



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Estudi d'una màquina per a la fabricació de filament reciclat per impressora 3D

Document:

Pressupost

Autor:

Laura Piedrafita Bonet

Director:

José Antonio Ortiz Marzo

Titulació:

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i
Automàtica

Convocatòria:

Primavera, 2021

TREBALL FINAL D'ESTUDIS

Índex

Índex	1
1. Projecte	2
1.1. Planificació.....	2
1.2. Disseny.....	2
1.3. Modelat peces 3D.....	2
1.4. Redacció documents.....	2
Memòria.....	2
Pressupost.....	3
Plànols.....	3
1.5. Presentació.....	3
2. Estat d'amidaments	4
2.1. Trituradora.....	4
2.2. Extrusora.....	4
2.3. Bobinat.....	6
2.4. Elements generals.....	6
2.5. Eines.....	7
3. Quadre de preus unitaris	9
3.1. Trituradora.....	9
3.2. Extrusora.....	9
3.3. Bobinat.....	11
3.4. Elements generals.....	12
3.5. Eines.....	13
4. Pressupost d'execució material (PEM)	14
4.1. Trituradora.....	14
4.2. Extrusora.....	14
4.3. Bobinat.....	15
4.4. Elements generals.....	15
4.5. Eines.....	16
5. Prototip	17
5.1. Construcció.....	17
5.2. Cost prototip.....	17
6. Pressupost total i Conclusions	18

1. Projecte

Els documents d'aquest projecte es realitzen en un període de 600 h amb un cost de 9 € per hora, això suposa un cost de 5.400 €.

Aquests documents es realitzen amb un portàtil i una pantalla externa, això suposa el següent consum energètic:

- Portàtil: 90,6 W = 0,0906 kWh
- Pantalla externa: 38 W = 0,038 kWh

Consum energètic en una hora de treball: 0,1286 kW

Això comporta un consum energètic total de 77,16 kW.

Donada la nova tarifa de la llum aquest any, tenim tres trams amb preus diferents durant el dia:

- Hora vall: comprèn les hores que van de les 0:00 a les 8:00 i des de les 14:00 a les 18:00 amb un cost de 0,11 €/kWh.
- Hora plana: comprèn les hores que van de les 8:00 a les 10:00 i des de les 22:00 a les 0:00 amb un cost de 0,15 €/kWh.
- Hora punta: comprèn les hores que van de les 10:00 a les 14:00 i des de les 18:00 a les 22:00 amb un cost de 0,24 €/kWh.

Donat que el projecte es duu a terme, en gran part, durant els matins passant pels tres trams el cost mitjà de l'electricitat és de 0,17 €/kWh.

Amb aquest preu el cost del consum energètic en la realització dels documents del projecte és de 13,12 €.

En els següents apartats es desglossen les hores d'acord amb cada tasca i/o document.

1.1. Planificació

Temps davant l'ordinador: 152 h

Kilowatts utilitzats durant la planificació: $152 * 0,1286 = 19,547$ kW

Cost de l'electricitat durant la planificació: $19,547$ kW * 0,17 €/kW = 3,32 €

1.2. Disseny

Temps davant l'ordinador: 215 h

Kilowatts utilitzats durant el disseny: $215 * 0,1286 = 27,649$ kW

Cost de l'electricitat durant el disseny: $27,649$ kW * 0,17 €/kW = 3,00 €

1.3. Modelat peces 3D

Temps davant l'ordinador: 85 h

Kilowatts utilitzats durant el modelatge de les peces 3D: $85 * 0,1286 = 10,288$ kW

Cost de l'electricitat durant la planificació: $10,288$ kW * 0,17 €/kW = 1,75 €

1.4. Redacció documents

Memòria

Temps davant l'ordinador: 100 h

Kilowatts utilitzats durant la redacció de la memòria: $100 * 0,1286 = 12,860$ kW

Cost de l'electricitat durant la redacció de la memòria: $12,860$ kW * 0,17 €/kW = 2,18 €

Pressupost

Temps davant l'ordinador: 15 h

Kilowatts utilitzats durant la redacció de la planificació: $15 * 0,1286 = 1,929 \text{ kW}$

Cost de l'electricitat durant la redacció de la planificació: $1,929 \text{ kW} * 0,17 \text{ €/kW} = 0,33 \text{ €}$

Plànols

Temps davant l'ordinador: 25 h

Kilowatts utilitzats fent el document dels plànols: $25 * 0,1286 = 3,215 \text{ kW}$

Cost de l'electricitat fent el document dels plànols: $3,215 \text{ kW} * 0,17 \text{ €/kW} = 0,54 \text{ €}$

1.5. Presentació

Temps davant l'ordinador: 8 h

Kilowatts utilitzats fent el document dels plànols: $8 * 0,1286 = 1,029 \text{ kW}$

Cost de l'electricitat fent el document dels plànols: $1,029 \text{ kW} * 0,17 \text{ €/kW} = 0,17 \text{ €}$

2. Estat d'amidaments

2.1. Trituradora

Codi	Resum	Quantitat
1.01	Batedora de got	1
	Batedora per reduir la mida dels residus de les impressions 3D	

2.2. Extrusora

Codi	Resum	Quantitat
2.01	Canonada 3/4" de 40 cm de longitud	1
	Quantitat de canonades per fer el fuset	
2.02	Tap 1/2"	1
	Quantitat de taps per fer el broquet	
2.03	Maneguet femella 3/4"	1
	Maneguet femella per unir la canonada amb el reductor	
2.04	Reductor 3/4" a 1/2"	1
	Quantitat de reductors per reduir la mida de la canonada	
2.05	Brida 3/4"	1
	Brida per subjectar la canonada de forma horitzontal	
2.06	Potenciòmetre	2
	Potenciòmetre per controlar de forma manual la velocitat del motor DC	
2.07	PID amb relé d'estat sòlid	1
	PID amb relé d'estat sòlid per controlar la temperatura d'extrusió	
2.08	Ventilador 12 V	2
	Ventilador per refrigerar el filament una vegada extrudit	

2.09	Mesurador de profunditat electrònic	1
	Mesurador de profunditat electrònic per mesurar el diàmetre del filament	
2.10	Rodament 693ZZ	4
	Rodament utilitzat en el muntatge per mesurar el diàmetre del filament	
2.11	Banda calefactora 30 mm amb termoparell tipus k	1
	Banda calefactora per fondre el PLA i extrudir-lo pel broquet	
2.12	Broca salomònica 20 mm	1
	Broca salomònica per fer el fuset	
2.13	Goma elàstica	1
	Goma elàstica utilitzada en el muntatge per mesurar el diàmetre del filament	
2.14	Suport mesurador de profunditat	1
	Suport imprès en 3D per al muntatge per mesurar el diàmetre del filament	
2.15	Tremuja	1
	Tremuja per introduir els residus de PLA al fuset	
2.16	Suport pantalla i potenciòmetres	1
	Suport imprès en 3D per a la pantalla LCD i els dos potenciòmetres	
2.17	Motor neteja parabrises	1
	Motor DC que mou el fuset	
2.18	Fusta base extrusora	1
	Fusta utilitzada com a base de la màquina	
2.19	Fusta canonada	1
	Fusta on va collada la brida de ¼" per poder subjectar la canonada	
2.20	Suport motor 1	1
	Suport per al motor DC 1	

2.21	Suport PID	1
	Suport per al PID	
2.22	Adaptador motor 1	1
	Adaptador del motor 1 a la broca salomònica	

2.3. Bobinat

Codi	Resum	Quantitat
3.01	Suport bobina	1
	Suport imprès en 3D per a la bobina del sistema de bobinat	
3.02	Motor DC	1
	Motor DC que mou el sistema de bobinat	
3.03	Suport motor 2	1
	Suport per al motor DC 2	
3.04	Fusta base bobinat	1
	Fusta base per al suport de la bobina i el motor	
3.05	Adaptador motor 2	1
	Adaptador del motor 2 al suport de la bobina per fer-la rotar	

2.4. Elements generals

Codi	Resum	Quantitat
4.01	HiLetGo VNH5019	1
	Controladora per a dos motors DC	
4.02	Elegoo Uno R3	1
	Microcontrolador per controlar la velocitat dels motors i el diàmetre del filament	

4.03	Pantalla LCD I2C 20x4	1
	Pantalla LCD amb adaptador per a protocol I2C amb 20 caràcters per línia i quatre línies.	
4.04	Font d'alimentació 12 V 20A	1
	Font d'alimentació dels dos motors DC i del ventilador	
4.05	Cable jumper mascle-femella	10
	Cable per fer les connexions amb la placa Elegoo	
4.06	Cable jumper mascle-mascle	4
	Cable per soldar i fer les connexions amb la placa Elegoo	
4.07	Cargols M3	3
	Longitud 2 cm, qualitat 6,8, acer galvanitzat	
4.08	Femelles M3	4
	Acer galvanitzat	
4.09	Cable amb clavilla	4
	Cable amb clavilla per poder alimentar la font d'alimentació, el PID, el SSR (relé d'estat sòlid) i la banda tèrmica	

2.5. Eines

Codi	Resum	Quantitat
5.01	Soldador	1
	Soldador per poder soldar els diferents elements	
5.02	Dremel	1
	Eina estil Dremel	
5.03	Trepant	1
	Trepant per fer els forats a la fusta	

Estudi d'una màquina per a la fabricació de filament reciclat per impressora 3D

5.04	Polímetre	1
	Polímetre per comprovar connexions, voltatges i corrents	

3. Quadre de preus unitaris¹

3.1. Trituradora

Codi	Resum		Preu (€)
1.01	Batedora de got		29,99

3.2. Extrusora

Codi	Resum		Preu (€)
2.01	Canonada ¾" de 40 cm de longitud		2,51
2.02	Tap ½"		0,92
2.03	Maneguet femella ¾"		0,90
2.04	Reductor ¾" a ½"		0,84
2.05	Brida ¾"		7,66
2.06	Potenciòmetre		0,80
2.07	PID amb relé d'estat sòlid		25,99

¹ Els elements marcats amb un guió (-) al preu significa que són elements que ja s'havien adquirit amb anterioritat i/o s'han reutilitzat.

Estudi d'una màquina per a la fabricació de filament reciclat per impressora 3D

2.08	Ventilador 12 V		2,08
2.09	Mesurador de profunditat electrònic		9,99
2.10	Rodament 693ZZ		0,74
2.11	Banda calefactora 30 mm amb termoparell tipus k		18,16
2.12	Broca salomònica		29,04
2.13	Goma elàstica		-
2.14	Suport mesurador de profunditat		0,63
	Temps d'impressió ² : 2h 41min -> 0,13 € Quantitat de material ³ : 25 g -> 0,5 €		
2.15	Tremuja		5,91
	Temps d'impressió: 10h 40min-> 0,53 € Quantitat de material: 269 g -> 5,38 €		
2.16	Suport pantalla i potenciòmetres		1,94
	Temps d'impressió: 4h 4min -> 0,2 € Quantitat de material: 87 g -> 1,74 €		
2.17	Motor neteja parabrises		20

² La font d'alimentació de la impressora 3D utilitzada, una Ender 3, és de 350W. Per tant, suposant que aquesta font treballa a màxim rendiment, cosa que no passa mai, el cost per hora d'impressió és de 0,05 €.

³ El PLA utilitzat en aquestes impressions surt a 19,99 €/kg, per tant, el gram surt a 0,02 €.

2.18	Fusta base extrusora		-
	Conglomerat 215x450 cm		
2.19	Fusta canonada		-
	20x35 cm		
2.20	Suport motor 1		0,45
	Temps d'impressió: 1h 26min -> 0,07 € Quantitat de material: 19 g -> 0,38 €		
2.21	Suport PID		1,84
	Temps d'impressió: 4h 53min -> 0,24 € Quantitat de material: 80 g -> 1,6 €		
2.22	Adaptador motor 1		0,36
	Temps d'impressió: 2h 37min -> 0,14 € Quantitat de material: 11 g -> 0,22 €		

3.3. Bobinat

Codi	Resum		Preu (€)
3.01	Suport bobina		3,53
	Temps d'impressió: 10h 34min -> 0,53 € Quantitat de material: 150 g -> 3 €		
3.02	Motor DC		7,99
3.03	Suport motor 2		
	Temps d'impressió: 53 min -> 0,05 € Quantitat de material: 12 g -> 0,24 €		0,29
3.04	Fusta base bobinat		-
	20x35 cm		

Estudi d'una màquina per a la fabricació de filament reciclat per impressora 3D

3.05	Adaptador motor 2		
	Temps d'impressió: 51 min -> 0,04 € Quantitat de material: 9 g -> 0,18 €		0,22

3.4. Elements generals

Codi	Resum		Preu (€)
4.01	HiLetGo VNH5019		20,49
4.02	Elegoo Uno R3		9,99
4.03	Pantalla LCD I2C 20x4		10,99
4.04	Font d'alimentació 12 V 20A		20,98
4.05	Cable <i>jumper</i> mascle-femella		-
4.06	Cable <i>jumper</i> mascle-mascle		-
4.07	Cargols M3		-
4.08	Femelles M3		-
4.09	Cable amb clavilla		-

3.5. Eines

Codi	Resum		Preu (€)
5.01	Soldador		-
5.02	Dremel		-
5.03	Trepant		-
5.04	Polímetre		-

4. Pressupost d'execució material (PEM)**4.1. Trituradora**

Codi	Resum	Quantitat	Preu (€)	Import (€)
1.01	Batedora de got	1	29,99	29,99

4.2. Extrusora

Codi	Resum	Quantitat	Preu (€)	Import (€)
2.01	Canonada ¾" de 40 cm de longitud	1	2,51	2,51
2.02	Tap ½"	1	0,92	0,92
2.03	Maneguet femella ¾"	1	0,90	0,90
2.04	Reductor ¾" a ½"	1	0,84	0,84
2.05	Brida ¾"	1	7,66	7,66
2.06	Potenciòmetre	2	0,80	1,60
2.07	PID amb relé d'estat sòlid	1	25,99	25,99
2.08	Ventilador 12 V	1	2,08	2,08
2.09	Mesurador de profunditat electrònic	1	9,99	9,99
2.10	Rodament 693ZZ	2	0,74	1,48
2.11	Banda calefactora 30 mm amb termoparell tipus k	1	18,16	18,16
2.12	Broca salomònica	1	29,04	29,04
2.13	Goma elàstica	1	0	0
2.14	Suport mesurador de profunditat	1	0,63	0,63
2.15	Tremuja	1	5,91	5,91
2.16	Suport pantalla i potenciòmetres	1	1,94	1,94

2.17	Motor neteja parabrises	1	20,00	20,00
2.18	Fusta base extrusora	1	0	0
2.19	Fusta canonada	1	0	0
2.20	Suport motor 1	1	0,45	0,45
2.21	Suport PID	1	1,84	1,84
2.22	Adaptador motor 1	1	0,36	0,36

4.3. Bobinat

Codi	Resum	Quantitat	Preu (€)	Import (€)
3.01	Suport bobina	1	3,53	3,53
3.02	Motor DC	1	7,99	7,99
3.03	Suport motor 2	1	0,29	0,29
3.04	Fusta base bobinat	1	0	0
3.05	Adaptador motor 2	1	0,22	0,22

4.4. Elements generals

Codi	Resum	Quantitat	Preu (€)	Import (€)
4.01	HiLetGo VNH5019	1	20,49	20,49
4.02	Elegoo Uno R3	1	9,99	9,99
4.03	Pantalla LCD I2C 20x4	1	10,99	10,99
4.04	Font d'alimentació 12 V 20A	1	20,98	20,98
4.05	Cable <i>jumper</i> mascle-femella	10	0	0
4.06	Cable <i>jumper</i> mascle-mascle	4	0	0

Estudi d'una màquina per a la fabricació de filament reciclat per impressora 3D

4.07	Cargols M3	3	0	0
4.08	Femelles M3	4	0	0
4.09	Cable amb clavilla	4	0	0

4.5. Eines

Codi	Resum	Quantitat	Preu (€)	Import (€)
5.01	Soldador	1	0	0
5.02	Dremel	1	0	0
5.03	Trepant	1	0	0
5.04	Polímetre	1	0	0

5. Prototip

5.1. Construcció

Una vegada fet tot l'estudi de la màquina i seleccionats els elements necessaris per muntar-la, el temps de muntatge del primer prototip, tenint en compte que caldrà fer proves i calibrar-la fins a trobar les diferents velocitats i temperatures adequades per a extreure el millor filament, és de 50 hores. A un preu de 9 €/h, com a l'elaboració dels documents del projecte, suposaria un cost de 450 €.

5.2. Cost prototip

El cost del prototip, només tenint en compte els materials necessaris i la mà d'obra, seria de 686,77 €.

Resum	Euros
Trituradora	29,99
Extrusora	132,30
Bobinat	12,03
Elements generals	62,45
Construcció	450

6. Pressupost total i Conclusions

Resum		Euros	%
Elaboració projecte		5400,00	88,52
Consum energètic projecte		13,12	0,22
Materials			
	<i>Trituradora</i>	29,99	
	<i>Extrusora</i>	132,30	
	<i>Bobinat</i>	12,03	
	<i>Elements generals</i>	62,45	
Eines		0	0
Construcció prototip		450	7,38
TOTAL		6.099,89	100

Aquest seria el preu final del prototip, sense IVA, tenint en compte tot el projecte que hi ha darrere. Per tant, si es volgués vendre aquest prototip, però aconseguint un marge de benefici del 30% s'hauria de vendre per 8.714,13 €.

Per reduir aquest preu de venda s'haurien de vendre més prototips, d'aquesta manera el cost de l'elaboració del projecte, que és un 88,52%, es repartiria entre totes les màquines.

En el cas de vendre 1000 prototips, el preu es quedaria en 692,18 €. Ja que el cost de l'elaboració del projecte i el consum energètic que aquest comporta baixaria a 5,42 € per prototip. Si aquests prototips es venguessin sense muntar, el cost seria 242,18 €.

En aquest projecte la finalitat no és aconseguir un producte per vendre, és aconseguir un disseny el més econòmic possible per tal de reutilitzar el PLA de les impressions 3D. Així que mirant el cost material de la màquina aquest seria de 236,77 €. Aquest és un preu molt econòmic tenint en compte les diferents màquines que hi ha al mercat, així que podria ser una solució per a persones que vulguin reutilitzar el PLA de les seves impressions 3D, fins i tot centres educatius que no vulguin o es puguin permetre un cost molt elevat i d'aquesta manera puguin estalviar amb aquest filament reciclat.