

Objectiu del projecte:

Amb l'objectiu principal de fer més eficient la línia de producció actual, es proposa una nova línia de producció totalment automatitzada, que ens proporcioni un procés de fabricació del acoblament de les diferents parts de la peça final totalment controlat, que la peça final surti ja també verificada i també empaquetada per a poder ser distribuïda.

També és un objectiu clar reduir els costos de fabricació i augmentar la productivitat diària, suposarà una inversió inicial però hem de comprovar si resulta una inversió bona o no realitzant una sèrie de anàlisis que durem a terme durant el projecte.

Per a poder acomplir amb aquests objectius hem de dissenyar una màquina de producció i a l'hora de control de qualitat ja que serà la pròpia màquina la que discrimini les peces que no compleixen amb les especificacions tècniques que requereix el producte final.

La proposta de millora de l'actual línia de producció consisteix en automatitzar tot el sistema de producció i verificació de la peça, seria una màquina de producció i a l'hora de control de qualitat 100% de les especificacions més importants del procés productiu.

Unificarem tot el procés actual a una única màquina amb diferents estacions de treball, la idea es que el nombre d'estacions de treball, degut a les necessitats que requereix el nostre producte i els estudis realitzats, finalment serà de 8 estacions. Cadascuna d'aquestes estacions estarà totalment automatitzada i únicament l'operari encarregat de la màquina haurà d'estar pendent de que no falti material per a que la màquina no pari de produir sense desitjar-ho.

A la part central de la màquina hi haurà un plat giratori en el qual aniran col·locades les peces, que aniran passant estació per estació i així fins completar el procés en les 8 estacions i obtenir la peça acabada i controlada.

D'aquesta màquina sortiran les peces llestes per a ser enviades a client, ja amb el seu packaging definitiu i el nombre de peces determinat.

Els utilitatges on s'aniran col·locant les peces en el plat giratori seran de canvi ràpid per a poder produir un altre referència molt semblant, que en canviar la configuració del PLC podrem produir en la mateixa màquina. Emprarem la tecnologia SMED per a canvi ràpid d'utilitatges.

Components a muntar :

La carcassa metàl·lica: Obtenim aquesta peça per mecanitzat, es tracta d'una peça metàl·lica.



Imant: es tracta d'una peça de Neodimi d'una qualitat determinada, aquest material prové de les anomenades 'terres rares' l'extracció de les quals es duu a terme a la Xina, ja que és en aquest país on són més abundants les mines d'aquest material. El neodimi és una composició de varis materials ferromagnètics però majoritàriament el formen el Neodimi el Ferro i el bor.

Mitjançant un procés de sinterització, premsat i per últim de un recobriment superficial obtenim aquest tipus d'imants. És molt important aquests últims punts ja

que el Neodimi té el problema de oxidar-se amb molta facilitat.



Base de plàstic: el component de plàstic s'obté per un procés de injecció de plàstic. Aquest es duu a terme en un motlle de 4 cavitats.



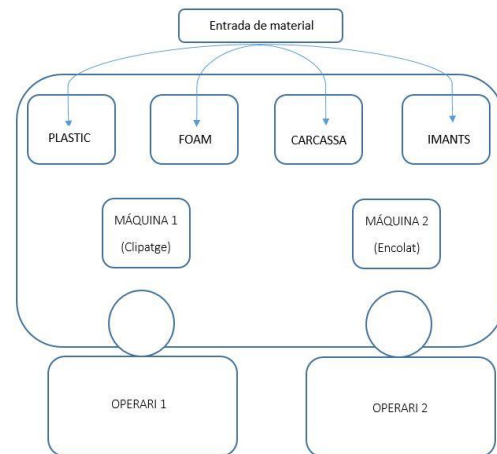
Espuma o FOAM: tros d'espuma col·locat entre la carcassa metàl·lica i la base de plàstic per a limitar el moviment lateral de la part superior de aquesta peça de plàstic.



Què s'està fent actualment?

La línia de producció actual consta de 2 punts de treball amb 2 estacions de treball cadascun. Són dues taules cadascuna amb 2 màquines idèntiques de les quals se n'encarreguen 4 operaris (un a cada màquina).

La disposició del punt de treball amb les dues màquines o estacions de treball és la següent:



Si ordenem cronològicament la vida de la peça final, comencem per la fase de clipatge o premsat, en aquesta fase deixem solidaris 3 dels 4 components de la peça final, i per l'altre banda trobem la fase d'encolat.

Recalcar que actualment la producció s'està duent a terme amb dues línies de producció idèntiques en paral·lel per a poder subministrar el material que demana client (aproximadament 1.100.000 peces anuals).

Proposta de la nova línia de producció.

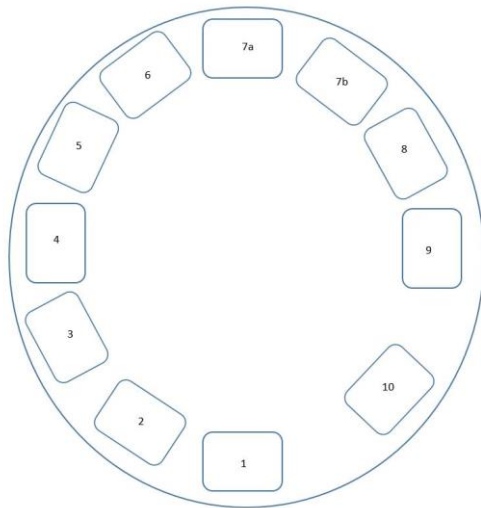
Amb les limitacions d'espai que ens posa client en el plec de condicions, hem pensat que una solució bona per a optimitzar al màxim l'espai és la de presentar una màquina en disposició rodona, el que també ens facilita molt el pas per cada estació de treball dissenyant una part fixa i un altre que roti sobre el eix central de la part fixa, i col·locar els utilitatges en els quals s'anirà fent l'assemblatge de la peça final estació per estació.

Així doncs la disposició inicial plantejada segons les necessitats que havia d'acomplir la màquina era de 10 estacions de treball, però es van plantejar una sèrie de millores

de les quals van sorgir 2 opcions més, total 3 opcions.

S'ha fet una ponderació sobre el pes de les diferències més importants entre màquines i així hem escollit la opció més correcta.

· La primera opció és el disseny amb 10 estacions de treball:



Estació de treball número 1:

És aquí on s'inicia el procés de producció d'aquesta peça. En aquesta estació la màquina col·locarà en el posicionador de peces de la taula el primer element de la nostra peça final, la part de plàstic. Aquesta operació és duu a terme amb un braç robòtic cartesià, igual que totes les estacions que requereixen de l'ús d'un braç robotitzat.

Estació de treball número 2:

En aquesta estació s'afegeix el FOAM en el centre de la part de plàstic. Aquesta estació treballarà igual que l'anterior, amb un braç robòtic i una eina específica per a portar el FOAM des de l'alimentació a l'útil de muntatge de la peça final. La alimentació de material en aquest punt es produeix mitjançant una barilla que guiarà l'escuma i que es col·locaran així una a una en una cinta de la qual el braç les anirà agafant.

Estació de treball número 3:

Aquí, la màquina col·loca sobre el plàstic i l'espuma la base metàl·lica. S'utilitza la mateixa metodologia que en l'estació primera, tant en la forma del braç com en l'alimentació de peces.

Estació de treball número 4:

Aquesta és l'estació d'encolat, aquí se li aplica a la carcassa metàl·lica la cola necessària per a que no sobresurti a l'exterior un cop s'hagi afegit la peça que va a dintre de la carcassa.

Estació de treball número 5:

En aquest punt col·loquem l'imant totalment desimantat en l'interior de la carcassa metàl·lica ja encolada.

Estació de treball número 6:

Aquí es produeix el premsat final de la peça i amb l'imant muntat s'imanta també en aquesta estació.

Estació de treball número 7a:

En aquesta estació es verifica l'altura final de la peça.

Estació de treball número 7b:

En aquesta estació les peces anteriors que no eren OK segons els paràmetres establerts acord amb el plànol de la peça són extretes de la línia de producció.

Estació de treball número 8:

En aquesta estació es verifica el flux magnètic

Estació de treball número 9:

En aquest punt es produeix el packaging final de la peça. Únicament s'empaqueten les peces que en el resultat anterior han passat satisfactòriament la verificació del flux magnètic, les que han donat error en el punt anterior no es fa res amb elles i passen a la següent estació de treball.

Estació de treball número 10:

Les peces que en la estació de treball 8 han donat error són guardades aquí. I per últim ja amb el utilatge central buit comencem de nou el procés en la estació número 1.

- Segona opció:

La segona opció serà estalviar-nos tres estacions de treball, la primera de aquestes operacions de canvi serà aplicada fusionant les dues últimes on se separen les peces bones i les dolentes en una de sola. Ara mateix aquesta operació es duu a terme amb dues braços robòtics diferents, i la nova proposta és dur-ho a terme en una única operació, peces OK s'empaqueten, peces NO OK es separen en un contenidor especial, però això sí, en la mateixa operació. La ordre de si la peça és bona o no la donarà la estació anterior amb la operació de verificació del camp magnètic, especificació marcada al plànol de la peça.

L'altre estalvi en aquesta segona opció serà reduir dues estacions de treball més (concretament la 7a i la 7b s'eliminarien, ja que són estacions que en la primera es verifica una altura, i posteriorment es descarta la peça en cas que no sigui correcta la seva altura) les operacions que es duen a terme en aquestes estacions es duran a terme abans de que el material entri a la línia de producció, es verificaran dimensionalment les peces per separat amb sensors de mesura per làser que en cas que siguin dolentes les parts seran separades. Ens quedaríem així amb 8 estacions de treball.

- Tercera opció:

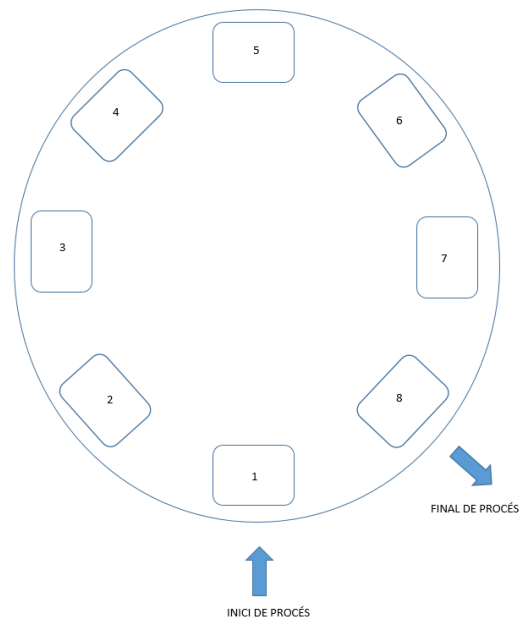
Per últim la tercera opció de màquina serà sumar a la segona opció el que ja hem plantejat al principi, la opció de utilitzar dues màquines imanadores en paral·lel, opció una mica més costosa però que també aportarà una millora en els temps de producció de la peça.

Procedim a realitzar una taula comparativa amb les tres opcions de màquina i els punts claus que fan determinar si la opció és correcta o no. Les puntuacions van de 1-3 sent 1 la pitjor opció i 3 la millor.

	Opció A	Opció B	Opció C
Inversió inicial (40%)	2	3	1
Cost producció x unitat (40%)	1	3	2
Temps de producció (20%)	1	2	3
Resultat: (Puntuació més alta la més òptima)	1,4	2,8	1,8

Amb aquest resultats queda demostrat que la opció a triar es la opció B, la qual ens estalvia tres estacions de treball, menys temps de producció, menys inversió inicial i menys cost de peça.

Així doncs, la disposició final és la següent:

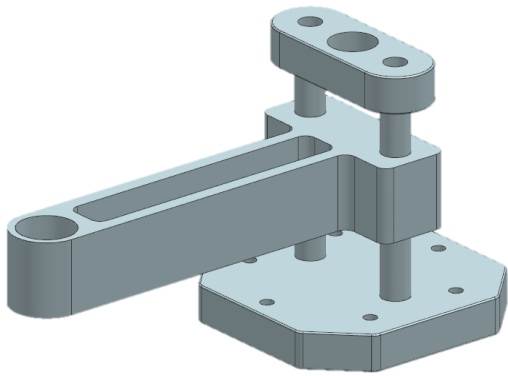


Estació de treball número 1:

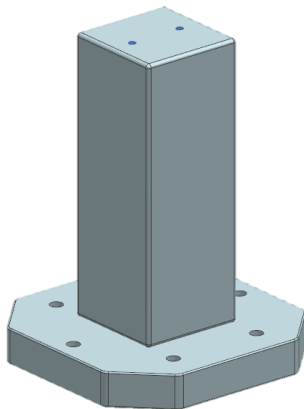
És aquí on s'inicia el procés de producció d'aquesta peça. En aquesta estació la màquina col·locarà en el posicionador de peces de la taula el primer element de la nostra peça final, la part de plàstic. Aquesta estació de treball la formarà un braç robòtic

Les estacions a dissenyar des de zero s'ha intentat fer un disseny amb el màxim d'elements comuns. Aquestes estacions són la N°4, 6 i 7 (encolat, premsat i verificació del flux, en ordre).

D'aquesta manera, les estacions de encolat i verificació de flux magnètic seran idèntiques degut a la versatilitat en el disseny de la bobina del fluxòmetre i de la possibilitat d'escollir el sistema d'encolat. El disseny quedarà de la següent manera:

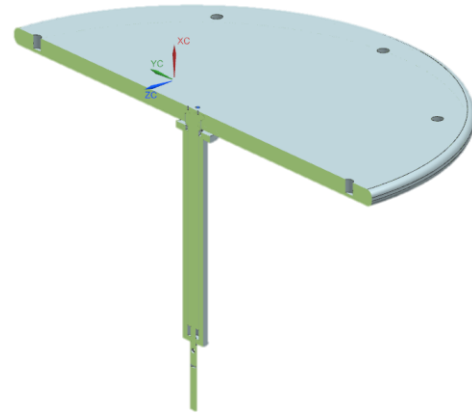


En tant que l'estació de premsat i imantat queda de la següent manera dissenyada:

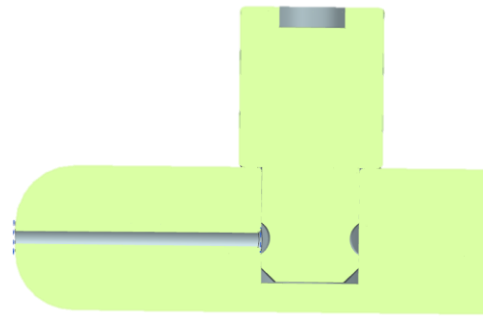


I en la part superior recolzarem el braç robòtic.

Per un altre banda tenim el disseny de la taula superior giratòria, que està formada per diferents components: Plat giratori de la taula, eix, suport de l'eix i una part inferior a l'eix. El disseny queda de la següent manera:



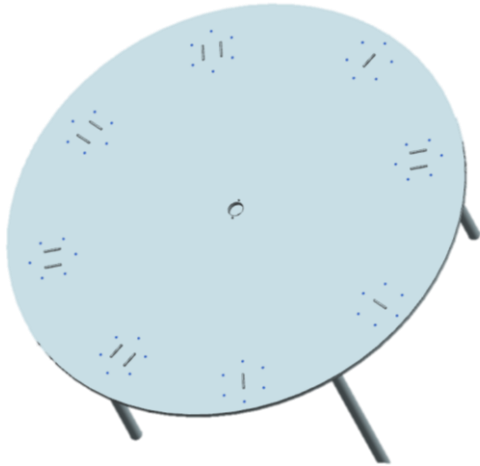
Cal remarcar el disseny dels orificis dels utillatges i els propis utillatges pensats en aplicar la tecnologia SMED del canvi ràpid d'utillatges:



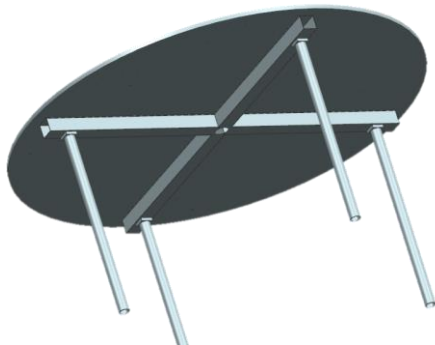
Que gracies a un posicionador de bola amb molla es manté fixe a la taula però resulta molt senzill d'extreure. Aquest posicionador es col·loca roscat en la taula per l'orifici que veiem en la foto anterior (M12).

Per últim veiem el disseny de la taula bancada, sobre la que aniran col·locades totes les estacions de treball.

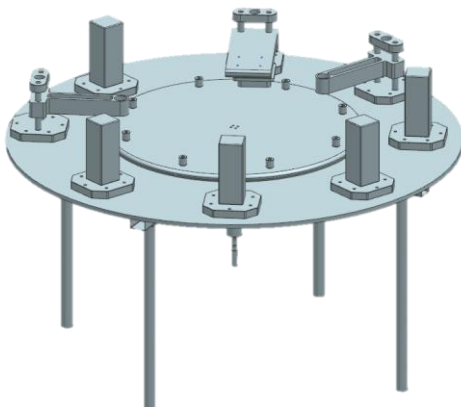
Es col·loquen les estacions de treball cada 45° (8 estacions com ja hem explicat). Es realitza una radiografia literalment de com ha de anar col·locat tot a sobre de la taula i ens queda el següent disseny:



Hem reforçat la taula en la part inferior amb una estructura tubular de acer inoxidable per a donar-li la rigidesa necessària per a evitar vibracions en el funcionament de la màquina, que quedarà de la següent manera:



Per últim mostrarem la vista general del disseny general de totes les estacions col·locades sobre la taula:



Conclusions del disseny proposat:

Concloem aquest apartat amb un producte que ha anat evolucionant des de la primera idea de disseny fins al disseny definitiu, on hem aconseguit un seguit de punts forts com:

- Una màquina robusta, ja que es tracta d'una estructura sòlida que suporta sense cap tipus de problema el pes de la taula i dels seus components.
- Tot i ser una taula robusta, es tracta d'una màquina fina, on utilitzarem el mínim de material possible per a la fabricació de la mateixa i optimitzarem al màxim els recursos emprats.
- S'utilitza el màxim d'elements comuns per a la minoració de costos de producció, com per exemple el braç robòtic, o les estacions de treball de encolat i de verificació amb el fluxòmetre que és la mateixa.

Poc manteniment i fàcil de realitzar ja que els components utilitzats no exigeixen un manteniment excessiu.

Temps de producció d'una peça:

Amb la **línia actual** tenim un temps de producció de cada estació de:

Operació	Temps (s)
Clipatge:	12,22
Encolat:	7,2

El que ens diu que el temps de cicle de producció d'una peça es de 12.22 segons, però hem de tenir en compte que estem treballant amb dues màquines en paral·lel el que ens redueix a la meitat el temps per peça, que queda en 6.11 segons.

Amb la **nova línia** analitzem el temps que triga cada estació:

Estació Nº:	Descripció de l'estació	Temps de treball amb (s) :
1	Col·locació plàstic	3
2	Col·locació escuma	3
3	Col·locació carcassa	3
4	Encolat	2
5	Col·locació imant	3
6	Premsat i imantat	5
7	Verificació flux magnètic	2
8	Packaging	3,5

Així que obtindrem una peça cada 5 segons.

També hem de tenir en compte els costos de personal, en la línia actual són 79.200€ (4 persones cobrant 1800€/mes) anuals mentre que en la automàtica són 19.800€ anuals (una única persona treballant).

Amb aquesta taula arribem a la conclusió que produir en la línia manual és:

1. Més car, ja que ens suposa un sobre cost al tenir 4 operaris treballant de **59.400 €/any** (79.200€ – 19.800€)
2. Més lent, ja que en un any, amb el mateix nombre d'hores, amb la màquina automàtica obtenim 228.211 peces/any més que amb la manual.

Pressupost:

El preu final de la màquina s'enfila fins als **164.113,36 €**, en aquest preu ja s'inclou tots els costos de fabricació, posada en marxa i el percentatge que cobrariem nosaltres per a la realització de aquest projecte.

Amb això, i tenint en compte la durada del projecte per subministrar peces per part del client (5 anys), ja podem comprovar si

aquesta inversió ens resultaria rentable o no.

Inversió inicial	164.113,36 €
Estalvi anual:	59.400 €
Durada del projecte:	5 Anys

Amortització en 5 anys	32.822,672 €/any
Beneficis anuals	26.577,328 €
Diferència entre inversió inicial i estalvi en 5 anys:	132.886,64 €

Ens queda un benefici final de **132.886,64 €** al final de la vida del projecte.

Conclusions finals:

Després de tot el desenvolupament del projecte, i també de realitzar l'estudi econòmic, obtenim que el disseny la nostre idea de redissenyar la línia de treball actual és una opció vàlida degut a les següents reflexions:

- Més producció de peces amb el mateix temps de producció
- Alta inversió inicial però grans beneficis després de 5 anys (durada del projecte)
- Menys aturades previstes degut a que només treballa un operari tot el dia en ella gràcies al disseny òptim de la màquina.
- Menys despeses anuals per produir el mateix

Com a conclusió final concloem dient que aquesta màquina resulta rentable amb una producció anual de prop de 1.100.000 peces anuals durant un mínim de tres anys, com el nostre client té compromís de producció durant 5 anys encara resulta més rentable la forta inversió de capital en la fabricació de aquesta màquina.