



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

TRABAJO FINAL DE GRADO

Grado en ingeniería electrónica industrial y automática

**DISEÑO Y MONTAJE DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE
DATOS PARA UN CUADRICÓPTERO**



Memoria Económica

Autor: Albert López Villamor
Director: Manuel Andres Manzanares Brotons
Convocatòria: Enero 2023

Índex

1. Coste del prototipo	2
1. 1 Coste de los materiales empleados	2
1. 2 Coste de recursos humanos	4
2. Coste de una producción seriada	6
2. 1 Coste de materiales	6
2. 2 Coste de recursos humanos	8
2. 3 Beneficios	9

1. Coste del prototipo

En el siguiente apartado se presentan los diferentes tipos de costes que se han tenido en cuenta a la hora de realizar el prototipo de pruebas de este proyecto, dichos costes se pueden desglosar en costes de materiales utilizados, en el que se incluye el precio de los componentes y las herramientas utilizadas, y por último el coste que suponen todas las horas dedicadas.

1. 1 Coste de los materiales empleados

A continuación se presentan dos tablas, una relacionada con los diferentes componentes que se han utilizado para desarrollar este prototipo, en la que se han añadido los sensores comprados como repuestos, junto con otra tabla en la que se muestra el precio de las diferentes herramientas utilizadas.

Tabla 1.1.- Precio de los diferentes componentes comprados

Componente	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
AUKENIEN Breadboard Kit Jumper Wire	15,99 €	1	15,99 €
AZDelivery Jumper Wire	7,99 €	1	7,99 €
Kit de Conectores	15,29 €	1	15,29 €
GPS NEO6MV2	9,90 €	2	19,8 €
GPS NEO6MV2 (Aliexpress)	4,53 €	1	4,53 €
RTC DS3231	6,99 €	1	6,99 €
RTC DS3231 (Aliexpress)	3,72 €	1	3,72 €

Batería recargable Li-ion (Aliexpress)	9,015 €	2	18,03 €
HM-10	11,49 €	1	11,49 €
HC-05	9,99 €	1	9,99 €
Arduino MEGA 2560 R3	23,99 €	1	23,99 €
Pack sensores infrarrojos	8,99 €	1	8,99 €
Sensores de lluvia	5,49 €	1	5,49 €
DHT11	5,49 €	1	5,49 €
BMP180	4,49 €	1	4,49 €
Ky-038	5,59 €	1	5,59 €
MPU6050	7,99 €	1	7,99 €
TEMT6000	5,99 €	1	5,99 €
MQ-135	5,99 €	1	5,99 €

Cabe destacar que la mayoría de cosas se han comprado por Amazon ya que se disponía del servicio prime y por tanto se aseguraba una recogida de producto inmediata. Los componentes que no se compraron por Amazon son aquellos comprados como repuesto, ya que Aliexpress no asegura una entrega inmediata y en el caso de no necesitarlos no habría pasado nada si no llegaban, sin contar con las baterías de litio que aunque se necesitaba no llegó a tiempo.

El precio total de la tabla anterior, teniendo en cuenta un IVA del 21%, es de 187,83 €.

Tabla 1.2.- Precio de las diferentes herramientas compradas.

Componente	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Kit de soldadura	25,99 €	1	25,99 €
Kit de programación Arduino	32,99 €	1	32,99 €

El precio total de las herramientas utilizadas es de 58,98 € incluyendo un IVA del 21%.

Se incluye esta tabla ya que gracias a disponer de ambos kits antes de empezar el proyecto y no tener que comprarlos y esperar su llegada, se ha podido trabajar con ellos y ganar experiencia utilizándolos, ya que ambos se compraron para otras asignaturas, por lo que realmente este coste sería un importe de amortización de herramientas. En el caso del kit de arduino, adicionalmente ha permitido probar códigos de diferentes sensores como el DHT11, un LDR, un sensor de temperatura LM35 y el potenciómetro, por lo que ha servido para determinar la elección de algunos componentes además de disponer de resistencias con diferentes valores, una protoboard, una pila de 9V y cables.

Aún habiendo realizado una placa de circuito impreso para este prototipo, no se incluye ningún coste ya que tanto la placa de cobre como los recursos necesarios para realizar todo el proceso de insulación son proporcionados por el director del proyecto.

1. 2 Coste de recursos humanos

En este apartado se encuentran los costes relacionados con las horas dedicadas a la realización de este proyecto. En consecuencia se puede realizar una estimación del coste total gracias a tener en cuenta el número de horas empleadas en cada una de las partes que conforman el proyecto y el precio por hora que cobra un ingeniero junior promedio en España, el cual es de 12,31 €/h.

Tabla 1.3.- Importe de las diferentes actividades realizadas durante el proyecto según el número de horas..

Actividad	Descripción	Nº de horas	Total
Estudio de la viabilidad del proyecto	Estudio Arduino IDE, Mit App Inventor y selección de componentes	80	984,8 €
Diseño del hardware y del software	Tiempo dedicado a la elaboración de los esquemas electrónicos, diseños de las PCB, del programa en Arduino y de la aplicación móvil	275	3385,25 €
Montaje del hardware	Tiempo dedicado a la elaboración de los prototipos	60	738,6 €
Depuración del software	Control de los datos obtenidos por los sensores, de los datos enviados por bluetooth y del almacenamiento de datos	180	2215,8 €
Pruebas funcionales	Ajustes y pruebas con el prototipo	50	615,5 €

Elaboración de la documentación	Realización de la memoria técnica, económica, anexos y planos	165	2031,15 €
--	---	-----	-----------

En consecuencia, conociendo el tiempo en el que se ha realizado el proyecto, el cual ha sido de 810 horas trabajadas a un precio de 12,31 €, se tiene un coste total sin IVA de 9971,1 €. Sin embargo si se tiene en cuenta un IVA del 21% el coste alcanza los 12065,03 €.

Al coste de este proyecto se les pueden añadir los costes generales relacionados con disponer de un despacho para realizar el proyecto, estos costes pueden ser de agua, luz, teléfono, alquiler y wifi entre otras cosas y se puede aproximar a un importe de 1500 €.

A continuación se presenta una tabla con los costes totales:

Tabla 1.4.- Costes totales del proyecto incluyendo IVA.

Tipo de coste	Precio total
Importe total de los materiales	187,83 €
Importe total de las herramientas	58,98 €
Importe de recursos humanos	12065,03 €
Importe de los gastos generales	1500 €

Gracias a la tabla anterior se observa que el precio total de realizar este proyecto ha sido de 13811,84 €.

Finalmente cabe destacar que al ser un proyecto realizado por un ingeniero junior que los precios tanto en materiales y herramientas como en horas empleadas resultan elevados. Si el proyecto hubiese sido realizado por personal más cualificado, es decir profesionales especializados en el tema y por una empresa, los costes hubiesen disminuido al igual que las horas necesarias para la elaboración del proyecto.

2. Coste de una producción seriada

En este apartado se presentará un estudio económico relacionado con producir una unidad, sin embargo también se verá el beneficio obtenido al vender dicha unidad como parte de un lote de 250 unidades. El beneficio que se espera es de cerca del 25%.

En el caso del importe de materiales, al estar en una empresa y realizar grandes pedidos podemos suponer que al comprar todos los componentes para realizar el prototipo se ha tenido un descuento del 20%. Por otro lado el coste relacionado con las herramientas y su amortización aquí no se contempla ya que se considera que este prototipo está siendo fabricado por una empresa en la cual ya tiene todo lo necesario, de igual forma el importe de los costes de recursos humanos se verá altamente reducido por tener profesionales trabajando para desarrollar el prototipo.

2. 1 Coste de materiales

Tabla 2.1.- Precio de los diferentes componentes comprados

Componente	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
AUKENIEN Breadboard Kit Jumper Wire	15,99 €	1	15,99 €
AZDelivery Jumper Wire	7,99 €	1	7,99 €
Kit de Conectores	15,29 €	1	15,29 €
GPS NEO6MV2	9,90 €	2	19,8 €
GPS NEO6MV2 (Aliexpress)	4,53 €	1	4,53 €
RTC DS3231	6,99 €	1	6,99 €
RTC DS3231 (Aliexpress)	3,72 €	1	3,72 €

Batería recargable Li-ion (Aliexpress)	9,015 €	2	18,03 €
HM-10	11,49 €	1	11,49 €
HC-05	9,99 €	1	9,99 €
Arduino MEGA 2560 R3	23,99 €	1	23,99 €
Pack sensores infrarrojos	8,99 €	1	8,99 €
Sensores de lluvia	5,49 €	1	5,49 €
DHT11	5,49 €	1	5,49 €
BMP180	4,49 €	1	4,49 €
Ky-038	5,59 €	1	5,59 €
MPU6050	7,99 €	1	7,99 €
TEMT6000	5,99 €	1	5,99 €
MQ-135	5,99 €	1	5,99 €
Total			187,83 €
Total con descuento del 20%			148,39 €

En el precio de la tabla anterior, el cual incluye IVA del 21%, se siguen incluyendo los componentes de repuesto porque tanto el RTC como el GPS son componentes que tienen más probabilidades de no funcionar que los otros sensores, de igual forma se incluyen dos baterías para poderlas intercambiar mientras una carga y la otra se utiliza.

2. 2 Coste de recursos humanos

El coste de recursos humanos, como ya se ha mencionado, se reducirá mucho ya que al realizar una producción seriada el tiempo dedicado recaerá principalmente en el montaje y en las pruebas funcionales de cada pieza del lote. Esto no quiere decir que los otros apartados como el estudio de la viabilidad del proyecto o el diseño tanto del software como del hardware no se tengan en cuenta, sino que solamente se realizan una sola vez para un solo prototipo ya que los otros serán exactamente iguales y por lo tanto no se pondrán en la tabla siguiente.

En este caso como se teoriza que la producción se realiza en una empresa con profesionales, se tendrá en cuenta el importe por hora que suele tener un ingeniero promedio en España, el cual es de 15,38 €.

Tabla 2.2.- Importe de las diferentes actividades realizadas durante el proyecto según el número de horas..

Actividad	Descripción	Nº de horas	Total
Montaje del hardware	Tiempo dedicado a la elaboración del sistema de adquisición	5	76,9 €
Pruebas funcionales	Ajustes y pruebas con el sistema de adquisición	10	153,8 €

En consecuencia el importe de los recursos humanos para una unidad en la producción seriada sería de 230,7 € sin IVA, si se le incluye un IVA del 21% se tiene un coste de 279,15 €.

Una vez conocidos todos los costes se puede observar el precio de realizar una unidad en la siguiente tabla.

Tabla 2.3.- Costes totales de fabricar una unidad, incluyendo IVA.

Tipo de coste	Precio total
Importe total de los materiales	148,39 €
Importe de recursos humanos	279,15 €
Total	427,54 €

2.3 Beneficios

Al costar una unidad 427,54 € incluyendo IVA y lo que se pretende es obtener un beneficio del 25%, cada unidad debería venderse por 534,43 €.

A continuación se muestra una tabla acerca de la amortización del producto.

Tabla 2.4.- Beneficio por vender una unidad.

Tipo de coste	Precio total
Importe de producir una unidad en una producción seriada	427,54 €
Precio de venta de una unidad para obtener un beneficio del 25 %	534,43 €
Beneficio	106,89 €

En el caso de vender las 250 unidades fabricadas al precio unitario cada una, se obtendrían unos beneficios de 133606,25 €. En consecuencia esto provocaría tener grandes beneficios respecto al coste de la realización del prototipo, el cual ha sido de 13811,84 €.

Por otro lado mencionar que el vender una unidad por 534,43 € es más que adecuado ya que la realización de estudios ambientales cuesta como mínimo unos 1080 € e incluso puede llegar a máximos de 8000 €. Sin perder de vista que es un prototipo y que en el futuro pueda ser mejorado, una característica que cabe recalcar de ser un prototipo es que al estar diseñado a través del Arduino IDE esto permite la implementación de sensores extra o diferentes, siempre y cuando antes se consulte con la empresa ya que deberían adecuar la placa de circuito impreso, y de igual forma Mit App Inventor permite tener los datos en el teléfono del usuario a diferencia de otros estudios.