

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Área Académica de Ingeniería en Computadores

Programa de Licenciatura de Ingeniería en Computadores



Trabajo Final de Graduación

Informe de Factibilidad de Módulos de Hardware

**Desarrollo de un UAV modular de costo reducido
con propósitos educativos y de investigación**

Elaborado por

Jose Ignacio Granados Marín

Ingeniería en Computadores

No. Carné: 2018319698

Supervisado por: MSc. Luis Alberto Chavarría Zamora

Una vez finalizados cada uno de los diversos módulos de hardware, diseñados para el dron Bitcraze Crazyflie 2.0, se procedió con su respectiva cotización. Lo anterior, con el objetivo de conocer el costo final de producción de las diversas interfaces modulares, que pueden ser adicionadas o no al dispositivo en cuestión, según sea la necesidad que se disponga.

Para conocer los precios de fabricación finales, se optó por contactar a la empresa de manufactura electrónica JLCPCB, la cual solicitó una serie de archivos, que fueron generados a través de la herramienta de KiCad 7.0, para facilitar el proceso de cotización. Dichos archivos corresponden al de forma y ubicación de cada elemento (GERBER por sus siglas en inglés), BOM (Bill Of Material) y CPL (Component Placement List). El primero, almacena todos los datos de forma y ubicación de cada elemento en el diseño de placa de circuito impreso. El segundo, consiste en una lista de todas las piezas necesarias en el proceso de fabricación para construir el PCB. El tercero, especifica la posición exacta, la rotación y en qué lado de la placa debe colocarse cada designador de referencia de componente.

Una vez proveídos cada uno de los archivos antes mencionados, fue necesario realizar la selección de cada uno de los componentes de fabricación, con base en la existencia de cada una de ellos en los almacenes de la empresa JLCPCB, para verificar su disponibilidad y venta para la construcción de las interfaces modulares.

Luego de haber completado cada uno de los pasos del proceso anterior, se obtuvieron cada una de las cotizaciones de los diversos módulos de hardware diseñados, listos para ser pagados y encargados para su futura producción y entrega de los mismos. Los precios de cada diseño individual, se muestran en la siguiente tabla:

Cotizaciones de diseño de módulos individuales	
Módulo de Hardware	Costo
USB	\$16.96
USB 2	\$17.39
GigE	\$114.24
FPV 3 Pines	\$16.68
FPV 4 Pines	\$14.72
Total	\$179.99

Como se puede observar en la tabla anterior, los módulos de USB, USB 2, FPV 3 Pines y FPV 4 Pines rondan entre los \$14.72 y \$17.39, ya que los mismos representan los diseños más simples, en términos de cantidad de componentes y trazas requeridas. Además, los módulos antes mencionados solo hacen uso de la capa de top, para llevar a cabo sus respectivas funciones. Por otra parte, la interfaz GigE es la que dispone del precio más elevado, comparado con el resto de diseños, debido a que cuenta con una gran diversidad de componentes variados, así como un controlador especial para señales de red. Además, durante su proceso de diseño, fue necesario hacer uso de las capas de top y bottom, para mantener el mismo tamaño de placa que los demás módulos diseñados.

Una vez cotizados todos los módulos por separado, se valoró la posibilidad de diseñar una sola placa de circuito impreso, con los diversos módulos involucrados, para determinar si su costo permanece igual, disminuye o aumenta. Por lo que, se procedió a cotizar dos diseños, el primero con los cinco módulos totales y el segundo, con solo cuatro módulos, excluyendo la interfaz GigE, ya que es la única que hace uso de ambas capas del circuito impreso, top y bottom. Los diseños anteriores, se encuentran pensados para ahorrar materiales y ser cortados o separados por medio de alguna cortadora especial o láser, posterior a su entrega, para hacer uso de los módulos de forma individual. Dado lo anterior, los precios de los diseños antes mencionados, se muestran en la siguiente tabla:

Cotizaciones de diseño de módulos en conjunto	
Módulos de Hardware	Costo
USB, USB 2, GigE, FPV 3 Pines y FPV 4 Pines	\$120.01
USB, USB 2, FPV 3 Pines y FPV 4 Pines	\$21.27

Si se realiza una comparación directa de precios entre las dos tablas anteriores, es evidente que es mucho más factible cotizar los módulos en conjunto que de forma individual. Lo anterior, se debe, principalmente, a que fabricar una sola placa y realizar cuatro cortes perpendiculares, en forma de cuadrado, involucra una menor cantidad de tiempo y trabajo que preparar, construir y cortar cinco módulos diferentes.

Ahora bien, se decidió cotizar una placa que dispusiera, únicamente, de los módulos que hacen uso solo de la capa de superior (USB, USB de 2 puertos, FPV de 3 pines y FPV de 4 pines) con la idea principal de determinar si el precio de dicha placa, en conjunto con el valor económico del módulo individual de la interfaz GigE, suman un precio de menor de coste. Por lo que, los precios finales de los cinco módulos, en diferentes presentaciones, se muestran en la siguiente tabla:

Cotizaciones de diseño de módulos en conjunto	
Módulos de Hardware	Costo
Módulos individuales	\$179.99
Módulos en conjunto	\$120.01
Módulos en conjunto con la interfaz GigE por separado	\$135.51

Como se puede observar en la tabla anterior, el diseño de PCB que cuenta con la cotización de menor costo, es la placa con los cinco módulos en conjunto como si se tratara de un solo circuito impreso. Como se mencionó anteriormente, dicho diseño está pensado para que sea dividido en cada uno de los módulos pertinentes, una vez pagado y entregado al comprador por parte de la empresa JLCPCB.

Por lo que, el diseño antes mencionado, representa la cotización con mayor factibilidad, a elegir y considerar, para el proyecto de diseño de un vehículo aéreo no tripulado, cuya característica principal consiste en el bajo costo de diseño, manufactura y producción.