

Cargador portátil

Luis Alberto Herasme Cuevas
Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones
Instituto Tecnológico de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
1088668@est.intec.edu.do

Resumen – En este documento se explica cómo se diseñó un cargador portátil con protección contra corto circuitos, protección contra sobrecarga y protección contra sobre descarga.

Introducción y descripción del problema

Para este proyecto de laboratorio lo que se hizo fue realizar un cargador portátil, el mismo debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Debe ser capaz de cargar una batería litio de 3.7V.
- Debe proporcionar un voltaje de salida de 5V.
- Debe proporcionar un voltaje de entrada de 5V.
- Puerto de entrada: Micro USB.
- Puerto de salida hembra USB (tipo A).
- Protección de sobrecarga.
- Protección sobre descarga.
- Protección de corto circuito.
- Corriente de carga: 780mA.
- Crear proyecto en un papel A3 o A2.

Componentes

Explicación de cada componente usado:

Batería de litio

Esta batería fue utilizada porque cumple con los requerimientos, es de 3.7V y 1000mAh.

MT3608

El MT3608 convertidor elevador destinado a aplicaciones pequeñas de baja potencia. El MT3608 tiene una frecuencia de 1.2MHz, esto permite el uso de pequeños y de bajo costo condensadores e inductores. El arranque suave interno da como resultado una pequeña corriente de entrada y extiende la vida de la batería.

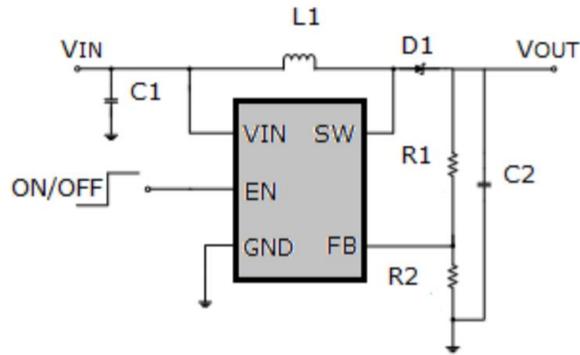


Figura 1 – Configuración común del MT3608.

R1 y R2 del MT3608

Estos dos resistores son utilizados para configurar el voltaje de salida del MT3608, ya que el voltaje de salida es dividido con el divisor de tensión que estos forman, se establece de la siguiente forma.

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

Para este circuito integrado el voltaje de referencia es de 0.6V.

$$V_{out} = 0.6V \left(1 + \frac{22k\Omega}{3k\Omega} \right) = 5V$$

Cabe recalcar que ambos resistores al igual que los demás son 0.6W y Metal film por su facilidad para trabajar con los mismos cuando lo vaya a soldar. En la todos los casos su potencia es mucho menor a 0.6W así que estos resistores no están en ningún riesgo, por ejemplo, estos dos resistores su potencia aproximadamente es:

$$I = \frac{5v}{25k\Omega} = 200\mu A$$

$$V_{R2} = 200\mu A(3k\Omega) = 0.6V$$

$$P_{R1} = (V_{out} - V_{R2})I = (4.4V)(200\mu A) = 880\mu W$$

$$P_{R2} = \frac{0.6V^2}{3k\Omega} = 120\mu W$$

Inductor del MT3608

El inductor forma parte de la configuración del IC para su correcto funcionamiento. Los valores recomendados de inductor son 4.7μH a 22μH. El inductor debe tener una baja pérdida de energía del núcleo a 1.2MHz y DCR bajo para una mejor eficiencia.

Por estas razones fue seleccionado el SMRH74-220MT

Los dos condensadores del MT3608

En la configuración de este se requieren dos condensadores. Los condensadores cerámicos de entrada y salida de $22\mu\text{F}$ son recomendado para aplicaciones MT3608. Para mejor filtrado de voltaje, condensadores cerámicos con baja ESR se recomiendan. Los tipos X5R y X7R son adecuados debido a su voltaje y temperatura más amplios rangos.

Se utilizo el capacitor cerámico X5R de 25V: GRM31CR61E226KE15L

Diodo del MT3608

El diodo Schottky es una buena opción para MT3608 debido a su baja caída de voltaje directo y rápido invierte la recuperación. El uso de diodo Schottky puede mejorar eficiencia. La rectificación de alta velocidad también es una buena característica del diodo Schottky para alta frecuencia de cambio.

Se utilizo el diodo Schottky: SS33

TP4056

El TP4056 es un cargador lineal completo de corriente constante / voltaje constante para baterías de iones de litio de celda única. Su paquete y el bajo número de componentes externos hacen que el TP4056 sea ideal para aplicaciones portátiles. Además, el TP4056 puede funcionar con USB y adaptador de pared.

TYPICAL APPLICATIONS

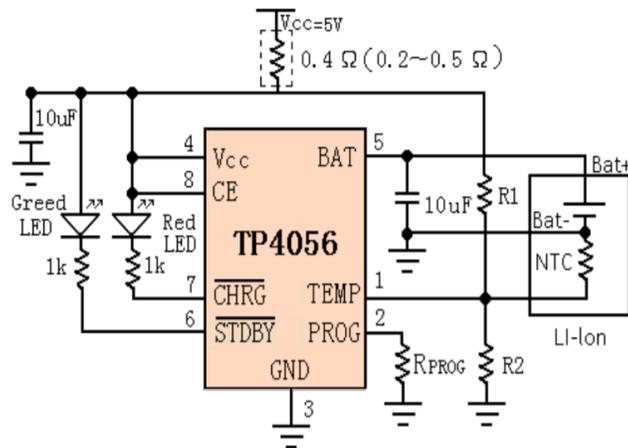


Figura 2 – Configuración típica del TP4056.

Resistencia de programación de TP4056

Se seleccionó una resistencia de programación de 1.5kOhm porque es la necesaria para lograr una corriente de carga de la batería de 780 mA como fue pedido en los requerimientos de esta asignación.

R _{PROG} (k)	I _{BAT} (mA)
10	130
5	250
4	300
3	400
2	580
1.66	690
1.5	780
1.33	900
1.2	1000

Figura 3 – Tabla para seleccionar la corriente de carga.

DW01A

El IC de protección de batería DW01A está diseñado para proteger la batería de iones de litio / polímero de daños o degradación de la vida útil debido a **sobrecarga, descarga excesiva y / o sobre corriente** para sistemas alimentados por batería de iones de litio / polímero de una celda, como teléfonos celulares.

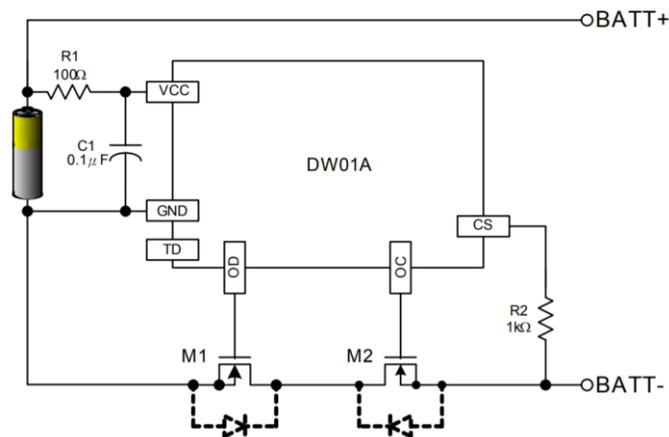


Figura 4 – Uso típico del DW01A.

RBAT (R1 de DW01A)

Es necesario para protección de descarga electrostática o ESD. Además, la hoja de datos especifica que debe tener un valor en 100 y 470 Ohm, y el valor de ser lo más bajo posible, por eso use 100 Ohm.

CBAT (C1 de DW01A)

La hoja de datos especifica que es necesario para controlar las fluctuaciones de energía de la batería. Su valor recomendado es de 100nF

R CS (R2 de DW01A)

Es utilizado para protección por si se conecta de forma inversa el cargador, especifica que su valor debe estar entre los 1k y 2k ohm por esta razón se seleccionó 2k, porque también especifica que su valor debe ser lo más grande posible para evitar grandes corrientes cuando el cargador se conecta en reversa.

FS8205

Se selecciono este MOSFET para el control, porque este es el que normalmente se utiliza con este IC, ya que la corriente que se debe alcanzar para la detección de sobre corriente es determinada por la resistencia de encendido del MOSFET, y el FS8205 cumple con las características requeridas.

Diodos LED

Para indicar el estado de carga de la batería. Puede indicar que la batería se está cargando o que se cargo completamente.

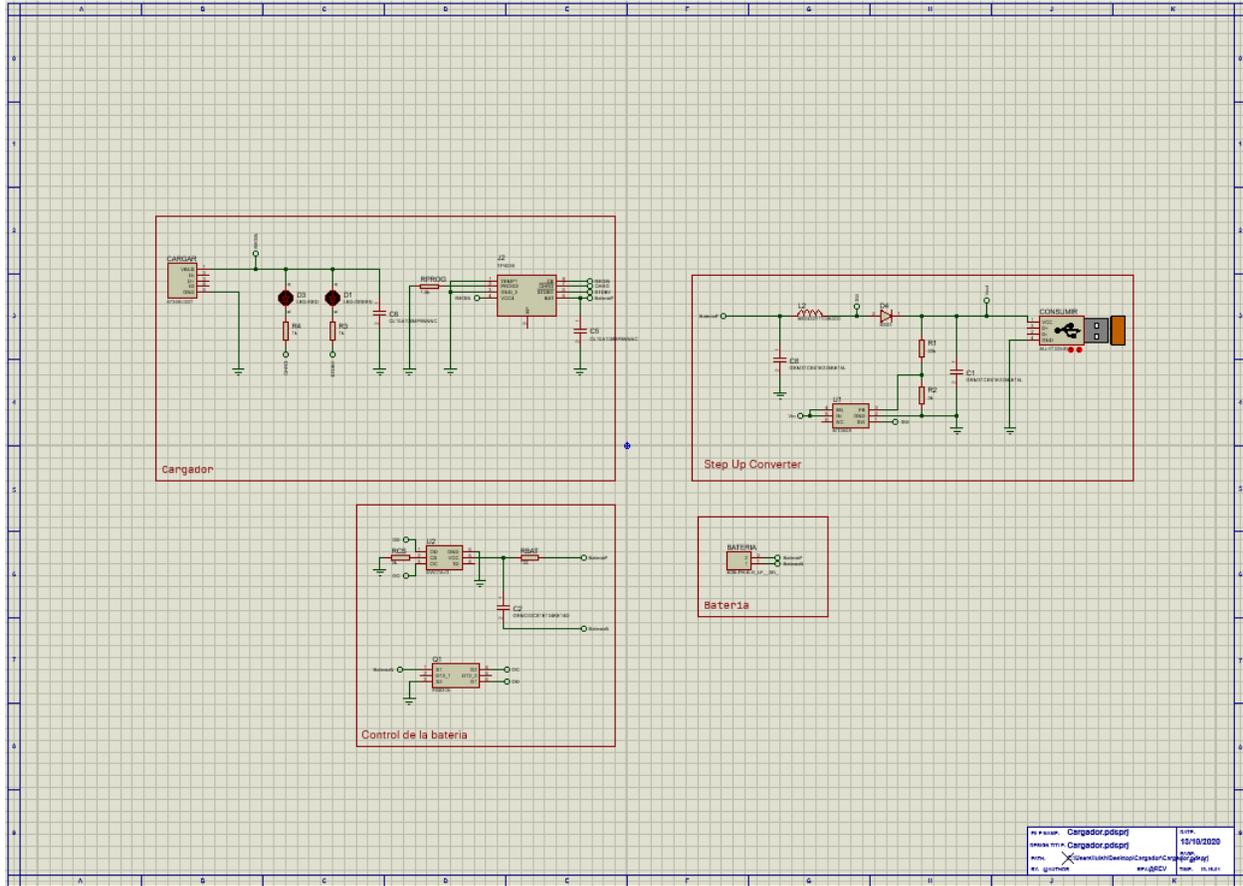
Resistores de los LED

En la hoja de datos fue especificado que el valor de ambos resistores es de 1kOhm.

Capacitores del

Especificado en la hoja de datos 10uF.

Esquemático por bloques



BOM

Categoría	Cantidad	Valor	Costo de unidad
Inductor	1	22uH	10 pesos
Capacitor	2	22uF	5.99 pesos
Diodo	1	X	1.61 pesos
Capacitor	1	0.1 uF	5.85 pesos
LED	2	X	57.87 pesos
MOSFET	1	X	8.99 pesos
Resistor	2	1K-OHM	8.24 pesos
batería	1	3.7 V 1000 mAh	580.99 pesos
Capacitor	2	10uF	15.78 pesos
Conector de batería	1	X	9.94 pesos
Resistor	1	3K-OHM	55.53 pesos
Resistor	1	22K-OHM	21.04 pesos
Resistor	1	2K-OHM	8.24 pesos
Resistor	1	100OHM	90.60 pesos
USB	1	X	61.96 pesos
USB	1	X	41.5 pesos
Power Management IC	1	X	11.99 pesos
DC-DC converter	1	X	4.08 pesos

Total: 1000.2 pesos

Enlaces de compra

- Batería de litio
https://www.amazon.com/-/es/1000-mAh-504045-bater%C3%ADa-bater%C3%ADa-pol%C3%ADmero-conector/dp/B07BTVP5C3/ref=sr_1_8?dchild=1&keywords=lithium+ion+battery+3.7v+1000mah&qid=1602611942&sr=8
- Inductor (1)
https://lsc.com/product-detail/Power-Inductors_SXN-Shun-Xiang-Nuo-Elec-SMRH74-220MT_C27442.html
- Los dos condensadores del MT3608 (2)
https://lsc.com/product-detail/Multilayer-Ceramic-Capacitors-MLCC-SMD-SMT_MuRata_GRM31CR61E226KE15L_22uF-226-10-25V_C77091.html
- Diodo del MT3608 (1)
https://lsc.com/product-detail/Schottky-Barrier-Diodes-SBD_MDD-Microdiode-Electronics-SS33_C64998.html
- CBAT (R2 de DW01A) (1)
<https://www.mouser.do/ProductDetail/Murata-Electronics/GRM033C81E104KE14D?qs=sGAEpiMZZMsh%252B1woXyUXj5T3QdfXN%252BsfglC7H7SEXZI%3D>
- Diodos LED (2)
<https://www.mouser.do/ProductDetail/Vishay-Semiconductors/TLHR5400-AS12Z?qs=nQ9vpdMXC6Dc4iRzpr4t7Q%3D%3D>
- Resistores LED
<https://www.fabian.com.mt/en/products/webshop/17624/-----resistor--metal-film-1k-ohm-06w-1.htm>
- FS8205 (1)
https://lsc.com/product-detail/MOSFET_FS8205_C32254.html?currency=GBP
- Capacitores del TP4056 (2)
<https://www.digikey.com/en/products/detail/samsung-electro-mechanics/CL10A106MP8NNNC/3889957>
- B2B-PH-K-S(LF)(SN)
<https://www.digikey.com/en/products/detail/jst-sales-america-inc/B2B-PH-K-S-LF-SN/926611>
- TP4056
https://lsc.com/product-detail/PMIC-Battery-Management_TOPPOWER-Nanjing-Extension-Microelectronics-TP4056X_C191323.html
- MT3608
https://lsc.com/product-detail/DC-DC-Converters_MT3608_C84817.html
- 3K resistor

<https://www.mouser.do/ProductDetail/TE-Connectivity-Holsworthy/H83K0FYA?qs=9yIKvqdyudn%2FMR1wDqnZ0g%3D%3D>

- 22k resistor

<https://www.mouser.do/ProductDetail/Panasonic/ERG-1SJ223V?qs=sGAEpiMZZMtlubZbdhIBIK8nywws5AKnNXO7n8HZbww%3D>

- 2K resistor

<https://www.fabian.com.mt/en/products/webshop/15732/----resistor-----metal-film-2k-ohm-06w-1.htm>

- 100 resistors

<https://www.mouser.do/ProductDetail/Vishay-Sfernice/RCMS05100R0FHS14?qs=NbbpSngelQ17rZgX3%252BogpQ%3D%3D>

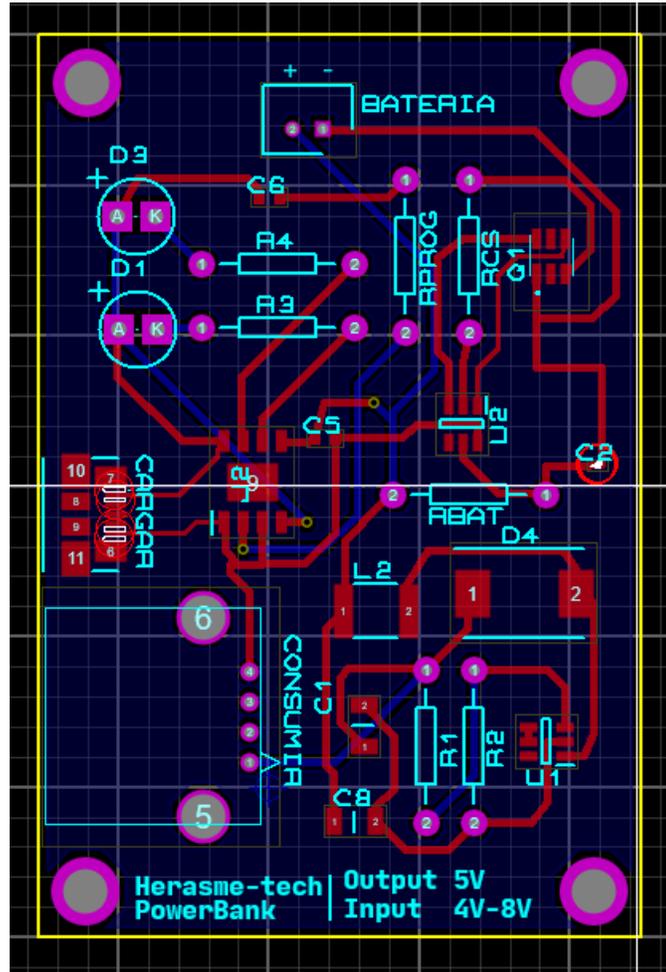
- USB FEMALE TYPE A

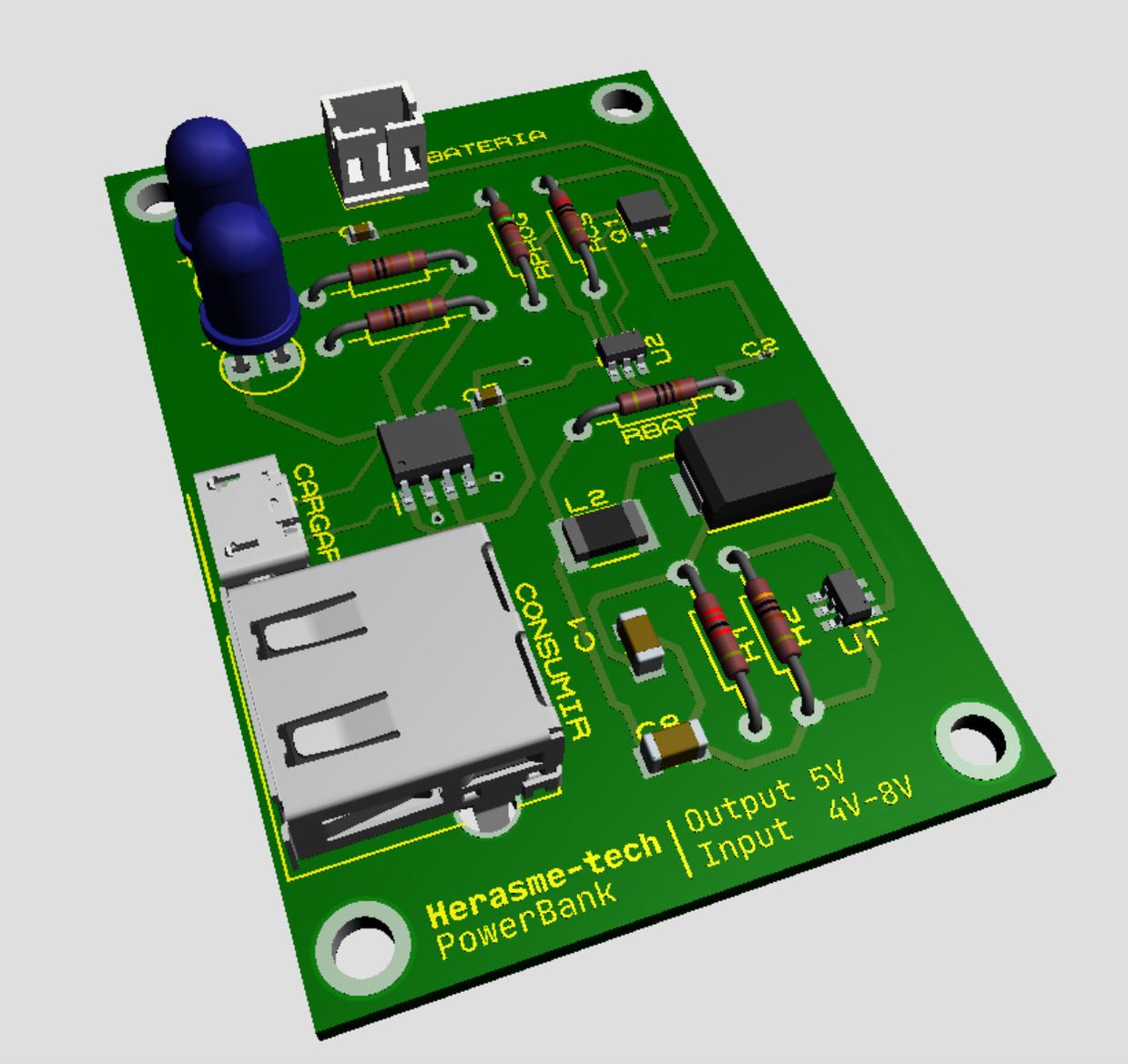
<https://www.mouser.do/ProductDetail/Amphenol-FCI/10117836-002LF?qs=4ZjcQF%252BAe%2F073fPQhoDbrA%3D%3D>

- Micro USB

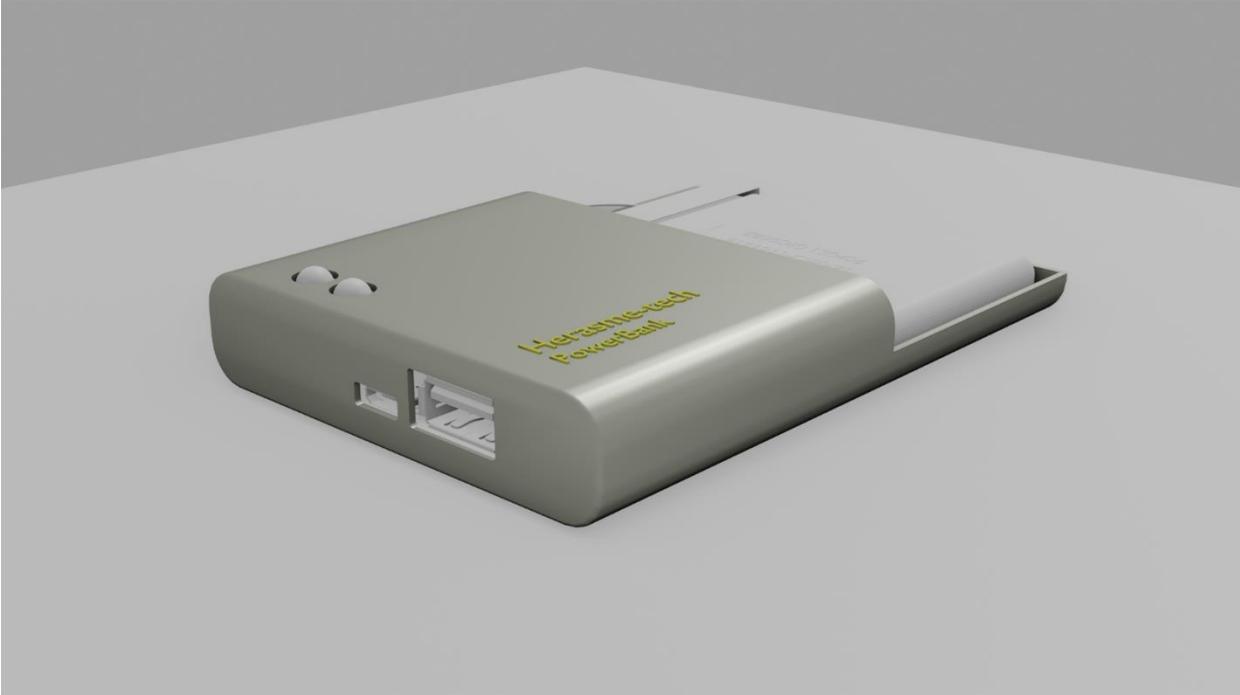
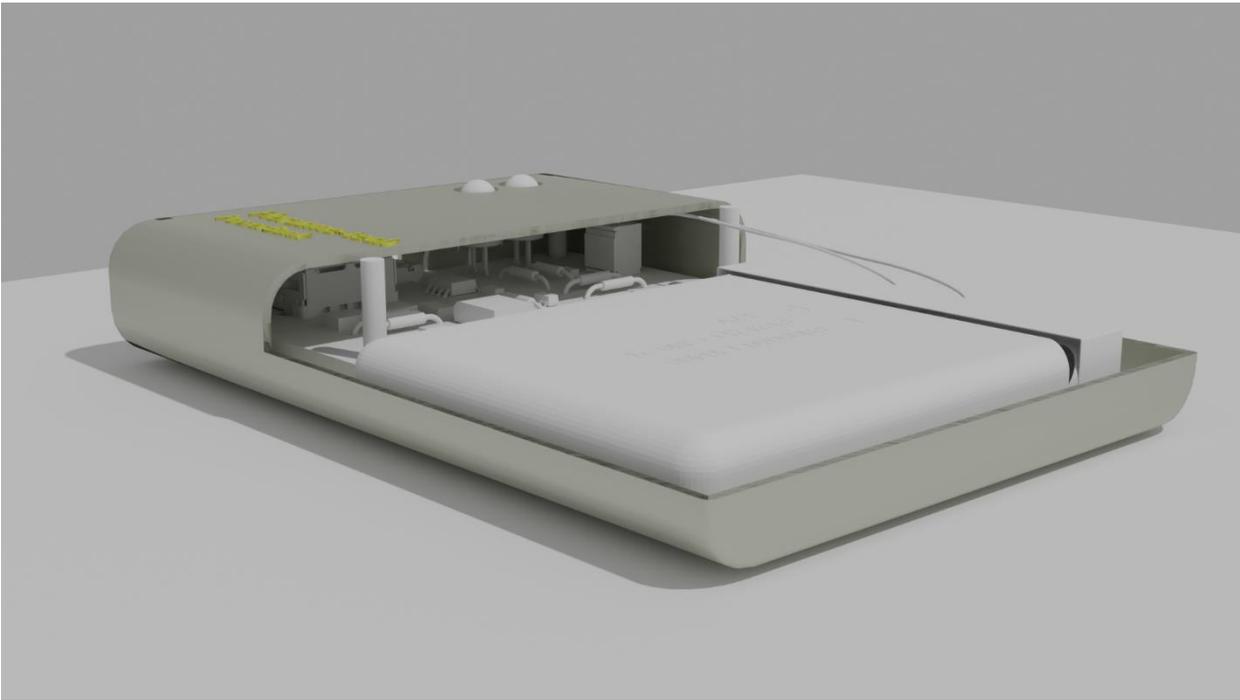
<https://www.mouser.do/ProductDetail/Amphenol-FCI/10104111-0001LF?qs=3wMSRtz0%252BRo6OB1MLyfdZQ%3D%3D>

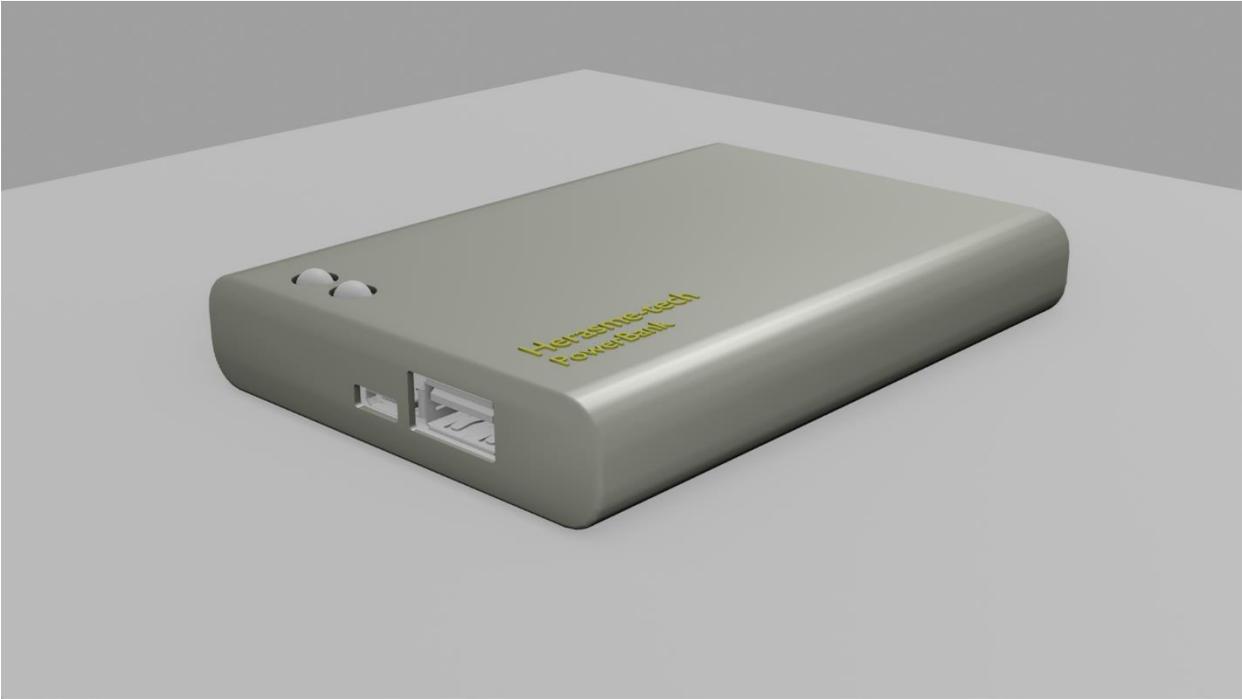
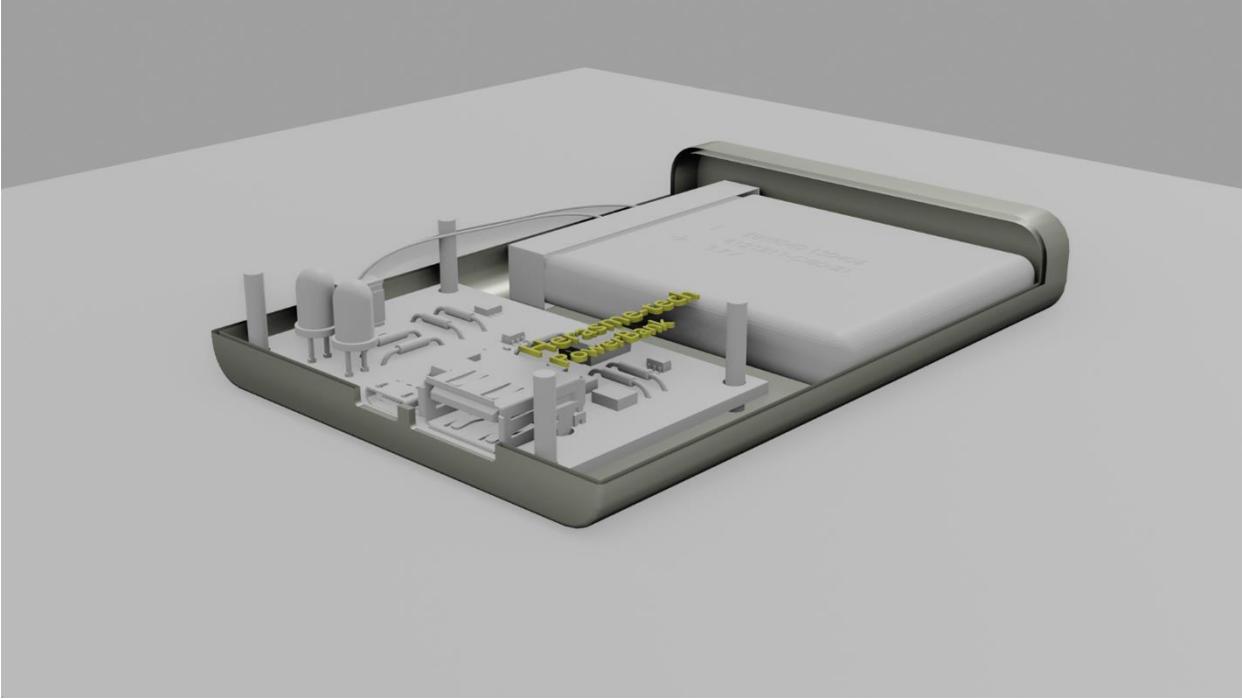
PCB

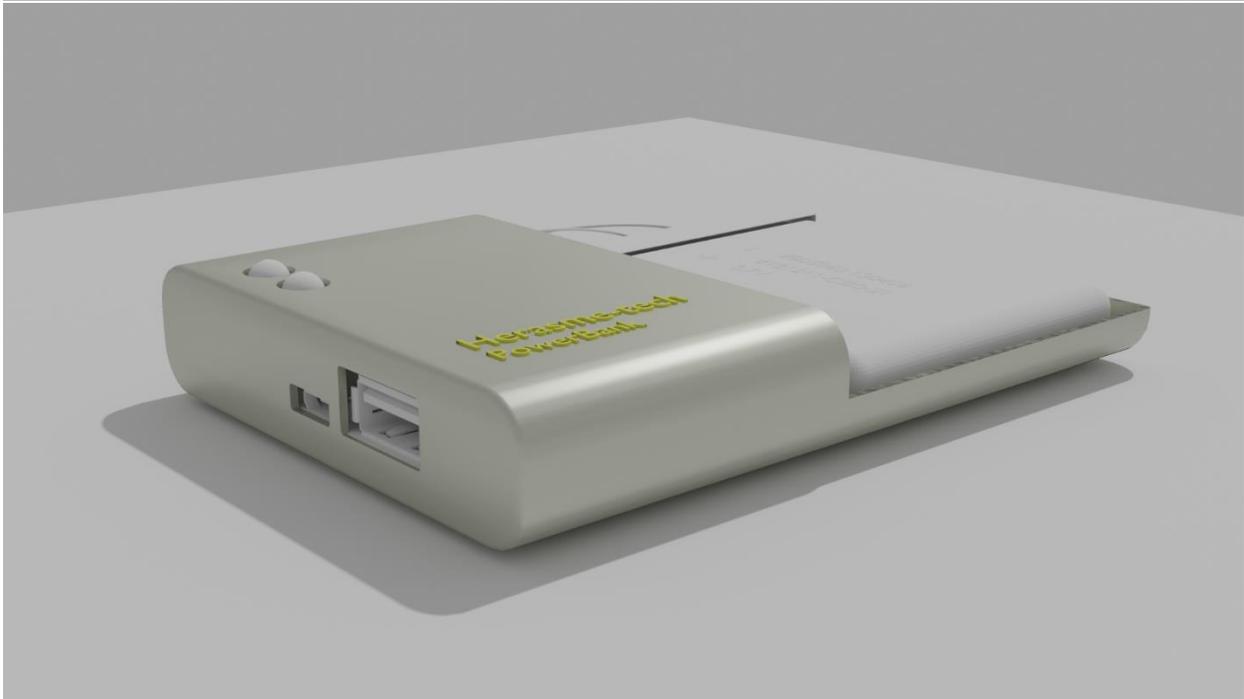
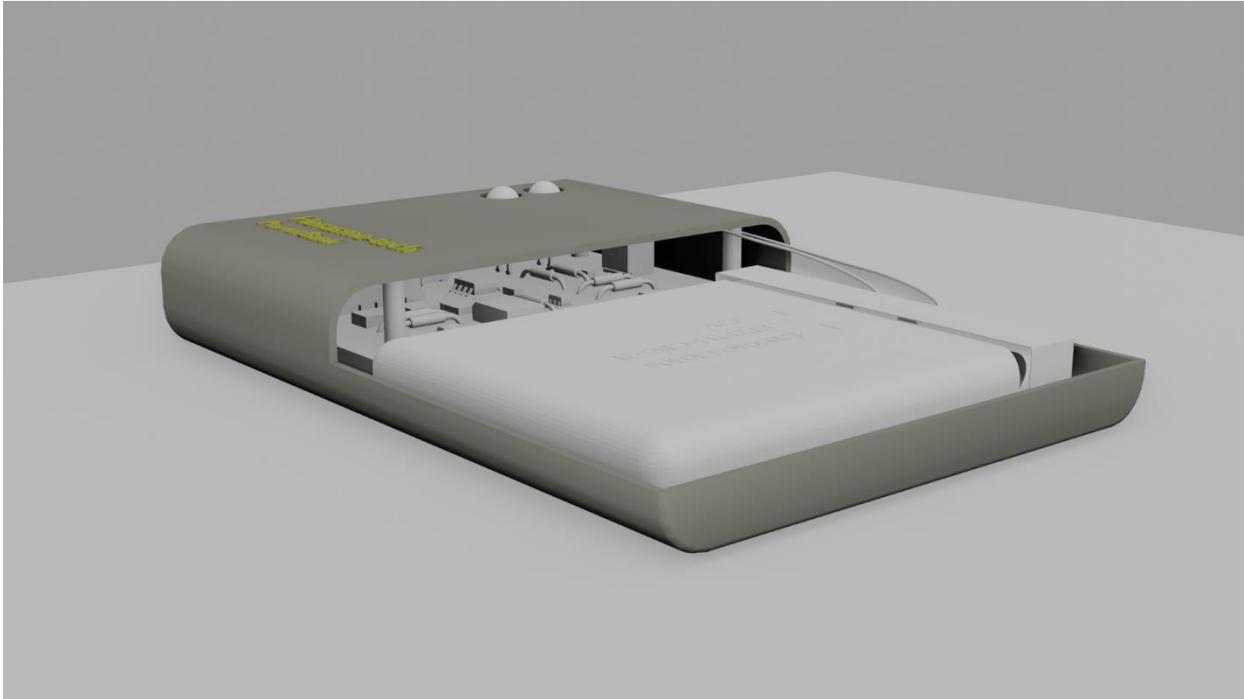




Carcaza del cargador portátil.







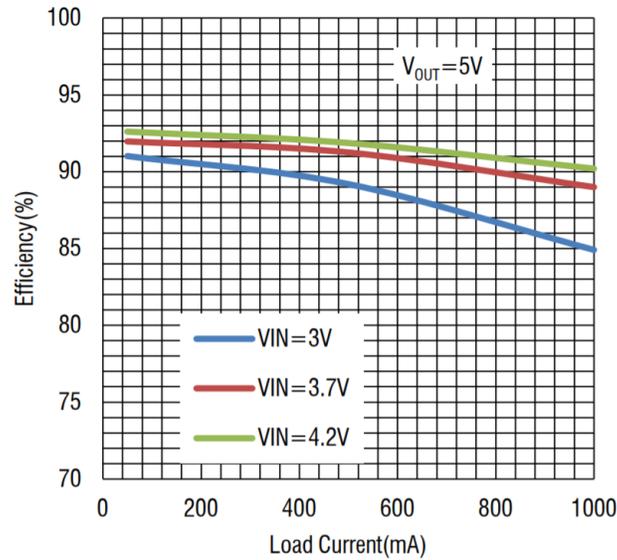


Referencias

- MT3608: <https://www.olimex.com/Products/Breadboarding/BB-PWR-3608/resources/MT3608.pdf>
- DW01A: https://www.ic-fortune.com/upload/Download/DW01x-DS-17_EN_53550.pdf
- TP4056: <https://dlmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf>

Anexo

Eficiencia del MT3608



Tiempo de carga de la batería

Complete Charge Cycle (1000mAh Battery)

