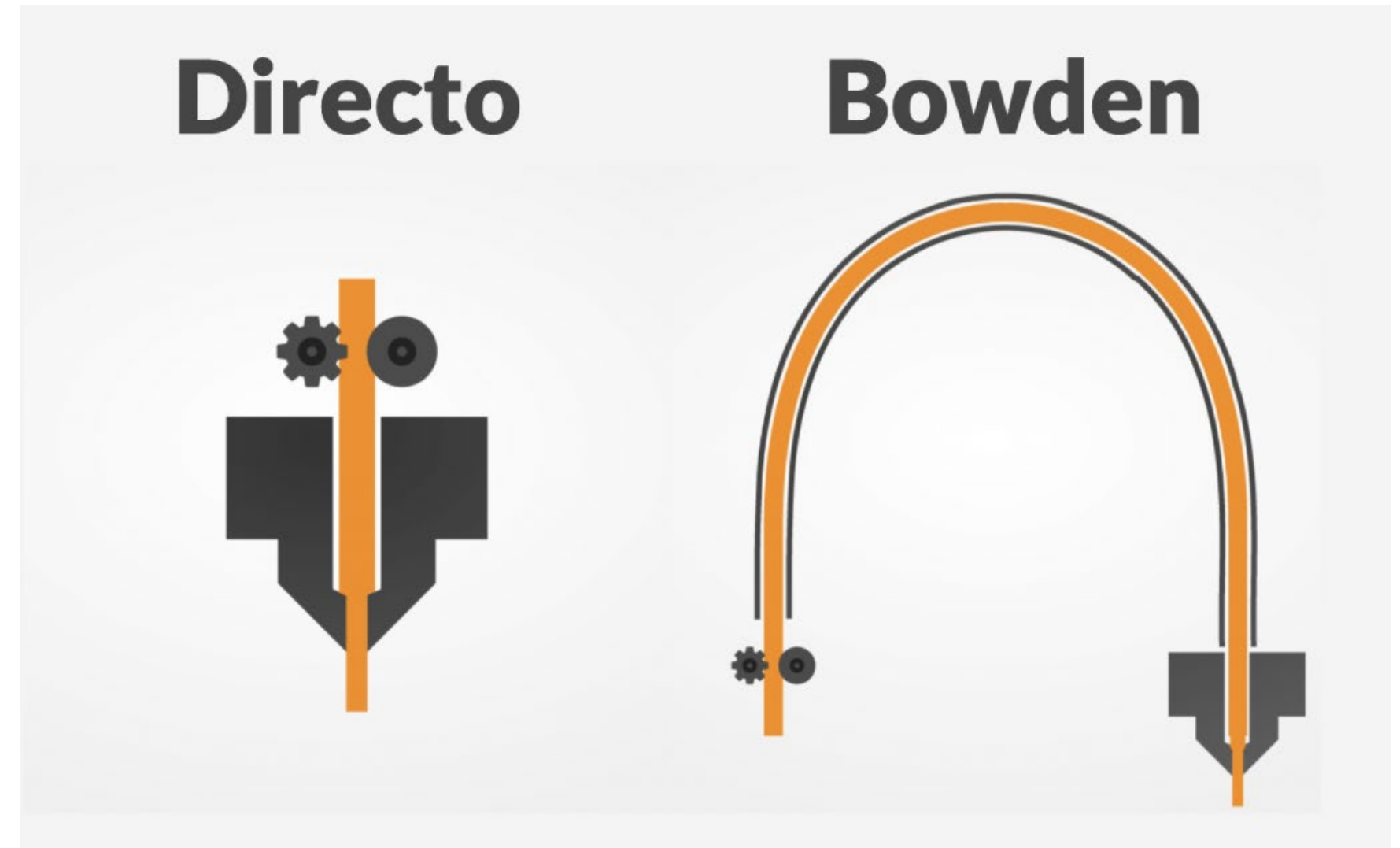


Rodamiento bolas recirculantes

- ✓ - Poca holgura
- ✓ - Robusto
- ✗ - Sufren desgaste por la fricción
- ✗ - Precio elevado

Componentes Impresora 3D

Sistema de extrusión



SISTEMA DE EXTRUSIÓN

Básicamente existen dos tipos, “Bowden” y “Directo”, la diferencia entre ambos es la disposición del “sistema de extrusión” respecto al “hotend”, y si ambos se mueven solidarios o no.

Directo



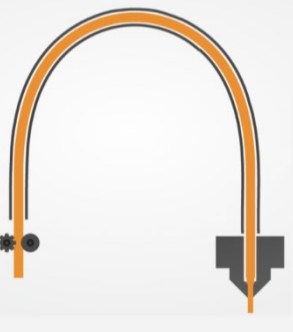
- ✓ - Más control sobre el flujo de material.
- ✓ - Extrusión estable y consistente.
- ✗ - Mayor peso en el conjunto del cabezal de impresión.

No sería justo decir que uno es mejor que otro pues cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes, la principal diferencia es el control que se tiene sobre la propia extrusión.

En el directo se tiene más control sobre el flujo, es más consistente y estable, lo que permite imprimir materiales flexibles con más facilidad y evita atascos causados por las retracciones.

En el bowden, el hilo debe superar una cierta distancia a través de un tubo (generalmente de teflón) con curvas que van cambiando conforme el cabezal se acerca o aleja en el recorrido del eje. Dentro del tubo se genera fricción, y un leve rizado del hilo.

Bowden



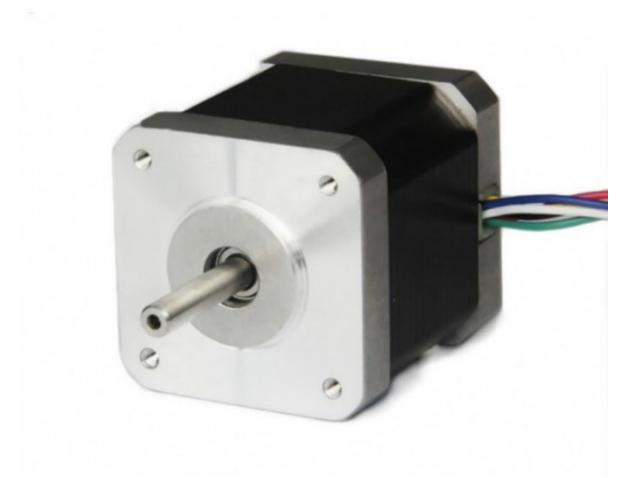
- ✓ - Cabezal de impresión más ligero.
- ✗ - Menor control del flujo

Por contra, el peso que aporta el sistema de extrusión al cabezal de impresión hace que en el sistema directo se generen más vibraciones durante los movimientos y la velocidad deba ser inferior.

Configurando ciertos parámetros en el propio firmware y en el laminador se pueden “compensar” estos inconvenientes en ambos casos.

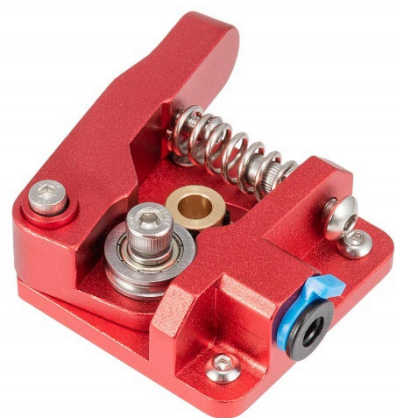
MOTOR

Es un estándar el utilizar motores paso a paso bajo las directrices marcadas por la NEMA (**N**ational **E**lectric **M**anufacturers **A**ssociation), y en el ámbito de las impresoras 3D suelen ser motores que cumplen con las especificaciones NEMA17.



EXTRUSOR

El extrusor alberga los engranajes que están en contacto con el filamento, estos lo “empujan” linealmente en una dirección u otra; Éste se acopla al eje del motor, y existen multitud de modelos y configuraciones, desde las más simples y económicas, como las que monta la Ender 3 de fábrica (tipo pinza), hasta las más complejas mecánicamente como el Hemera de E3D.



Tipo pinza

- ✓ - Mecanismo simple y barato.
- ✓ - Mantenimiento sencillo.
- ✓ - Fácil resolución de averías.
- ✗ - Polea lisa (puede patinar con el filamento).



Sistema de engranajes

- ✓ - El filamento es empujado por dos poleas ranuradas
- ✓ - Sistema de engranajes (mayor par motor).
- ✗ - Más caro.
- ✗ - Montaje y mantenimiento más complejo.

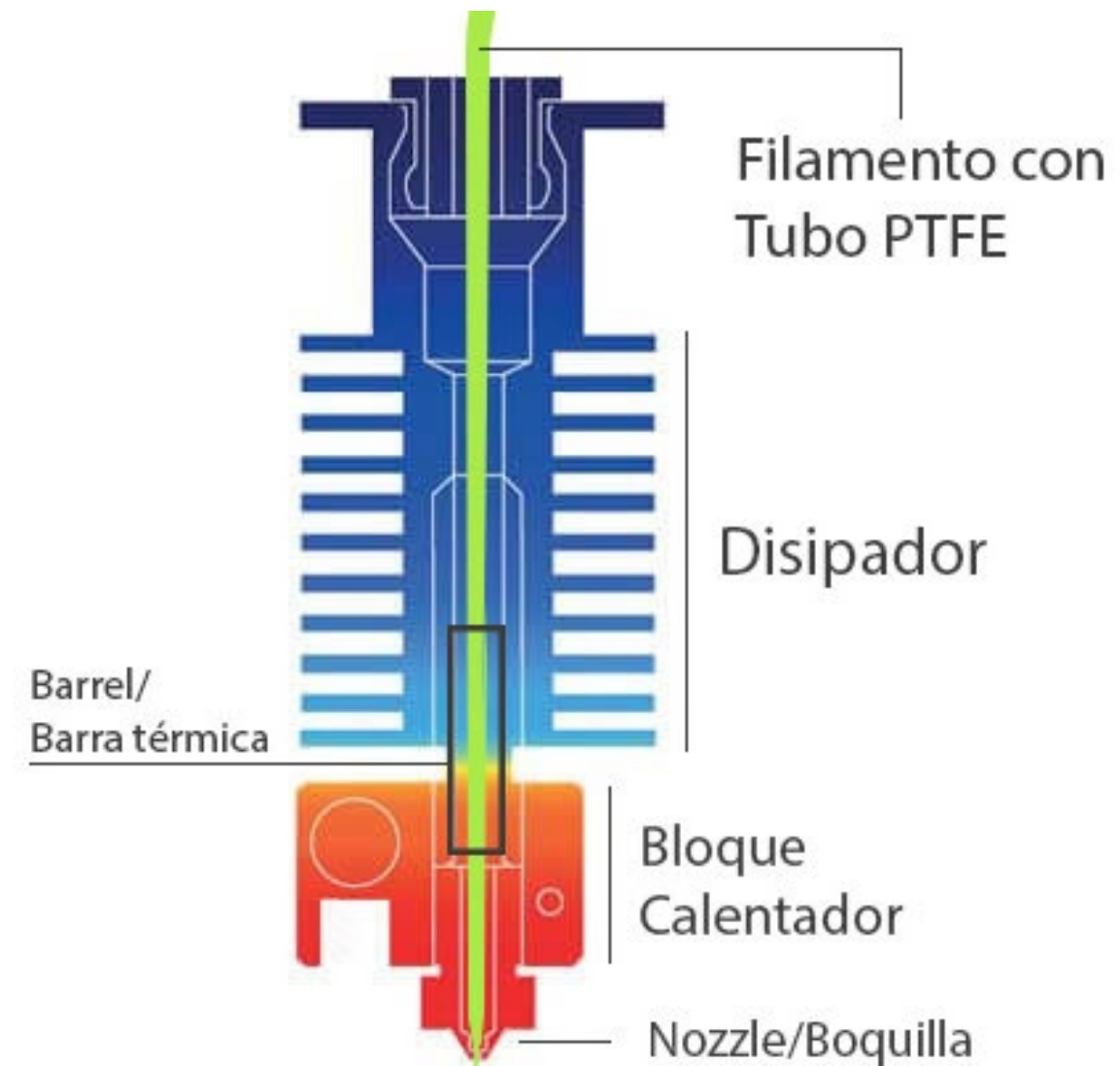


Compactos

- ✓ - Ganancia en altura del eje Z.
- ✓ - Control absoluto del flujo de filamento.
- ✗ - Mantenimiento y resolución de averías difícil.
- ✗ - Muy caros.

Componentes Impresora 3D

Hotend

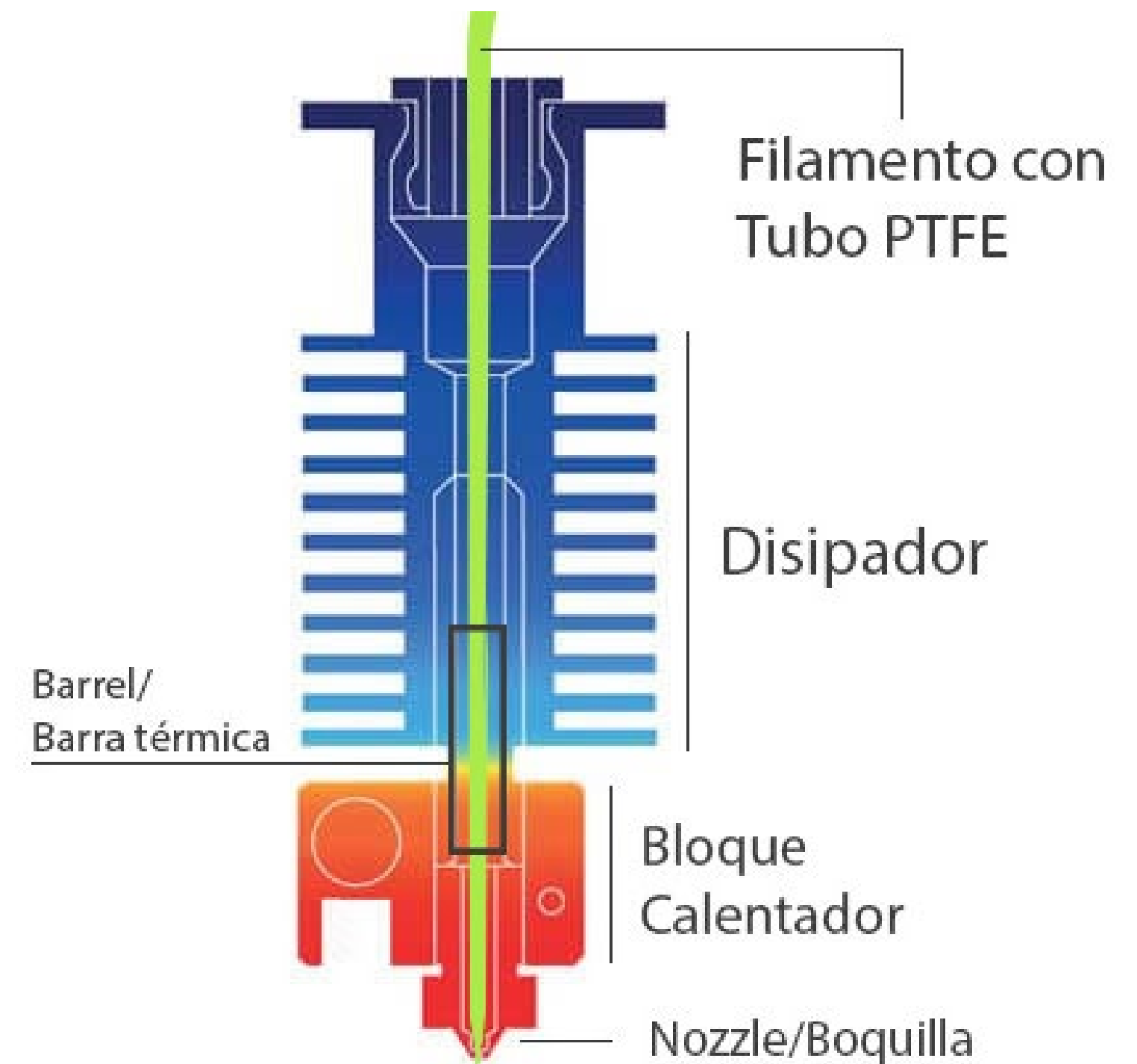


HOTEND

Son cuatro las partes fundamentales de un hotend: disipador, barrell, bloque calentador y boquilla.

Cada fabricante tiene su propia interpretación de estos cuatro elementos en cuanto a forma y materiales, pero en todos existen esos cuatro elementos.

La imagen muestra una idea básica del funcionamiento global pero veamos que papel juega cada uno de ellos por separado, así, seremos capaces de identificar donde se encuentra el problema cuando una impresión falla o no se obtiene el resultado de calidad esperado.



Disipador: Como su propio nombre indica, se encarga de disipar el calor que genera el bloque calentador. Es vital que en esta zona no exista alta temperatura para que el filamento no pierda su consistencia y el extrusor pueda seguir empujando y tirando del mismo.

Podemos hacer una distinción entre disipadores tipo radiador, y compactos. Los primeros pueden montarse en sistemas bowden y directos, pero en este último siempre va a existir cierta distancia entre los engranajes que empujan el filamento y el propio disipador ya que este se monta debajo.

Sin embargo, en los disipadores compactos el disipador se monta construyendo un único bloque con el motor, haciendo las veces de disipador y extrusor.

Para llevar a cabo su labor se acopla un ventilador, aquí podemos encontrar problemas con el flujo de aire que generan a que en ningún caso deben dirigirse hacia el bloque calentador, pues le será mas difícil mantener estable la temperatura y el flujo de material se verá afectado.

En este punto la balanza se inclina hacia los de tipo radiador, ya que en los compactos el ventilador no fluye a través de la aletas hacia el exterior, sino que impacta contra el propio cuerpo del disipador. Es muy importante la forma y disposición de las aletas en ambos casos para garantizar el buen funcionamiento.

DISIPADOR TIPO RADIADOR



Creality

- ✓ - Baratos
- ✗ - Poca capacidad de disipación
- ✗ - Baja calidad de construcción.



E3D V6

- ✓ - Gran superficie de disipación.
- ✓ - Materiales de calidad.
- ✓ - Muy eficiente.
- ✓ - Posibilidad de montaje directo y bowden.



Prusa

- ✓ - Calidad de materiales.
- ✓ - Gran superficie de disipación.
- ✗ - Sistema propio de Prusa.

DISIPADOR COMPACTO



Titan aero (E3D)

- ✓ - Calidad de materiales.
- ✓ - Gran superficie de disipación.
- ✗ - Flujo de aire poco eficiente




Hemera (E3D)

- ✓ - Calidad de materiales.
- ✓ - Gran superficie de disipación.
- ✓ - Buen flujo de aire



Artillery

- ✗ - Materiales de poca calidad.
- ✗ - Poca superficie de disipación.
- ✗ - Sistema propio de Artillery.



Componentes Impresora 3D

Barrel (barrena)

Barrell: Une el dissipador con el bloque calentador, y además de permitir el paso del hilo a través de él ejerce de barrera térmica entre ambos al separarlos entre sí.



Existen dos tipos: la versión “**all metal**” y la “**estandar**”. La principal diferencia está en el alcance del teflón que guía el filamento a través de él, en la estándar recorre el barrel al completo, estando en contacto directo con la boquilla. Por el contrario, en el “all metal” no, en este caso el teflón no sobrepasa el dissipador.

En cuanto al rendimiento es mejor el “all metal” ya que el teflón no se degrada por el calor. En la estándar, el teflón se deforma y provoca atascos e inconsistencias en el flujo.

All metal - Estandar

En ambas existe la versión roscada y la lisa (del lado del dissipador); Pero en cuanto a eficiencia es mejor la roscada, al tener más superficie de contacto con el interior del dissipador existe mayor transferencia de calor. Además, se fabrican en varios materiales como el acero, el cobre o el titanio, incluso bimetálicos, combinando así las características de unos y otros para una mayor eficacia.



Cobre



Titanio



Bimetálicos

Componentes Impresora 3D

Bloque calentador



Bloque calentador: Se trata de un bloque de metal en el que se inserta una resistencia donde se genera el calor suficiente para fundir el material (que dependiendo del tipo se requerirá mas o menos temperatura).

Es muy importante que esa temperatura se mantenga estable durante toda la impresión. Para ellos es esencial que no se vea afectado por flujos de aire provenientes de los ventiladores de capa o del propio disipador, parece obvio pero es algo que algunos diseñadores no tiene en cuenta a la hora de crear un cabezal de extrusión.

En este último año se han presentado bloques en los que el elemento calefactor es un cuerpo de cerámica, que parecen ser más eficientes en cuanto a transferencia térmica, pero están lejos de implantarse como primera opción en el mercado.

Es imposible hablar de todos los modelos que existen, y su eficiencia, pero mencionaremos los más utilizados y los que a día de hoy mejor resultado ofrecen y mayor compatibilidad tienen.





V6

- Buena relación peso/eficiencia
- Ideal para volúmenes de impresión pequeños
- Buen flujo con boquillas de hasta 0,6mm



Volcano

- Algo más pesado
- Ideal para volúmenes de impresión medios/altos
- Mayor depósito de material fundido
- Buen flujo con boquillas de 0,8mm en adelante



Super volcano

- Muy pesado
- Ideal para volúmenes de impresión altos
- Gran depósito de material fundido

Componentes Impresora 3D

Boquilla



Boquilla: El segmento final por el que pasa el filamento fundido a la medida exacta de la boquilla. Existen varias medias comercializadas hoy en día, desde 0,1 hasta 2 mm, pero la más estandarizada es la de 0,4 ya que guarda una muy buena relación entre calidad y tiempo de impresión.

Al igual que en el barrell, se fabrican en distintos materiales según su aplicación, no existe la boquilla universal, por ejemplo, para materiales no abrasivos como el PLA, el PETG o el ABS, suelen utilizarse de bronce; Para materiales abrasivos como los que integran partículas de madera o fibra de carbono, o materiales denominados “técnicos” como el Nylon, PC o HIPS suelen usarse de acero, incluso con puntas de materiales preciosos como el rubí. En realidad todas las boquillas pueden imprimir cualquier material, pero en impresiones largas se corre el riesgo de que el diámetro varíe durante el proceso, variando el flujo y empobreciendo el acabado de la pieza final.

No existe una estandarización en cuanto a la longitud, roscas o diseños, por lo que cada marca precisa su boquilla específica, pero es cierto que marcas como E3D suelen copar el mercado y el resto de fabricantes de alguna manera tienden a “copiar” sus especificaciones.



V6

- Latón
- Durabilidad media
- Compatible con sistema V6
- Materiales: Pla, PETG, ABS, FLEXIBLES



Volcano (E3D)

- Latón
- Durabilidad media
- Compatible con sistema Volcano
- Materiales: Pla, PETG, ABS, FLEXIBLES



Rubí (Olsson)

- Latón y rubí/zafiro
- Durabilidad alta
- Compatible con sistema V6
- Específica para materiales técnicos y abrasivos



- Acero endurecido
- Mayor durabilidad

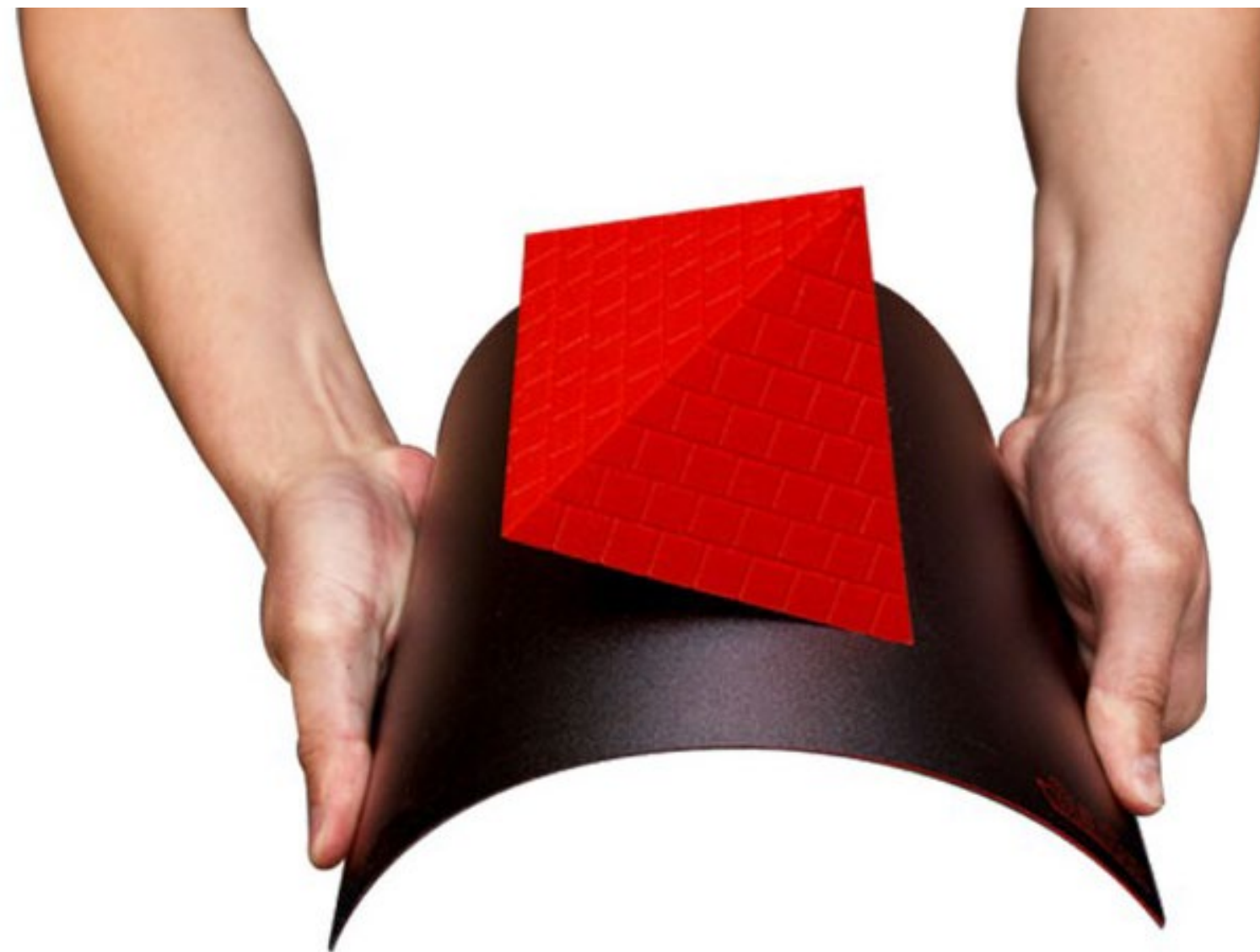


- Recubrimiento de níquel
- Menor fricción al paso del material



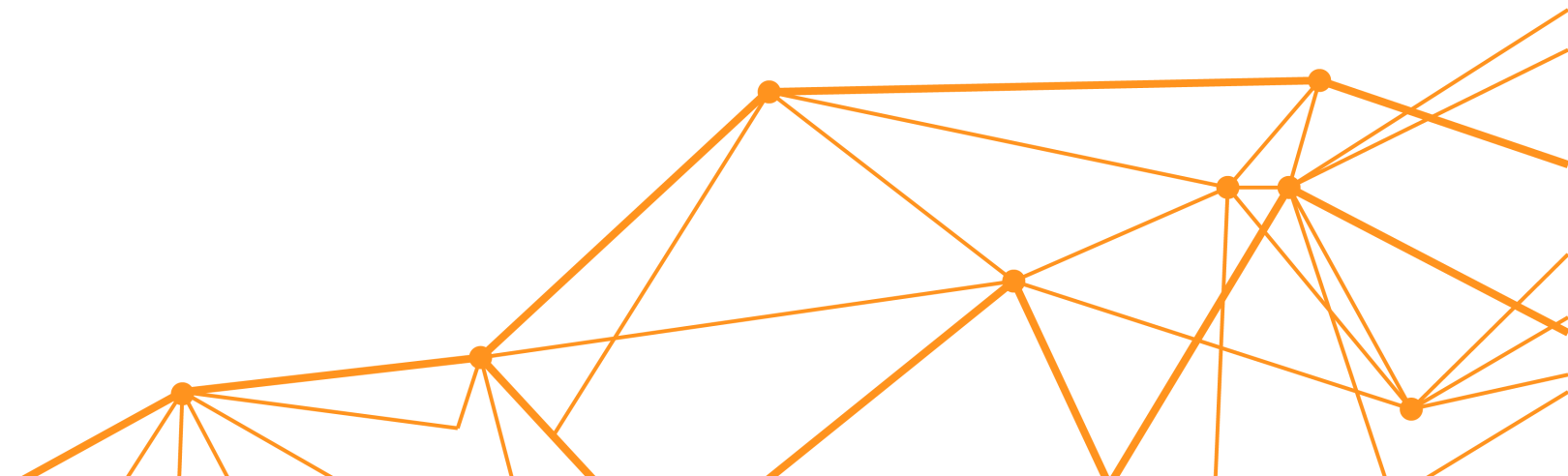
Componentes Impresora 3D

Superficie de impresión



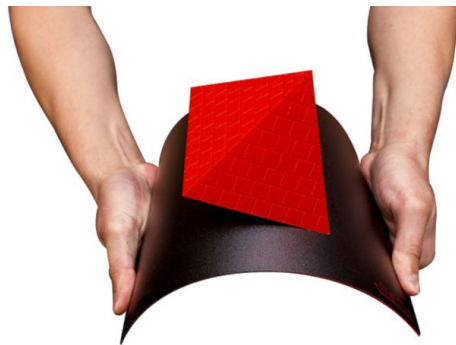
PROCAD

Ingeniería | Fabricación | **Formación** | Talento



Haremos una pequeña apreciación y distinguiremos la **BASE DE IMPRESIÓN** de la **SUPERFICIE DE IMPRESIÓN**: La base es la estructura que esta anclada al sistema de movimiento, bien sea el eje Y o al Z, y la superficie es donde se va a depositar el material.

En los inicios se imprimía directamente sobre cinta de carroceros, luego llegaron las bases de cristal templado, pero en la actualidad se han extendido las bases flexibles recubiertas de materiales adherentes, como el PEI. Además, existen productos específicos en spray que aseguran una adherencia efectiva durante toda la impresión.





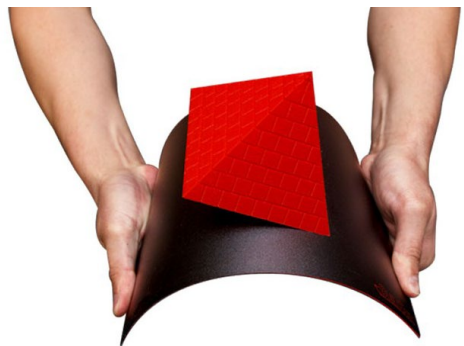
Cinta carrozero

- Poca adherencia
- Sustitución a cada impresión
- Actualmente en desuso



Cristal templado

- Pesada
- Durabilidad alta
- Acabado liso
- Necesidad de productos adherentes



BuildTak

- Ligera y flexible
- Durabilidad baja
- Acabados lisos o texturizados
- Buena adherencia durante la impresión
- Fácil extracción de la pieza



Fleje (PEI)

- Ligera y flexible
- Durabilidad alta
- Acabados lisos o texturizados
- Buena adherencia durante la impresión
- Fácil extracción de la pieza

Componentes Impresora 3D

Electrónica

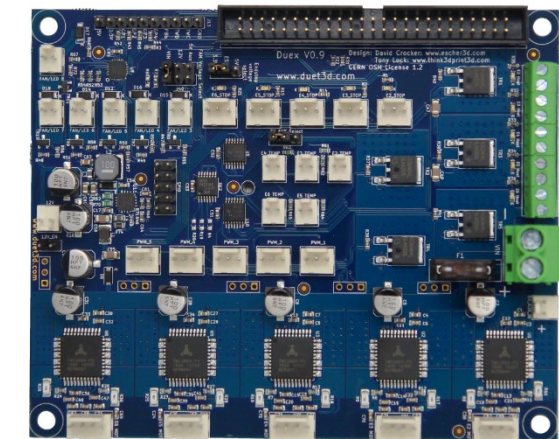
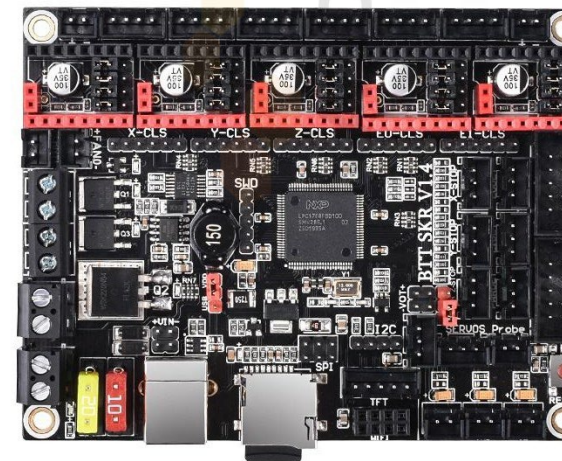
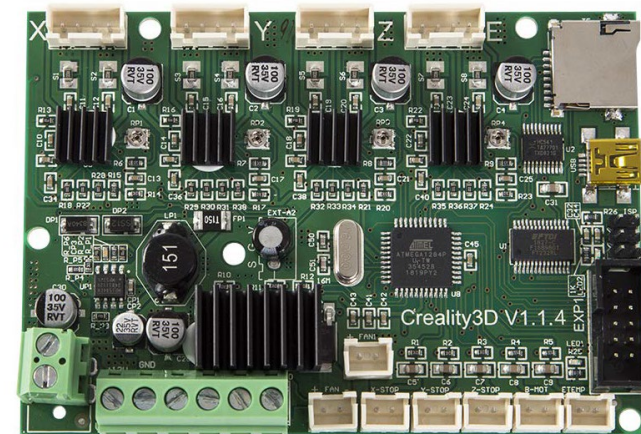


SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es el encargado de manejar todos los componentes mencionados y coordinarlos, leer la información que los distintos sensores le proporcionan (finales de carrera, temperatura) y actuar en consecuencia, así como comunicarse con el usuario mediante la pantalla.

Se trata de una placa electrónica con un microcontrolador a la que se conectan todos los componentes. En bloques anteriores ya vimos que en la actualidad la gran mayoría de impresoras funcionan con Marlin, un firmware de código abierto; En cuanto a la parte electrónica, cada marca suele tener una placa madre propietaria, pero existen opciones de fabricantes específicos que ofrecen mejoras respecto a las de serie, pero todas siguen un esquema base muy parecido.

En todas podemos encontrar salidas para los motores de los diferentes ejes, para la cama caliente, para la resistencia y el sensor de temperatura del bloque calentador, salidas para los ventiladores de refrigeración, sensores finales de carrera, pantallas, y algunas conexiones que veremos más adelante.



Lo más importante de la placa base es el tipo de microcontrolador y la arquitectura del mismo, las primeras impresoras “domésticas” eran controladas por un Arduino al que se le ensamblaba una “shield” para los controladores (drivers) de los motores paso a paso, demás sensores y componentes.



Lo más importante de la placa base es el tipo de microcontrolador y la arquitectura del mismo, las primeras impresoras “domésticas” eran controladas por un Arduino al que se le ensamblaba una “shield” para los controladores (drivers) de los motores paso a paso, demás sensores y componentes.

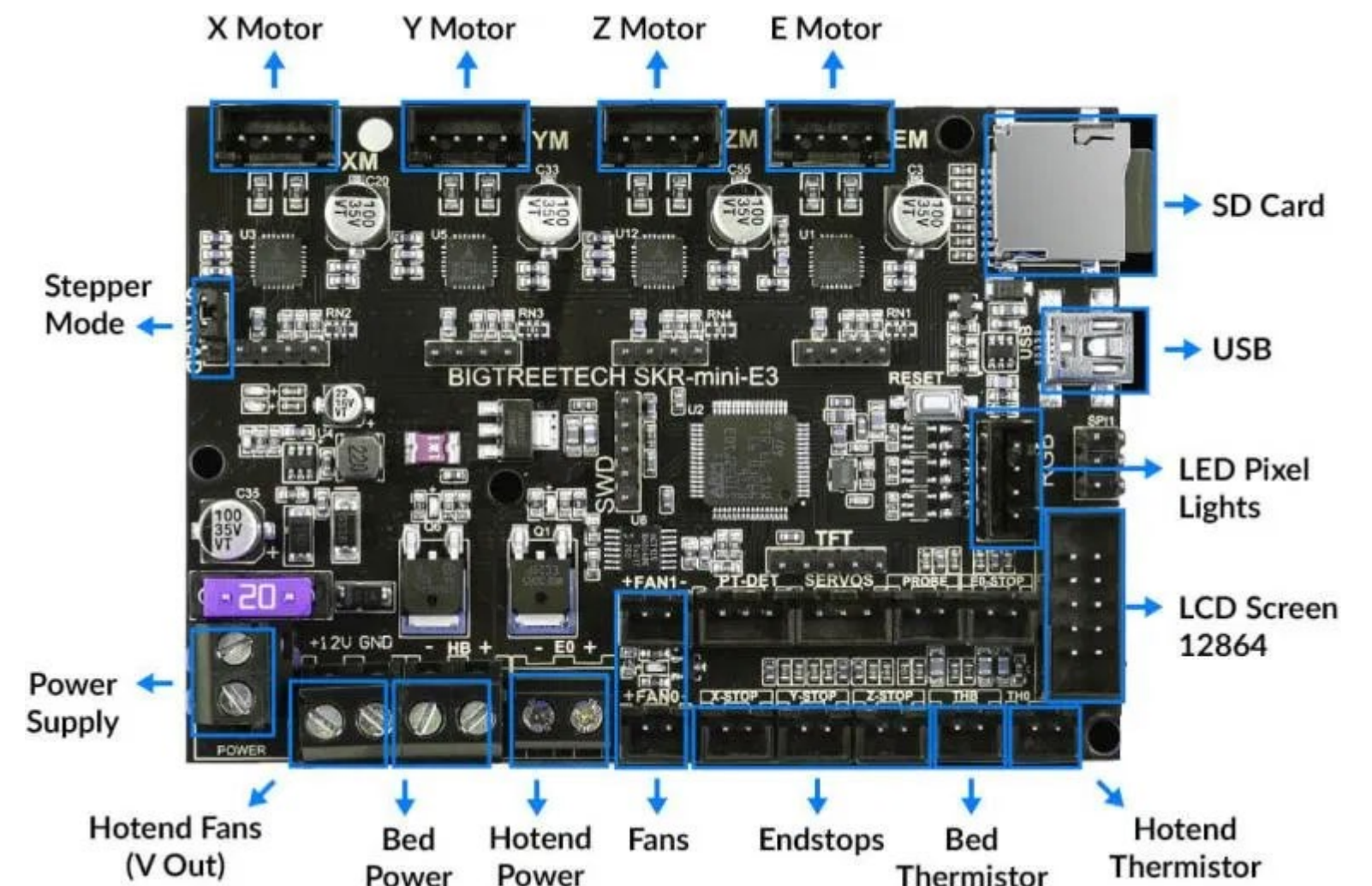
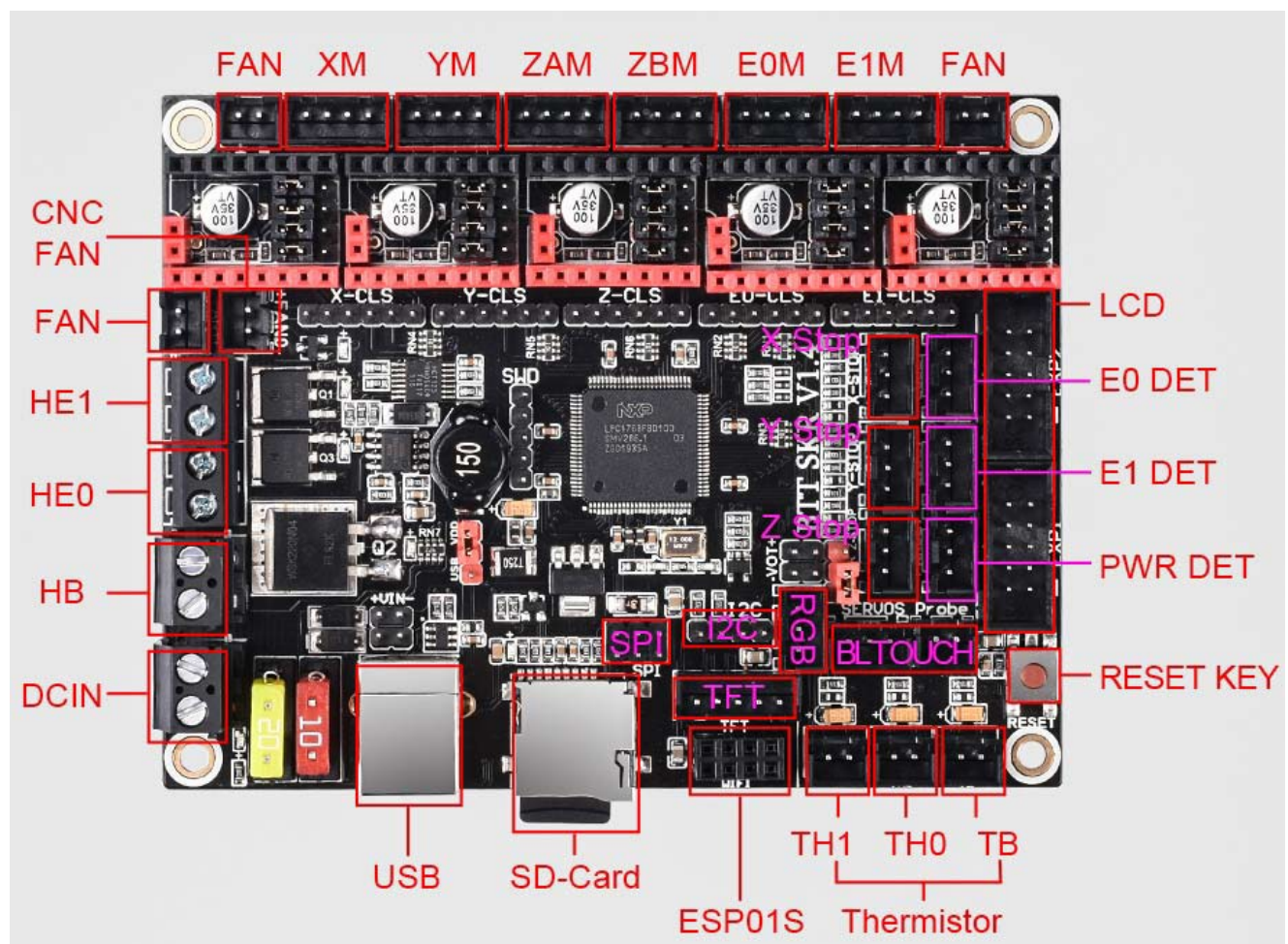
Con el desarrollo de las nuevas versiones de Marlin, la capacidad de los microcontroladores de 8bits de estas placas se quedaban sin capacidad de procesamiento para la gran cantidad de cálculos que precisaban. Por lo que fueron surgiendo nuevas alternativas.

El mercado actual se ha decantado por los microcontroladores con arquitectura ARM, estos microcontroladores ya utilizan arquitecturas de 32 bits y son mucho más rápidos (hasta 172Mhz en algunos casos), además están mucho mas especializadas, el propio diseño y características de fabricación están pensadas para tener la mayor eficiencia en los requerimientos de una impresora 3D.

Por últimos, hablaremos de los drivers, este componente manda las ordenes del microcontrolador a los motores, ya que los motores paso a paso son más complejos que los típicos DC. Un motor paso a paso necesita saber la dirección, la cantidad de “pasos” que debe dar, se pueden habilitar y deshabilitar para no sobrecalentarlos, etc...

Existen varios modelos, desde los más básicos como el A4988 y el DRV8825, hasta los más modernos del fabricante Trinamic (TMC2208, TMC2209), que admiten comunicación por SPI y Serial, ahorrando pines del microcontrolador y simplificando su configuración ya que permite hacerse directamente desde el firmware o en la propia pantalla. Algunos de ellos permiten la eliminación de los sensores de carrera ya que incorporan la tecnología SENSORLESS entre otras.

Pueden estar soldados a la placa directamente o en una placa separada que se inserta en un zócalo.



OTROS

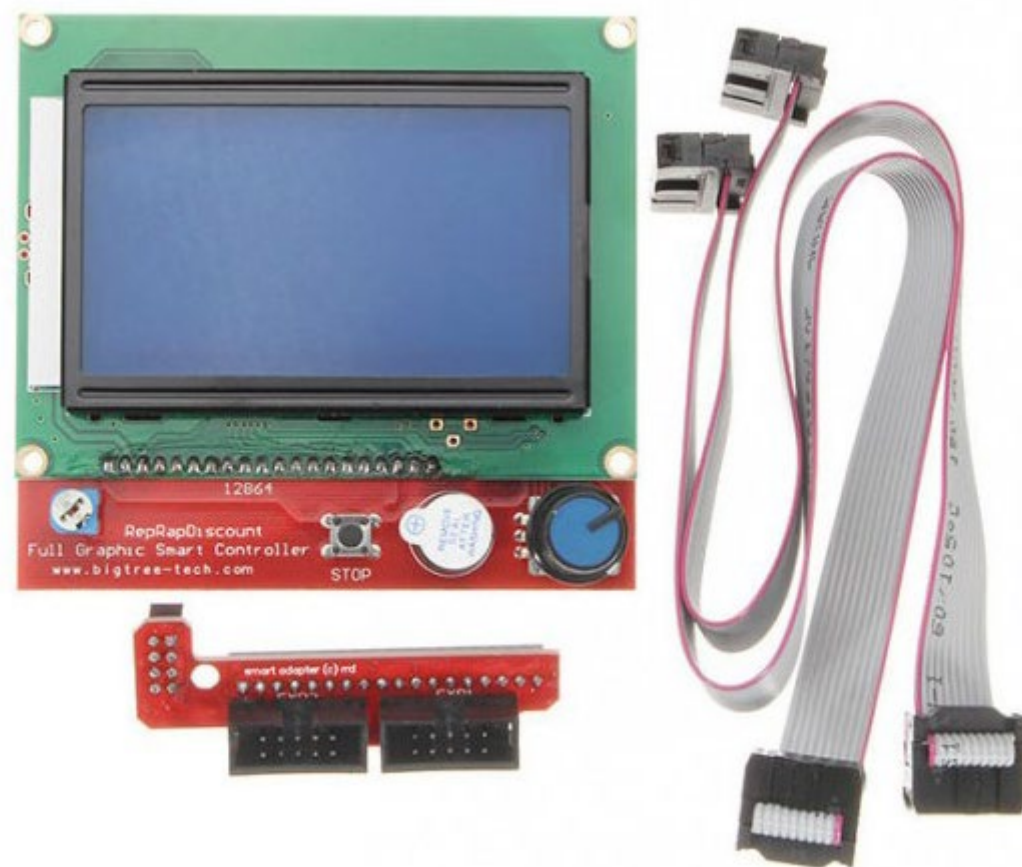
Existen otros componentes que no formando parte de las categorías anteriores también tienen un papel importante durante el proceso de impresión:

FUENTE DE ALIMENTACIÓN, sin ella todo lo demás no tendría sentido, debe tener potencia suficiente para satisfacer de energía a todos los componentes de manera estable, ya que cualquier pico de tensión podría provocar el fallo o incluso la rotura, de algunos dispositivos. El estándar son 12 o 24 voltios, y de ello dependen otros componentes como los son los ventiladores y las resistencias, ya que deben ser del mismo voltaje.



PANTALLA, es el elemento que nos permite comunicarnos con la impresora, nos aporta información del estado de la misma así como del proceso de impresión. También es posible realizar algunas configuraciones desde sus menús.

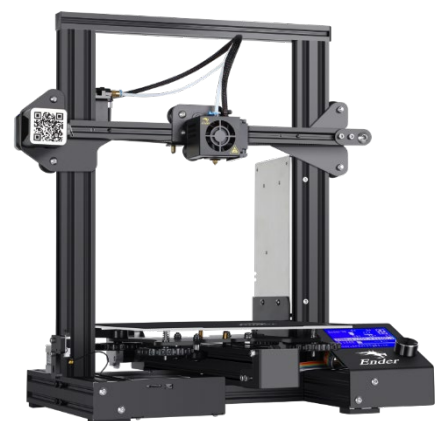
A grandes rasgos existen dos tipos de pantalla, las que se comunican con el microcontrolador a través de los puertos de expansión (EXP1 y EXP2), y los que se comunican por serial. En el primer caso, la pantalla es simplemente eso, una pantalla, los menús están generados directamente por el firmware, y permiten un control más profundo de la máquina; Las conectadas por serial suelen estar más limitadas, ya que el menú y configuraciones vienen dados por un microcontrolador de la misma pantalla y las ordenes se pasan a la impresora a través de ordenes en CODIGO G.



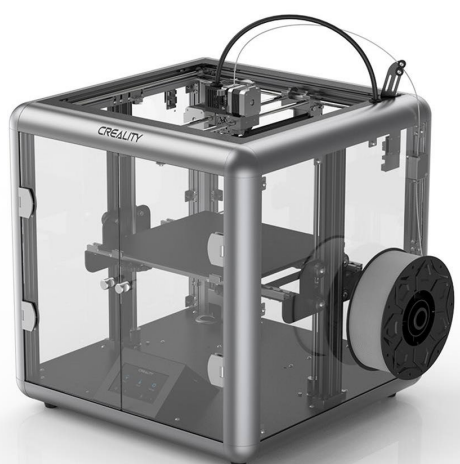
Componentes Impresora 3D

Especificaciones según
su gama

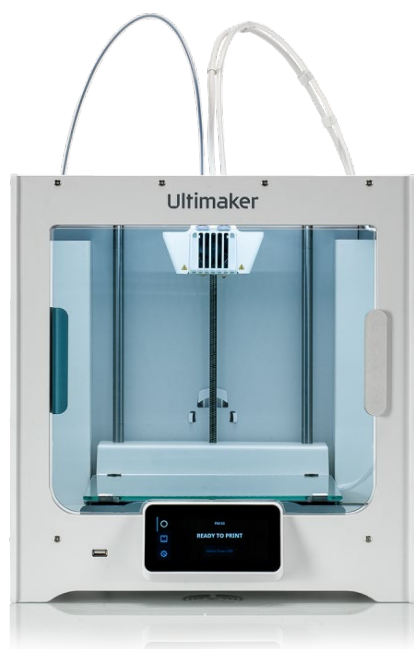





La **gama de entrada** es una solución adecuada para iniciarse en el mundo de la impresión 3D, su mantenimiento es básico. Generalmente montan extrusión bowden y de tipo pinza. El sistema de nivelación de la superficie de impresión es manual. Su electrónica es de 8bits y los drivers de los motores de gama baja. Su volumen de impresión ronda los 200x200mm



La **gama media** esta enfocada para usuarios algo más avanzados pues ciertos componentes y su mecánica son más complejos. En la extrusión encontramos sistemas de engranajes que dan mejores resultados, en algunos modelos incluso de tipo directo. Incorporan sistema de nivelación automática y sensores de final de filamento así como reinicio de impresión tras fallo de alimentación. Normalmente la superficie de impresión recorre el eje Z, y para los demás ejes montan sistemas CORE XY. Cuentan con cierres para poder imprimir materiales técnicos.



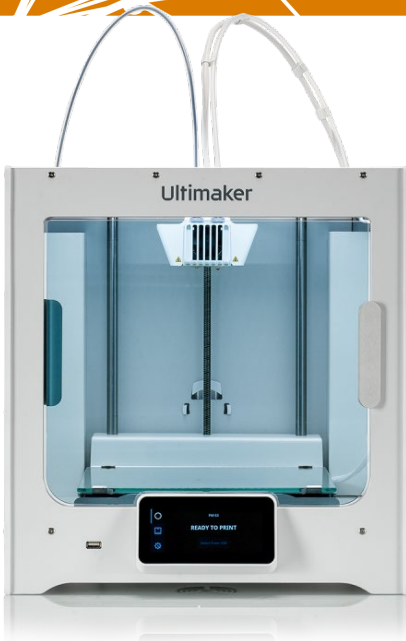
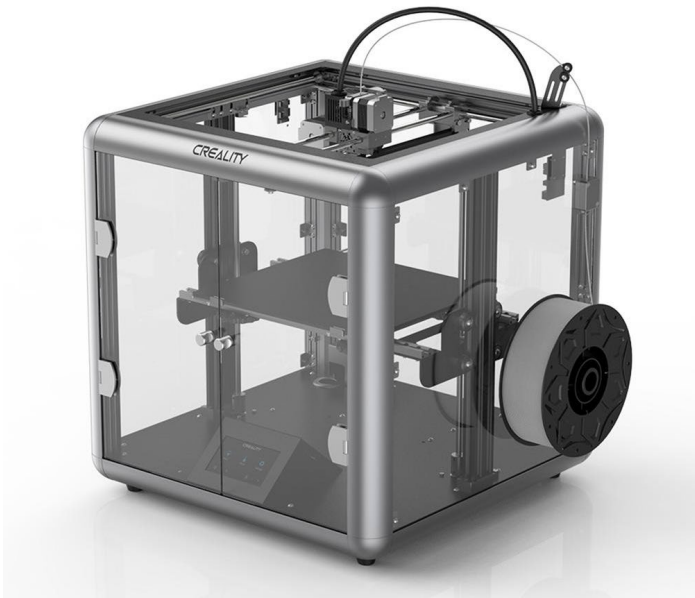
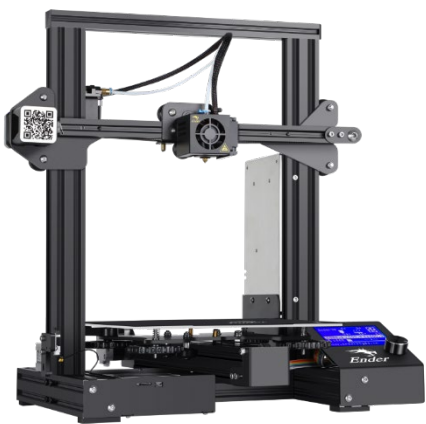
La **gama alta** requiere un perfil profesional. No solo ofrecen una impresora, sino que lleva detrás un servicio técnico especializado y de post-venta. Son sistemas cerrados con electrónica y componentes de diseño y fabricación propia muy enfocados a la filosofía “plug&play”. Resulta muy difícil cualquier customización o mejora ajena a su ecosistema.



PROCAD

Ingeniería | Fabricación | **Formación** | Talento





	GAMA BAJA	GAMA MEDIA	GAMA ALTA
EXTRUSOR	Calidad baja	Sistema engranajes	
MOVIMIENTO	Perfiles V-Slot	Ejes y guías lineales	
NIVELACIÓN	Manual	Automática (BLTouch)	
ELECTRÓNICA	Básica (8bits)		