



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL:

DISSENY D'UN UTILLATGE I PROGRAMACIÓ PER L'OPTIMITZACIÓ
EN EL CONTROL D'UN PROCÉS DE FABRICACIÓ PER UN ARBRE
DE LLEVES

AUTOR:

ALARCÓN FERNÁNDEZ, RAÚL

DATA DE PRESENTACIÓ:

26 D'OCTUBRE, 2017

Inici

COGNOMS: ALARCÓN FERNÁNDEZ

NOM: RAÚL

TITULACIÓ: GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

PLA: EQUIPS DE CONTROL DIMENSIONAL

DIRECTOR: JOAN JOSEP ALIAU PONS

DEPARTAMENT: EGE-717

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: Sí No

Resum

L'objectiu del present projecte, per una banda, es donar a conèixer a l'usuari que és l'àmbit de la qualitat, concretament, que és l'àmbit del control dimensional, les principals empreses que fan referència a aquest sector i quins tipus de control dimensional es poden trobar.

Per altre banda, i la part més important, es mostrar com es pot fer un control aplicant-ho a una peça real, per una possible situació real de producció en automoció, on s'integraran diferents variants per formar el "sistema de control", i la forma de que això pugui ser possible.

El projecte queda desglossat en tres parts fonamentals que son: L'utilatge de mesura mecànic (on mesurarem la peça físicament), el software de mesura que s'aplicarà (amb el respectiu programa generat com a "pautes de control" a seguir per l'operari), i finalment, el hardware de control-eina del CNC (actuant en cas que sorgeixin desviacions en les mesures realitzades).

Tot lo necessari i lo més complet, per tal de donar suport a un possible client per una necessitat real.

Com a conclusions generals, m'agradaria afegir que el present treball m'ha donat la possibilitat de mostrar-me des d'altre punt de vista, tot lo que es possible aplicar en aquest àmbit gràcies a la gran viabilitat de tecnologies actualment existents.

Paraules clau (màxim 10):

Qualitat	Automoció	Control	Dimensions
Utilatge	Informatitzat	Correcció	Producció
Arbre	Lleves		

Abstract

The target for this project, in a one hand, it's to take the opportunity for the user to meet what is "quality", specially, what is the measure control field and show the most principally companies that we can find here.

By other way, the most important, it would be show how we can make a control in a real automotive production situation, using different ways to generate a "control system", and how we can make it possible.

The project, is divided in three principally ways, they are: Mechanical tool (for measure the real piece), the measuring software needed (with his generated program for the "control guidelines" to make it easier for the user following), and finally, the tool-control hardware (including his programming) for check and correct the possible deviations of the CNC tool.

Everything needed to make support for a possible customer in his real situation.

As a general conclusion, I would like to add that this project has shown me all the technology possibilities are currently suitable in this field, and the different ways we can choose to make it real.

Keywords (10 maximum):

Quality	Automotive	Control	Measures
Tool	Computerized	Correction	Production
Camshaft			

Índex de contingut

Inici.....	2
Resum.....	3
Abstract.....	4
Índex de contingut.....	5
Índex d'imatges.....	7
Índex de taules.....	9
1. Introducció.....	10
1.1. Objectius genèrics.....	11
2. Estudi del mercat.....	12
2.1. MARPOSS S.A. (amb un capital social >60.000€).....	13
2.2. Hexagon Metrology S.A. (amb un capital social >60.000€).....	14
2.3. Renishaw Metrology S.A. (amb un capital social >60.000€).....	15
2.4. Anàlisi de competència:.....	16
3. Principis teòrics.....	17
4. Disseny útil.....	18
4.1. Primera fase.....	18
4.2. Segona fase.....	19
5. Informàtica / electrònica.....	20
5.1. Software de control i automatització.....	20
5.2. Layout.....	27
6. Càlculs justificatius.....	28
6.1. Forces generals que s'apliquen en l'utilatge.....	28
6.2. Tensió de Von Mises.....	30
6.3. Desplaçaments màxims.....	30
6.4. Deformació unitària.....	31
7. Plec de condicions.....	32
7.1. Criteris d'acceptació del client.....	32
7.2. Condicions generals.....	33
7.3. Especificacions de material i components.....	34
7.4. Especificacions d'execució.....	38
8. Pressupost.....	39

8.1.	Pressupost components Standard	39
8.2.	Pressupost disseny i fabricació	40
8.3.	Pressupost programacions.....	41
8.4.	Pressupost muntatge, probes i posada a punt del sistema	41
8.5.	Pressupost total	41
9.	Conclusions.....	42
9.1.	Conclusions del treball	42
9.2.	Conclusions personals	42
9.3.	Conclusions de millora	42
10.	Bibliografia.....	43

Índex d'imatges

Imatge 1. Optiquick (mesurador laser automàtic combinat amb sonda pel control de eixos entre punts).....	13
Imatge 2. Columnes de control (Per la visualització de cotes nominals amb toleràncies per mesura estàtica o dinàmica mitjançant calibres o sondes)	13
Imatge 3. Captura de l'evolució de vendes MARPOSS S.A. Font "ELECONOMISTA".	13
Imatge 4. GLOBAL S.....	14
(mesurador tridimensional per palpació pel control de gran varietat de peces)	14
Imatge 5. Tesa TPS (banc de control motoritzat de mesura per comparació de la casa TESA).....	14
Imatge 6. Captura de l'evolució de vendes Hexagon Metrology S.A. Font "ELECONOMISTA".	14
Imatge 7. Capsal PHS1 (per a tridimensionals que requereixen gran precisió angularment i llarg abast).	15
Imatge 8. Sondes SP25M (activació per contacte y copiat de perfils, un dels més versàtils del món).	15
Imatge 9. Captura de l'evolució de vendes Renishaw Metrology S.A. Font "ELECONOMISTA".	15
Imatge 10. Captura arbre de lleves.	17
Imatge 11. Cota de control lleva.....	17
Imatge 12. Primera fase disseny-utilatge.	18
Imatge 13. Segona fase disseny-utilatge.....	19
Imatge 14. Disseny patró (per calibrar la mesura).....	19
Imatge 15. Pantalla 1 (Inici).....	20
Imatge 16. Pantalla 2 (Calibració 1).	21
Imatge 17. Pantalla 3 (Calibració 2).	21
Imatge 18. Pantalla 4 (Control OK).	22
Imatge 19. Pantalla 4 (Control límit).	22
Imatge 20. Pantalla 4 (Control límit).	23
Imatge 21. Pantalla 4 (Control límit).	23
Imatge 22. Pantalla 4 (Control límit).	24
Imatge 23. Pantalla 4 (Error).	24
Imatge 24. Pantalla 5 (SPC).....	25

Imatge 25. Connexions electròniques.	26
Imatge 26. Layout (sistema integrat).	27
Imatge 27. Forces Part mòbil → Part fixa.	28
Imatge 28. Digrama equivalent. Font "RUA.ES"	28
Imatge 29. Forces Part mòbil → Base.	29
Imatge 30. Diagrama equivalent. Font "RUA.ES"	29
Imatge 31. Estudi (Tensió Von Mises).	30
Imatge 32. Estudi (Desplaçaments màxims URES).	30
Imatge 33. Estudi (Deformació unitària ESTRN)	31
Imatge 34. Utilatge mecànic.	34
Imatge 35. Software pel control.	36
Imatge 36. Hardware pel control.	36
Imatge 37. Hardware per correcció-eina.	37

Índex de taules

Taula 1. Resum subministrament part fixa.	34
Taula 2. Resum subministrament part mòbil.	35
Taula 3. Patró.....	35
Taula 4. Resum subministrament software.	36
Taula 5. Resum subministrament hardware de control.	36
Taula 6. Resum subministrament hardware correcció-eina.....	37
Taula 7. Resum de processos de fabricació.....	38
Taula 8. Preu de components Standard.....	39
Taula 9. Hores disseny i producció.	41
Taula 10. Preu total projecte.	41

1. Introducció

La qualitat en qualsevol producte, avui dia es un dels processos més importants per a verificar l'aptitud del mateix, sotmetent-lo a aquest mitjançant una sèrie de proves (mecàniques o químiques) per tal d'assegurar que s'acompleixen els requeriments imposats per les actuals normatives de qualitat.

Concretament, en el control dimensional (secció on ens centrarem), s'assoleix gran quantitat de sectors d'enginyeria, com son: l'automoció, aeronàutica, ferroviari, industrial, alimentació, etc.

Pel nostre cas, per l'experiència atorgada en aquest àmbit, ens encaminarem cap a la producció per l'automoció. Altres raons de pes que ens decanten per aquest sector, podrien ser: la gran quantitat de series que requereixen d'aquest tipus de control (gracies a la seva demanda de fabricació), i l'elevada qualitat que s'exigeix per a cada component.

1.1. Objectius genèrics

Els objectius principals per aquests tipus de controls son que es compleixin les exigències dels fabricats requerides per tal de garantir al pròxim consumidor que el material es apte per a la seva aplicació. D'aquesta manera s'aconsegueix evitar possibles trencaments del material o de tercers (per influència del mateix). Com a resultats, donarà sobre tot, major confiança pel bon servei i per la disminució de despeses i accidents.

El control dimensional pot obtenir-se per mitjans d'utillatges manuals (o automàtics) de comparació, calibres de control Standard (com el peu de rei), entre d'altres... També es poden trobar sistemes amb més tecnologia com per exemple, el control tridimensional (amb contacte) o bé, el làser u òptic (sense contacte).

Les mesures de productes, poden ser 100% en la línia de producció o bé al laboratori de metrologia (pel cas de controlar petites mostres).

2. Estudi del mercat

Actualment, algunes de les empreses més importants que es poden trobar en el sector per sistemes de Control dimensional, principalment poden ser: MARPOSS S.p.A., Hexagon AB, Renishaw PLC, Mahr GmbH, Jenoptik Laser GmbH, Mitutoyo Corporation AB, entre d'altres.

A continuació, es farà èmfasi de les tres primeres mencionades en territori Espanyol.

2.1. MARPOSS S.A. (amb un capital social >60.000€)

Objecte social: Instal·lació de màquines i equips industrials pel sector de la automoció y maquinaria de precisió.

MARPOSS, disposa de productes de gran avanç tecnològic ja que empen làsers i mecanismes especials per donar suport a les necessitats de control, incloent també softwares. A continuació, es veuran un parell de mostres:

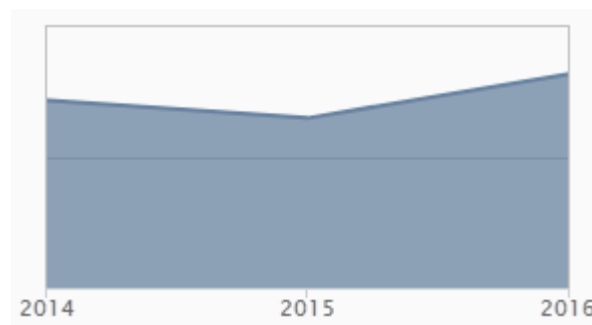


Imatge 1. Optiquick (mesurador laser automàtic combinat amb sonda pel control de eixos entre punts)



Imatge 2. Columnes de control (Per la visualització de cotes nominals amb toleràncies per mesura estàtica o dinàmica mitjançant calibres o sondes)

En el següent gràfic, podem observar (segons la font ELECONOMISTA) l'evolució de vendes de MARPOSS S.A. en els últims 3 anys:



Imatge 3. Captura de l'evolució de vendes MARPOSS S.A. Font "ELECONOMISTA".

De forma aproximada, i mitjançant regles de tres, podem calcular que del 2014 al 2016, l'evolució va ser a prop d'un 13%.

2.2. Hexagon Metrology S.A. (amb un capital social >60.000€)

Objecte social: Comercialització al por major de maquinaria industrial de mesura.

Hexagon, fabrica sistemes per la mesura automatitzats i tridimensionals. També, son subministradors de productes de grans fabricants com TESA. A continuació es veuran un parell de mostres:

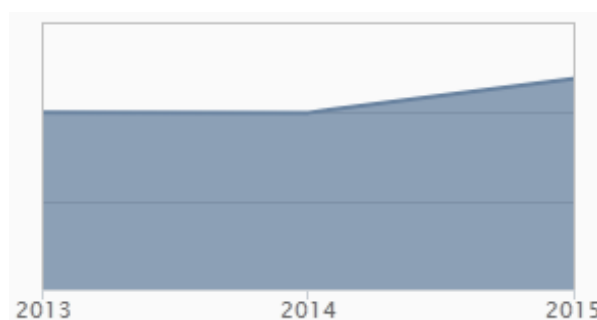


Imatge 4. GLOBAL S
(mesurador tridimensional per palpació pel control de gran varietat de peces)



Imatge 5. Tesa TPS (banc de control motoritzat de mesura per comparació de la casa TESA)

En el següent gràfic, podem observar (segons la font ELECONOMISTA) l'evolució de de vendes de Hexagon Metrology S.A. en els últims 3 anys:



Imatge 6. Captura de l'evolució de vendes Hexagon Metrology S.A. Font "ELECONOMISTA".

De forma aproximada, i mitjançant regles de tres, podem calcular que del 2014 al 2016, l'evolució va ser a prop d'un 18%.

2.3. Renishaw Metrology S.A. (amb un capital social >60.000€)

Objecte social: Intermediaris en la comercialització de productes d'enginyeria.

Renishaw, Subministren material per la mesura de tot tipus, des de sistemes de control tridimensional fins a sistemes làser, software, a més de sondes, etc. A continuació, es veuran un parell de mostres:

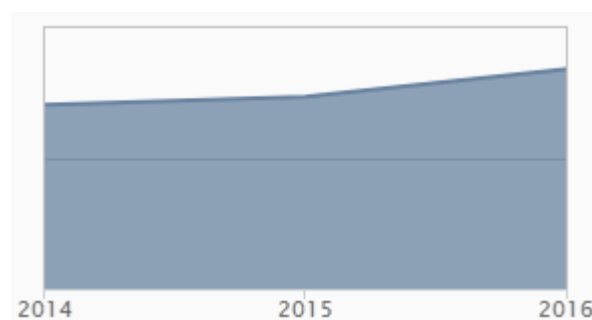


Imatge 7. Capsal PHS1 (per a tridimensionals que requereixen gran precisió angularment i llarg abast).



Imatge 8. Sondes SP25M (activació per contacte y copiat de perfils, un dels més versàtils del món).

En el següent gràfic, podem observar (segons la font ELECONOMISTA) l'evolució de de vendes de Renishaw Metrology S.A. en els últims 3 anys:



Imatge 9. Captura de l'evolució de vendes Renishaw Metrology S.A. Font "ELECONOMISTA".

De forma aproximada, i mitjançant regles de tres, podem calcular que del 2014 al 2016, l'evolució va ser a prop d'un 20%.

2.4. Anàlisi de competència:

2.4.1. Punts en contra per nosaltres:

- Les empreses mencionades anteriorment, son grups principals en el sector. Disposen de professionals preparats i amb experiència, a més d'una gran gestió en departaments comercials que faciliten l'entrada de projectes, i per tant més probabilitats d'evolucionar.
- Aquestes empreses tenen sistemes totalment automatitzats i versàtils, en la nostra empresa solament disposem de mètodes per comparació (no tant versàtils).

2.4.2. Punts a favor per nosaltres:

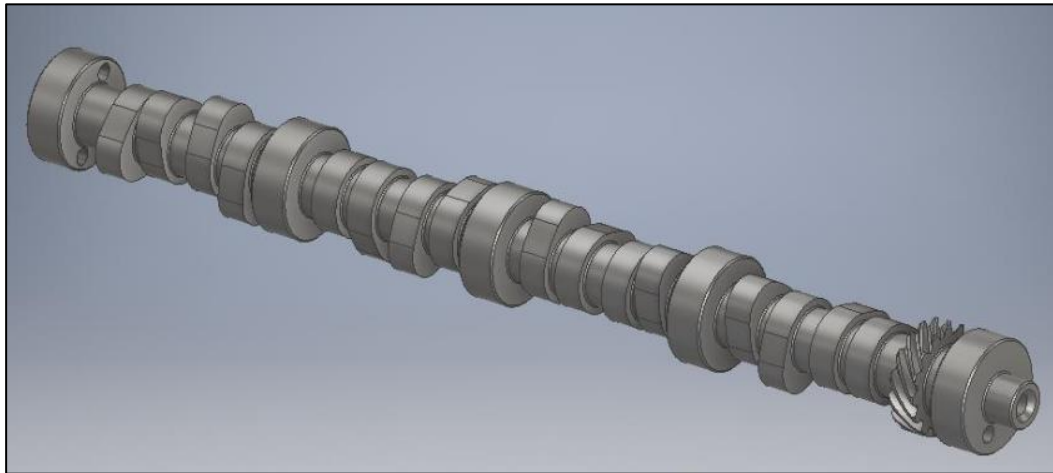
- * L'entrada en aquest mercat davant les empreses mencionades, sembla dificultada, però, darrere d'aquestes multinacionals, sorgeixen, i cada vegada més, casos d'empreses desateses, que necessiten solucions urgents i que no tenen respostes a temps davant als seus conflictes. Això, donarà com a resposta que empreses petites (com en la que jo treballo actualment), puguin oferir els seus serveis i gaudir de clients fidels si el suport es continu i l'atenció es adequada.
- Els nostres processos de control, al ser per comparació, a més de ser més econòmics, en la milloria dels casos de producció per series, ja son suficients com a solució de control.

(*) Les raons per que això pugui sorgir en les multinacionals, pot ser per temes de burocràcia o per terminis de lliurament excessivament llargs. Aquest segon, pot aparèixer sobre tot si existeixen dependències en l'estranger.

3. Principis teòrics

Com a principi teòric, s'estudiarà fer control de tota la producció amb correcció d'eina al CNC, per l'arbre de lleves que es mostra a continuació:

- Captura 3D del arbre de lleves a controlar:

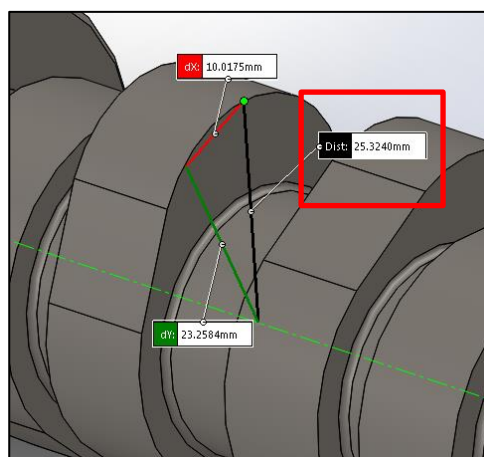


Imatge 10. Captura arbre de lleves.

- Cotes de control:

La cota nominal per a les 16 lleves es la mateixa, es a dir, **25,324mm** (vegis enquadrada en vermell). La tolerància que es permet per aquest cas es de $\pm 0,02\text{mm}$.

- Cota màxima permesa: 25,326mm.
- Cota mínima permesa: 25,322mm.

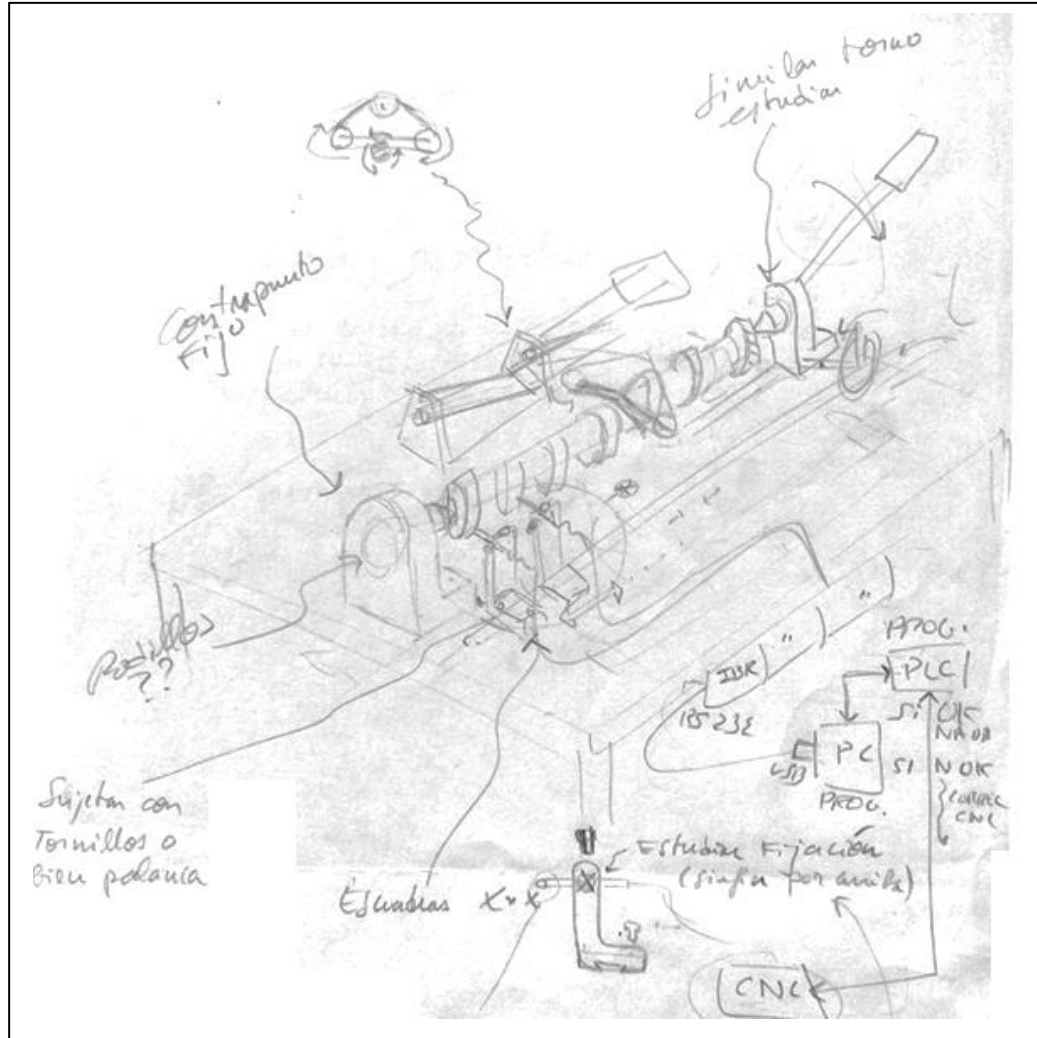


Imatge 11. Cota de control lleva.



4. Disseny útil

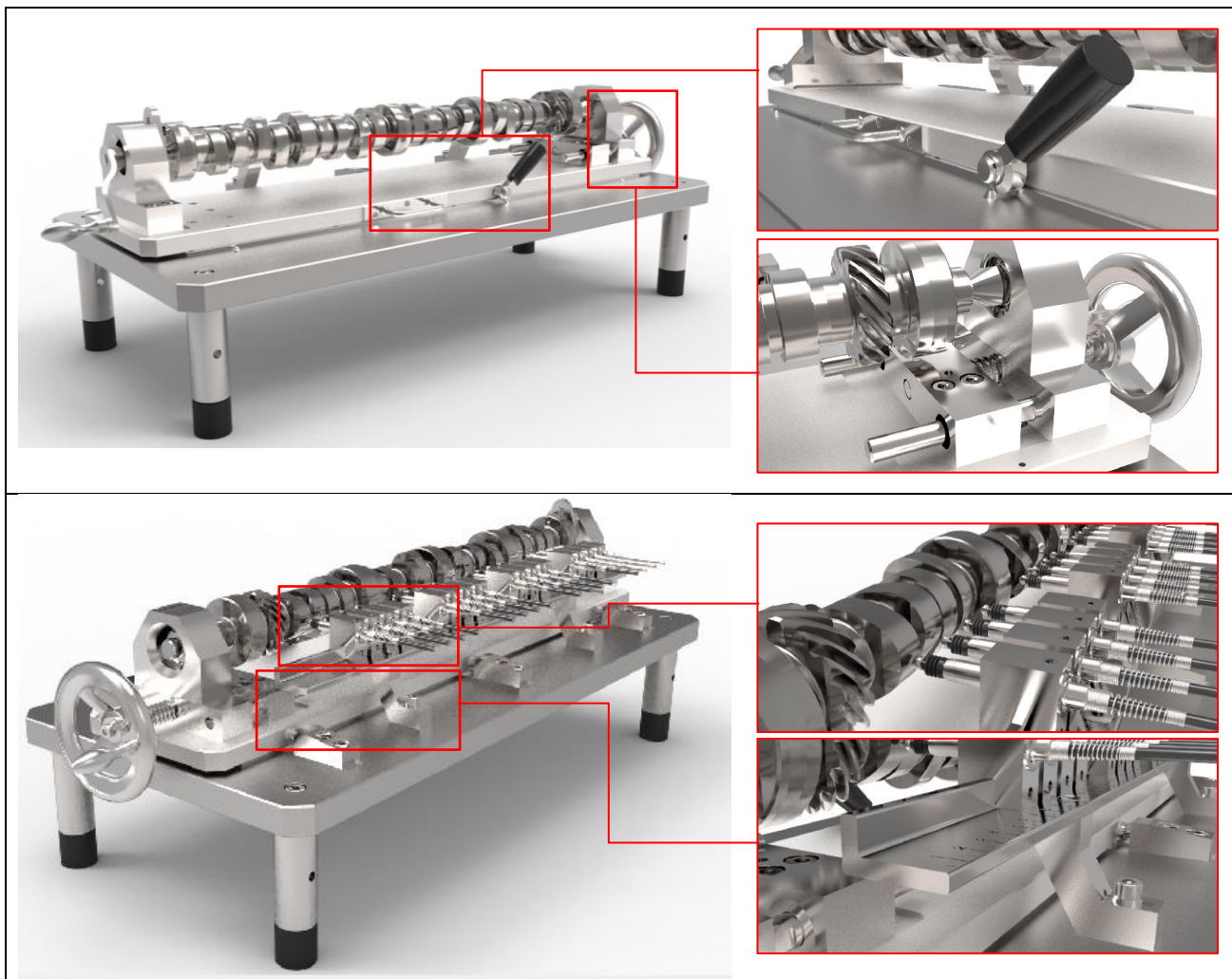
4.1. Primera fase



Imatge 12. Primera fase disseny-utilatge.

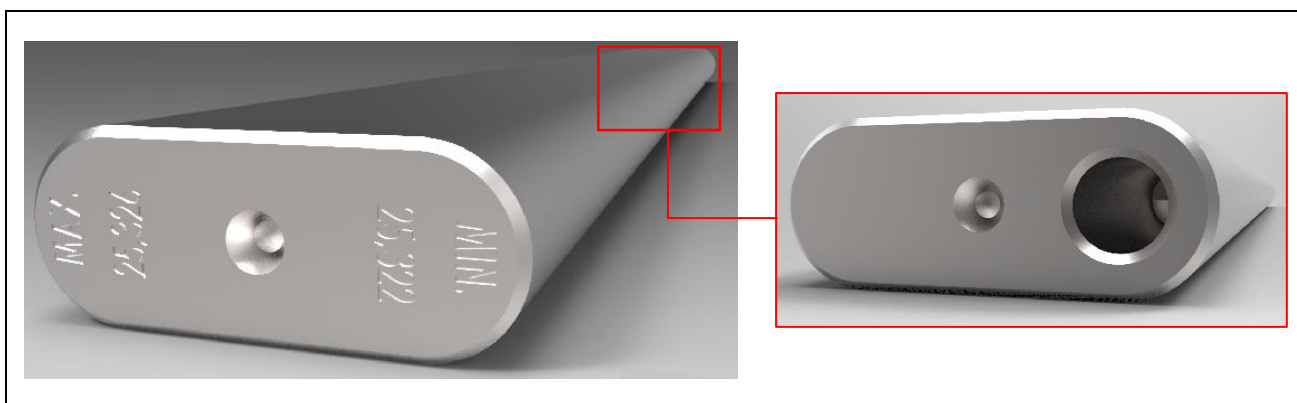
4.2. Segona fase

4.2.1. Utillatge



Imatge 13. Segona fase disseny-utillatge.

4.2.2. Patró Max. – Min. (25,326 – 25,322 mm)



Imatge 14. Disseny patró (per calibrar la mesura).

5. Informàtica / electrònica

5.1. Software de control i automatització

Mitjançant el software “ComGage” (de IBR) i la posterior transferència de dades al hardware “Arduino”, es genera el sistema de control i automatització.

Nota: En alguns casos mostrats a continuació, es mostrarà (X1), (X2), etc. Indicant les vegades que la llum pampalluga.

Pautes de control generades:

5.1.1. Inici:

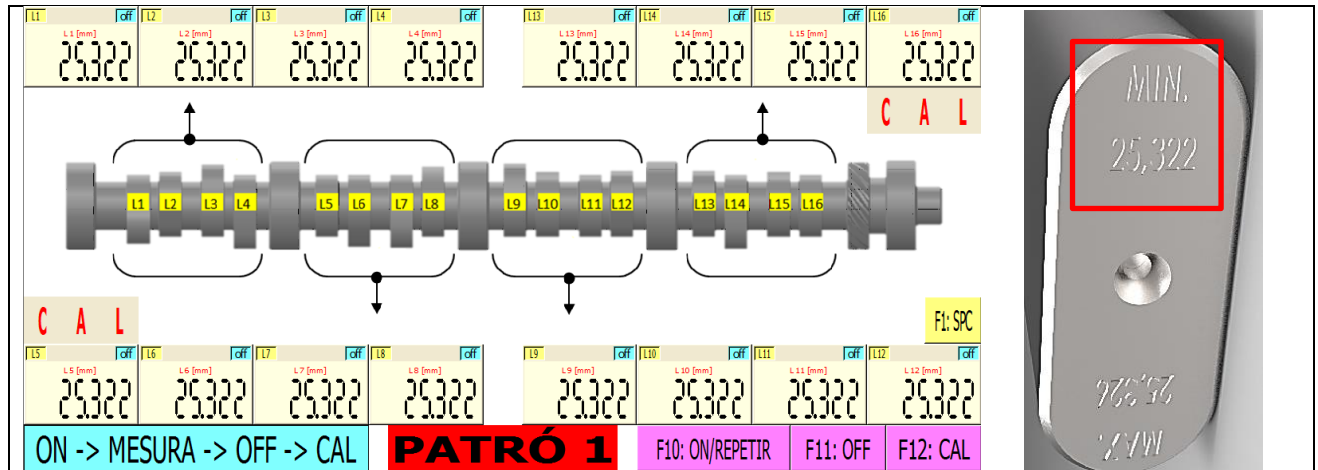
Es recomana una calibració cada 10 mesures, s'aprofita la següent pantalla per a notificar-ho.



Imatge 15. Pantalla 1 (Inici).

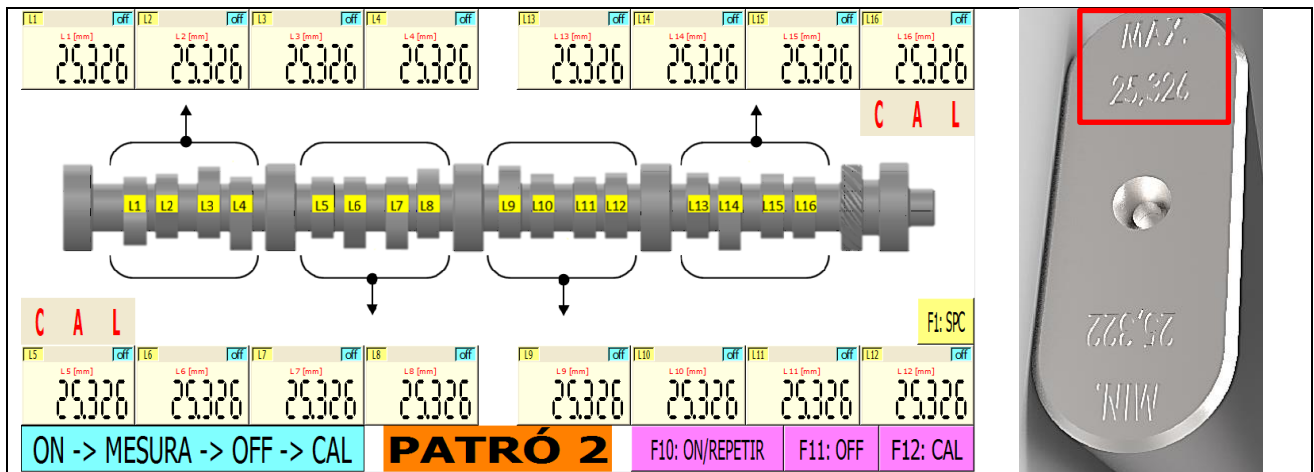
5.1.2. Calibració:

- Es demana el primer patró, es a dir, controlar la part mínima (25,322mm) del mateix:



Imatge 16. Pantalla 2 (Calibració 1).

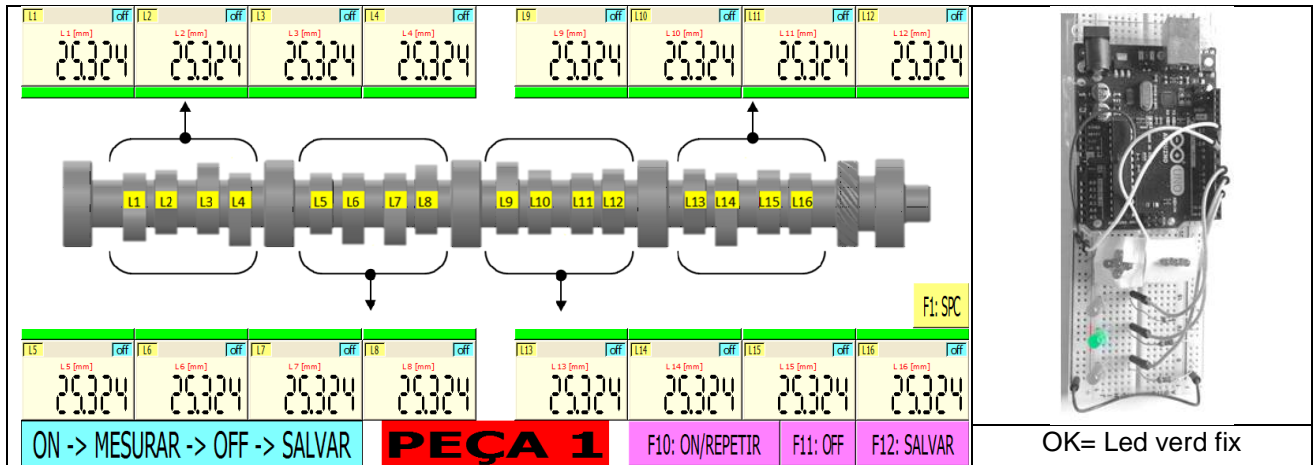
- Es demana el segon patró, es a dir, controlar la part màxima (25,326mm) del mateix:



Imatge 17. Pantalla 3 (Calibració 2).

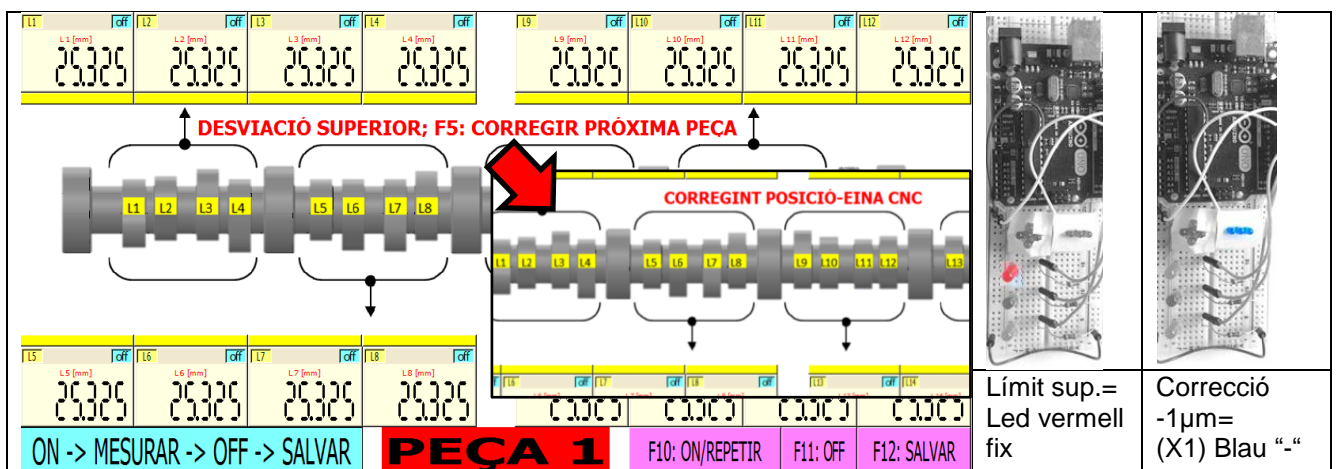
5.1.3. Fase de control

- La peça 1 mesurada ha estat OK. L'operari prem "F12" i demana la següent peça:



Imatge 18. Pantalla 4 (Control OK).

- La peça 1 mesurada es desvia lleugerament, tot i que continua estant dintre de toleràncies, es demana permís per rectificar la posició-eina. L'operari prem "F5" i s'activa la correcció adient, després prem "F12" per salvar dada, ja que igualment es OK.
 - Desviació superior de "+1µm" respecte el valor nominal de 25,324mm, s'activa la correcció de "-1µm" en posició eina CNC:



Imatge 19. Pantalla 4 (Control límit).

- Desviació superior per “+2µm” respecte el valor nominal de 25,324mm, s’activa la correcció de “-2µm” en posició eina CNC:

ON -> MESURAR -> OFF -> SALVAR	PEÇA 1	F10: ON/REPETIR	F11: OFF	F12: SALVAR
--------------------------------	---------------	-----------------	----------	-------------

Imatge 20. Pantalla 4 (Control límit).

- Desviació inferior per “-1µm” respecte el valor nominal de 25,324mm, s’activa la correcció de “+1µm” en posició eina CNC:

ON -> MESURAR -> OFF -> SALVAR	PEÇA 1	F10: ON/REPETIR	F11: OFF	F12: SALVAR
--------------------------------	---------------	-----------------	----------	-------------

Imatge 21. Pantalla 4 (Control límit).

- Desviació inferior per “-2µm” respecte el valor nominal de 25,324mm, s’activa la correcció de “+2µm” en posició eina CNC:

Límit inf.= Led vermell fix	Correcció +2µm= (X2) Blau “+”
-----------------------------------	-------------------------------------

Imatge 22. Pantalla 4 (Control límit).

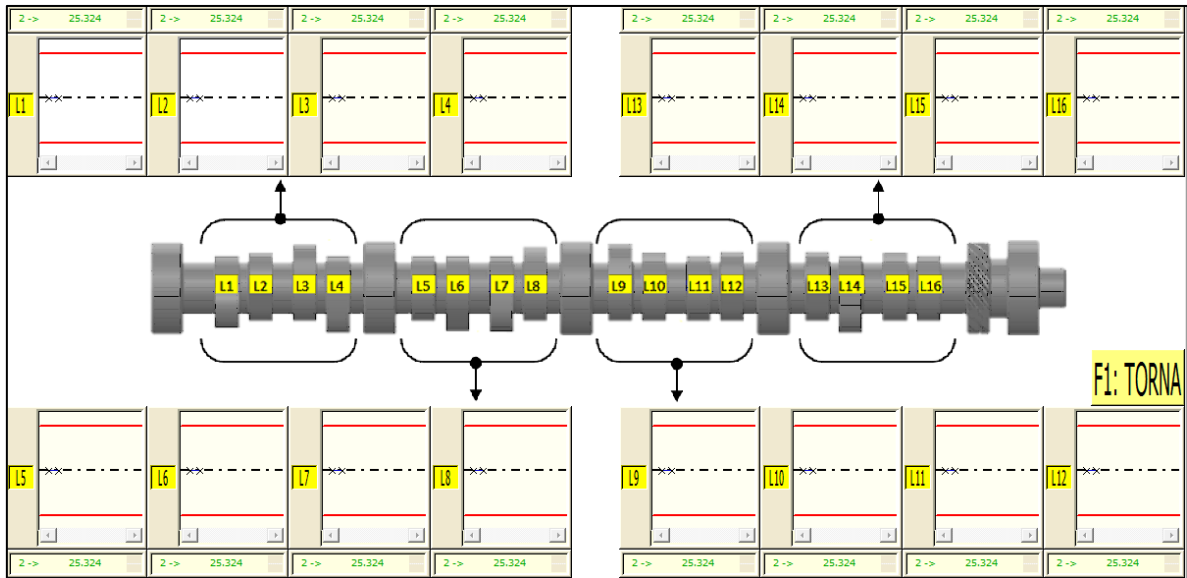
- La peça mesurada ha estat fora de rang, es demana revisar el CNC per possible anomalia. L’operari prem “F10” per repetir el control una vegada corregit l’error (el programa no permet avançar fins que queda solucionat):

Error= (X3) Tots

Imatge 23. Pantalla 4 (Error).

5.1.4. Control estadístic del procés (o SPC)

- A continuació, es mostra el control estadístic amb gràfics X-R per cada control realitzat. L'operari pot consultar en temps real i en qualsevol moment, sempre que es premi "F1". Per tornar a les fases anteriors, l'operari torna a pulsar el botó "F1".



Imatge 24. Pantalla 5 (SPC).

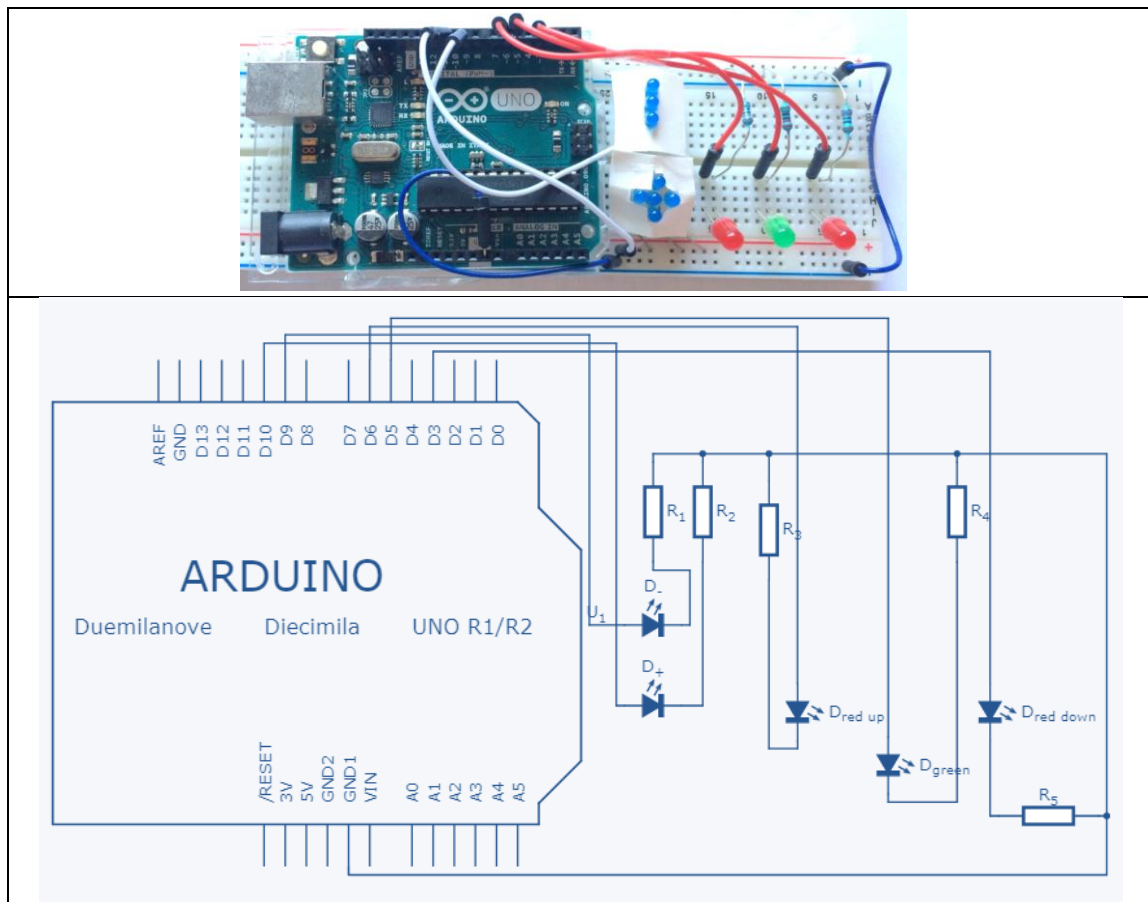
5.1.5. Hardware correcció-eina

El hardware utilitzat, es l'arduino UNO, que es connectarà al PC amb USB, dialogant amb el Software anteriorment mostrat, mitjançant port sèrie.

La programació del mateix, s'encarregarà de traduir les desviacions de mesura a unitats de correcció en "µm" pel CNC. Vegis la programació completa per a més detalls.

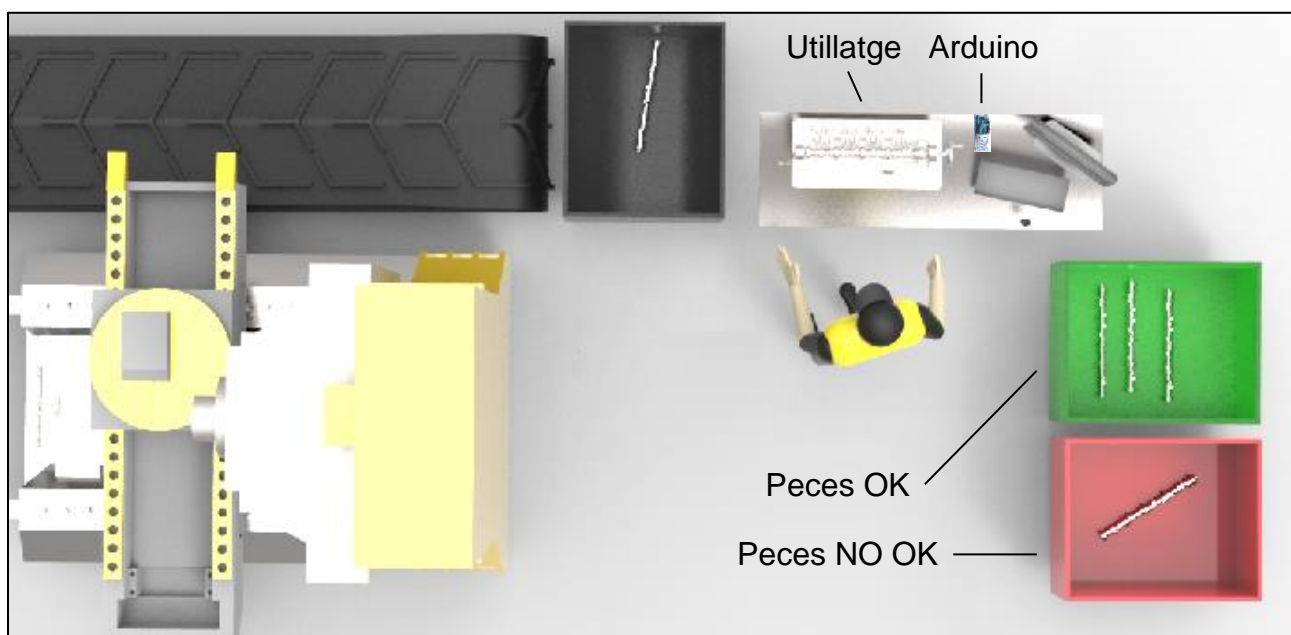
Referent les connexions, com s'observa en la següent imatge, els cables de color blanc, sortint de D10 – D11, alimenten els ànodes dels leds blaus (-) i (+) respectivament. Aquests leds informaran a l'operari si es resten o es sumen unitats de "µm" pel cas que hagin sorgit desviacions en les dimensions obtingudes produïdes pel desgast de l'eina. A continuació, aquests van connectats a través de resistències de 220 Ω.

Per altre banda, les sortides 3, 5 i 6 es connecten als ànodes "D_{red down}", "D_{green}" i "D_{red up}" respectivament. Aquests leds, informaran a l'operari de si el valor es desvia de la cota nominal, inferiorment, si es dindre de tolerància o, si desvia pel pol superior respectivament.



Imatge 25. Connexions electròniques.

5.2. Layout

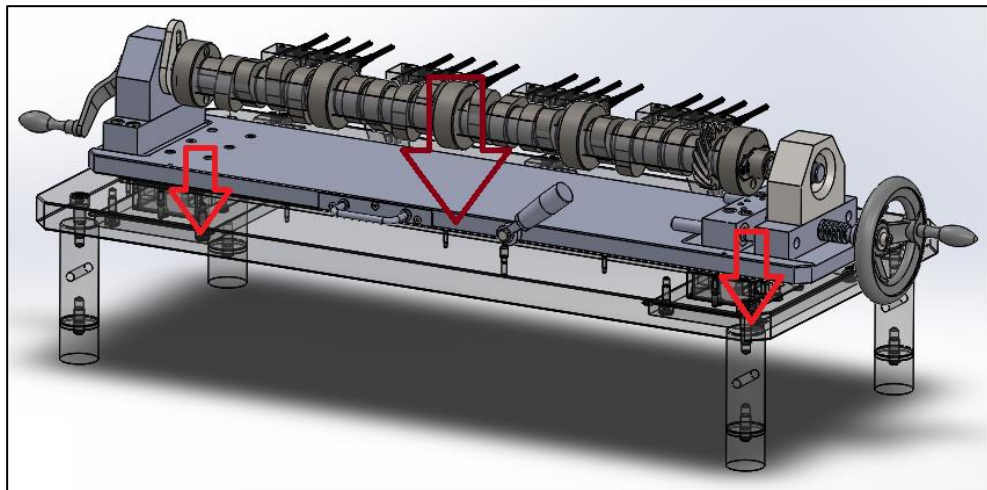


Imatge 26. Layout (sistema integrat).

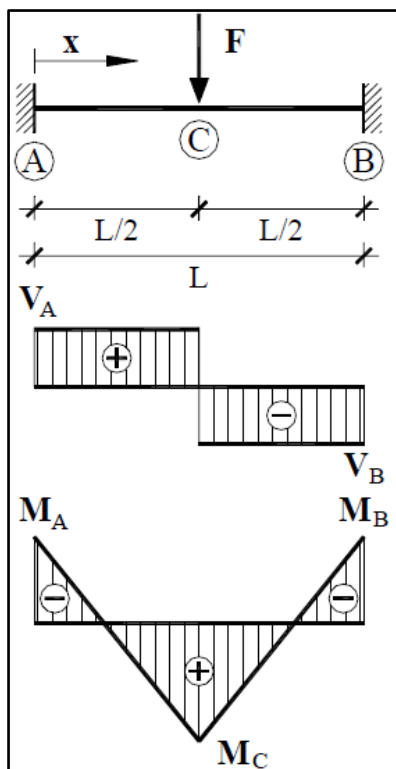
6. Càlculs justificatius

Es tracta d'un utillatge sobredimensionat, amb massa suficient per donar equilibri i fiabilitat a la mesura.

6.1. Forces generals que s'apliquen en l'utillatge



Imatge 27. Forces Part mòbil → Part fixa.

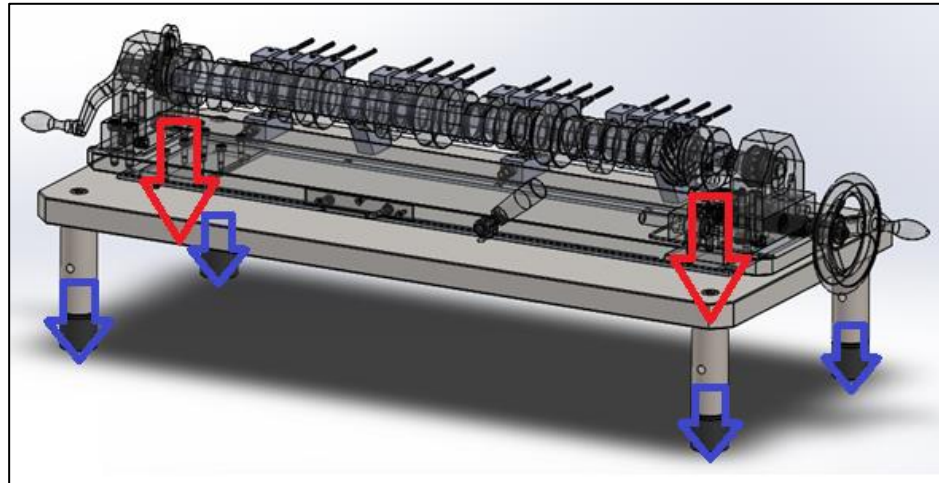


Imatge 28. Digrama equivalent. Font "RUA.ES"

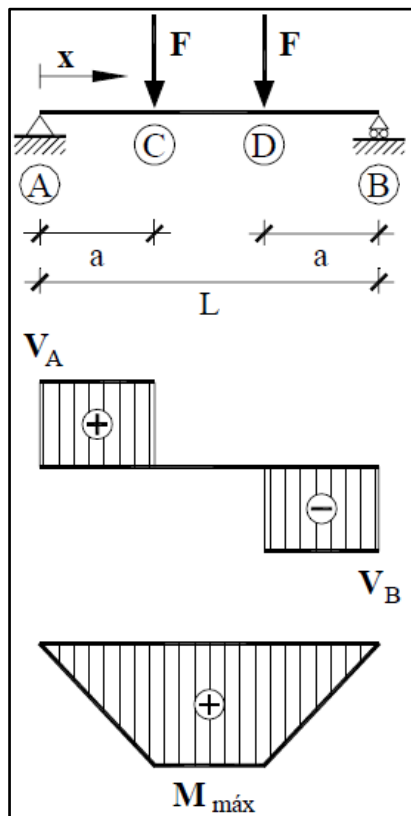
$$F = 17,7 \text{ kg} \cdot 9,8 = 173,46$$

$$F_A = F_B = \frac{F}{2} = 86,73 \text{ N}$$

$$M_{Max} = M_C = \frac{F \cdot L}{8} = \frac{173,46 \cdot 250}{8} = 5420,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Imatge 29. Forces Part mòbil → Base.



Imatge 30. Diagrama equivalent. Font "RUA.ES"

$$F_A = F_B = F = 86,73 \text{ N}$$

$$F_{pota} = \frac{F_A}{2} = \frac{F_B}{2} = 43,36 \text{ N}$$

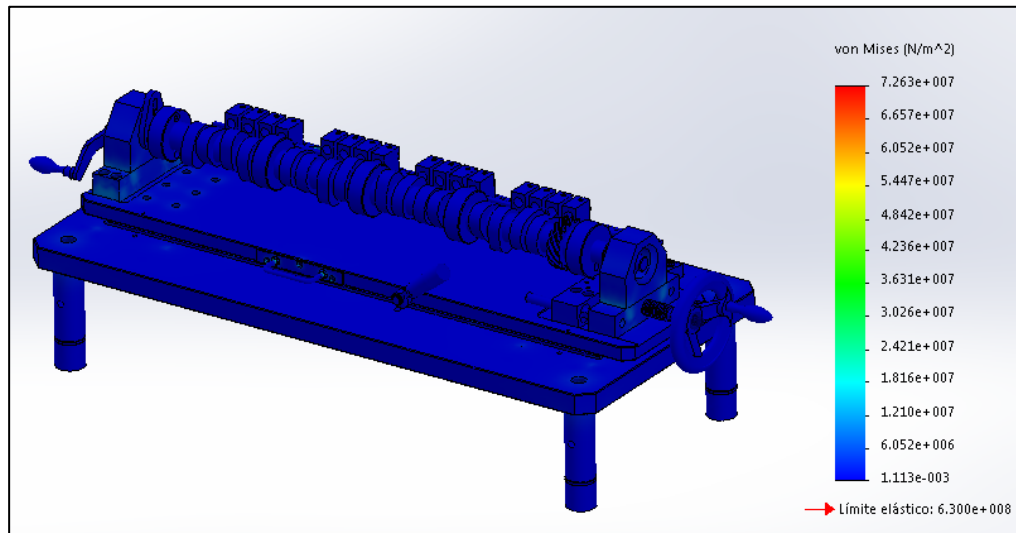
$$M_{Max} = M_A = M_B = \frac{F}{2 \cdot L} (L(X - a) + a^2) =$$

$$= \frac{86,73}{2 \cdot 500} (500(0 - 60) + 60^2) =$$

$$= -2289,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

6.2. Tensió de Von Mises

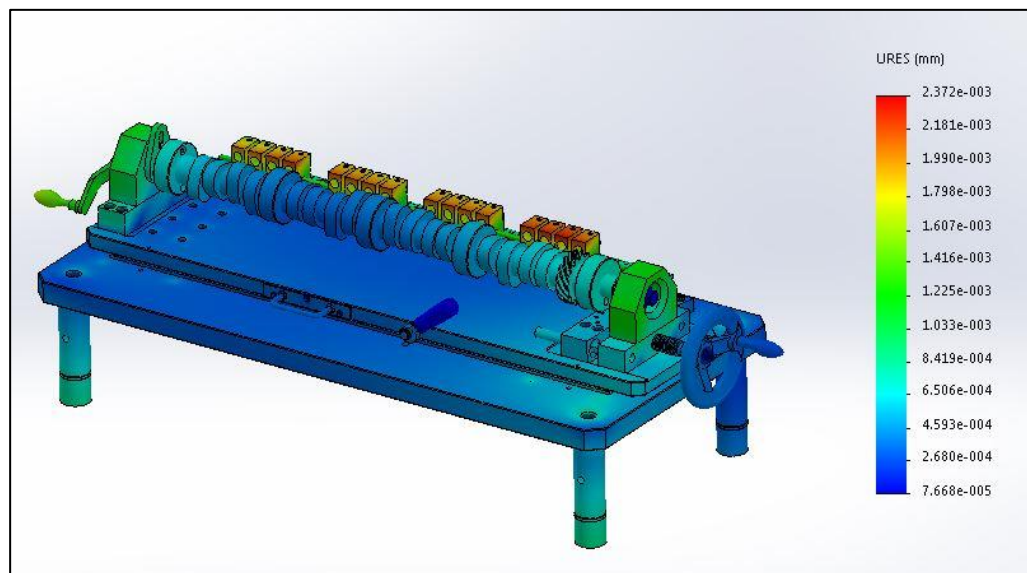
Com s'ha mencionat anteriorment, no existeixen punts crítics:



Imatge 31. Estudi (Tensió Von Mises).

6.3. Desplaçaments màxims

Com s'observa a continuació, el desplaçament màxim podria ser aprox. de $1,990e^{-003}$,
es a dir, de 0,099 mm en el pitjor dels casos:

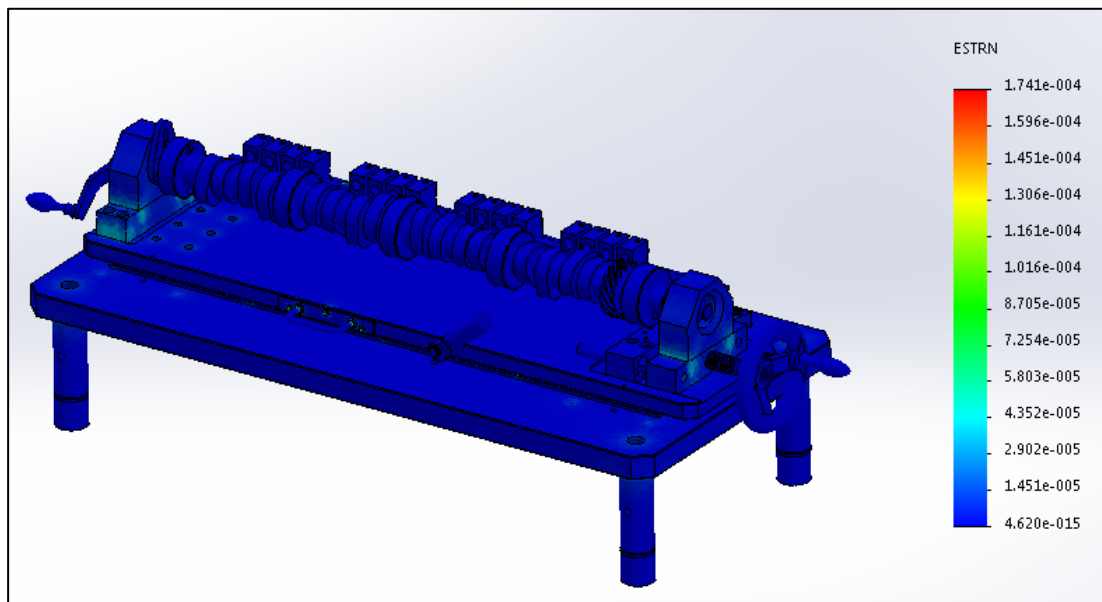


Imatge 32. Estudi (Desplaçaments màxims URES).

Cap destacar que la dada mostrada es menyspreable, ja que, una vegada l'arbre s'ha fixat en posició de mesura, quedarà eliminat tot desplaçament per mínim que sigui.

6.4. Deformació unitària

No s'aprecien gairebé deformacions, segons s'observa en el següent gràfic:



Imatge 33. Estudi (Deformació unitària ESTRN)

7. Plec de condicions

A continuació es mostraran les condicions y especificacions del sistema de control.

7.1. Criteris d'acceptació del client

El possible client, potencial consumidor d'estris de mesura, ens sol·licita oferta per estudiar un cas concret de control de mesura pel sector d'automoció.

Comentaris aportats pel client:

- El control del arbre de lleves es requereix una vegada s'han mecanitzat les seves lleves.
- Les cotes de control son les distàncies radials (des de l'eix central) per cada lleva.
- El control es deurà aplicar a tota la producció.
- Es precisa efectivitat a bon preu, no es necessari un utillatge automàtic ja que disposen d'un temps de cicle aproximat a uns 60 segons per la sortida de peça del CNC.
- En un futur, es disposaran de més series a controlar, les mesures no variarien gaire.
- El CNC que s'emprarà per a mecanitzar, te un inconvenient ja que necessita de molts recanvis d'eina o re-programacions, per tal d'evitar errors dimensionals per motius de desgast.

7.2. Condicions generals

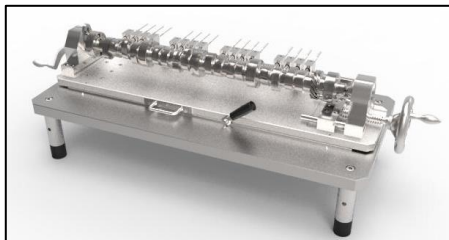
Les condicions que s'ofereixen son les següents:

- Per que el sistema de control sigui capaç d'adaptar-se a les necessitats del client, es considerarà que el sistema a integrar treballarà 100% en línia (per comprovar les dimensions de cada peça posteriorment a la fase de mecanització de lleves).
- El projecte a desenvolupar comptarà de tres parts integrades. Sent un utilatge manual de control combinat amb un software informàtic per gestionar les mesures i un control PLC per tal d'auto corregir desviacions per desgast de l'eina (produïdes pel CNC).
- L'utilatge mecànic serà versàtil per ser compatible amb diferents tipus d'arbres de lleves de futures aplicacions.
Per aquest cas, la càrrega de peça en l'utilatge, serà manual (es disposa d'un temps de cicle total de 60 segons pel rectificat de cada peça, aproximadament l'operari deurà trigar uns 30 segons, sent aquest un temps més que suficient de mesura).
- El sistema complet es situarà junt a la CNC del procés de mecanització per l'arbre de lleves, a prop dels contenidors OK – NO OK, per que l'operari s'encarregui rere a la comprovació, de classificar la peça si es bona o dolenta, respectivament.
- Per a solucionar les constants pèrdues de temps pel recanvi d'eina en el CNC, es generarà un sistema automatitzat per tal de auto corregir els possibles errors en les dimensions. Això serà possible compensant el desgast del material de l'eina amb l'increment d'atac sobre la peça.
- L'equip a subministrar, serà d'acord a la normativa ISO-9001 i comptarà amb certificació pels components d'alta precisió com poden ser els patrons de calibratge de mesura.
- La nostra empresa s'encarregarà del subministrament fins a casa client, amb segur per evitar accidents incloent la posada en marxa i formació del mateix.
- S'ofereix garantia d'un any per defectes de fabricació en casa client. No s'inclou dietes ni transport.

7.3. Especificacions de material i components

Resum del subministrament:

7.3.1. Utillatge mecànic



Imatge 34. Utillatge mecànic.

Pes aproximat: 52,8 kg

*Dimensions totals aproximades:
800x300x235 mm*

Aquest es desglossa en dos parts principals (part fixa i part mòbil).

Vegis a continuació una breu descripció:

Per a més informació, acudeixi als respectius plànols (al ser una descripció breu, les posicions i el desglossament que es veuran a continuació no coincidirán amb la dels plànols).

- **Part fixa (Part inferior):**

Pos.	Qnt.	Descripció	Material
1	4	Potes amb base de cautxú	Standard - Item
2	1	Placa base general	F1130
3	2	Patins guia	Standard - Norelem
4	2	Suports patins guia a bancada	F1252
5	2	Topalls cautxú d'amortiment pels patins	Standard
6	2	Inserts-bola per posició repòs (part mòbil)	Standard - Norelem
7	1	Inserts recolzadors pel tancament per lleva	F1550
8	2	Retens llargs	Alumini
9	2	Retens curts	Alumini
10	3	Topalls reguladors per posició de mesura	F1130
11	6	Inserts metall-metall pels topalls reguladors de mesura	Standard - Norelem
12	1	Conjunt rail-guia per les sondes	F1550
13	16	Suports guia per les sondes	F1252
14	16	Sondes inductives	Standard - Solatron

Taula 1. Resum subministrament part fixa.

- **Part mòbil (Part superior):**

Pos.	Qty.	Descripció	Material
15	2	Patins guia acollats a placa mòbil	Standard - Norelem
16	1	Placa base subjecció	F1721
17	1	Maneta per desplaçar la part mòbil	Standard - Boutet
18	1	Placa maneta	F1130
19	1	Lleva per fixació a posició de mesura	F1710
20	1	Palanca pel sistema de lleva	Standard - Boutet
21	1	Suport fixe on es situa el suport rodament	F1130
22	1	Suport A, part fixe del mecanisme de fixació peça	F1130
23	1	Suport B, part mòbil del mecanisme de fixació peça	F1550
24	2	Guies pel cargol de fixació peça	F1550
25	2	Virolles per les guies	Standard - Eles
26	1	Cargol per fixació peça	F1330
27	1	Volant per fixació peça	Standard - Norelem
28	2	Suports rodament	F1130
29	2	Punts per fixació peça amb rodaments	F1550
30	1	Manovella per rotar peça a l'hora de mesurar	Standard - Norelem
31	1	Mandril amb passador per arrossegar peça en gir	F1130
32	1	Pern d'arrossegament pel mandril	F1550

Taula 2. Resum subministrament part mòbil.

- **Patrò:**

Pos.	Qty.	Descripció	Material
33	1	Patrò Max. Min.	F1550

Taula 3. Patrò.

7.3.2. Software de control



Imatge 35. Software pel control. Font "IBR".

Software ComGage requerit per a la gestió de dades, de la casa IBR a instal·lar en el PC del client.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Requeriments de Hardware: <ul style="list-style-type: none"> ≥ 1 GB Ram ≥ 100 MB d'espai en el disc dur | <ul style="list-style-type: none"> • Requeriments de Software: <ul style="list-style-type: none"> Windows 2000 / XP / Vista / 7 / 8 / 10 (32 bit i 64 bit) Windows CE |
|--|---|

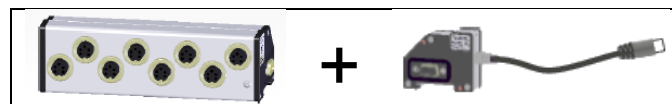
La programació del mateix necessària per al cas concret, constarà de tres fases per al control de cada una de les 16 lleves d'aquest cas:

1. Fase de calibració (amb imatge de peça per fer-ho més intuïtiu).
2. Fase de control (amb imatge de peça per fer-ho més intuïtiu).
3. SPC (amb imatge de peça per fer-ho més intuïtiu).

Pos.	Qnt.	Descripció	Material
34	1	Software ComGage	Standard - IBR
35	1	Programació	-

Taula 4. Resum subministrament software.

7.3.3. Hardware de control



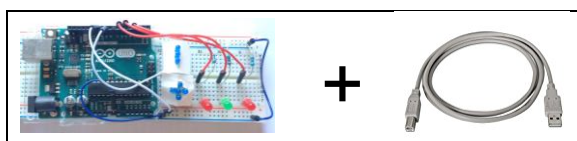
Imatge 36. Hardware pel control. Font "IBR".

Per a poder fer us del sistema, es requeriran els següents components de control:

Pos.	Qnt.	Descripció	Material
36	2	Modul IMB-im8	Standard - IBR
37	1	Cable IMB-usb	Standard - IBR

Taula 5. Resum subministrament hardware de control.

7.3.4. Hardware Correcció-eina



Imatge 37. Hardware per correcció-eina.

Hardware (generat partint del Arduino UNO) per l'autocorrecció de posició de l'eina del CNC. La connexió es farà per mitjans del port sèrie.

Pos.	Qty.	Descripció	Material
38	1	Sistema Correcció-eina (Arduino UNO + altres)	Standard - Arduino
39	1	Cable connexió USB	Standard - Cablepelado CB
40	1	Programació	-

Taula 6. Resum subministrament hardware correcció-eina.

7.4. Especificacions d'execució

Tots els elements que no son de compra i precisen de fabricació, com en aquest cas l'utillatge, s'obtinran mitjançant els processos que es mostren a continuació:

(Pos. vinculades a taules de 1 a 6)

	Operacions fresa / trepant	Operacions torn	Operacions rectificadora	Tractaments duresa posteriors
Placa rectangular	Pos.: 2, 4, 16.		Pos.: 2, 4, 16.	Pos.: 16.
Perfil L	Pos. 12.		Pos. 12.	Pos.: 12.
Perfil rectangular	Pos.: 8, 9, 10, 21, 22, 23, 28, 31.		Pos.: 8, 9, 10, 21, 22, 23, 27, 30	Pos.: 23.
Vara cilíndrica		Pos.: 7, 19, 24, 26, 29, 32, 33.		Pos.: 7, 19, 29, 32, 33.

Taula 7. Resum de processos de fabricació.

Per conèixer altre informació, comprovar taules 1 a 6.

8. Pressupost

El material mostrat a continuació, queda desglossat fins la part mínima del utilatge per tal de conèixer també els preus individuals de cada component (per si es precisa de recanvis).

S'estableix un coeficient del 1,6 per a cobrir despeses indirectes com: matèria prima, cargols, empaquetats, transports, etc. obtenint així els següents preus P.V.P.

(Pos. vinculades a taules de 1 a 6)

8.1. Pressupost components Standard

Pos.	Qnt.	Descripció	Cost ud. (€)	P.V.P. ud. (€)	P.V.P. total (€)
1	4	Potes amb base de cautxú	3,00	4,80	19,20
3, 15	2	Patins guia (parella)	410,00	656,00	1.312,00
5	2	Topalls cautxú d'amortiment pels patins	3,00	4,80	9,60
6	2	Inserts de bola per posició repòs de la part mòbil	3,50	5,60	11,20
11	6	Inserts metall-metall pels topalls reguladors de mesura	4,00	6,40	38,40
14	16	Sondes inductives	300,00	480,00	7.680,00
17	1	Maneta per desplaçar la part mòbil	2,00	3,20	3,20
20	1	Palanca pel sistema de lleva	2,00	3,20	3,20
25	2	Virolles per les guies	5,00	8,00	16,00
27	1	Volant per fixació peça	20,00	32,00	32,00
30	1	Manovella per rotar peça a l'hora de mesurar	15,00	24,00	24,00
33	1	Software ComGage	1200,00	1.920,00	1.920,00
35	2	Modul IMB-im8	300,00	480,00	960,00
36	1	Cable IMB-usb	50,00	80,00	80,00
37	1	Sistema Correcció-eina (Arduino UNO + altres)	25,00	40,00	40,00
38	1	Cable connexió USB	3,00	4,80	4,80
Total Standard (€):			12.153,00		

Taula 8. Pressupost de components Standard.

8.2. Pressupost disseny i fabricació

Per a calcular el preu de disseny i fabricació, es calculen les hores que s'estima per cada component. Partint de que el temps de producció es el doble que el temps de disseny, i que el preu de treball es 30€/h, s'obté:

(Pos. vinculades a taules de 1 a 6)

8.2.1. Càlcul hores de treball

Pos.	Qnt.	Descripció	Disseny ud. (h)	Prod. ud. (h)	Total (h)
2	1	Placa base general	2:30:00	5:00:00	7:30:00
4	2	Suports patins guia a bancada	0:30:00	1:00:00	3:00:00
7	1	Inserts recolzadors pel tancament per lleva	0:20:00	0:40:00	1:00:00
8	2	Retens llargs	0:30:00	1:00:00	3:00:00
9	2	Retens curts	0:30:00	1:00:00	3:00:00
10	3	Topalls reguladors per posició de mesura	0:30:00	1:00:00	4:30:00
12	1	Conjunt rail-guia per les sondes	2:00:00	4:00:00	6:00:00
13	16	Suports guia per les sondes	1:00:00	2:00:00	48:00:00
16	1	Placa base subjecció	2:00:00	4:00:00	6:00:00
18	1	Placa maneta	0:30:00	1:00:00	1:30:00
19	1	Lleva per fixació a posició de mesura	2:00:00	4:00:00	6:00:00
21	1	Suport fixe on es situa el suport rodament	1:00:00	2:00:00	3:00:00
22	1	Suport A, part fixe del mecanisme de fixació peça	1:00:00	2:00:00	3:00:00
23	1	Suport B, part mòbil del mecanisme de fixació peça	1:00:00	2:00:00	3:00:00
24	2	Guies pel cargol de fixació peça	1:00:00	2:00:00	6:00:00
26	1	Cargol per fixació peça	2:00:00	4:00:00	6:00:00
28	2	Suports rodaments	1:00:00	2:00:00	6:00:00

Pos.	Qnt.	Descripció	Disseny ud. (h)	Prod. ud. (h)	Total (h)
29	2	Punts per fixació peça amb rodaments	1:00:00	2:00:00	6:00:00
31	1	Mandril amb passador per arrossegar peça en gir	1:00:00	2:00:00	3:00:00
32	1	Pern d'arrossegament pel mandril	0:20:00	0:40:00	1:00:00
33	1	Patró	2:00:00	4:00:00	6:00:00
Total temps (h):					180:30:00

Taula 9. Hores disseny i producció.

- P.V.P. Disseny i fabricació = 180:30:00 h x 30€/h x 1,6 = 8.664,00 €

8.3. Pressupost programacions

- P.V.P. Programació ComGage = 16:00:00 h x 30€/h x 1,6 = 768,00 €
- P.V.P. Programació Arduino UNO = 24:00:00 h x 30€/h x 1,6 = 1.152,00 €

8.4. Pressupost muntatge, probes i posada a punt del sistema

- P.V.P. Muntatge, probes i posada a punt del sistema = 16:00:00 h x 30€/h x 1,6 = 768,00 €

8.5. Pressupost total

Descripció	Preu (€)
P.V.P. Components Standard	12.153,00
P.V.P. Disseny i fabricació	8.664,00
P.V.P. Programació ComGage	768,00
P.V.P. Programació Arduino UNO	1.152,00
P.V.P. Muntatge, probes i posada a punt del sistema	768,00
Total (€): 22.737,00	

Taula 10. Pressupost total projecte.

9. Conclusions

9.1. Conclusions del treball

Una vegada finalitzat el projecte, les meves conclusions del mateix son en primer lloc, els coneixements que això m'atorga a nivell de les possibilitats d'aplicació reals que es poden escollir per utillatges d'aquest àmbit. La gran maniobra que es permet afegir gràcies a la intervenció de tecnologies, com son les del software o hardware, per a convertir dades mecàniques en electròniques, i fins i tot, corroborar-les còmodament mitjançant el PC i fer seguiment del SPC, o bé l'aplicació de hardware com Arduino per a poder controlar una tercera màquina, totalment aliena al sistema generat.

S'ha fet ús de l'Arduino ja que no disposava de la possibilitat d'afegir un PLC, que seria l'opció més real, però aquesta situació m'ha donat l'oportunitat de conèixer també lo que es capaç de fer Arduino; un petit hardware d'uns 5 cm.

9.2. Conclusions personals

Crec es una sensació important la que es sent una vegada finalitzat el projecte, ja que, això era un tema que no sabia ben bé per on començar, des d'un principi, recordo un "mar inacabable de possibilitats, i jo perdut en ell", gràcies a la tecnologia d'internet, i la comunicació de la que disposem, pots generar lo que creguis i necessitis. Aquesta experiència em dona motivació suficient per a continuar treballant en qualsevol altre projecte, siguin les dimensions que siguin. Evidentment, gràcies també als coneixements adquirits.

9.3. Conclusions de millora

Les meves conclusions de millora serien aconseguir fer un sistema encara més compacte, més versàtil, i pot ser, menys mecànic (aplicant altres eines per l'utilatge que tinguin "cero" desgast).

10. Bibliografia

IBR, Hardwares i softwares per la mesura [en línia], Alemanya [Consulta: 29 abril 2017]. Disponible a <<http://www.ibr.com/>>

Norelem, productes Standard mecànica [En línia], França [Consulta: 29 abril 2017]. Disponible a <<https://www.norelem.fr/es/es/Inicio.html>>

Comunitat Traceparts, arxius 3d CAD normalitzats [en línia], França, [Consulta 30 abril]. Disponible a <<https://www.tracepartsonline.net>>

Elesa, productes Standard utilatges mecànics [en línia], Regne Unit [Consulta: 10 juny 2017]. Disponible a <www.elesa.com>

Solartron metrology, Productes per la mesura [en línia], Alemanya [Consulta: 10 juny 2017]. Disponible a <<http://www.solartronmetrology.es/>>

Item Industrietechnik, Productes Standard utilatges mecànics [en línia], Alemanya [Consulta: 10 juny 2017]. Disponible a <www.item24.com>

Boutet, Productes Standard utilatges mecànics [en línia], França [Consulta: 11 juny 2017]. Disponible a <<http://www.e-boutet.com/>>

Alu-stock, Perfils d'alumini [en línia], Espanya [Consulta: 1 juliol 2017]. Disponible a <<http://www.alu-stock.es/>>

Wurth, Productes varis d'enginyeria [en línia], Espanya [Consulta: 1 juliol 2017]. Disponible a <<http://www.wurth.es/>>

Misumi, Productes varis d'enginyeria [en línia], Regne Unit [Consulta: 6 agost 2017]. Disponible a <<http://uk.misumi-ec.com/>>

Universitat Nacional del Litoral, Continguts d'enginyeria [en línia], Argentina [Consulta: 6 agost 2017]. Disponible a <<http://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/239/Chaveta1.pdf>>

Luis Llamas, Tutorials d'Arduino [en línia], Espanya [Consulta: 7 agost]. Disponible a <<https://www.luisllamas.es/tutoriales-de-arduino/>>

Opac Elements Normalitzats, Productes Standard utilatges mecànics [en línia], Espanya [Consulta: 7 agost]. Disponible a <<http://www.opac.net/>>

Ingemecánica, Contingut d'enginyeria mecànica [en línia], Espanya [Consulta: 2 setembre]. Disponible a <<http://ingemecanica.com/>>

UPC, Contingut d'enginyeria mecànica [en línia], Espanya [Consulta: 3 setembre].

Disponible a

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10336/Annex_II.pdf?sequence=7>

Aceros Griñón, Taula equivalències de materials acer [en línia], Espanya [Consulta: 3 setembre]. Disponible a <<http://www.acerosgrinon.com/productos/utilidades/TABLAS-EQUIVALENCIAS-INTERNACIONALES>>

Empresite España, Informació d'empreses[en línia], Espanya [Consulta: 16 setembre]. Disponible a <<http://empresite.eleconomista.es/>>

Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, Promptuaris estructures [en línia], Espanya, [Consulta: 21 octubre]. Disponible a <<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25612/1/Estructuras%20Met%C3%A1licas%20-%20Material%20apoyo.pdf>>