



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

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Grau en Enginyeria Mecànica

**DISSENY I MUNTATGE D'UN SISTEMA DE SEGUIMENT
SOLAR PER INSTAL·LACIONS DE BAIXA POTÈNCIA.**



Memòria Econòmica

Autor: Roger Pérez Betoret
Director: Jordi Llumà Fuentes
Director: Manuel Andres Manzanares Brotons
Convocatòria: Setembre 2023

Índex

INTRODUCCIÓ	1
1. COST DE PRODUCCIÓ DEL PROTOTIP	3
1.1. Costos d'enginyeria.....	5
1.2. Costos generals	6
1.3. Cost total	7
2. COST DE PRODUCCIÓ DEL PROTOTIP DE PROVES	8
3. COST DE PRODUCCIÓ SERIADA	9

Índex de taules

Taula 1. Cost dels components electrònics del prototip _____	3
Taula 2. Cost dels materials del prototip _____	4
Taula 3. Cost d'elements diversos del prototip _____	4
Taula 4. Cost dels elements de transmissió del prototip _____	4
Taula 5. Cost dels elements de captació _____	4
Taula 6. Cost general de materials del prototip _____	5
Taula 7. Cost exercici d'enginyeria - Júnior _____	5
Taula 8. Cost exercici d'enginyeria - Sènior _____	6
Taula 9. Costos generals _____	6
Taula 10. Cost total - Júnior _____	7
Taula 11. Cost total - Sènior _____	7
Taula 12. Cost dels components i materials del prototip de proves _____	8
Taula 13. Cost de materials seriat _____	9
Taula 14. Cost d'elements diversos seriat _____	9
Taula 15. Cost d'elements de transmissió seriat _____	10
Taula 16. Cost d'elements de captació seriat _____	10
Taula 17. Cost de components electrònics seriat _____	11
Taula 18. Cost total dels materials per a producció seriada _____	12
Taula 19. Cost total i preu d'una producció seriada _____	12

Introducció

Aquest document es detallaran els costos incorreguts pel desenvolupament d'aquest projecte, tant els generats pel desenvolupament del prototip de proves, el seguidor i la suposada producció seriada d'aquest.

Per cada partida pressupostària es plantegen els costos pels materials emprats i pel temps dedicat a diverses tasques d'enginyeria.

- Materials
- Temps d'estudi de viabilitat
- Temps de disseny
- Temps de muntatge
- Temps de programació i depuració
- Temps de testatge
- Temps de documentació
- Generals

1. Cost de producció del prototip

El cost de producció del prototip comercial es planteja a continuació. En aquest apartat, es mostren els costos dels materials per la construcció, els components electrònics per fer el seguiment, els elèctrics per la captació d'energia elèctrica, els components mecànics que produeixen el moviment així com altres costos derivats d'aquests. Tots els components anomenats en les següents partides tenen inclòs un IVA del 21%.

Taula 1. Cost dels components electrònics del prototip

Component	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Circuit imprès placa		1	15,00 €	15,00 €
Circuit imprès LDR		1	2,00 €	2,00 €
Circuit imprès IR		1	2,00 €	2,00 €
Microcontrolador	Atmega2560	1	8,87 €	8,87 €
Cristall de quars	16MHz	1	0,30 €	0,30 €
Condensador	1uF	4	0,03 €	0,12 €
Resistència	10 kΩ	18	0,04 €	0,72 €
LDR	Fotoreistors	4	0,86 €	3,42 €
Potenciòmetre	10 kΩ	2	0,85 €	1,70 €
Anemòmetre	Rika 100 02	1	25,00 €	25,00 €
Polsador		1	0,18 €	0,18 €
DSH300	Controlador	1	60,00 €	60,00 €
BTS7960	Controlador	2	0,90 €	1,80 €
74HC244	Buffer	1	0,32 €	0,32 €
DS3231	RTC	1	7,91 €	7,91 €
Resistència	220 Ω	2	0,04 €	0,08 €
Díode	1N4148	1	0,09 €	0,09 €
LED	Vermell	2	0,05 €	0,10 €
Resistència	1 kΩ	4	0,04 €	0,16 €
Pila	Boto 3v	1	0,60 €	0,60 €
Resistència	4,7 kΩ	10	0,04 €	0,40 €
Condensador	0,1 uf	1	0,03 €	0,03 €
Hy1602e	LCD16x2	1	0,63 €	0,63 €
Pcf8574	Expansor I/O	1	1,40 €	1,40 €
Potenciòmetre	Per placa 10 kΩ	2	1,00 €	2,00 €
Lm358	Op-amp	1	0,38 €	0,38 €
Receptor IR	Díode receptor d'IR	1	0,66 €	0,66 €
Transistor NPN		1	0,33 €	0,33 €
			Total	136,20 €

Taula 2. Cost dels materials del prototip

Element estructural	Descripció	Longitud (m)	Preu unitari (€/kg)- (€/m)	Preu (€)
Barra longitudinal / vertical	Barra d'alumini 6063	4,5	1,85 €	8,33 €
Tub quadrat	Tub d'acer buit 35 x 35	0,75	2,11 €	1,58 €
Tub travesser	Tub d'alumini 6063	0,7	1,85 €	1,30 €
Planxa superior	Planxa d'acer 1 cm	1	2,58 €	2,58 €
Suports	Planxa d'acer 0,5 cm	1	2	2
			Total	15,79 €

Taula 3. Cost d'elements diversos del prototip

Elements diversos	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Caixa de projectes	Caixa per cobrir components	1	4,00 €	4,00 €
Elements de subjecció	Diversos components de subjecció	X	20,00 €	20,00 €
Suport actuator	Suport per l'actuator lineal	2	6,40 €	12,80 €
Suport motor	Suport per al motor pas a pas	1	2,67 €	2,67 €
			Total	39,47 €

Taula 4. Cost dels elements de transmissió del prototip

Elements de transmissió	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Actuator	Actuator Transmotec	1	618,00 €	618,00 €
Corona	Corona de gir Igus	1	223,30 €	223,30 €
Motor pas a pas	Motor Transmotec	1	66,50 €	66,50 €
Roda dentada	Engranatge recte 20 dents	1	14,21 €	14,21 €
Rodament	Rodament SKF	2	7,00 €	14,00 €
			Total	936,01 €

Taula 5. Cost dels elements de captació

Elements de captació	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Panell solar	Sm200w Must	2	181,00 €	362,00 €
Bateria	Tensite 250 ah	2	313,00 €	626,00 €
Inversor	PV18-1012 PVK	1	195,00 €	195,00 €
Cablejat	Cablejat	2	10,00 €	20,00 €
			Total	1.203,00 €

El cost dels materials per la producció del prototip de comercial és de 2.371,20 €

Taula 6. Cost general de materials del prototip

Partida	Cost (€)
Component	136,20 €
Element estructural	15,79 €
Elements diversos	39,47 €
Elements de transmissió	936,01 €
Elements de captació	1.203,00 €
Total	2.330,47 €

1.1. Costos d'enginyeria

Una vegada definits els costos dels productes tangibles a continuació també cal comptabilitzar les hores disposades i valorar el cost del treball pel desenvolupament. Suposant primerament que el projecte ha estat efectuat per un enginyer de categoria "Júnior" i, per tant, requeria més temps per a cada tasca i posteriorment el suposat que l'enginyer ja tingues estatut de "Sènior" que treballaria d'una manera més àgil però a un cost horari més elevat.

Taula 7. Cost exercici d'enginyeria - Júnior

Tasca	Hores	Cost horari (€/h)	Cost (€)
Estudi viabilitat	150	20,00 €	3.000,00 €
Disseny hardware y software	350	22,00 €	7.700,00 €
Muntatge hardware	200	17,00 €	3.400,00 €
Depuració software	165	22,00 €	3.630,00 €
Probes funcionals	155	17,00 €	2.635,00 €
Documentació	250	20,00 €	5.000,00 €
Hores totals	1270	Total	25.365,00 €
		Total amb iva (21%)	30.691,65 €

Per contra, un enginyer Sènior podria dedicar prop d'un 40% del temps total i obtenir resultats similars a canvi d'una pujada de la retribució.

Taula 8. Cost exercici d'enginyeria - Sènior

Tasca	Hores	Cost horari (€/h)	Cost (€)
Estudi viabilitat	60	40,00 €	2.400,00 €
Disseny hardware y software	140	44,00 €	6.160,00 €
Muntatge hardware	80	34,00 €	2.720,00 €
Depuració software	66	44,00 €	2.904,00 €
Proves funcionals	62	34,00 €	2.108,00 €
Documentació	100	40,00 €	4.000,00 €
Hores totals	508	Total	20.292,00 €
		Total amb iva (21%)	24.553,32 €

El total de 1270 hores correspon a una aproximació del temps dedicat a aquest projecte. El projecte té un pes acadèmic de 48 crèdits ECTS i que cadascun d'aquest requereix 25 hores de treball.

1.2. Costos generals

Altres costos derivats de l'exercici de la feina d'enginyeria també han de ser contemplats. Aquests engloben el cost de les llicències dels programaris utilitzats, el lloguer d'un despatx on treballar, rebre clients i els subministraments necessaris d'aquest.

Taula 9. Costos generals

Concepte	Cost Mensual
Llicències	400,00 €
Lloguer despatx	350,00 €
Subministraments	100,00 €
Total	850,00 €

1.3. Cost total

Així doncs, el cost total del desenvolupament del prototip és de:

Taula 10. Cost total - Júnior

Partida	Cost (€)
Costos de materials i components	2.330,47 €
Costos d'enginyeria (Júnior)	30.691,65 €
Costos generals	850,00 €
Total	33.872,12€

I si es tractés d'un enginyer sènior:

Taula 11. Cost total - Sènior

Partida	Cost (€)
Costos de materials i components	2.330,47 €
Costos d'enginyeria (Sènior)	24.553,32 €
Costos generals	850,00 €
Total	27.733,79 €

2. Cost de producció del prototip de proves

Els costos del prototip elaborat com a banc de treball per al desenvolupament del projecte s'exposen a continuació.

Els costos derivats dels materials i components emprats pel prototip, aquests han estat adquirits a preu de consum i no com a professional, per tant, tots els preus inclouen un IVA del 21% i no s'apliquen descomptes segons el volum de compres.

Taula 12. Cost dels components i materials del prototip de proves

Component	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Placa desenvolupament	Arduino MEGA	1	42,00 €	42,00 €
Placa prototipatge	Placa perforada	1	6,53 €	6,53 €
Cablejat	Lot de connectors <i>Jumper</i>	1	4,60 €	4,60 €
Sensor de força	Sensor de força	1	7,00 €	7,00 €
Anemòmetre	Sensor de vent	1	3,00 €	3,00 €
LDR	Lot de fotoresistors	10	0,35 €	3,50 €
Resistència	Lot de resistències	10	0,03 €	0,30 €
Potenciòmetre	Potenciòmetre rotatiu	2	1,00 €	2,00 €
Botons	Polsador	1	0,25 €	0,25 €
Servomotor	Mg995	2	9,50 €	19,00 €
RTC	DS3231	1	4,80 €	4,80 €
LCD	16x2 amb mòdul i2c	1	14,52 €	14,52 €
Teclat	Teclat de membrana 4x4	1	7,00 €	7,00 €
Connector USB	Cable USB A-USB B	1	8,00 €	8,00 €
Cable alimentació	Cable alimentació 12 V	1	9,98 €	9,98 €
Subjecció i materials	Diversos materials, caragols...	1	25,00 €	25,00 €
LM2596	Convertidor DC-DC Buck	1	5,00 €	5,00 €
Gestor de càrrega	Gestor de càrrega 5V	1	15,00 €	15,00 €
Panell	Panell monocristal·lí 25W	1	25,00 €	25,00 €
Materials	PVC escumat 50 x 50	1	10,00 €	10,00 €
			Total	212,48 €

3. Cost de producció seriada

A continuació es plantegen els costos que generaria una producció de cent seguidors de manera industrial, en aquest cas es planejaran les mateixes partides que en la producció del prototip comercial però amb un ajust de preu considerant els descomptes oferts pels proveïdors en comprar grans quantitats.

Taula 13. Cost de materials seriat

Elements estructurals	Descripció	Longitud (m)	Preu unitari (€/kg)- (€/m)	Preu (€)	Preu (€ ·100)
Barra longitudinal / vertical	Barra d'alumini 6063	4,5	1,85 €	8,33 €	832,50 €
Tub quadrat	Tub d'acer buit 35 x 35	0,75	1,14 €	0,86 €	85,50 €
Tub travesser	Tub d'alumini 6063	0,7	1,85 €	1,30 €	129,50 €
Planxa superior	Planxa d'acer	2	2,58 €	5,16 €	516,00 €
				Total	1.563,50 €

Taula 14. Cost d'elements diversos seriat

Elements diversos	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu volum (€)	Preu (€·100)
Caixa de projectes	Caixa per cobrir components	1	4,00 €	3,00 €	300,00 €
Elements de subjecció	Diversos components de subjecció	X	15,00 €	15,00 €	1.500,00 €
Suport actuator	Suport per l'actuator lineal	2	9,66 €	9,66 €	1.932,00 €
Suport motor	Suport per al motor pas a pas	1	5,40 €	5,40 €	540,00 €
				Total	4.272,00 €

Taula 15. Cost d'elements de transmissió seriat

Elements de transmissió	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu volum (€)	Preu (€·100)
Actuador	Actuador Transmotec	1	618,00 €	250,00 €	25.000,00 €
Corona	Corona de gir Igus	1	223,30 €	160,00 €	16.000,00 €
Motor pas a pas	Motor Transmotec	1	66,50 €	32,50 €	3.250,00 €
Roda dentada	Engranatge recte 20 dents	1	14,21 €	12,64 €	1.264,00 €
Rodament	Rodament SKF	2	7,00 €	6,50 €	1.300,00 €
				Total	46.814,00 €

Per la instal·lació elèctrica,

Taula 16. Cost d'elements de captació seriat

Elements	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu volum (€)	Preu (€·100)
Panell solar	Panell solar	400 W	0,2469 € /W	98,76 €	9.876,00 €
Bateria	Bateria 250 Ah	500 Ah	77,00 €	73,00 €	7.300,00 €
Inversor	PV18-1012 PVK	1	77,85 €	70,25 €	7.025,00 €
Cablejat	Cablejat	1	10,00 €	10,00 €	1.000,00 €
				Total	25.201,00 €

Per aconseguir un preu competitiu s'ha optat per substituir el proveïdor dels components de captació d'energia solar. En el pressupost del prototip s'han triat uns panells, unes bateries i un inversor provinents d'una empresa espanyola de venda al consumidor. Per la producció seriada, s'ha buscat un proveïdor especialitzat a atendre comandes de grans quantitats obtenint reduir en gran manera l'impacte econòmic que suposaria aquesta partida.

Taula 17. Cost de components electrònics seriat

Components	Descripció	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu volum (€)	Preu (€·100)
Circuit imprès placa		1	15,00 €	2,00 €	200,00 €
Circuit imprès LDR		1	2,00 €	0,50 €	50,00 €
Microcontrolador	Atmega2560	1	8,87 €	8,53 €	853,00 €
Cristall de quars	16mhz	1	0,30 €	0,20 €	20,00 €
Condensador	1uf	4	0,46 €	0,13 €	52,80 €
Resistència	10 kΩ	18	0,40 €	0,16 €	295,20 €
LDR	Fotoresistors	4	0,86 €	0,83 €	330,40 €
Potenciòmetre	10 kΩ	2	1,25 €	0,93 €	185,40 €
Receptor IR	Díode IR	1	0,66 €	0,28 €	28,00 €
Lm358	Op-amp	1	0,38 €	0,14 €	14,00 €
Anemòmetre	Rika 100 02	1	25,00 €	10,00 €	1.000,00 €
Polsador		1	0,18 €	0,17 €	16,90 €
Dsh300	Controlador	1	60,00 €	51,50 €	5.150,00 €
Bts7960	Controlador	2	0,90 €	0,80 €	160,00 €
74hc244	Buffer	1	0,32 €	0,23 €	22,90 €
Ds3231	RTC	1	7,91 €	6,03 €	603,00 €
Resistència	220 Ω	2	0,40 €	0,16 €	32,80 €
Díode	1n4148	1	0,09 €	0,04 €	3,80 €
LED	Vermell	2	0,40 €	0,20 €	40,00 €
Resistència	1 kΩ	4	0,40 €	0,16 €	65,60 €
Pila	Boto 3v	1	0,60 €	0,39 €	38,50 €
Resistència	4,7 kΩ	10	0,40 €	0,16 €	164,00 €
Condensador	0,1 uf	1	0,46 €	0,13 €	13,20 €
Hy1602e	LCD 16x2	1	0,63 €	0,63 €	63,00 €
Pcf8574	Expansor i/o	1	1,40 €	0,98 €	98,10 €
Potenciòmetre	Per placa 10 kΩ	1	1,00 €	0,90 €	90,00 €
Transistor NPN		1	0,33 €	0,20 €	19,90 €
				Total	9.610,50 €

El cost dels materials és de

Taula 18. Cost total dels materials per a producció seriada

Partida	Cost (€)
Component	9.610,50 €
Element estructural	1.563,50 €
Elements diversos	4.272,00 €
Elements de transmissió	46.814,00 €
Elements de captació	25.201,00 €
Total	87.461,00 €
Cost unitari	874,61 €

Per calcular el cost que suposaria cada seguidor cal comptabilitzar el cost del muntatge, de les comprovacions de funcionament i l'amortització dels costos d'enginyeria.

En aquest cas els costos comentats poden ser realitzats per un operari reduint el cost horari fins a 12 €/hora. L'amortització es realitza repartint els costos d'enginyeria de l'enginyer sènior calculats en l'apartat anterior entre els cent seguidors que es fabricaran.

Taula 19. Cost total i preu d'una producció seriada

Tasca	Hores	Cost horari (€/h)	Cost (€)
Cost unitari			874,61
Amortització			277,33 €
Muntatge	5	12,00 €	60,00 €
Comprovacions	1	12,00 €	12,00 €
		Total	1.223,94 €

El cost de venda al públic de cada seguidor serà de 1224 €. Aquest preu és proper al que es pot trobar al mercat per a productes similars.[31]