

Capítol 6

Estudi econòmic

Un factor molt important en la societat actual per poder establir amb un bon criteri la qualitat d'un projecte és la seva viabilitat. En aquest capítol es realitza un estudi per a determinar el cost total per a la fabricació d'aquest prototipus incloent la part tant d'investigació com del desenvolupament. Amés es presenta un estudi interessant per si alguna empresa està interessada amb l'adquisició d'aquest dispositiu, que consisteix amb un estudi d'amortització tenint en compte una fabricació en sèrie.

6.1. PRESSUPOST

En aquest apartat es realitzarà un pressupost del prototipus implementat en el projecte, el que ens ajudarà a valorar la seva viabilitat. Es dividirà el cost total en dos subapartats ben diferenciats, la part de disseny, en el que es contempla les hores emprades per un enginyer i la part de muntatge del prototipus, on s'especifica amb detall el cost de cada component que forma el hardware.

6.1.1. Cost de disseny

El prototip s'ha realitzat com a projecte final de carrera completant la formació del alumne, per tant, la part de disseny no ha tingut cost, encara que la següent taula reflexa el que hagués costat a una empresa la contractació d'un enginyer pel seu treball de recerca i desenvolupament.

Concepte	Hores	€/ hora	Total (€)
Recerca	15	30	450
Disseny modulator	40	30	1.200
Simulació modulator	15	30	450
Disseny hardware	55	30	1.650
Proves hardware i anàlisi de resultats	45	30	1.350
Documentació	20	30	600
TOTAL			5.700

Taula 6.1. Pressupost del disseny del prototip

Cal recordar que les hores corresponents als 9 crèdits del PFC a la UPC són de 90 hores. Com es pot veure a la taula anterior, l'enginyer encarregat realitzarà bastant més de 90 hores però cal recordar que, com es va dir al Capítol 4, tota la part de disseny i simulació de la modulació de cinc nivells s'ha realitzat per un altre enginyer

encara que en una empresa ho podria realitzar un mateix, i és exactament lo que s'intenta avaluar amb aquest estudi. En quant a la meua part, ha estat possible realitzar-ho perquè es va començar a treballar el quadrimestre anterior.

6.1.2. Cost de desenvolupament del prototip

En aquest apartat s'exposarà el cost total pel desenvolupament del prototip i s'ha de tenir en compte que no serà el mateix que el cost de fabricació, ja que per aquest últim ja només s'empraran únicament els components indispensables descartant tot allò que només ha sigut per a realitzar diferents proves o com les eines de programació i simulació.

Per exemple, al següent desglossament la placa de la FPGA i el convertidor ADC són plaques especials per a la programació i desenvolupament, al igual que el software i que forma part de la inversió inicial. Per una producció en sèrie només es tindrien en compte els chips importants d'aquestes plaques, que tenen un cost de 46€ (FPGA) i 9,5€ (ADC).

S'ha dividit el cost del prototip en 2 conjunts, el primer el modulador i el segon, l'amplificador.

- *Conjunt de modulació*

Concepte	Preu unitari (€)	Quantitat	Total (€)
Placa Lattice ecp2-50e	600	1	600
Placa ADC Cirrus 5634	250	1	250
Software VHDL simulació i síntesi	500	1	500
TOTAL			1.350

Taula 6.2. Pressupost del desenvolupament de la part de modulació

○ *Conjunt de Amplificació*

Concepte	Valor	Ref.	Preu unitari (€)	Quantitat	Total (€)
Plaques PCB inversor NPC DCI	-	-	50	3	150
Plaques PCB de fonts d'alimentació	-	-	50	3	150
Transistors MOSFET	N – 200V	IRFB4020	2,52	24	60,48
Drivers Optoaclopats	2A	HCPL3120	2,32	24	55,68
Zocals	-	-	0,6	10	6
Radiadors	-	-	1,18	8	9,94
Condensadors PCB	100uF, 35V	-	0,5	4	2
Condensadors PCB	100uF, 50V	Electrolítics	0,5	8	4
Condensadors PCB	82nF, 250V	Electrolítics	0,5	8	4
Condensadors DC-BUS	32nF, 400	Electrolítics	4	4	16
Condensadors MKPs	-	-	4	4	16
Resistències PCB	300 Ω	Axial	0,12	8	0,96
Resistències PCB	22 Ω	Axial	0,2	8	1,6
Bobines filtre	2,7mH, 8A	Choke	10,98	4	43,92
Condensador filtre	10nF, 43V	-	0,2	4	0,8
Condensadors filtre	47nF, 34V	-	0,18	4	0,72
Fonts DC/DC	24V	TRACO	36	10	360
Transformador 100 V 1KW 1:1	-	-	Donació	1	0
Transformador 220 V 1KW 1:2	-	-	Donació	1	0
Altaveus	-	-	Donació	2	0
Pont rectificador 1KW	-	-	6,5	1	6,5
Tornilleria, metacrilat i fungible	-	-		Varis	50
TOTAL					938,6

Taula 6.3. Pressupost del desenvolupament de la part de modulació

6.2. COST DE FABRICACIÓ

En aquest apartat només s'han considerat les despeses per a la fabricació d'un prototipus excloent tot allò que s'ha fet servir per el seu desenvolupament o testeig.

Aquests són tots els components (Bill Of Materials, BOM) que es necessitarien en una planta de producció. En aquest cas ja no les separem en conjunt de modulació i amplificador, si no que ho considerarem com una unitat.

Concepte	Valor	Ref.	Preu unitari (€)	Quantitat	Total (€)
FPGA Lattice	-	ecp2 50e	46	1	46
ADC Cirrus	192KHz	5634	9,5	1	9,5
Plaques PCB inversor NPC DCI	-	-	50	1	50
Plaques PCB de fonts d'alimentació	-	-	50	1	50
Transistors MOSFET	N – 200V	IRFB4020	2,52	8	20,16
Drivers Optoaclopats	2A	HCPL3120	2,32	8	18,56
Zocals	-	-	0,6	5	3
Radiadors	-	-	1,18	8	9,94
Condensadors PCB	100uF, 35V	-	0,5	2	1
Condensadors PCB	100uF, 50V	Electrolítics	0,5	8	4
Condensadors PCB	82nF, 250V	Electrolítics	0,5	8	4
Resistències PCB	300 Ω	Axial	0,12	8	0,96
Resistències PCB	22 Ω	Axial	0,2	8	1,6
Bobines filtre	2,7mH, 8A	Choke	10,98	2	21,96
Condensador filtre	10nF, 43V	-	0,2	1	0,2
Condensadors filtre	47nF, 34V	-	0,18	2	0,36
Fonts DC/DC	24V	TRACO	36	8	288
TOTAL					529.24

Taula 6.4. Llistat de material (BOM) i pressupost per a la fabricació d'un prototip.

6.3. ESTUDI DE VIABILITAT

El cost total del PFC, tenint en compte les anteriors taules serà de:

Concepte	Total (€)
Cost de disseny	5.700
Cost desenvolupament prototipus	2.288,6
TOTAL	7.988,6

Taula 6.5. Pressupost total del PFC

Per a realitzar un correcte estudi de la viabilitat del projecte cal buscar el punt d'equilibri o punt mort que representa aquell nombre de vendes en que la empresa ni guanya ni perd, únicament cobreix els costos. Aquest punt és molt important per a l'empresa ja que li indica que si ven per damunt d'aquest punt, tindrà beneficis, i si ven per sota, tindrà pèrdues.

Hem de considerar que el preu que es fixa de mercat per tal d'amortitzar els costos ha d'estar dissenyat amb un període de temps estipulat (o lo que correspondria a nombre d'amplificadors venuts) tenint en compte el temps de vida d'aquests. En general, tots els aparells electrònics tenen un temps de vida curt, degut a que la tecnologia avança molt ràpidament i queden obsolets tots els precedents del nou aparell. Per tant, hem de posar un preu de mercat tal que s'aconsegueixi una amortització en poques unitats venudes.

Per a calcular el punt d'equilibri hem de considerar tres factors importants:

- *Xifres de vendes:* El que es guanyarà per la venda d'una unitat.
- *Costos fixes:* Són aquells costos que es tindran independentment de les unitats venudes, en el nostre cas seran els 7.988,6€ que ha costat el desenvolupament del prototip.

- *Costos variables*: Són aquells que aniran en funció de les ventes. En el nostre cas seran bastant considerables i es detallen a continuació:

Cost dedicat a la fabricació	45 €/unitat
Cost dedicat a realitzar proves funcionals	60 €/unitat
Import de tots els components necessaris	529,24 €/unitat

Costos variables totals: 634,24 €/unitat

Existeix una fórmula que ens relaciona directament el punt d'equilibri amb el seu preu de mercat, i ve expressada amb unitats monetaries (€) com:

$$Punt\ d'\ equilibrium = \frac{Costos\ fixes}{1 - \frac{Costos\ variables}{Import\ de\ les\ ventes}} \quad (7.1)$$

El punt d'equilibri està expressat amb euros i està format per *Import de les ventes* x *Nº unitats venudes*, per tant es pot obtenir que:

$$Preu\ al\ mercat = Costos\ variables + \frac{Costos\ fixes}{N^{\circ}unitats} \quad (7.2)$$

La finalitat d'aquest estudi econòmic és la de proposar diverses possibilitats de punts d'equilibri, ja que l'empresa encarregada de la comercialització és la que definiria finalment el preu de l'amplificador classe D una vegada hagi estudiat el mercat i el temps que ells estimen que pot estar a la venda i els beneficis que volen obtenir.

A continuació es mostren tres possibles preus de mercat amb les seves respectives gràfiques d'amortització per unitats de venda. Degut a que ens interessa una ràpida amortització, fixarem el preu per tal d'obtenir punts d'equilibri al voltant dels 200 amplificadors venuts. Tots els preus que es mostren són amb euros (€) i estan inclosos tot tipus d'impostos i interessos com el 16% IVA o càrregues financeres.

- Amortització en la venda de 10 productes:

$$\text{Preu al mercat} = 634,24 + \frac{7.988,6}{10} = 1.435 \text{ €/unitat}$$

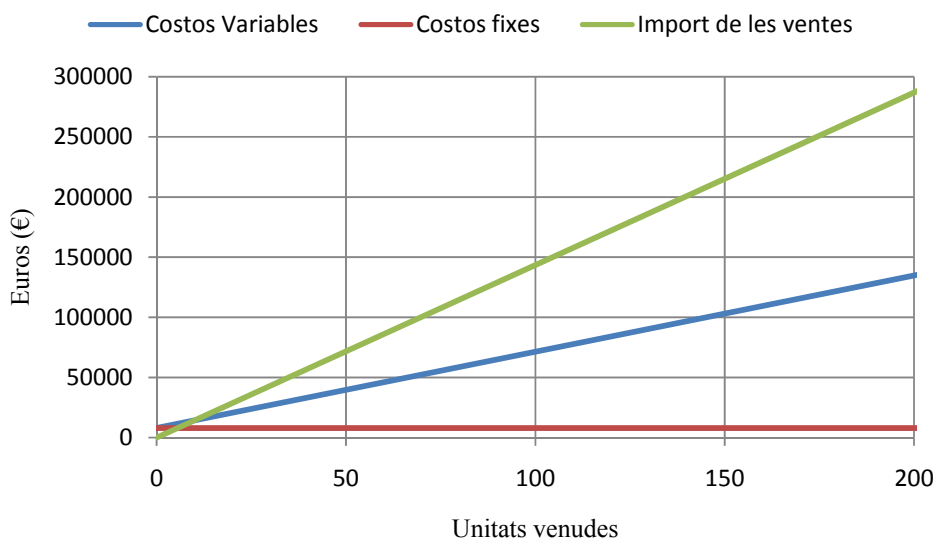


Figura 6.1. Representació gràfica de les vendes, costos fixes, variables i punt d'equilibri per a la fabricació de 10 unitats.

En aquest cas, amb la venda de 10 amplificadors ja s'amortitzaria el projecte i després aconseguiríem grans beneficis per cada unitat venuda, encara que la contra és que el preu és elevat i provocaria el rebuig dels compradors.

- Amortització en la venda de 50 productes:

$$\text{Preu al mercat} = 634,24 + \frac{7.988,6}{50} = 794 \text{ €/unitat}$$

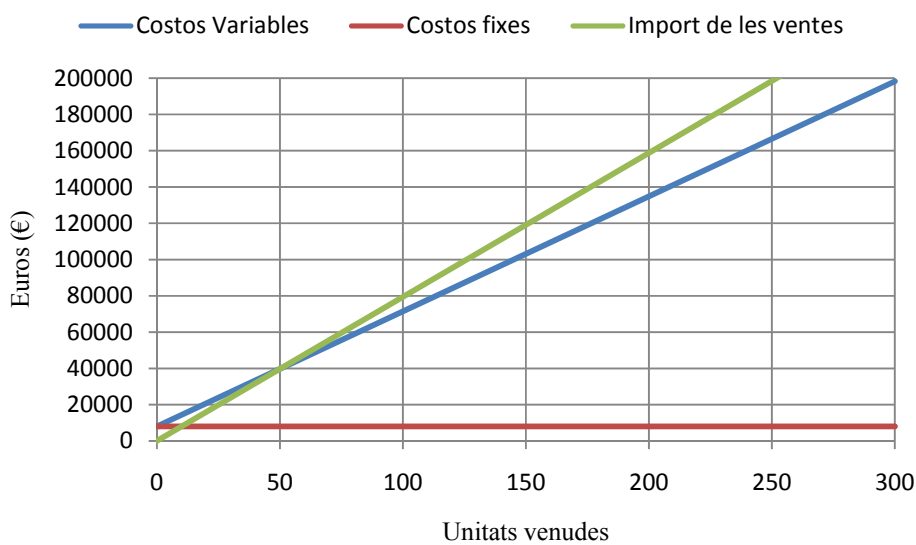


Figura 6.2. Representació gràfica de les vendes, costos fixes, variables i punt d'equilibri per a la fabricació de 50 unitats.

- Amortització en la venda de 150 productes

$$\text{Preu al mercat} = 634,24 + \frac{7.988,6}{150} = 687,5 \text{ €/unitat}$$

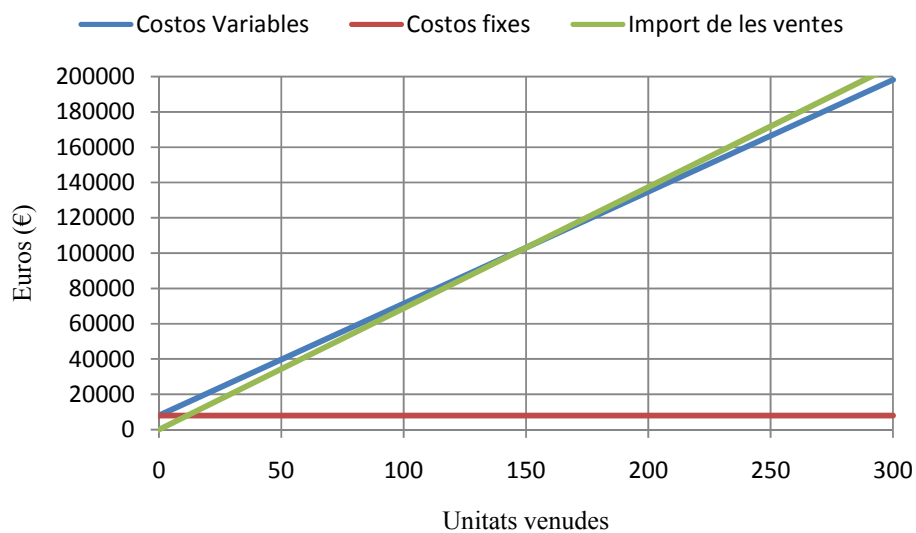


Figura 6.3. Representació del punt d'equilibri per a la fabricació de 150 unitats.

- Amortització en la venda de 300 productes:

$$\text{Preu al mercat} = 634,24 + \frac{7.988,6}{300} = 660\text{€/unitat}$$

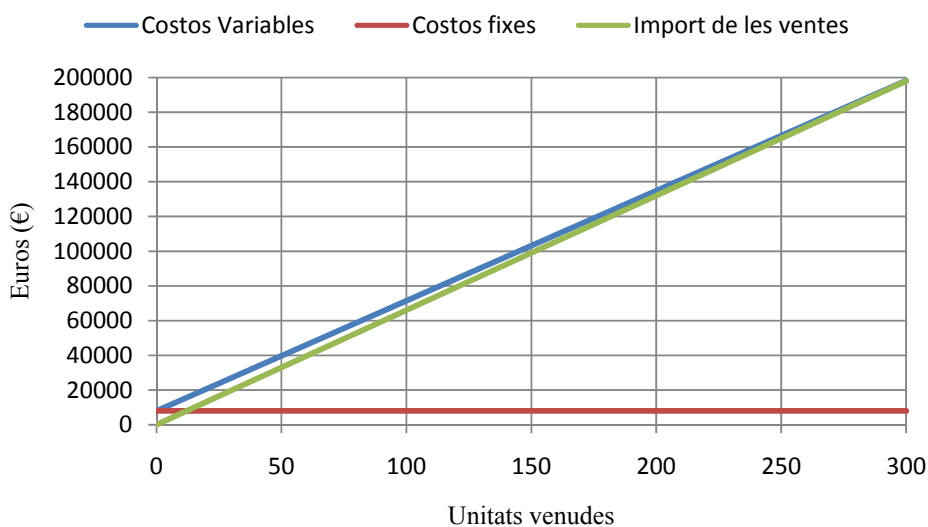


Figura 6.4. Representació del punt d'equilibri per a la fabricació de 300 unitats.

I tal com es pot observar en la Figura 6.5. podríem anar baixant el preu per aconseguir més vendes fins arribar a un preu de cost de 635€ aproximadament, però com ja s'ha dit abans, en el món electrònic es busca l'amortització el més ràpidament possible amb un preu raonable, i com es veu, a partir de les 50 unitats, el preu ve a ser molt semblant.

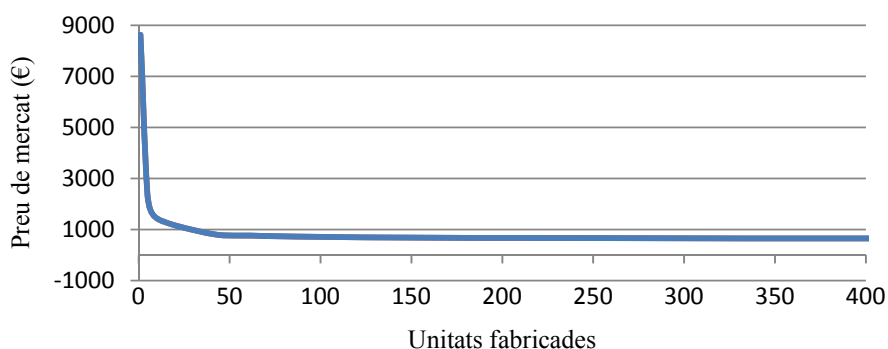


Figura 6.5. Tendència del preu de mercat en funció de les unitats fabricades.