



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

**Doble Grado en Ingeniería Electrónica industrial mecánica y
automática e Ingeniería mecánica**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y DEL SISTEMA
DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN CUADRICÓPTERO DE
APLICACIÓN GENERAL**



Memoria Económica

Autor/a: Morales Vélez, Alejandro
Director/a: Manzanares Brotons, Manuel Andrés
Codirector/a: Travieso Rodríguez, José Antonio
Convocatoria: septiembre 2023

Índice

1. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO	3
1.1. Costes ingeniería	3
1.2. Coste prototipo	4
1.3. Coste producción seriada	6

1. Análisis Económico del Proyecto

En este apartado se realizará el análisis económico desglosado en costes prototipo, los que englobaran la parte de recursos humanos o de ingeniería, materiales y recursos energéticos y, por otro lado, los costes de producción seriada.

1.1. Costes ingeniería

Los costes de ingeniería son todos aquellos costes de personal durante la fase de estudio de viabilidad, diseño y desarrollo, así como de las licencias y equipos necesarios durante el proyecto. Pese y a ser difícil de determinar con total exactitud las horas dedicadas a cada una de las partes, se ha intentado dar una visión lo más cercana a la realidad en cuanto horas de dedicación a un proyecto de tal magnitud.

De esta manera, se pueden encontrar detallados en la siguiente tabla en los grupos correspondientes:

Tabla 1.1. Costes de ingeniería (Fuente: Propia)

Cometido	Especificación	Dedicación (h) ó cantidad (unidades)	Precio	Total
Diseño inicial	Estudio de viabilidad	50	30,00 €	1.500,00 €
	Requerimientos y alcance del proyecto	50	30,00 €	1.500,00 €
	Diseño y dimensionamiento mecánico	80	30,00 €	2.400,00 €
	Diseño hardware/software adquisición	80	30,00 €	2.400,00 €
Desarrollo del proyecto	Cálculos y elección de componentes y materiales	150	30,00 €	4.500,00 €
	Diseño de piezas en software CAD	200	30,00 €	6.000,00 €
	Pruebas y ajustes impresión	100	30,00 €	3.000,00 €
	Programación sensores y comunicaciones	200	30,00 €	6.000,00 €
	Desarrollo Aplicación visualización	100	30,00 €	3.000,00 €
	Planos y documentación	200	16,00 €	3.200,00 €

	Montaje y ajustes del prototipo	40	16,00 €	640,00 €
Recursos	Ordenador portátil	1	900,00 €	900,00 €
	Ratón y teclado inalámbrico	1	34,00 €	34,00 €
	Impresora 3D + kit extrusión directa	1	210,67 €	210,67 €
	Licencia Solidworks Trimestral x2	1	3.300,00 €	3.300,00 €
	Alquiler despacho con electricidad y agua x6 meses	1	6.000,00 €	6.000,00 €
			Total	44.584,67 €

1.2. Coste prototipo

En este apartado se desglosarán todos los costes materiales, así como de recursos energéticos del proyecto. Se dividirá en dos partes, costes materiales en general, por otro lado, costes de impresión. Finalmente, ambos se sumarán para dar lugar al coste total.

Tabla 1.2. Costes materiales (Fuente: Propia)

Dispositivo	Modelo	Precio Unitario	Unidades	Importe
Batería Lipo	Gartpot 11.1V 5200mAh	36,50 €	1	36,50 €
Cargador/balaceador baterías Lipo	MAX E6	48,48 €	1	48,48 €
Adaptador AC/DC	Fonestar AD-1510E	21,30 €	1	21,30 €
Power Module	APM v1.0	15,99 €	1	15,99 €
Power distribution board	Matek Systems XT60	10,99 €	1	10,99 €
Controladora de vuelo	APM 2.8	105,73 €	1	105,73 €
Suspensión APM	GreeSafety APM/PIX	1,00 €	4	4,00 €
Receptor	Flysky R6B	12,40 €	1	12,40 €

Emisora	Flysky T6	59,99 €	1	59,99 €
GPS	M8N	44,90 €	1	44,90 €
ESC	Simonk Firmware 40A	13,00 €	4	52,00 €
Motores "Brushless"	EMAX 2213-935KV	10,00 €	4	40,00 €
Hélices CW	Gemfan 1045 CW	4,21 €	2	8,42 €
Hélices CCW	Gemfan 1046 CCW	4,21 €	2	8,42 €
Microcontrolador para ADQ	ESP32 S3 Wroom-1	22,95 €	1	22,95 €
Unidad medición inercial	MPU6050	4,32 €	1	4,32 €
Módulo sensor de temperatura y humedad	DHT22	9,61 €	1	9,61 €
Módulo sensor de presión barométrica	BMP280	3,16 €	1	3,16 €
Módulo sensor calidad del aire	MQ135	4,20 €	1	4,20 €
Módulo Bluetooth	HC-06	11,56 €	1	11,56 €
Insertos roscados M3 y tornillería	Ruthex RX-M3x5.7	0,09 €	50	4,50 €
Total				529,42 €

Tabla 1.3. Costes de impresión (Fuente: Propia)

Pieza	Horas impresión	Consumo (Kw/h)	Coste eléctrico	Cantidad material (g)	Coste Material	Unidades	Total
Quadcopter arm	18 h 7 min	2,174	0,43 €	52,39	2,10 €	4	10,12 €
Arm cover	1h 53 min	0,226	0,05 €	13,64	0,55 €	4	2,36 €
Upper plate	10h 33 min	1,266	0,25 €	115,26	4,61 €	1	4,86 €
Lower plate	10h 17 min	1,234	0,25 €	108,59	4,34 €	1	4,59 €
Spacer	1h 8 min	0,136	0,03 €	2,46	0,10 €	6	0,75 €
Landing gear	2h 24 min	0,288	0,06 €	4,92	0,20 €	4	1,02 €

APM plate	2h	0,24	0,05 €	10,68	0,43 €	1	0,48 €
						Total	24,19 €

Tras el cálculo por separado de ambos conceptos, el total es de:

Tabla 1.4. Costes totales materiales y producción "frame" (Fuente: Propia)

Concepto	Coste
Materiales	529,42 €
Piezas impresas	24,19 €
Total	553,60 €

1.3. Coste producción seriada

Para la producción en serie y teniendo en cuenta que los costes asociados a la energía ya han sido considerados en la impresión de piezas, en este caso se tendrán en cuenta los costes materiales del prototipo, con un descuento dada la producción seriada y, contando las horas de montaje, implementación del programa en el microcontrolador y revisión del producto final, tanto electrónica como estructuralmente hablando.

En este caso no será necesario personal tan cualificado, con lo que se considera el sueldo de operario y técnico cualificado.

Tabla 1.5. Coste producción unidad seriada (Fuente: Propia)

Concepto	Dedicación (horas/unidad)	Coste	Total
Materiales comerciales (descuento 20% incluido)	-	423,53 €	423,54 €
Impresión	-	24,19 €	24,19 €
Montaje hardware	1	12,00 €	12,00 €
Software y comprobaciones funcionamiento	2	16,00 €	32,00 €
		IVA (21%)	103,26 €
		Total	594,99 €

Considerando este precio de producción seriada y teniendo en cuenta que se considera un beneficio razonable un 25% del valor del producto, con lo que el precio final del producto sería de 743,74 €.

Considerando la inversión inicial y costes de prototipo, así como de producción serie, se conseguiría amortizar la inversión a partir de la venta de 915 unidades. Dado que se quiere ser prudente en cuanto al tiempo de amortización se considerará una venta de 30 unidades al mes, pese a que al inicio seguramente serían menores y a medida que los clientes probasen el producto y viesen, la resistencia, configuración, posibilidades de adaptación, entre otras. Se acabarían vendiendo más unidades. Pese a ello, dado que es un mercado limitado y con mucha competencia, se considera una buena media de cálculo.

Con estos valores, se amortizaría la inversión pasados dos años y medio desde el inicio de la producción, lo que podría verse reducido si el volumen de venta se ve incrementado. Para esto hay que tener en cuenta que la producción no sería bajo empleados de la compañía, sino que se ordenaría la fabricación a un tercero y se haría en pedidos o lotes de entre 200-400 unidades, siempre intentando minimizar la cantidad de producto almacenado y el riesgo e inversión inicial.

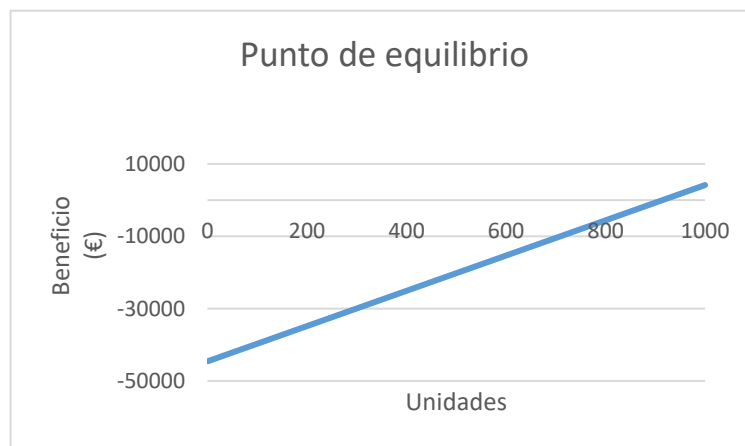


Figura 1.1. Punto de equilibrio/ retorno inversión (Fuente: Propia)

Dado el elevado número de unidades para la amortización de la inversión, se considera otro método de cálculo, que consiste en fijar un número de unidades razonable de venta, calcular todos los costes totales de inversión y a partir de ahí fijar un precio final de producto.

El coste de la producción seriada de 200 unidades, teniendo en cuenta los mismos importes anteriormente mencionados en las tablas, sería:

Tabla 1.6. Costes producción seriada 200 unidades (Fuente: Propia)

Concepto	Coste	Unidades	Total
Coste producción seriada	594,99 €	200	118.997,69 €
Costes de ingeniería	44.584,67 €	1	44.584,67 €
		Total	163.582,36 €

Con este importe y considerando la misma ganancia del 25%, el precio de venta unidad debería ser de 1.022,39 €, lo que tampoco es un precio desorbitadamente más elevado que el calculado mediante el otro método y, es mucho más realista en cuanto a unidades vendidas. En el mercado se pueden encontrar los componentes que conforman el conjunto o drones con los mismos componentes por un precio más barato, en cuanto a control de este refiere, ya que en cuanto a adquisición no es algo habitual.

Por ello, se da la diferenciación en el “frame” a prueba de impactos y la capacidad de adquisición de datos totalmente adaptable a cada situación, sumado al diseño integrado del conjunto en el que todos los componentes se encuentran embebidos dentro de la estructura, minimizando el uso de bridas y otros sistemas de anclaje. Es decir, se pretende destacar por el diseño y material innovador en cuanto a esqueleto o estructura y las grandes capacidades de adquisición y ampliación que ofrece el conjunto, sumado al soporte tanto en la puesta en marcha como técnico a los clientes.

Por tanto, finalmente se considera que pese a un precio bastante elevado para un dron que sale a mercado de un fabricante desconocido hasta el momento, podría llegar a venderse las unidades propuestas, dado que pretende ser un dron más orientado a uso profesional y aplicaciones concretas, lo que amplía el rango de precios de mercado, facilitando algo más la venta.