

MEMORIA ELCO

PHYSTICK



GRUPO "IN-A-FLASH":

Marcos Díez del Monte

Manuel Simal Pérez

David Albacete Segura

Matías Garrido Recalde

Alejandro Ramos Martín

Jaime Velázquez Íscar

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
¿Qué es Phystick?	3
¿Qué aporta Phystick?	3
¿Qué diferencia a Phystick del resto de productos del mercado similares?	4
PROTOTIPO	5
Esquema eléctrico	5
Planos y piezas	6
Funcionamiento	6
PRODUCTO FINAL	7
Montaje	7
Funcionalidad	8
Aspecto final	8
Funcionamiento previsto	8
Coste estimado	8
Precio de venta estimado	9
Canales de fabricación, venta y distribución	9
ANEXO 1: PROVEEDORES DE LOS COMPONENTES	10

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué es *Phystick*?

Phystick es el proyecto perfecto para aprender nociones básicas de programación, electrónica y física de una manera divertida e interactiva, convirtiéndolo así en un proyecto único.

Este proyecto está basado en un guante de características similares desarrollado por un aficionado. En la sección 1.3 de este documento se ha añadido un enlace a la página de *Instructables* este usuario y a su proyecto, del que se ha tomado como referencia el código software y los componentes electrónicos utilizados por él para desarrollar nuestro trabajo. Se trata de una plataforma de aprendizaje que incorpora un sistema de luz estroboscópica cuya frecuencia de funcionamiento es regulable mediante distintos actuadores. Gracias a esta luz, somos capaces de recrear distintos efectos ópticos, como por ejemplo la detención de un ventilador o de cualquier objeto que presente movimientos oscilatorios, mediante la adaptación de la frecuencia de la luz emitida a la frecuencia (o subfrecuencias) de oscilación del objeto en cuestión.

Para ofrecer una funcionalidad más amplia, se introducirán dos modelos distintos: por un lado, *Phystick-S*, que contará con una pantalla LCD táctil mediante la cual se podrá alterar la frecuencia de funcionamiento del LED. Por otra parte, también existirá una versión sin pantalla táctil, *Phystick-W*, que se comunicará mediante WiFi con un Smartphone, de forma que se podrá realizar la misma función que con la pantalla, pero de forma remota.

El sistema utilizado está basado en Arduino, gestionando los cambios de frecuencia de la luz (mediante rotaciones) junto con la funcionalidad de la pantalla o del módulo WiFi dependiendo de la versión.

1.2. ¿Qué aporta *Phystick*?

Gracias a *Phystick*, el concepto de frecuencia se convierte en algo mucho más familiar para el alumnado de Instituto, ya que le permite entender de una manera mucho más práctica, visual e interactiva su significado e implicaciones. Además, el hecho de tener la posibilidad de jugar con los fenómenos provocados por la frecuencia y aplicarlos a distintos objetos de la vida cotidiana facilita la interiorización de la idea, lo cual es muy beneficioso de cara a su aprendizaje.

Por otra parte, al tratarse de un sistema basado en *Arduino*, su simplicidad es tal que permite a alumnos de cursos superiores (Bachillerato y Universidad) adentrarse en el

mundo de la programación de microcontroladores, así como proporcionar una excelente introducción a la implementación de distintos elementos hardware que se encuentran en cualquier dispositivo moderno. Por este motivo, el modelo *Phystick-S* es comercializado como un kit de montaje para aquellos que pretendan adentrarse en el mundo de la electrónica.

El modelo *Phystick-W* está más orientado hacia el público que pretende hacer uso de la herramienta de luz estroboscópica sin interesarse por el montaje del dispositivo. En este caso, esta versión se puede adquirir exclusivamente como un dispositivo ya ensamblado en fábrica. Dentro de este ámbito pueden incluirse, por ejemplo, el colectivo de profesores de física.

1.3. ¿Qué diferencia a *Phystick* del resto de productos del mercado similares?

Relacionar la captura de movimiento con la frecuencia de parpadeo de un LED no es una idea muy extendida en el mercado educativo. No existe en la actualidad ninguna oferta de algún sistema de características similares en el sector, por lo que la competencia sería muy reducida.

El único proyecto de características similares es un proyecto de instructables llamado [DIY Time Control Machine](#) del usuario [Mad Gyver](#) (en el cual está basado este trabajo). Se trata un guante que utiliza una luz estroboscópica ajustable para crear un efecto de *stop motion* en el movimiento de las cosas. La acción del guante es controlada por el movimiento de la mano.

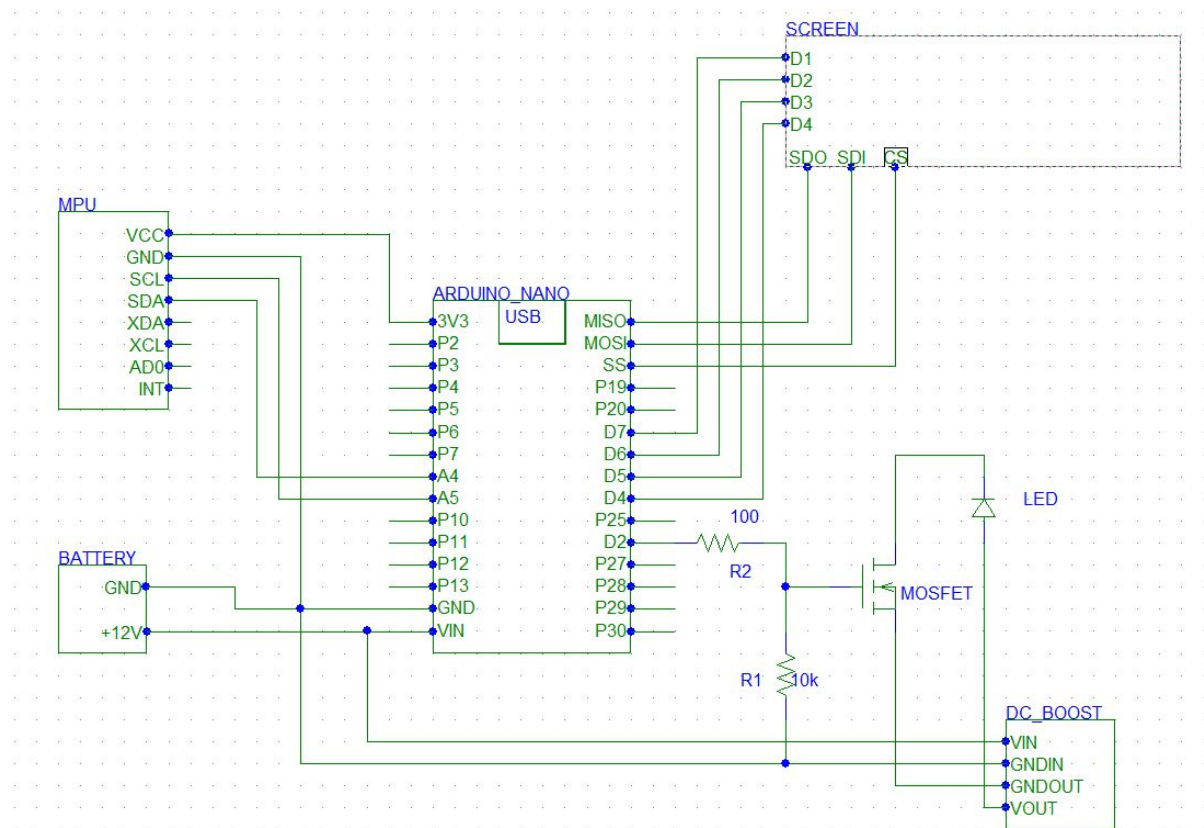
Es posible afirmar que *Phystick* es una evolución del mismo pues consigue generar el mismo efecto pero con un sistema mucho más atractivo a la vista y de proporciones más reducidas. Otro aspecto a destacar es la abismal diferencia en la facilidad de uso entre uno y otro en ámbitos escolares. Resulta difícil imaginar a cualquier profesor de instituto llevando un aparatoso guante.

Otro punto a resaltar es que este dispositivo lleva a cabo la monitorización en tiempo real de la frecuencia de parpadeo de la luz emitida, lo que permite al usuario tener constancia de las características del movimiento oscilatorio del objeto al que se está apuntando. Además, la sensibilidad de su *Phystick* es ajustable desde la pantalla o la aplicación, para mayor comodidad de interacción, y el modelo *Phystick-W* concede total libertad para ser reconfigurado vía software, posibilitando al usuario introducir cualquier nuevo modo de funcionamiento que se le pueda ocurrir.

2. PROTOTIPO

2.1. Esquema eléctrico

En este apartado se expone el esquema eléctrico del modelo *Phystick-S* (que incluye la pantalla LCD).



Esquema eléctrico de *Phystick-S*

2.2. Componentes

A continuación, se desglosan cada uno de los componentes:

- **Plataforma basada en Arduino Nano (sólo en *Phystick-S*):** : se encargará de coordinar los distintos componentes del circuito. Su principal función será calcular la

frecuencia a emitir en función de la información recibida desde la IMU y la pantalla, y excitar el LED a dicha frecuencia.

- **Plataforma basada en Arduino Nano BLE (sólo en *Phystick-W*):** su misión será la misma que la plataforma utilizada por *Phystick-S*, pero además introducirá en el sistema la capacidad de ser controlado de forma remota, prescindiendo de la pantalla LCD táctil.
- **Unidad de Medición Inercial (IMU):** gracias a este componente, podremos afinar aún más el valor de la frecuencia de funcionamiento con tan sólo rotar nuestro *Phystick*. La frecuencia aumentará con rotaciones hacia la derecha y disminuirá con rotaciones hacia la izquierda.
- **Batería:** se encargará de alimentar a todo el circuito. Podrá ser recargada mediante un puerto USB habilitado a este efecto.
- **LED:** se encargará de emitir a la frecuencia fijada de forma que nuestro *Phystick* pueda crear el efecto óptico deseado.
- **DC Boost:** su misión será alterar el valor de la tensión continua de forma que todos los componentes puedan funcionar con una alimentación adecuada.
- **Resistencias y MOSFET:** su labor será la adaptación de las distintas señales que por ellos pasan, de forma que los distintos componentes se puedan comunicar y alimentar adecuadamente para el perfecto funcionamiento de nuestro sistema.
- **Pantalla LCD táctil (sólo en *Phystick-S*):** es uno de los componentes que facilitan la interacción con *Phystick-S*. Consta de una interfaz que muestra la frecuencia de parpadeo del LED y permite cambiar la sensibilidad del acelerómetro. Con ello se consigue que la variación de la frecuencia pueda ser configurable en función de la preferencia del usuario. Este elemento estará integrado únicamente en *Phystick-S*, puesto que en *Phystick-W* será posible visualizar la misma interfaz a través de una app.

2.3. Funcionamiento

- **Phystick-S:** Una vez encendido, se muestra en la pantalla un menú con los distintos experimentos disponibles. En la versión preprogramada, sólo se incluye el experimento básico de variar la frecuencia.

Para un correcto uso de *FREQUENCY MODE*, tan sólo es necesario tener claros dos conceptos fundamentales: la correcta regulación de la frecuencia del diodo LED para que ésta coincida con la frecuencia (o subfrecuencias) del objeto al que estamos apuntando, y el control de la pantalla LCD táctil.

En cuanto al primer punto, si queremos aumentar la frecuencia de parpadeo del LED, bastará con girar el *Phystick* hacia la derecha desde la posición de referencia (con la pantalla mirando hacia arriba). Del mismo modo, si queremos disminuir dicha frecuencia es necesario rotar el *Phystick* hacia la izquierda.

Respecto a la pantalla, gracias a la interfaz se podrá alterar la sensibilidad de la rotación (aumento o disminución de frecuencia en función del ángulo girado). Dicha alteración se llevará a cabo mediante una barra vertical dividida en 13 segmentos. Por otra parte, también podremos observar en tiempo real el valor de la frecuencia de parpadeo del LED, de forma que será mucho más fácil adaptarla al valor deseado.



Pantalla LCD de *Phystick-S*

- **Phystick-W:** su funcionamiento será muy similar al de su homólogo *Phystick-S*, pero controlado de forma remota gracias al módulo WiFi que incorpora. De esta manera, se prescinde de la pantalla LCD obteniendo así un sistema completo más compacto.

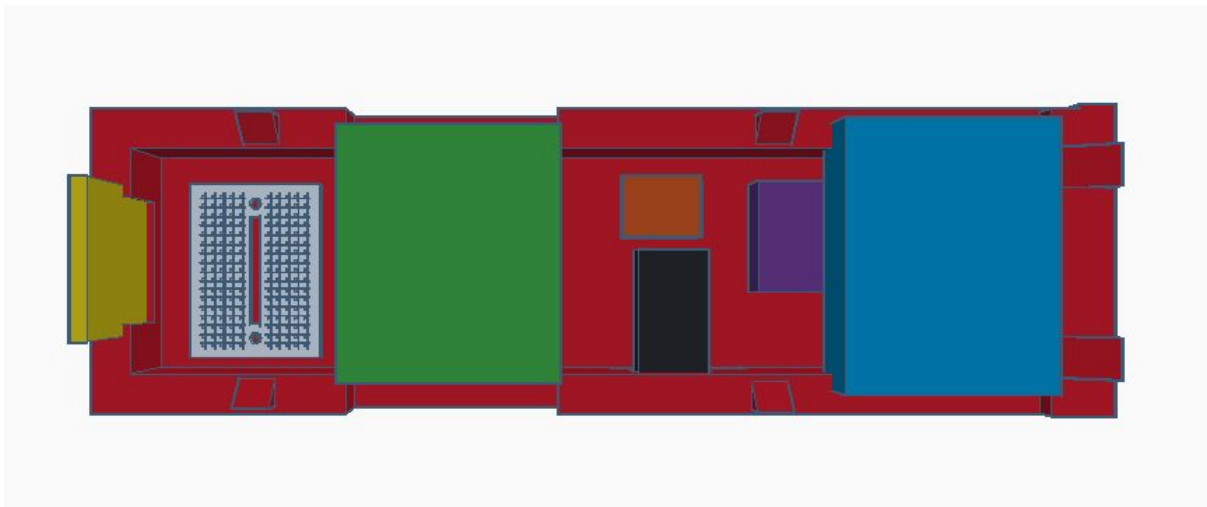
3. PRODUCTO FINAL

3.1. Montaje

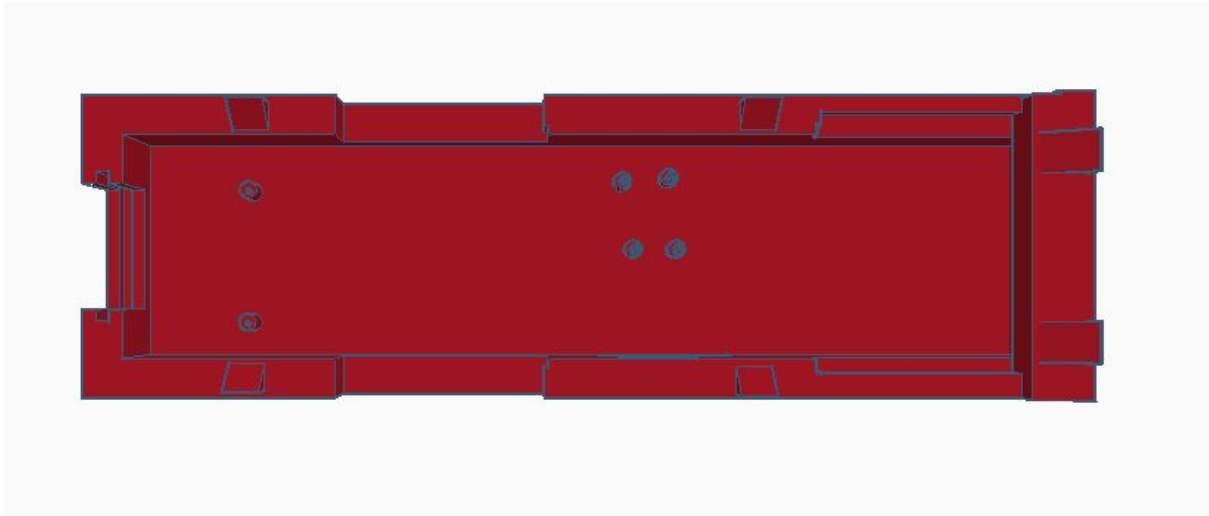
El modelo *Phystick-W* se comercializará totalmente ensamblado, por lo que no será necesario especificar ninguna directriz de montaje más allá del propio uso que se puede hacer del dispositivo (ver *sección 2.3*). Por tanto, nos centraremos en el montaje de *Phystick-S*.

En primer lugar, se deben insertar los componentes que vayan en la parte inferior de la carcasa. El Arduino Nano, la IMU y la perf-board (que contendrá los componentes pasivos del circuito insertados en ella) serán atornillados a los huecos disponibles. Por otro lado, la batería irá pegada con un adhesivo en unas marcas que estarán dibujadas en la carcasa. Por último, la etapa de potencia se ajustará en un hueco, quedando sujeta por los laterales y luego también por la parte de arriba.

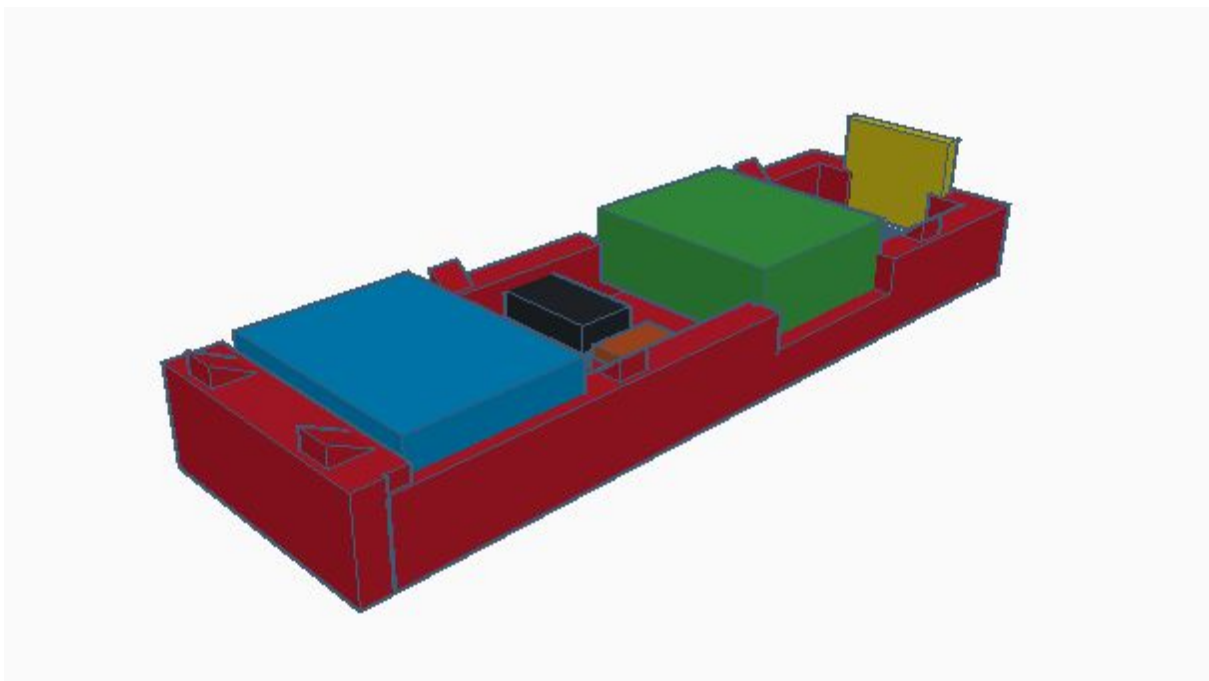
A continuación, se procederá al cableado de los componentes según el plano eléctrico descrito anteriormente (*sección 2.1*), siendo la última conexión la pantalla, situada sobre la batería, que se sujetará por un hueco en la parte superior. Por último, se insertará la tapa del producto para que quede perfectamente sujeto y listo para usar.



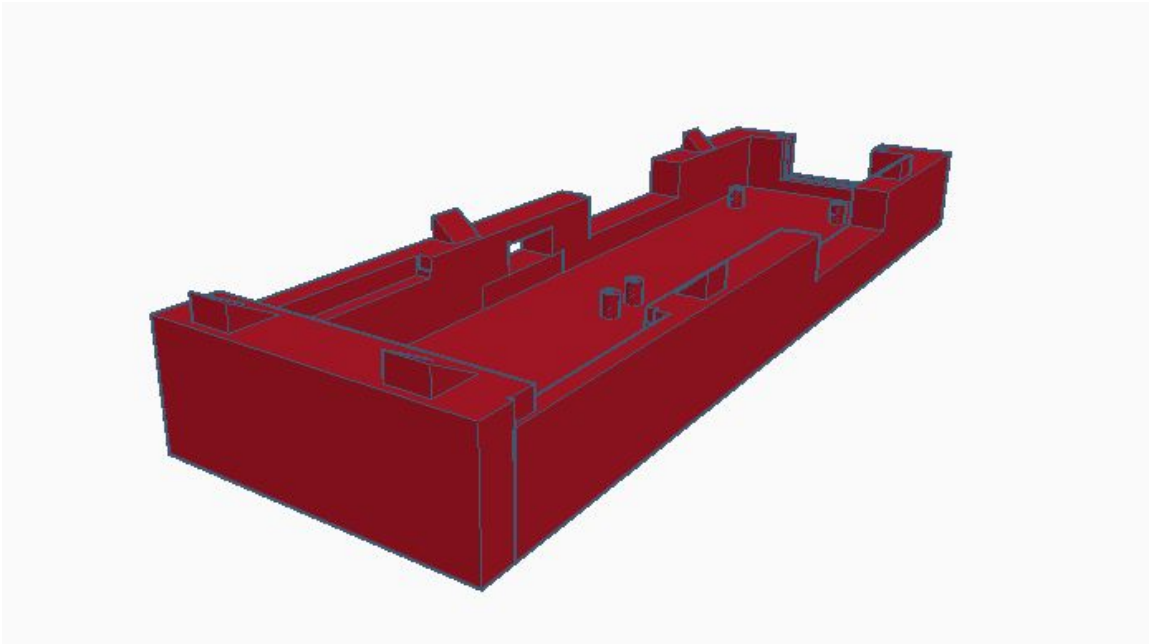
Montaje de los componentes. **Amarillo-** LED. **Blanco-** Perfboard. **Verde-** DC Boost. **Negro-** Arduino Nano. **Naranja-** Acelerómetro. **Morado-** Batería. **Azul-** Pantalla LCD táctil.



Vista de la carcasa inferior. Los agujeros son los huecos para los tornillos de los módulos mencionados.

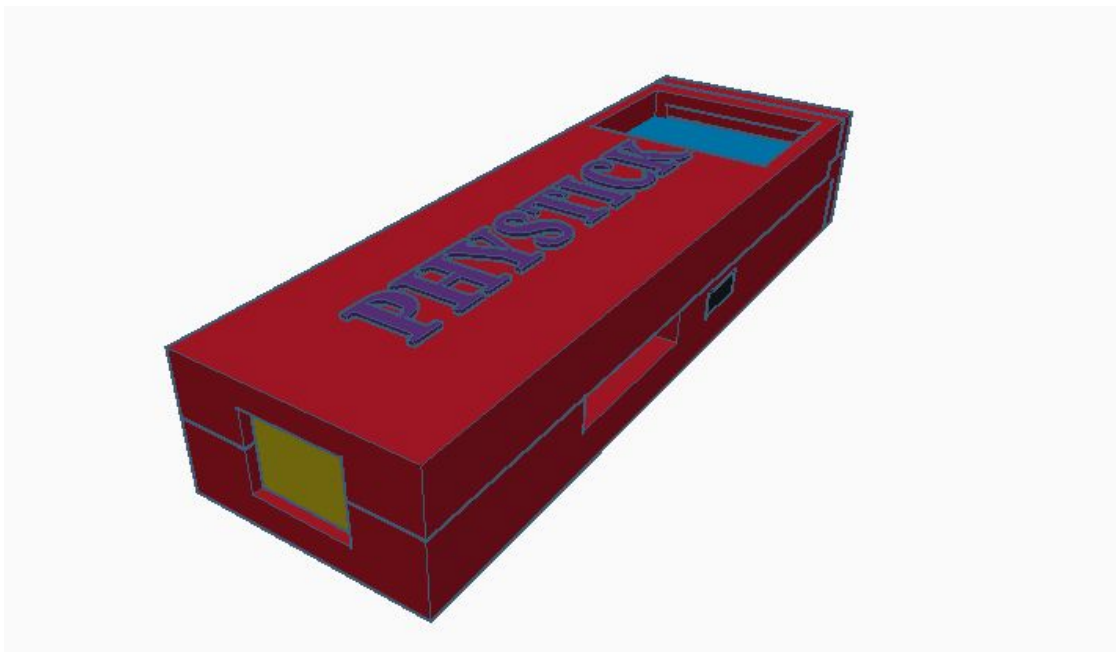


Vistas en perspectiva. El led se sitúa en la parte delantera de la pieza.

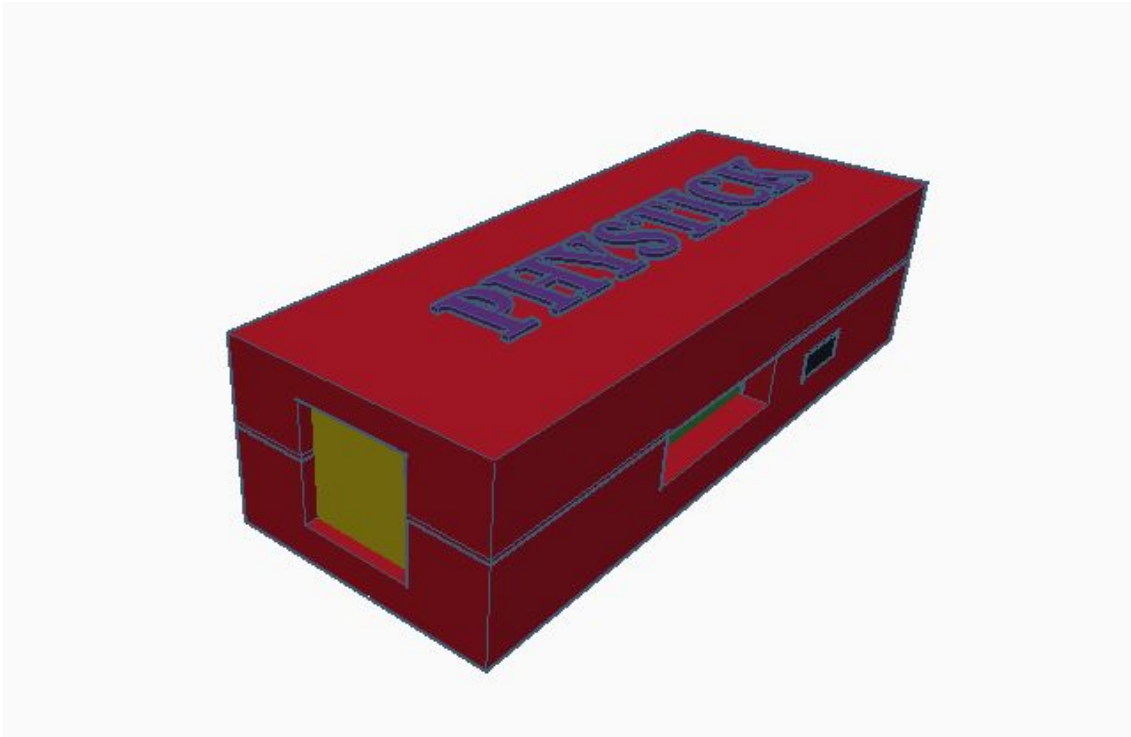


3.2. Aspecto final

A continuación se muestran las dos versiones de *Phystick* tras el montaje completo: *Phystick-S*, cuyo tamaño es de 26.6 cm x 8 cm x 5.7 cm, y *Phystick-W*, cuyas medidas son 21.2 cm x 8 cm x 6.1 cm. Por otra parte, se pueden apreciar dos ranuras destinadas a disipación de calor.



Aspecto final de *Phystick-S*.



Aspecto final de Phystick-W.

3.3. Funcionamiento previsto

3.3.1. Phystick-S

Este producto ha sido concebido como un proyecto DIY (Do It Yourself), es decir, para ser ensamblado por el propio usuario, por lo que las piezas vendrán separadas y se tendrá que seguir el manual de montaje.

El código se encuentra disponible en la página web. Una vez implementado en la plataforma hardware, se podrá utilizar el producto para los distintos experimentos.

Gran parte del código relacionada con el control de la IMU y la variación de la frecuencia del LED la hemos adaptado del proyecto mencionado en la sección 1.3, sin embargo el programa que controla la pantalla está hecha 100% por nosotros.

Por último, se ha realizado un estudio del consumo aproximado del dispositivo, considerando los componentes electrónicos que más potencia requieren, y se ha obtenido un consumo de 1585 mAh. Con la batería de 1500 mAh incorporada, se tendrá una autonomía de 56 min.

3.3.2. Phystick-W

Este producto se venderá completamente montado y programado. Solo se tendrá que configurar la conexión WiFi para enlazarlo con un teléfono móvil u ordenador y poder controlar el puntero desde la aplicación.

Phystick-W podrá ser utilizado por los alumnos en una clase de manera sencilla. Bajo el control del profesor, podrán probar los efectos en los cambios de frecuencia de la luz.

Al igual que para el otro modelo, se ha estimado una autonomía de 59 min con un consumo del dispositivo de 1515 mAh.

3.4. Coste estimado

Para calcular el coste total del producto, se ha realizado una estimación del coste de cada uno de los componentes por separado para un pedido de 10.000 unidades. Las cuentas han sido desglosadas en la siguiente tabla:

COMPONENTE	COSTE (10.000 uds)
Arduino Nano (sólo en S)	22.121,88€
Arduino Nano BLE (sólo en W)	84.219,27€
Pantalla táctil LCD (sólo en S)	81.840,00€
Diodo LED	13.917,60 €
IMU	8.763,00€
Batería de 1500 mAh	5.632,00€
DC Boost	35.700,00€
Placa de inserción	2.220,00€
Carcasa	50.000,00€
TOTAL Phystick S	220.194,48€
TOTAL Phystick W	200.451,87€

De esta forma, al dividir el coste total entre las 10.000 unidades que se producirán inicialmente, se ha obtenido un precio por unidad de **22,02€** para *Phystick-S* y **20,05€** para *Phystick-W*. Es necesario especificar que en esta tarifa ya está incluido el envío de cada

componente por separado, por lo que tan sólo faltaría por añadir el coste de ensamblado y envío final al cliente.

Respecto al envío, estimamos que utilizando el servicio de *Correos España* no supondrá más de **10€** por paquete.

En relación al ensamblado, si bien en el caso de *Phystick-S* tan sólo es necesario empaquetar los componentes y enviarlos, para el caso de *Phystick-W* es necesario montar el dispositivo completo antes de realizar el envío. De esta forma, su encargo tendrá un importe extra de **5€** en concepto de montaje del producto final.

Teniendo en cuenta toda la inversión, el coste final estimado del producto será de unos **30,02€** en el caso de *Phystick-S* y **35,05€** para *Phystick-W*.

3.5. Precio de venta estimado

Teniendo como referencia el coste del producto completo (materiales, ensamblaje y distribución), se ha fijado el precio final en base a un beneficio mínimo. Partiendo de la base de que *Phystick-S* viene sin montar y requiere un mayor esfuerzo por parte del comprador para poder usarlo, se ha establecido un precio de mercado de **70€**. Por su parte, su homólogo *Phystick-W* tendrá un precio final de **80€**.

3.6. Canales de fabricación, venta y distribución

Canal de fabricación

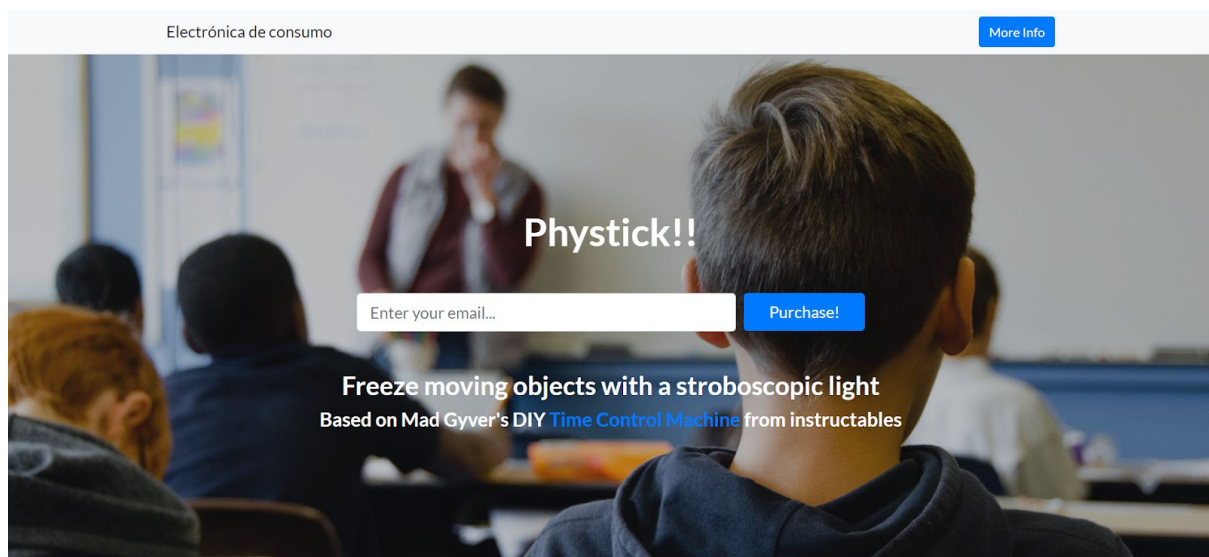
Como canal de fabricación del *Phystick-S*, no será necesario subcontratar a ninguna empresa, ya que esta labor será realizada por el propio cliente. Se incluirá en la caja (además de en la página web) un manual de usuario para facilitar la labor, pero nosotros tan sólo tendremos que preocuparnos por obtener los distintos componentes de los proveedores adecuados (ver en *Anexo 1*).

Para el caso de *Phystick-W*, en un principio seremos los propios integrantes del equipo los que realizaremos la labor de montaje del producto final. En un futuro se valorará la posibilidad de subcontratar a una empresa o personal cualificado en caso de que no seamos capaces cubrir toda la demanda.

Canal de venta


Como canal principal de venta del producto, se habilitará una página web. Ésta no sólo se utilizará únicamente para la venta del producto, sino que, como se ha especificado previamente, también para proporcionar al cliente los manuales de uso, montaje, código necesario, etc. Puede accederse a la página a través del siguiente enlace: <https://phystick.000webhostapp.com>.

En primer lugar, en lo relativo a la compra de los productos, se ha habilitado un campo para la introducción del correo electrónico del cliente. Gracias a este mecanismo, el comprador podrá recibir la información relacionada a la compra del producto deseado.




Compra del producto


A continuación, se incluye una zona a través de la cual se puede acceder a los distintos recursos (software, manual...) anteriormente mencionados, además de una descripción general del producto y otros elementos como los esquemáticos del proyecto.



Amaze your students by stopping moving objects
The frequency adjustable flash allows you to stop moving objects at different speeds



Customize your experiments and projects
The stroboscopic light may be used to prove so many other physics phenomena



Easy to Use
Learn how to use it in just a few minutes



Phystick-W
Phystick-W is also a small and compact device, with the added function of WiFi communication. Phystick-W is smaller than Phystick-S because instead of a Touch Screen it's controlled by a free mobile app that you can download from the app store. Phystick-W is perfect for explaining physics experiments in front of a crowd such as a high school physics class. Phystick-W is not designed to be a customizable project like Phystick-S is, however it is also possible to develop your own apps and control Phystick-W from your mobile phone

Phystick-S
Phystick-S is a small and portable device that will allow you to carry-out simple, fun and educational experiments detecting the frequency of moving objects. It is also a beginner friendly project for entering the world of electronics and coding. Phystick-S is a DIY project with which you will learn to code and implement different I/O functions, like an LCD Touch Screen or an Inertial Measurement Unit. All of this using an Arduino Nano.



Características generales

OVERVIEW

MANUAL

SOFTWARE

COMPONENTS

FAQ

Overview

Phystick is the perfect project to learn the basics of programming, electronics, physics and most importantly, have fun. In the course of the project we will teach you:

- How to create a complete project in C++
- How to change the blinking frequency of a led
- To use the arduino NANO, one of the most famous microcontrollers

This pointer is controlled by an arduino Nano, which activates an stroboscopic light that changes its frequency with a touchscreen and the rotation of the stick.

The main utility of the Phystick is to show the aliasing effect; when a light blinks with a frequency equal to the rotation of a spin (such as a simple fan), it creates a visual effect to make the spin still.

There are many other experiments that you could try with Phystick in your home like: "Stop" water falling, experiment the Huygens-Fresnel principle or whatever you can think of.

Otherwise, if you are a teacher, the stick can be used to explain physics theorems in a much funnier way than books or maths.

Files that you should download

Manual

Download!

Schematics

Download!

Assembly

Download!

Overview

En el apartado de *SOFTWARE* solo se hace referencia al código de *Phystick-S* para que los usuarios de este producto puedan portarlo con comodidad. El código de *Phystick-W* será proporcionado por correo a todo cliente que lo solicite.

Canal de distribución

En cuanto al canal de distribución, como ya se comentó anteriormente, se utilizará el servicio proporcionado por *Correos España*, ya que su coste es inferior al de la competencia y los resultados son en general bastante satisfactorios en términos de eficacia y cuidado del paquete.



Correos España

Anexo 1: PROVEEDORES DE LOS COMPONENTES

- Plataforma basada en Arduino Nano:
https://es.aliexpress.com/item/32868170637.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.70fd1cfchZFZnw&s=p&ad_pvid=202003240427516495922982341520001905492_1&algo_pvid=c539a48c-8794-4139-8059-c90d3edd167e&algo_expid=c539a48c-8794-4139-8059-c90d3edd167e-0&btsid=0b0a050b15850492714012404ea641&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_searchweb201603
- Plataforma basada en Arduino Nano con WiFi:
https://es.aliexpress.com/item/33006686263.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.96791ef1CATQUj&algo_pvid=54cbe150-f6ee-457a-941f-922ccdd15965&algo_expid=54cbe150-f6ee-457a-941f-922ccdd15965-0&btsid=0ab6f82115882657488057059e52e1&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_searchweb201603
- Pantalla táctil:
https://es.aliexpress.com/item/4000103273808.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcpr=8698529884&albag=87458843957&trgt=743612850874&crea=es4000103273808&netw=u&device=c&albpgr=743612850874&albpdr=es4000103273808&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCjEDNfU8Ybmkh0S9NkQPZsVTHOxeWxE_TNGV6vky-IPJ5a9ote0MzxoC0ncQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
- Diodo LED:
https://es.aliexpress.com/item/32888653638.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcpr=1821185973&albag=69002407349&trgt=709881906465&crea=es32888653638&netw=u&device=c&albpgr=709881906465&albpdr=es32888653638&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCmgO-JeCRkFS78z64h0uFbpDWPRa3rioeh8bje08snCWCBjg-RS9RoCmeUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
- Acelerómetro (IMU):
https://es.aliexpress.com/item/1994781587.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcpr=2047572441&albag=80829465588&trgt=743612850714&crea=es1994781587&netw=u&device=c&albpgr=743612850714&albpdr=es1994781587&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCvULbR2leyuHRVsPdDXCh_EZYv7HGLHt2K59gHOe5BEezIsdEVRyRxoC9GwQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
- Batería 1500 mAh:
https://es.aliexpress.com/item/4000372209503.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcpr=1821185973&albag=69002407349&trgt=709881906465&crea=es4000372209503&netw=u&device=c&albpgr=709881906465&albpdr=es4000372209503&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCmgO-JeCRkFS78z64h0uFbpDWPRa3rioeh8bje08snCWCBjg-RS9RoCmeUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

[orm=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcp=1821185973&albag=69002407349&trgt=709881906425&crea=es4000372209503&netw=u&device=c&albpg=709881906425&albpd=es4000372209503&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCmf4CtbAbXsDrkuEIZEVE6x1VmSm_mLsSyTCAX0LHWpstY42MHN4RoCC2gQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.google.com/search?orm=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcp=1821185973&albag=69002407349&trgt=709881906425&crea=es4000372209503&netw=u&device=c&albpg=709881906425&albpd=es4000372209503&gclid=CjwKCAjw3-bzBRBhEiwAgnnLCmf4CtbAbXsDrkuEIZEVE6x1VmSm_mLsSyTCAX0LHWpstY42MHN4RoCC2gQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

- DC Boost:

https://es.aliexpress.com/item/32444470706.html?af=56737&cv=25098997&cn=45q82f9pqfodp2657q5hdiewwf45eqdd&dp=v5_45q82f9pqfodp2657q5hdiewwf45eqdd&utm_source=en&utm_medium=cpa&utm_campaign=56737&utm_content=25098997&afref=&aff_platform=api&sk=FWyAoGW8&aff_trace_key=ff57a4b7ec8a43c3bca4da746ac68c87-1585670606671-06907-FWyAoGW8&terminal_id=d3f0a92932494e1684e1dc80757e4b38&aff_request_id=ff57a4b7ec8a43c3bca4da746ac68c87-1585670606671-06907-FWyAoGW8

- Placa de cobre de inserción:

https://es.aliexpress.com/item/32998763840.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.21fa136an1L9ol&algo_pvid=993b39f6-54b1-444b-b71b-04d65adc8f33&algo_expid=993b39f6-54b1-444b-b71b-04d65adc8f33-29&btsid=0b0a01f815856692085242963e244c&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_