

Disseny i desenvolupament d'una bàscula adaptable a la impressora 3D alimentària de Natural Machines

Natàlia Fiol Servera

fiolailatan@gmail.com

Enginyeria mecànica

EPSEVG - UPC

Resum

La impressió 3D és un sector que va creixent exponencialment així com va passant el temps. Aquesta àrea, ha arribat al món alimentari, on ja s'han fabricat impressores capaç d'imprimir menjars, podent mesclar fins a 5 aliments distints.

Aquest treball està realitzat per a l'empresa Natural Machines [1], qui es dediquen a dissenyar i fabricar aquestes impressores. Aquest projecte en concret, està realitzada baix la demanda de Curify [2], qui utilitzen la foodini (l'impressora 3D de Natural Machines) per fabricar medicació personalitzada per a mascotes, donant-li així una aplicació fora del món alimentari.

El projecte, busca cobrir les necessitats que té l'empresa Curify, qui necessiten estalviar temps en el control de qualitat per afirmar que el pes de cada medicament és el correcte.

Com a resultat, s'ha obtingut un add-on per la foodini, capaç de proporcionar el pes exacte de cada medicament així com es va imprimint, ja sigui sobre la pantalla del telèfon mòbil o via WiFi a la pantalla de la pròpia màquina.

Aquest add-on, es carrega mitjançant inducció, d'aquesta manera, no es contamina el medi ambient amb piles d'un sol ús, i es pot netejar i desinfectar fàcilment sense perill d'escurçar la seva vida útil. A part, els materials escollits també ajudaran a allargar aquesta.

Paraules clau

Impressora 3D, pes, add-on, Natural Machines, Curify, fàrmac, control de qualitat.

1. Introducció i objectius

La companyia Natural Machines, es dedica a desenvolupar i millorar la foodini, impressora 3D que esculpeix menjar amb aliments frescs, sent així pioners d'una de les start up emergents de salut i benestar. L'empresa, continua millorant constantment la mini fàbrica de cuina, aquest cop enfocats a dissenyar i desenvolupar complements per aquesta, utilitzables també a la vida quotidiana.

Aquest projecte tracta de donar solució a l'empresa Curify, empresa finlandesa qui proporcionen tractaments farmacològics òptims en termes de dosi, gust i forma de dosificació per a mascotes. Actualment, han iniciat aquesta personalització de medicaments amb la foodini, donant-li



aquest ús fora de l'indústria alimentària i introduint-la en l'àmbit sanitari.

L'objectiu principal és poder cobrir les necessitats que Curify ens demana, dissenyant, desenvolupant i fabricant el producte adequat per a que el client estigui satisfet. El seu requisit és estalviar temps en el control de qualitat, assegurant-se que el pes de cada fàrmac és el correcte.

2. Marc conceptual

Actualment, quan es parla de medicaments fabricats mitjançant impressió 3D, encara es parla de "medicaments del futur". Tot i així, hi ha distintes empreses que estan apostant per aquest procés a part de Curify, com serien FabRx [3], creada per estudiants de la UCL, i amb moltes universitats col·laboradores d'arreu del món, qui volen imprimir medicaments de millor qualitat; Multiply Labs [4], creada a San Francisco i amb distintos inversors qui creen càpsules personalitzables amb distintos medicaments dins, que es dissolen a distintes hores del dia; i Aprecia Pharmaceuticals [5], per el moment es consideraria la marca líder del sector, qui comercialitzen amb èxit medicaments complementaris amb els de l'epilèpsia per disminuir les convulsions i amb un sistema d'impressió 3D molt més ràpid.

Taula 1. Fortaleses i debilitats de la competència

| |  |  |
|----------------------|---|---|
| Aprecia | Qualitat i maquinària especialitzada molt eficient | Preu i poca varietat de medicaments |
| FabRx | Qualitat i maquinària especialitzada | Comercialització a petita escala |
| Multiply Labs | Innovació i distinció | Fase experimental |

L'equip de Curify, està format per farmacèutics, veterinaris i programadors, i s'estalvien un 72% el treball manual utilitzant la foodini. El seu control de qualitat seria satisfactori si no fos pel temps que porta realitzar-lo.

Si s'estudien les necessitats de Curify i els objectius de NM, es conclou que la millor opció és realitzar un complement per la foodini ergonòmic, intuïtiu i accessible econòmicament.

3. Planificació

El projecte s'inicia amb l'apartat d'empresa, seguida de disseny, la part d'electrònica, materials i finalment cost i millores. Aquest ordre ha estat seguit tant sobre teoria com sobre la realitat física d'aquest. El pla per desenvolupar el producte és de quasi 4 mesos, i s'ha desenvolupat de manera individual.

4. Metodologies i desenvolupament inicial

La idea principal és agilitzar el control de qualitat de Curify. Mitjançant un *Briefing* de l'usuari i una matriu DAFO, es va concloure que es necessita un dispositiu compatible amb la foodini que sigui ergonòmic, intuïtiu i econòmicament accessible.

A continuació, es va realitzar un *Briefing* sobre què es vol fer i com, i una fase d'identificació del problema. Aquí es conclou que el projecte general es divideix en dues seccions; una que s'enfoqui en confirmar que els compostos químics són els correctes i l'altre en que el pes es el correcte, que és la part amb la que es centra aquest projecte.

Tot seguit es va continuar amb un *Brainsrotming*, decidint que la millor opció és una bàscula precisa que substitueixi el plat base de la foodini, i que s'imprimeixi directament sobre el blíster de medicaments que es col·locaria sobre ella.

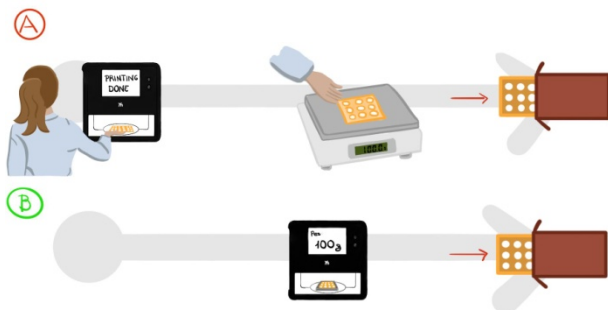


Figura 1. Storyboard de com es realitza actualment el control del pes (A) i com es vol que sigui (B). [Elaboració pròpia]

A partir d'aquí es va fer un quadre de precedents, un QFD i Ishikawas, arribant a la conclusió de que se l'hi ha de donar una forma senzilla, ergonòmica, d'ús intuïtiu, sense cantons vius, de materials lleugers i resistent i fàcil de desinfectar.

Es van fer distints esbossos de prova i la decisió de NM és què el producte ha de portar:

- LED indicador del nivell de bateria
- Comunicació amb la foodini via WFi per veure els resultats a la pantalla d'aquesta
- Pantalla per a poder utilitzar-la en altres àmbits
- Botó d'encesa i apagada

- Mesures 15 x 15 cm (com el blíster de Curify)
- Carregable per inducció

A partir d'aquí es van estudiar les patents, referents, components, normatives, el sistema de connexions i tot el necessari per anar donant forma al producte mentre es va comprovant que tot funciona conceptual i físicament.

5. Programació

La programació està desenvolupada amb llenguatge C++, i el principal element utilitzat és l'ESP8266, un petit microcontrolador que permet crear i connectar-se a una xarxa WiFi. Els altres elements més importants són l'HX711, el convertidor d'analogic/digital, i les cel·les de càrrega lineals, que mesuren les deformacions que sofreixen quan obtenen un pes a sobre.

El programa final aconseguit és un sistema de calibratge molt senzill; el programa et demana que situis un pes a sobre de 20 grams de referència, i després d'uns segons ja estaria calibrat i llest (aquest calibratge es guarda en cas d'apagar el sistema i té l'opció de calibrar-se de nou). El marge d'error és de $\pm 0,002$ gr. A part, proporciona una xarxa WiFi per a que els dispositius es puguin enllaçar (tan la foodini com el telèfon mòbil) mitjançant una contrasenya, i els dos LED's (vermell i verd) indiquen quan està carregat i quan es necessita ser carregat.

6. Disseny final

Aquest disseny és l'últim que s'ha realitzat. Les especificacions de NM han anat canviant a mesura que es va avançant el projecte, i es decideix treure la pantalla, ja que això o bé augmenta el gruix de la bàscula o bé disminueix el pes màxim que es pot situar a sobre d'aquesta, i, a part, és innecessària. El botó també ha estat suprimit.

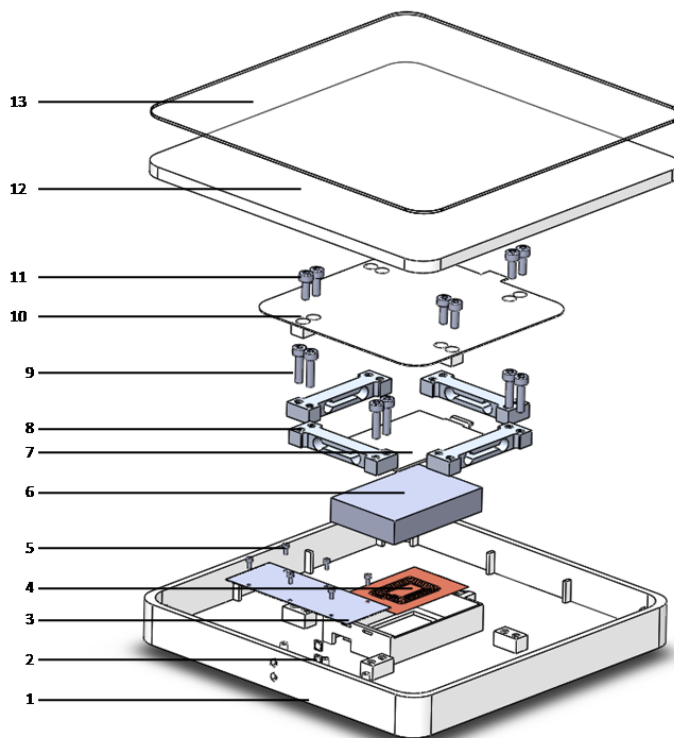


Figura 2. Especiejament de la bàscula. [Elaboració pròpia]

- Carcassa inferior.** Carcassa base, on s'incorporen tots els elements i encaixa amb la foodini.
- Llums LED.** S'il·lumina en el moment en que la bateria estigui baixa o carregada.
- PCB.** Placa on s'imprimeix el circuit i on van connectats tots els components electrònics.
- Bobina receptora.** S'encarrega de carregar la bateria mitjançant inducció.
- Caragols M1,4 x 0,3 – 3.** Subjecten la PCB a la base per a que no es desplaci.
- Bateria de liti 3,7 V.** Emmagatzema l'energia elèctrica.
- Suport bateria.** S'encarrega de que la bateria no es desplaci dins de la carcassa.
- Cel·les de càrrega.** Mitjançant la diferència de longitud que administren depenent del pes que hi ha a sobre, mesuren el pes.
- Cargols M3 x 0,5 – 8.** Subjecten les cel·les de càrrega a la carcassa inferior.
- Placa d'unió.** Uneix les cel·les de càrrega amb la carcassa superior.
- Cargols M3 X 0,5 -12.** Uneixen la placa d'unió amb les cel·les de càrrega.
- Carcassa superior.** No està subjecte a la carcassa inferior per a que es mesuri el pes de manera més exacte.
- Cristall temperat.** Proporciona un acabat visualment més delicat. A sobre és on es diposita el blíster on s'imprimeixen els medicaments.

7. Materials, processos de fabricació i comprovació de la resistència

Escollir el material i el procés de fabricació s'ha realitzat amb el programa CES Edupack, arribant a la conclusió que el material que compleix amb les especificacions que es busquen i de preu més econòmic és el PET, i el procés de fabricació més adient és per injecció.

S'ha comprovat que el material resisteix a compressió, força a la qual estarà sotmès el producte, i s'han observat els punts crítics d'aquest amb el programa Solidworks, els quals es troben al centre del producte, als forats on van caragolats les cel·les de càrrega, o a les mateixes cel·les de càrrega.

8. Proposta de millora

Hi ha distints aspectes que s'han de millorar abans de poder produir aquest producte.

El primer, son els aspectes informàtics. El programa compilat final es pot simplificar i ordenar, traient tot el que

fa referència al botó i a la pantalla. Per altra banda, de moment no té manera per encendre's i apagar-se. Utilitzant la funció Deepsleep, es pot fer que, per exemple, fent dos cops ràpids sobre la bàscula, aquesta s'encengui i s'apagui. És viable, ja que es pot programar que si les cel·les de càrrega reben un valor de força X, en menys d'un període de temps Y, aquesta s'engegui, i s'apagui.

També s'ha de disminuir el marge d'error. El que s'obté a les proves finals és de $\pm 0,002$ gr, i el que es proposa, és la meitat, $\pm 0,001$ gr. El que es proposa és, enlloc de distribuir 4 cel·les de càrrega de 100 gr cada una per arribar a un pes màxim de 400 gr, posar-ne una sola directament de 400 gr. Així, el marge d'error és menor, aconseguint una millor precisió.

Una altra proposta és canviar el material. Enlloc d'utilitzar vidre temperat, utilitzar acer inoxidable, molt més adequat per ús mèdic, més fàcil de desinfectar, i un cost més econòmic, tot i que l'estètica del producte no quedi tan elegant com la opció realitzada fins ara.

Per últim, s'ha de desenvolupar una aplicació mòbil, per fer l'interacció entre usuari i producte molt més còmoda i personalitzada. L'usuari es sentirà més proper al producte, augmentant així la satisfacció amb aquest, factor que beneficia tant a Curify com a NM, donant pas a propers projectes i compres.

9. Cost del producte i del projecte

Tenint en compte els components normalitzats i els fets a mesura, resumits a les següents taules, el cost d'una bàscula seria de 22,78 €. Cal destacar que com més gran sigui la producció d'aquesta, menys serà el cost de cada una.

Taula 2. Components normalitzats. [Elaboració pròpia]

| Component | Nombre | Preu |
|---------------------------------------|--------|----------|
| Bobina receptora | X1 | 1,54 € |
| Mòdul transmissor inalàmbric | X1 | 2,31 € |
| Caragol Allen DIN912 – M3 x 0,5 - 12 | X8 | 0,432 € |
| Caragol Allen DIN912 – M3 x 0,5 - 8 | X8 | 0,416 € |
| Caragol Allen DIN912 – M1,4 x 0,3 - 3 | X6 | 0,402 € |
| Bateria 3,7 V | X1 | 1,63 € |
| LED | X2 | 0,1052 € |
| Cel·les de càrrega 100 gr | X4 | 2,16 € |
| Cristall temperat | X1 | 4,5 € |

*El preu que es marca ja és el total, per tant, el nombre de peces ja està multiplicat.

Taula 3. Components fets a mesura. [Elaboració pròpia]

| Component | Nombre | Preu |
|--|--------|--------|
| Carcassa superior, inferior, suport bateria i placa d'unió | X1 | 4,5 € |
| Placa PCB | X1 | 4,78 € |

Per la part del cost del projecte, les hores realitzades per part d'enginyeria han estat al voltant de 635. El cost mitjà de desenvolupament d'enginyeria ronda els 40 € per hora. Sumant els 1.865 € de l'empresa que ha dissenyat i fabricat les PCB i els 1.220 € del procés de fabricació (injecció de PET), el total de l'apartat d'enginyeria del projecte ha estat d'un total de 28.485 €.

10. Conclusions

En aquest treball es pot observar el procés sencer pel qual ha passat el producte, amb totes les seves contradiccions, els canvis d'idees i especificacions que s'han exigut, que demostren com varia un projecte quan es realitza de manera teòrica a quan es realitza de manera real, amb una empresa i uns clients, i, sobre tot, és un gran aprenentatge. No obstant, quasi tots els objectius inicials s'han complert amb èxit; realitzar un producte des de la idea inicial fins quasi al

final, passant per totes les fases corresponents, utilitzant coneixements apresos a la carrera, i sumant-hi molts de nous. L'apartat que no s'ha complit seria el de tenir el producte final en 4 mesos. Era arriscat però la idea inicial era intentar-ho. Desgraciadament no s'ha pogut acabar, però tot i així els resultats han estat força enriquidors, i l'empresa acabarà el producte final amb els seus mitjans a partir de tota la informació i recerca proporcionada en aquest projecte.

11. Agraïments

Vull expressar el meu agraïment a totes aquestes persones que han fet possible aquest projecte, especialment a l'equip de Natural Machines, qui ha confiat amb mi per desenvolupar aquest projecte des d'un inici fins on he pogut aportar, i per donar-me l'oportunitat de treballar aquest temps dins de l'empresa.

A tots els que heu mostrat interès en el projecte i m'heu donat un cop de mà quan ho necessitava; Unai per les classes de programació exprés i Uri per fer que el treball es faci més lleu i divertit a l'oficina.

A les meves amigues i parella, Anna B., Anna M., Joana, i Josu qui m'han sabut treure l'optimisme en els moments on em veia encallada, i, per descomptat, a la meva família, per donar-me sempre tot tipus de suport.

Referències

[1] Natural Machines. <https://www.naturalmachines.com/es>

[2] Curify. <https://www.curifylabs.com/>

[3] FabRx. <https://www.fabr.x.co.uk/printlets/>

[4] Multiply Labs. <https://www.multiplylabs.com/>

[5] Aprecia Pharmaceuticals. <https://www.aprecia.com/>