

## Resum

L'objectiu d'aquest projecte és la confecció d'un sistema de pesatge estandaritzable. Així doncs, tot i que el disseny de la màquina podrà dependre de les necessitats de cada cas, la base d'aquest serà la mateixa per tots els casos.

Els coneixements previs necessaris per assolir un disseny final satisfactori són bàsicament els d'enginyeria industrial, incloent una bona base en disseny de maquinària tant en mecànica com en electricitat i control. Específicament també són necessaris coneixements de pneumàtica industrial, de materials, i de procediments de confecció tals com la soldadura. Tots els aspectes del disseny es tracten convenientment.

Altres aspectes teòrics que s'han tingut en compte són les normatives i directives vigents en disseny de maquinària industrial, sobretot en seguretat i medi ambient.

Per al disseny mecànic s'utilitza un software adequat a les necessitats. Aquest és el Solidworks, el qual permet una gran facilitat i flexibilitat de disseny, i agilitat en la confecció de plànols adequats tant pels de disseny com pels de fabricació. La grandesa d'aquest software és la seva visualització tridimensional, permetent així una visualització molt intuïtiva de les peces i de la pròpia màquina.

Per al disseny elèctric s'utilitza un software també adequat a les necessitats, encara que en aquest cas el ventall de possibilitats és més ampli i passa per programes de CAD elèctric i fins i tot per programes de CAD mecànic. Concretament s'utilitza el Caddy++, que és un programa de CAD elèctric que a més ens permet realitzar esquemes de pneumàtica.

El disseny final de la màquina és un disseny totalment comercial, pensat per la seva industrialització, adaptat a les diferents necessitats del client final.





## Sumari

<b>RESUM</b>	<b>1</b>
<b>SUMARI</b>	<b>3</b>
<b>1. GLOSSARI</b>	<b>7</b>
<b>2. PREFACI</b>	<b>11</b>
2.1. Origen del projecte .....	11
2.2. Motivació .....	11
2.3. Requeriments previs .....	11
<b>3. INTRODUCCIÓ</b>	<b>13</b>
3.1. Funció de la màquina .....	13
3.2. Objectius del projecte .....	13
3.3. Abast del projecte .....	13
<b>4. ANÀLISI D'ANTECEDENTS I VIABILITAT.</b>	<b>15</b>
<b>5. ALTERNATIVES CONCEPTUALS DE LA MÀQUINA O DEL PROCÉS I JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ESCOLLIDA.</b>	<b>17</b>
5.1. Sistema de pesada .....	17
5.2. Sistema de dosificació. ....	17
5.3. Tipus d'accionament del bis sens fi. ....	18
5.4. Tipus de motor. ....	18
5.5. Sistema de control del motor. ....	19
5.6. Alimentació dels sacs. Tancament dels sacs. ....	19
5.7. Material bàsic estructural. ....	20
<b>6. PROPOSTA CONCRETA DE SOLUCIONS.</b>	<b>23</b>
6.1. ÒRGAN DE TRANSLACIÓ.....	23
6.1.1. Elecció del sistema.....	23
6.1.2. Decisió. ....	24
6.2. RECEPTOR. ....	25
6.2.1. Bis sens fi.....	25
6.2.2. Velocitats de funcionament. ....	25
6.2.3. Puntetes de parell. Fatiga i ruptura. Fusible mecànic. ....	26
6.2.4. Potència i parell motor necessari. ....	26



6.3. MOTOR.....	27
6.3.1. Tipus de motor.....	27
6.3.2. Parell d'engegada del motor.....	28
6.4. TRANSMISSIÓ.....	29
6.4.1. Transmissió del motor a l'eix del receptor.....	29
6.4.2. Transmissió de l'eix del receptor a l'eix del remenador.....	31
6.4.3. Rodaments.....	31
6.5. TREMUJA DE CÀRREGA.....	33
6.5.1. Forma i dimensions.....	33
6.5.2. Dimensions.....	34
6.5.3. Remenador.....	35
6.6. VIBRADOR.....	37
6.6.1. Tipus de vibradors.....	37
6.6.2. Decisió.....	37
6.7. BOCA DE DESCÀRREGA.....	39
6.8. MECANISME DE SUBJECCIÓ DEL SAC.....	41
6.8.1. Sistema.....	41
6.8.2. Mecanisme.....	41
6.9. SUPORT DEL SAC.....	43
6.10. ESTRUCTURA.....	45
6.11. MANIOBRA I CONTROL.....	47
6.11.1. Definició de la maniobra. Funcions.....	47
6.11.2. Diagrama de flux.....	49
6.12. MECANISME DE CONTROL I PESATGE.....	51
6.12.1. Cèl·lula de càrrega.....	51
6.12.2. controlador dosificador.....	52
6.13. MANIOBRA PNEUMÀTICA.....	55
6.13.1. Cilindres.....	55
6.13.2. Vàlvules. Tipus d'accionament. Elecció voltatge i fases.....	57
6.13.3. Secció de tub. Tipus de tub.....	58
6.13.4. Regulador.....	59
6.13.5. Silenciadors.....	60
6.13.6. Ràcords d'unió.....	61
6.14. QUADRE ELÈCTRIC.....	63
6.14.1. Caixa del quadre elèctric.....	63
6.14.2. Seccionador.....	64
6.14.3. Contactors.....	65
6.14.4. Relés auxiliars de maniobra.....	65
6.14.5. Interruptor magnetotèrmic de protecció.....	66



6.14.6. Borns de connexió.....	67
6.14.7. Variador de freqüència.....	68
6.14.8. Electrovàlvula.....	69
6.14.9. ICP i diferencial.....	69
6.14.10. Cablejat.....	69
6.14.11. Premsa estopes i passamurs.....	70
<b>6.15. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA de la màquina .....</b>	<b>73</b>
6.15.1. Mànega d'alimentació.....	73
6.15.2. Aïllaments.....	73
6.15.3. Presa de corrent.....	73
6.15.4. Polsadors de marxa i parada .....	74
6.15.5. Selector .....	74
6.15.6. Interruptor de parada d'emergència.....	75
6.15.7. Polsador de pedal.....	76
<b>6.16. ANÀLISI AMBIENTAL.....</b>	<b>79</b>
6.16.1. Fabricació de la màquina .....	79
6.16.2. Servei de la màquina.....	79
6.16.3. Màquina a la fi de la seva vida .....	80
<b>6.17. SEGURETAT D'OPERACIÓ DE LA MÀQUINA.....</b>	<b>81</b>
6.17.1. Reglaments a complir.....	81
6.17.2. Dispositius de seguretat .....	81
<b>6.18. MUNTATGE.....</b>	<b>83</b>
6.18.1. Proves, transport, instal·lació.....	83
<b>6.19. MANTENIMENT.....</b>	<b>85</b>
6.19.1. Instruccions.....	85
<b>6.20. DESENVOLUPAMENT REAL DE LA MÀQUINA .....</b>	<b>87</b>
6.20.1. Construcció real de la màquina.....	87
<b>CONCLUSIONS, RECOMANACIONS .....</b>	<b>91</b>
<b>AGRAÏMENTS .....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>
Webs consultades .....	97





# 1. Glossari

*Acer al carboni:* nom amb què es coneix tradicionalment en el món industrial el ferro, tot i que en realitat és un aliatge de ferro i carboni amb un percentatge d'aquest del 0.008% al 1.76%.

*Acer inoxidable:* producte metal·lúrgic que resulta d'afegir a l'acer una proporció bastant elevada de crom, o de crom i níquel. Per la seva resistència química, s'utilitza per fer mobiliari urbà, coberts i estris de cuina, estris de cirurgia, màquines per a les indústries dels aliments, química i farmacèutica, rentadores i rentavaixelles, elements ornamentals en els edificis, peces per a vaixells, estris de laboratori, rellotges, etc.

*AISI:* (American Iron and Steel Institute). Descriu la norma americana d'identificació d'acers.

*Aramida:* Hidrocarbur aromàtic, representa els grups químics del tipus benzè. L'aramida es defineix com una fibra en la què la substància que la forma és una cadena sintètica de poliamida en la qual almenys el 85% dels grups amides estan directament relacionats amb 2 grups aromàtics. Bona resistència a xocs, a l'abrasió, als dissolvents orgànics i a la calor.

*Banda de rodolament:* en una roda, és la superfície més externa i que està en contacte amb el terra.

*Bis sens fi (rosca helicoïdal):* mitjà molt utilitzat per a transportar sòlids en pols o granulats.

*Bomba de buit:* tipus de bomba que genera el buit en una instal·lació per transportar sòlids a granel.

*Bufador:* tipus de bomba que genera corrent d'aire en una instal·lació per transportar sòlids a granel.

*Cèl·lula de càrrega:* element conformat per quatre resistències elèctriques agregades a un cos sòlid que en ser deformat canvia el valor resistent del grup. S'utilitza per a realitzar pesades i conèixer la massa d'un cos.

*Contacte NC:* terminologia que en electricitat significa contacte que en estat normal està tancat.



*Contacte NO*: terminologia que en electricitat significa contacte que en estat normal està obert.

*Cromat*: galvanitzat, basat amb l'electròlisi, per mitjà del qual es diposita una fina capa de crom metàl·lic sobre objectes metàl·lics. El recobriment electrolític amb crom és usat a la indústria per protegir metalls de la corrosió, millorar el seu aspecte i les prestacions.

*Delrin*: poliacetal o resina acetàlica. polímer termoplàstic semicristal·lí obtingut per polimerització del formaldehid. Es tracta d'un plàstic tècnic amb nombroses aplicacions al sector de l'automoció i la maquinària, on es valora principalment la seva extraordinària resistència química, la seva bona tenacitat a baixes temperatures i les excel·lents propietats físiques, concretament un baix coeficient de lliscament, una bona resistència a l'abradió i una gran capacitat d'esmoreïment del soroll per fricció.

*Densitat de granulació*: densitat aparent del producte a granel. Es calcula omplint un volum conegut amb aquest producte i se'n busca la massa. Aquesta massa dividida pel volum conegut conforma la densitat aparent.

*ERP (Enterprise resource planning)*: Sigles en anglès que signifiquen planificació de recursos empresarials. Els programes ERP són programes informàtics dedicats a aquesta funció.

*Grup hidràulic*: grup format per un motor elèctric, una bomba hidràulica i un dipòsit per a oli, mitjançant el qual es pot generar una circulació d'oli hidràulic a altes pressions per un circuit tancat.

*ICP*: interruptor de control de potència. Serveix per tallar un circuit elèctric automàticament en cas de sobrecàrregues i curtcircuits.

*In-situ*: al lloc.

*Mercat emergent*: mercat dels països en vies de desenvolupament.

*NBR*: cautxú nitril, copolímer d'acrilonitril i butadiè. Com més alta és la proporció d'acrilonitril, més pobres són les propietats físiques, però és millor la resistència a l'oli. Aplicacions pneumàtiques en ambientes no corrosius, contacte amb fluids como aire, aigua, gasos, pas d'olis minerals o sintètics no agressius, valvuleria i connexió de brides amb pas d'aigües amb càrregues de treball moderades, tractaments d'aigües, caldereria, generadors, gas, ferrocarril, enginyeries.

*Neoprè*: família de polímers basats en el policloroprè (forma polimèrica del cloropropè). Les seves propietats aïllants de la calor i l'electricitat, i el fet que sigui impermeable i flexible, l'han convertit en un producte molt utilitzat. S'utilitza en aïllaments elèctrics





*Niló:* Nylon. Polímer artificial que pertany al grup de les poliamides. Es genera formalment per policondensació d'un diàcid amb una diamina. El niló emmotllat s'utilitza com a material dur a la fabricació de diversos útils.

*Pneumàtica:* tecnologia aplicada a l'aire comprimit.

*Poliamida:* polímer que conté enllaços de tipus amida. Les poliamides es poden trobar a la natura, com la llana o la seda, i també sintetitzar-se, com és el cas del niló o el Kevlar. L'acrònim que l'identifica és PA. Les poliamides com el niló es començaren a emprar com a fibres sintètiques, tot i que han acabat emprant-se en la fabricació de qualsevol material plàstic, especialment per al sectors de l'automoció i la maquinària.

*Polièster:* El polièster és una fibra sintètica derivada del petroli, suau, brillant i molt resistent.

*Polietilè reticulat:* El polietilè és químicament el polímer més simple. Per la seva alta producció mundial és també el més barat, essent un dels plàstics més comuns. És químicament inert. S'obté de la polimerització de l'etilè. L'abreviatura de polietilè comunament utilitzada és PE. PEX és el polietilè amb formació de xarxa, altrament dit, reticulat.

*Polipropilè:* polímer termoplàstic, parcialment cristal·lí, que s'obté de la polimerització del propè. Pertany al grup de les poliolefines i es fa servir en una àmplia varietat d'aplicacions que inclouen equips de laboratori, components de caldereria química, mànegues i tubs. Té gran resistència contra diversos dissolvents químics, alcalins i àcids.

*Poliuretà:* resina sintètica que s'obté mitjançant condensació de polièsters. Es caracteritza per la seva baixa densitat i és molt utilitzat com aïllant tèrmics, elastòmers durables, adhesius i segelladors d'alt rendiment, pintures, fibres, a la indústria de la construcció, del moble i múltiples aplicacions més.

*PVC:* clorur de polivinil. Resina sintètica obtinguda per polimerització del clorur de vinil. És barat, durable, i fàcil d'utilitzar. El PVC és reciclable.

*Rasera:* comporta de pas per a producte. Pot ser manual o automàtica. S'associa al pas del producte per caiguda lliure.

*Soldadura TIG:* Tungsten Inert Gas. Soldadura en què s'utilitza elèctrodes de tungstè i una atmosfera inerta

*Taladrina:* també coneguda com oli de tall. Líquid que es bombeja sobre el fil de les eines de tall amb la que treballen les màquines-eina per a lubricar i refrigerar la zona de



treball i aconseguir així una major duració de l'eina i una millor qualitat a la superfície mecanitzada.

*Tefló:* P.T.F.E., politetrafluoretilè. És un polímer similar al polietilè, on els àtoms d'hidrogen estan substituïts per fluor. La virtut principal d'aquest material és que es pràcticament inert. Aquesta carència de reactivitat fa que la seva toxicitat sigui pràcticament nul·la.

*Tremuja:* recipient conformat amb la finalitat de redirigir un producte en procés de transport. Acostuma a ser un element de transició, que té forma diferent a l'entrada i a la sortida.



## 2. Prefaci

Aquest projecte forma part d'un projecte empresarial realitzat per Tallers Parramon, S.A. corresponent a la fabricació d'una màquina de dosificació i ensacat.

### 2.1. ORIGEN DEL PROJECTE

L'origen d'aquest sistema sorgeix de la necessitat de cert àmbit empresarial per agilitzar l'ensacat del seu producte, destinat sobretot a mercats emergents amb pocs recursos econòmics i que no poden destinar gaires diners a comprar maquinària industrial.

### 2.2. MOTIVACIÓ

Tallers Parramon, S.A. està dedicada en manteniment industrial, fabricació de maquinària industrial i muntatge d'instal·lacions industrials de fluids. De manera que ha de trobar una solució satisfactòria per a les necessitats dels clients. L'estudiant autor d'aquest projecte, que és cap del departament tècnic d'aquesta empresa, és a qui se li encarrega aquest projecte.

Per altra banda, la realització del Projecte de Fi de Carrera és una exigència acadèmica per a la obtenció del títol d' Enginyer Industrial.

### 2.3. REQUERIMENTS PREVIS

Per a obtenir un disseny satisfactori és essencial tenir una bona capacitat d'interrelacionar diferents camps de l'Enginyeria Industrial. En aquest cas és indispensable tenir un mínim de coneixement de màquines i mecanismes, electricitat industrial, pneumàtica industrial, materials i disseny industrial (que inclouria sobretot aspectes de manteniment, seguretat i higiene, i medi ambient).

És indispensable saber utilitzar el software adequat utilitzat per al disseny. Concretament en aquest disseny s'utilitzen dos programes: Solidworks i Caddy++.





## **3. Introducció**

### **3.1. FUNCIO DE LA MÀQUINA**

Una ensacadora recull producte que li arriba a través d'alguns tipus de transport (pneumàtic, per bis sens fi, per cinta transportadora, etc.), calcula la quantitat adequada segons una especificació donada (generalment la capacitat del sac) i omple els sacs amb quantitats més o menys iguals d'aquest producte. Existirà sempre un petit error que es pot quantificar.

Alguns sistemes d'ensacat adjunten elements d'alimentació automàtica dels sacs, que després surten també cosits, amb ribet o no, i a més poden ser fins i tot paletitzats. En el cas que es presenta no s'anirà tant lluny, ja que seria un projecte de dimensions no adequades per un projecte final de carrera de 500 hores de treball. Es proposa doncs, una màquina senzilla en la que es pugui adaptar el nostre sistema de pesatge i dosificació.

### **3.2. OBJECTIUS DEL PROJECTE**

L'objectiu d'aquest projecte és oferir una solució als mercats emergents més barata que les actuals línies d'ensacat, que tenen un cost prohibitiu per a aquests països amb pocs recursos econòmics. Aquesta solució consisteix en la fabricació d'una màquina capaç de dosificar i ensacar certa quantitat de material granulat d'una manera fàcil i ràpida, tenint en compte que ha de tenir un baix cost i que ha de ser viable.

### **3.3. ABAST DEL PROJECTE**

El projecte es basa en el funcionament de la màquina, el com ho fa, que és un sistema apte per a qualsevol màquina que tingui per objectiu dosificar i ensacar. Aquest funcionament està basat en una cèl·lula de càrrega i un controlador dosificador.

El projecte contempla la màquina sencera a nivell de solucions conceptuals, però no l'estudi detallat de tots els seus òrgans, ja que requeriria un consum de temps superior al que és habitual en un Projecte Final de Carrera. Els òrgans que s'estudien en detall són l'equip elèctric i pneumàtic. Disseny d'un quadre elèctric adequat. Elecció del tipus d'accionament.

De l'equip mecànic i electrònic només en seran definides les prestacions que es necessiten i els panells de comandament i control.





## 4. Anàlisi d'antecedents i viabilitat.

L'estudiant projectista no realitza cap estudi de mercat ja que és una màquina projectada a petició d'un client.

Aquest client vol oferir una solució als mercats emergents més barata que les actuals línies d'ensacat que tenen un cost prohibitiu per a aquests països amb escassos recursos econòmics.

Es realitza un primer encàrrec d'una sola unitat, amb una clàusula d'ampliació de la comanda en cas que la màquina satisfaci al client final, per preu i per rendibilitat.







## 5. Alternatives conceptuals de la màquina o del procés i justificació de la solució escollida.

A continuació es presenten les solucions adoptades per a la màquina en un marc comparatiu, veient les diferents alternatives en aspectes importants de la màquina i explicant el perquè l'empresa es decanta per una i no l'altra. A l'apartat 6 d'aquesta memòria se'n donen les solucions concretes.

### 5.1. SISTEMA DE PESADA

- a) Per control de la massa.
- b) Per control del volum.
- c) Per control d'altres variables com podrien ser el temps, la velocitat de l'element dosificador, etc.

Tenint en compte que ha de ser un disseny barat i viable, el millor és fer una lectura directa de la variable en qüestió, de manera que simplifica molt la part tècnica de la màquina i sobretot per als usuaris finals que no necessitaran cap mena de convertidor d'unitats.

A l'actualitat, a més, hi ha uns elements denominats cèl·lules de càrrega que són molt útils per assolir el nostre objectiu i que a més no són excessivament cars.

### 5.2. SISTEMA DE DOSIFICACIÓ.

- a) Caiguda lliure dins el sac des d'una tremuja.
- b) Des d'una tremuja es passa per un element de dosificació de tipus rasera.
- c) Des d'una tremuja es passa per un element de dosificació de tipus bis sens fi.

S'escull fer la dosificació mitjançant un bis sens fi ja que si es vol una precisió mínimament digna la caiguda lliure pot ser bastant contraproductiu.

D'entre una rasera i un bis sens fi, la rasera ha de dosificar mitjançant un moviment alternatiu, que, segons la precisió que es vulgui obtenir, les vibracions provocades poden ser mereixedores d'un estudi més exhaustiu i necessitar elements extres que les absorbeixin,



encarint en desmesura el preu de la màquina. Per contrapartida, el moviment rotatiu del bis sens fi provoca moltes menys vibracions.

Aquest mitjà bis sens fi es troba en el mercat bo i fet i, tot i que no és barat degut als costos de fabricació, és un element que es pot trobar en formats molt diversos i materials molt diferents. En el cas que ocupa, es va comprar a l'empresa Comes S.A. de Tarragona.

### **5.3. TIPUS D'ACCIONAMENT DEL BIS SENS FI.**

- a) Motor directe.
- b) Motor amb transmissió.

Tallers Parramon, S.A. és una empresa dedicada al manteniment. Com a tal, una de les maneres amb què es guanya la vida és amb recanvis i reparacions. Però en aquest cas, el manteniment de la màquina no el farà Tallers Parramon, S.A. ja que la màquina s'exporta a altres països en els quals l'empresa no té, de moment, interès de fer-hi manteniment.

L'avantatge principal que té una transmissió per politges o engranatges és la transmissió de força, o millor dit, parell, del motor al receptor que és la rosca. Tot fabricant de reductors sap aquesta relació: a les mateixes voltes de sortida com més reducció mitjançant els engranatges més parell. En aquest cas, el raonament és el mateix. A les arrencades de la màquina la rosca està plena de producte, per tant, el parell d'arracada ha de ser gran.

Un altre avantatge que té una transmissió és que permet fer una pre-reducció de revolucions. S'ha de tenir en compte que es recomana que si un motor s'alimenta a una freqüència menor de 25 Hz hauria de disposar de ventilació forçada.

De totes maneres, la qualificació que ha de tenir un operari per saber desmuntar un motor acoblat directament i la que ha de tenir per desmuntar transmissions és diferent. Tallers Parramon, S.A. ho ha viscut amb els seus 50 anys d'experiència en aquest sector. És per això que es recomana posar transmissió amb politges i corretges en aquest cas.

### **5.4. TIPUS DE MOTOR.**

- a) Motor elèctric.
- b) Motor hidràulic.

El motor ha de ser elèctric per dos motius bàsics: l'electricitat en un mercat emergent és un concepte i un recurs més assequible enfront la hidràulica; i un accionament hidràulic



funciona amb un grup hidràulic compost per un motor elèctric i una bomba de propulsió, que si tenim en compte que hem de minimitzar el cost total de la màquina, no té molt sentit posar-hi tot això.

El motor escollit és de la marca ABB de 3 kW de potència. Aquesta marca té diverses delegacions repartides arreu del territori català i en concret a Vic n'hi ha una. Tallers Parramon, S.A. treballa fent manteniment a la indústria alimentària, farmacèutica, etc. La marca ABB és l'escollida per tenir en reserva, és la que dóna més descomptes i en definitiva, és la marca amb la que treballa l'empresa.

## **5.5. SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR.**

El control del motor es farà amb un variador de velocitat. Actualment no és molt freqüent fer el control d'un motor mitjançant contactors i relés, lògic si es dóna un cop d'ull als preus dels variadors i la flexibilitat que donen a l'hora de fer una arrencada del motor (progressiva i evitant els grans pics d'intensitat), de fer un canvi de marxa (de fet, podria anar a qualsevol velocitat), etc.

Un variador Altivar 31 es pot comprar en qualsevol subministrador elèctric amb representació de Telemecanique (actualment, del grup Schneider Electric).

## **5.6. ALIMENTACIÓ DELS SACS. TANCAMENT DELS SACS.**

L'alimentació dels sacs es farà manualment, bàsicament per temes de costos, ja que l'alimentació automatitzada d'aquesta necessitat podria ben ser objecte d'estudi d'un altre projecte. Actualment la majoria d'alimentacions automàtiques en sistemes d'ensacat es realitza mitjançant un equip de cilindres pneumàtics i ventoses que agafen el sac d'un pilot, l'obren i el situen al voltant de la boca de descàrrega de la màquina dosificadora.

De la mateixa manera, el tancament dels sacs es realitzarà mitjançant una cosidora manual (amb ribet o sense) que es venen al mercat. Hem de tenir en compte que el nostre sistema és pesar i dosificar el producte. No és un sistema íntegre d'ensacat en el qual fem arribar el producte granulat o en pols i en surten els sacs tancats i paletitzats.

Empreses com Payper i Otai ja es dediquen a això i tenen uns sistemes íntegres molt bons i complexes, encara que, evidentment, caríssims.



## 5.7. MATERIAL BÀSIC ESTRUCTURAL.

Aquest és un punt molt relatiu del disseny de la màquina, però a la vegada un dels més importants. Està basat en diferents aspectes d'anàlisi:

- Entorn.
- Producte a ensacar.
- Preu.
- Resistència.

L'entorn és un aspecte relacionat amb els agents externs que poden afectar la màquina. Concretament, al ser una màquina pensada per ambients industrials agressius és recomanable utilitzar un material resistent a temperatures variables (de 0°C a 50°C) com podria ser algun tipus d'acer. S'ha d'evitar amb això la corrosió per part d'agents externs, per tant s'ha de plantejar que si la màquina es confecciona amb acer al carboni (ferro) se li hauria de donar un acabat superficial pintat amb pintura (una capa antioxidant més una capa d'esmail).

Un material polimèric seria bo per evitar la corrosió, però per a resistir cops i temperatures variables faria falta un tipus de polímer que en el mercat es troba però que és d'un cost elevat. El cost, seria un altre aspecte molt important, que implica buscar un producte estàndard al mercat, mal·leable i resistent, i a la vegada barat.

La resistència és un aspecte a tenir en compte degut a les vibracions que pot provocar el mecanisme propi de la màquina i a aspectes secundaris com podrien ser la polítics que pot tenir el país d'exportació enfront les avaries (el denominat manteniment a cop de martell). Aquest aspecte fa pensar que un material fràgil pot ser molt inadequat.

I el punt més important segurament podria ser el producte a ensacar. Aquest és el que està en contacte continu amb el material estructural. Pel cas de la sal per al qual es va pensar inicialment la realització d'aquesta màquina s'ha de tenir en compte l'alt grau corrosiu que té aquesta. A continuació es proposa un material de confecció segons el producte a ensacar:

Per a les sals alcalines i productes molt corrosius, acer inoxidable AISI 316 tota la màquina.

Per a productes secs i poc corrosius, acer inoxidable AISI 316 els elements en contacte amb el producte. La resta pot ser ferro pintat.



Per a productes no corrosius (pinso, pintura, etc.), es pot pensar en acer al carboni íntegrament, sempre amb un estudi previ segons producte.

Per a productes altament abrasius, és recomanable un acer al carboni d'alta duresa (anomenats també antidesgast) per als elements en contacte directe amb el producte.

Per a productes amb alta capacitat de compactació i presa, acer inoxidable AISI 316 els elements en contacte amb el producte. La resta pot ser ferro pintat.





## 6. PROPOSTA CONCRETA DE SOLUCIONS.

### 6.1. ÒRGAN DE TRANSLACIÓ.

L'òrgan de translació és l'element que ha de permetre al mobilitat de la màquina. No és un element indispensable ja que la màquina està pensada per tenir un funcionament estàtic, però ha de permetre un canvi d'ubicació del lloc de treball relativament senzill.

En una fàbrica on s'ensaca és molt comú trobar-hi vehicles de transport de càrrega com podrien ser els toros mecànics, però en països emergents aquesta relació no té perquè ser certa.

El cost que suposa posar-hi un element de translació pot ser petit, de manera que es creu convenient posar-n'hi.

#### 6.1.1. Elecció del sistema.

Existeixen sistemes eruga, rodes massisses i pneumàtiques, etc.

El sistema ha d'ésser barat i que permeti la mobilitat ocasional. La majoria d'alternatives queden totalment descartades. La més barata i senzilla són les rodes.

Entre la possibilitat de posar rodes massisses o pneumàtiques, és molt important tenir en compte la seva utilització i a on va destinada la màquina. Així doncs les rodes pneumàtiques tenen dos inconvenients principals: l'un que necessiten aire a l'interior, i en un programa de manteniment caldria revisar-ne la pressió regularment, fet que no és massa comú a segons quins països, i l'altre que justament en aquests països amb pocs recursos, disposar d'elements de recanvi per a aquest tipus de roda és complicat.

Sabent que la millor solució són les rodes massisses, per discernir entre les de goma dura, les de niló, etc. és purament una qüestió de preu. Les de niló o poliamida són les més barates.

Pel que fa a la tipologia de subjecció, existeixen ja rodes acoblades a un ancoratge que permeten la unió directa a la màquina i no és necessari ja el disseny d'un eix i un suport per a tal fi. Es tracta d'escollir el que proporciona el proveïdor i fabricar una platina d'acoblament a l'estructura de la màquina per a l'aferrament de les rodes. Aquest ancoratge els proveïdors l'anomenen rotant, i en disposen de dos tipus: fix o giratori.

Per a l'elecció de les rodes cal tenir en compte uns punts importants:



- Càrrega per roda: generalment es divideix la càrrega total pel número de rodes, però hi poden haver excepcions en casos com càrregues no repartides uniformement.
- Velocitat: és la velocitat màxima referida per la càrrega per roda. S'especifica a cada tipus de roda.
- Esforç al desplaçament: correspon a l'esforç necessari per a posar en moviment la màquina i mantenir-lo a velocitat constant.
- Diàmetre: a major diàmetre més petit l'esforç al desplaçament.
- Radi de gir: a major radi de gir menor resistència al gir o alineació dels suports, o sigui, menor resistència a l'arrencada.
- Rodaments: l'ús del coixinet a l'eix de les rodes redueix la fricció i facilita el desplaçament de la màquina. Existeixen molts tipus de rodaments acoblats a les rodes, ja siguin de rodets, de boles, cònics, etc.
- Banda de rodolament: cada tipus de banda de rodolament està pensat per un tipus de terreny en concret i per a un ús determinat. De petjada dura o tova, pneumàtiques, elàstiques o dures, de poliuretà, de ferro, de niló, de poliamida, etc.
- Mobilitat: és la facilitat de conduir i canviar de rumb la màquina.

### 6.1.2. Decisió.

Pel descrit a l'apartat anterior, dues rodes seran amb rotant fix i dues amb rotant giratori i fre, ambdós d'inoxidable. Les rodes seran de poliamida i de diàmetre 125 mm. Empreses com Gayner i Alex estan dedicades al disseny i fabricació de tot tipus de roda. Se'n pot trobar el catàleg a l'annex B. La Fig. 6.1.2.1. ens mostra les rodes a muntar.



Fig. 6.1.2.1. Rodes escollides marca Alex de la sèrie ZV.





## 6.2. RECEPTOR.

El receptor és l'òrgan que demana l'energia mecànica i en determina la seva quantitat. Així doncs, el motor, que serà l'accionament del receptor, estarà dimensionat per aquest.

### 6.2.1. Bis sens fi.

La solució de posar un bis sens fi per al transport de sòlids en pols o granulats té un origen antic en el món de la indústria. Fins i tot, antigament Tallers Parramon, S.A. havia muntat caixes de bisos sens fi de fusta, quan encara la indústria metal·lúrgica no disposava de maquinària avançada de manipulació i tractament del metall.

Actualment el transport de sòlids es continua realitzant amb aquest sistema, però per a distàncies curtes. Per a distàncies grans ja s'ha imposat el que s'anomena transport pneumàtic, que mitjançant una bomba de buit o un bufador, el material sòlid es barreja amb l'aire per viatjar amb ell amb gran rapidesa.

El bis sens fi és un element rotatiu que proporciona un moviment resultant lineal al producte. Aquesta característica fa que les vibracions siguin molt més petites que els elements que funcionen amb elements alternatius, com podrien ésser les raseres.

### 6.2.2. Velocitats de funcionament.

En règim permanent el receptor funcionarà a dues velocitats. Això es fa per obtenir una precisió més elevada a l'ensacat, ja que quan s'està a punt d'arribar a la massa nominal es dona senyal de reduir la marxa i s'aconsegueix un error menor amb cues més petites.

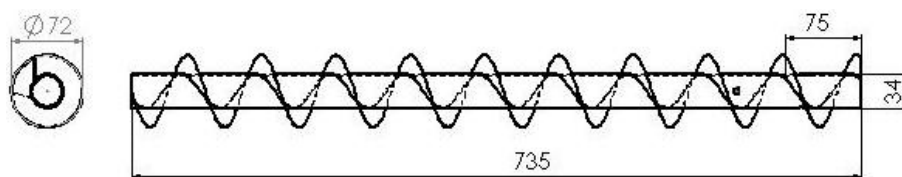


Fig. 6.2.2.1. Bis sens fi. Característiques principals.

A la Fig. 6.2.2.1. es poden observar les dimensions que caracteritzen un bis sens fi, amb les quals es pot determinar la velocitat angular a la que ha de girar per obtenir els resultats desitjats, segons el màxim establert de temps de pesada.



Establint aquest temps en 60 s per omplir 40 kg, el flux de material és de 0,66 kg/s, (veure annex A per càlculs detallats) i resulta que la velocitat angular mínima del bis sens fi ha d'ésser de 394 min<sup>-1</sup>.

Per a la segona marxa, la consideració està en què un motor alimentat a una freqüència inferior a la meitat de la nominal es recomana posar-li ventilació forçada. Per això, considerarem que la marxa lenta no serà inferior a la meitat de la ràpida.

Marxa ràpida: 394 min<sup>-1</sup>

Marxa lenta: 197 min<sup>-1</sup>

### **6.2.3. Puntes de parell. Fatiga i ruptura. Fusible mecànic.**

Les puntes de parell es presenten a l'arrencada, on la càrrega a l'entrada del bis sens fi està estàtica i assentada. És en aquest punt on el mecanisme pateix més.

Seria possible que entre el producte es trobés algun element bloquejador del bis sens fi. En aquest cas el parell seria màxim, no quantificable sense concretar la resistència del conjunt, però que en qualsevol cas faria actuar els fusibles mecànics: l'un, les corretges, que seria el primer de tots i que garantiria un manteniment posterior mínim (canvi de les mateixes), i l'altre seria la unió entre l'eix d'accionament i el bis sens fi, que no es realitzarà mitjançant soldadura, sinó amb dos cargols travessers que es trencarien a cisalla.

Aquests cargols seran el fusible d'un altre tipus d'acció, la fatiga per vibracions. L'eix que acciona el receptor estarà ben alineat mitjançant dos coixinets, de manera que les vibracions s'han d'evitar transmetre-les a aquests. La manera de fer-ho és unint el bis amb l'eix amb un element elàstic, o un element fusible. S'opta per la segona opció.

### **6.2.4. Potència i parell motor necessari.**

A l'annex A es pot trobar un càlcul detallat de la potència i parell necessaris per al mecanisme.

Es decideix posar un motor de 3 kW de potència i amb un parell nominal de 30 Nm.



## 6.3. MOTOR.

El motor és l'element servidor del receptor. Vindrà completament definit pels requeriments mecànics d'aquest.

### 6.3.1. Tipus de motor.

Els motors de corrent altern trifàsics de gàbia d'esquirol són un dels tipus més utilitzats per a l'accionament de màquines. Això és degut als seus avantatges, com la robustesa, senzillesa de manteniment, facilitat d'instal·lació i baix cost. Aquests avantatges es fan valdre més en aquest projecte degut a la destinació final de la màquina, on els recursos són encara escassos.

Per a la velocitat de gir necessària del receptor, s'escull la variant de 6 pols (3 parells) ja que d'aquesta manera la reducció que cal fer és més petita.

El motor escollit és de la marca ABB. L'única raó per la qual es posa d'aquesta marca és el conveni que té Tallers Parramon, S.A. amb el distribuïdor d'ABB, que li proporciona el material amb uns bons preus d'acord amb la quantitat que l'empresa consumeix. S'ha de tenir en compte que Tallers Parramon, S.A. es dedica al manteniment i ha de canviar i reparar molts motors.

Per definir el motor és necessari definir els paràmetres següents:

- Tipus: on s'especifica el material i les dimensions de la carcassa.
- N° de pols: per determinar la velocitat de sortida.
- Tipus de muntatge (codi IM): on es diu si és motor amb potes o brida.
- Potència de sortida.
- Codi del producte.

Segons les característiques establertes, el codi del producte serà:

**M3AA 132 S 3GAA 133 001-ASC**



A l'annex B es pot trobar la fulla de característiques on s'explica quin és el significat de cada un dels camps del codi.



---

Fig. 6.3.1.1. Motor ABB utilitzat.

Amb aquest motor es disposarà de  $960 \text{ min}^{-1}$  de velocitat de sortida, amb 3 kW de potència i un parell de 30 Nm. Suficient per a les necessitats mecàniques.

### 6.3.2. Parell d'engegada del motor.

En disposar d'un variador de freqüència, l'arrencada del motor és totalment programable, de manera que es pot obtenir un parell d'arrencada entre el 10 i el 200 % del parell nominal.



## 6.4. TRANSMISSIÓ.

Es dissenya la màquina amb dos transmissions, una del motor a l'eix del receptor, i l'altra de l'eix del receptor a l'eix del remenador.

### 6.4.1. Transmissió del motor a l'eix del receptor.

Aquesta transmissió es realitzarà amb corretges pels motius següents:

- Fusible mecànic.
- Reducció de la velocitat de rotació.
- Facilitat de manteniment.
- Reducció de costos per avaries.

Com a fusible mecànic, si hi ha algun tipus d'encallament fort al bis sens fi, les corretges patiran i no es trencarà cap element mecànic. En cas que el motor fos acoblat directament no es disposaria d'aquest fusible.

A conseqüència d'això, el manteniment és molt més senzill, ja que sense haver de desmuntar res, les corretges es poden canviar amb facilitat, i són elements que es poden tenir sempre de recanvi i reduir així el temps i el cost d'actuació en manteniment.

L'acoblament directe tampoc permet una reducció entre el receptor i el seu servidor. La transmissió per politges sí.

La tipologia de corretges que es munten són les trapezoïdals de tipus A, que són les més estàndards i tenen un cost més reduït. Tenint en compte que la transmissió per corretges és del les més barates, però a la vegada amb una vida útil més baixa. Aquestes corretges tenen els seus avantatges i els seus inconvenients. La Taula 6.4.1.1. en mostra uns quants entre els diferents tipus de transmissió.



Criterio	Plana	Trapezial	Eslabonada	Dentada	Poly V	Redonda
Carga en los árboles	muy grande	pequeña	pequeña	mínima	grande	muy grande
Trabajo a $V = 25$ m/s	aceptable	aceptable	malo	bueno	aceptable	regular
Resistencia a los choques	muy buena	bueno	regular	aceptable	muy buena	bueno
Eficiencia %	97 ... 98	96 ... 97	95 ... 96	98 ... 99	96 ... 97	96 ... 95
Longitud de correa.	libre	normalizada	libre	dependiente	normalizada	libre
Tolerancia a la desalineación	pequeña	grande	grande	pequeña	pequeña	muy grande
Nivel de ruido	muy bajo	muy bajo	bajo	bajo	bajo	bajo
Sincronismo	no	no	no	si	no	no
Costo inicial	bajo	bajo	bajo	moderado	moderado	mínimo
Necesidad de control del tensado	alguna	escasa	alguna	escasa	alguna	alguna
Facilidad de montaje entre apoyos	si	no	si	no	no	si
Ancho reducido	no	si	si	si	no	si
Diámetro reducido	si	no	no	no	si	no

Taula 6.4.1.1. Comportament dels tipus de corretges enfront alguns criteris comparatius.

Les politges que es munten són estàndards i es munten amb elements de fixació. Aquest sistema permet una reducció del cost important, ja que el cos de la politja és el mateix, i el nucli és l'element de fixació, que és intercanviable i es munta l'adient segons el diàmetre de l'eix on s'ha de muntar. A l'annex B es pot trobar la fulla de característiques dels taper-lock i dels tollok, els dos tipus més utilitzats per Tallers Parramon, S.A.

El taper-lock i el tollock, noms que es deuen al seu fabricant, són components que tenen la mateixa funció, ambdós són elements de fixació. La diferència rau en què el taper-lock és un element extremadament senzill, i això es reflecteix en el seu preu. No vol dir que sigui pitjor. El tollok és l'element precursor i el taper-lock l'evolució.

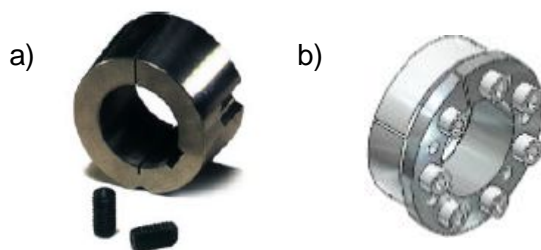


Fig. 6.4.1.1. Elements de fixació. a) Taper-lock. b) Tollok.

El càlcul del diàmetre de les politges, de la quantitat de corretges, etc. es pot trobar a l'annex A.



### 6.4.2. Transmissió de l'eix del receptor a l'eix del remenador.

Aquesta transmissió es realitzarà amb engranatges pels motius següents:

- Reducció de la velocitat de rotació.
- Facilitat de manteniment.
- Reducció de costos per avaries.

La funció del remenador és evitar l'encallament de material a la tremuja, de manera que no hi ha unes necessitats molt específiques. El que sí que està clar és que un accionament específic no és adequat, i cal aprofitar el moviment rotatiu que ja es disposa a l'eix principal. Amb això ja es defineix que hi ha d'haver transmissió.

Aquesta, no pot ser per corretges per la manca d'espai entre els dos eixos, per tant, el més recomanable i adequat és posar-hi engranatges. Amb aquesta solució podrem realitzar la reducció de velocitat màxima, ja que es pot posar una relació de diàmetres el més gran possible (sabem que la relació de transmissió va directament lligada amb el diàmetre dels engranatges, o equivalentment amb el número de dents).

Per a la reducció del temps i cost de manteniment s'ha de buscar una solució, ja que per canviar l'engranatge de l'eix principal, que queda entremig dels dos suports de coixinet, caldria desmuntar massa components. Aquesta solució passa per procurar que la probabilitat de canvi d'aquest engranatge sigui mínima, per tant, que l'engranatge de l'eix secundari sigui el primer en deteriorar-se. El canvi de la roda dentada de l'eix del remenador suposa un temps i un cost mínim de manteniment.

El material dels dos engranatges serà, doncs, diferent, amb una duresa del primari molt superior a la del secundari. D'acer inoxidable serà el petit, acoblat a l'eix del bis sens fi, i de niló (o delrin, un tipus de resina acetàlica molt utilitzat en aquest tipus d'aplicacions) serà el gran, acoblat a l'eix del remenador.

El càlcul del diàmetre de les rodes dentades, del número de dents, etc. es pot trobar a l'annex A.

### 6.4.3. Rodaments

Els rodaments són elements de suport dels eixos que permeten la seva alineació i el seu moviment rotatori suportant el seu pes.

Hi ha moltes opcions d'elecció, però com en la majoria d'eleccions per al disseny d'aquesta màquina, prima el preu per sobre de tot. Estàndards i que puguin aguantar les



càrregues sol·licitades, els de boles són adequats, amb suports tipus PASE de INA amb excèntrica.

Els que Tallers Parramon, S.A. utilitza són RHP o INA.

A l'annex B es pot trobar la fulla tècnica d'aquests elements.





## 6.5. TREMUJA DE CÀRREGA.

La tremuja de càrrega és l'element que enllaça la màquina amb el dipòsit que emmagatzema el producte a ensacar. Aquesta tremuja té dues funcions principals: la canalització del producte a la rosca i la de donar garantia de la continuïtat del procés.

### 6.5.1. Forma i dimensions.

Tallers Parramon, S.A. té molta experiència en temes de caigudes de productes sòlids per tremuges ja que s'ha dedicat al manteniment i muntatges industrials a fàbriques de pinso durant els més de 50 anys que té l'empresa. Les fàbriques de pinso tenen una estructura que fomenta la caiguda lliure del producte durant tot el procés, motiu pel qual són fàbriques altes.

La sortida ha de ser inferior i a ser possible adaptada al tub que fa de recipient de la rosca. Així estarà rebentada per la part inferior al llarg de tota la seva longitud i s'estrenyerà fins a assolir la mida del diàmetre del tub (80 mm). Un dels punts més importants a tenir en compte és justament aquesta entrada al tub, i és on entra en joc l'experiència de Tallers Parramon, S.A. Hi ha l'opció d'entrar directament amb el pendent que ve des de l'entrada, o entrar recte verticalment. És convenient entrar recte perquè no es faci l'anomenat pont de producte, que durant anys ha portat força maldecaps a empreses com les de pinso. A la Fig. 6.5.1.1. es pot veure un esquema del comportament del producte en ambdós casos, on es pot veure l'efecte pont en cas de no entrar a la rosca recte verticalment.

Per a la sal, la tremuja serà d'inoxidable AISI 316.

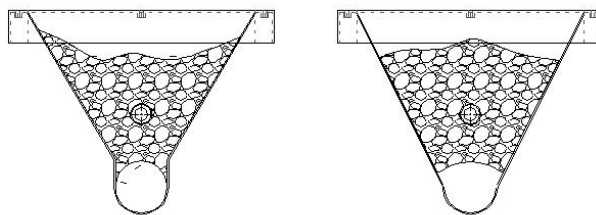


Fig. 6.5.1.1. Entrada a rosca del producte. Efecte pont.



### 6.5.2. Dimensions

L'entrada de la tremuja ha de ser una entrada propícia a l'adaptació a la sortida d'una sitja i per tant no és molt recomanable adoptar formes estranyes. Un quadrat de 350 mm de costat pot ser molt adient.

L'altura de la tremuja ve determinada pel pont de rodaments que es munta per a poder fer la transmissió per engranatges de manera adient. Una altura de 272 mm entre l'eix de la rosca i la part superior és adient, tenint en compte que entre eixos hi ha d'haver 110 mm, segons el càlcul dels engranatges.

El volum de producte que cap dintre aquesta tremuja vindrà determinat per l'aproximació següent:

Es divideix l'àrea en tres parts i es multiplica per la profunditat.

$$\text{Àrea del trapezi:} \quad \frac{350 + 80}{2} \cdot (272 - 40) = 57620 \text{ mm}^2$$

$$\text{Àrea del rectangle:} \quad 40 \cdot 80 = 3200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Àrea del semicercle:} \quad \frac{\pi \cdot 40^2}{2} = 2513,27 \text{ mm}^2$$

$$\text{Profunditat:} \quad 350 \text{ mm}$$

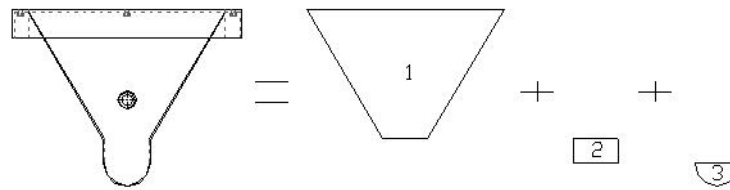
$$\text{Volum total aproximat:} \quad (57620 + 3200 + 2513,27) \cdot 350 = 22,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$V = 22,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

És una aproximació perquè faria falta restar-li el volum que ocupa el remenador i la rosca.

Segons el producte a ensacar, la densitat de gra pot variar entre 600 kg/m<sup>3</sup> i 900 kg/m<sup>3</sup>. Els productes més granulats tenen menor densitat de gra i els que són en pols són més densos. Aquesta densitat no és la densitat real del producte, sinó que representa el volum ocupat per una certa quantitat de producte en gra. Així doncs, estem parlant entre 13,32 kg i 20 kg que caben dins la tremuja. Dit d'altra manera, per omplir un sac de 40 kg caldrà omplir entre 2 i 4 vegades aquesta tremuja.






---

Fig. 6.5.2.1. Divisió de l'àrea de la tremuja.

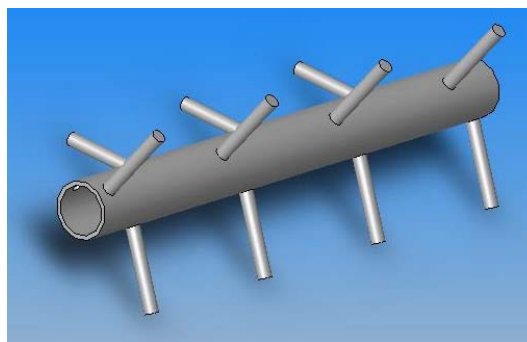
### 6.5.3. Remenador

La necessitat de posar un remenador ve de disposar d'una màquina versàtil per a diferents productes.

Si el producte és granulat amb una densitat de granulació de 600 kg/m<sup>3</sup> no és necessari disposar d'aquest remenador ja que el producte baixa sol sempre i quan s'eviti la formació del pont esmentat a l'apartat 6.5.1.

Però si el producte és en pols i amb una forta capacitat de compactació, és recomanable posar aquest remenador, que permetrà que no s'encalli ni s'enganxi el producte.

La funció principal d'aquest remenador és trencar els terrossos. Això vol dir que la forma pot tenir moltes variants. No és necessari que talli, només cal trencar. Per tant pot ser un eix amb uns martellets que vagi girant. La Fig. 6.5.3.1. mostra el disseny adoptat.




---

Fig. 6.5.3.1. Remenador.





## 6.6. VIBRADOR.

El vibrador és un element molt comú a totes les fàbriques on el producte cau per caiguda lliure. Aquest element té la funció principal de desencallar el producte en situacions crítiques com poden ser els passos estrets.

### 6.6.1. Tipus de vibradors.

Hi ha molts tipus de vibradors al mercat. Els més usuals són els d'excèntrica, basats en un disc desequilibrat que gira impulsat per un motor elèctric. Aquest tipus de vibrador és molt usat en sitges grans.

Altres tipus de vibradors més subtils i que s'estan utilitzant moltíssim actualment són els pneumàtics. Els darrers anys l'ús de l'aire comprimit s'ha estès molt a causa de la seva gran versatilitat i la seva facilitat d'ús. Aquests vibradors estan basats en un pistó que es mou alternativament a l'interior d'una camisa i provoca així la vibració. Són molt usats a l'actualitat per a tremuges i dipòsits petits, on un vibrador d'excèntrica podria ser desproporcionat.

A la Fig. 6.6.1.1. es mostra la sèrie NTK de URBAR que són els més utilitzats per Tallers Parramon, S.A. per a aquest tipus d'aplicacions.



Fig. 6.6.1.1. Vibrador pneumàtic marca URBAR tipus NTK.

### 6.6.2. Decisió.

No es posarà vibrador. Es considera que les mesures preses, remenador i forma de la tremuja, són suficients. No es descarta però, que per a determinats productes se n'hi hagi de posar.





## 6.7. BOCA DE DESCÀRREGA.

La boca de descàrrega és per on sortirà el producte per entrar dins el sac.

La forma adequada per al seu disseny ha d'ésser ajustable a les pinces, de manera que en tancar-les el sac quedi entremig ben premsat.

Hi ha moltes formes adequades, de semicercle a quadrada, però el problema apareix en els ajusts que s'han d'aconseguir en formes quadrades, que si no es fan bé, les pinces poden arribar a malmetre el sac. La millor és la de semicercle, però es perd molt d'espai a causa del gran radi a utilitzar. L'experiència ajuda molt en aquests casos i s'adopta una forma d'ull o pilota de rugbi, de manera que en tancar les pinces no hi ha problemes d'ajust, i l'espai està més aprofitat.

Aquesta forma està demostrat que és la més adequada per a l'adaptació del sac. Totes les màquines d'ensacat i línies d'ensacat adopten aquesta forma per a posar el sac.

El material d'acer inoxidable AISI 316 és per a productes com la sal marina.

Aquesta boca de descàrrega ha de disposar d'un element de descompressió que permeti l'escapament de l'aire que hi ha a l'interior del sac i la pròpia boca. Aquesta vàlvula d'escapament evita rebentades del sac, escapaments per llocs no desitjats, etc. A més, aquest element evacuador d'aire ha d'evitar l'escapament de pols. En casos com la sal marina, productes humits, etc, no es genera molta pols, però en casos com el pinso, productes secs, etc, sí que es genera pols i és motiu de contaminació i genera riscos relacionats amb l'aspiració d'aire contaminat. La solució per a aquest problema de pols és ben senzilla i es tracta de posar una màniga de filtració que es troba al mercat i que poden ser amb teixits de polièster, aràmida o polipropilè.

Empreses com ICT Filtración o ACMA són expertes en temes de filtració de pols mitjançant mànigues i les fabriquen ells mateixos.







## **6.8. MECANISME DE SUBJECCIÓ DEL SAC.**

El mecanisme de subjecció dels sacs no ha de generar una força gran, ja que la seva principal funció és la d'assegurar que el sac no es desprengui en cap moment. L'element que suportarà la major part del pes del sac serà el suport inferior. No obstant, sempre s'haurien de considerar casos desfavorables i possibilitats d'accident. Així doncs, el mecanisme hauria de garantir que si es perd el suport inferior el sac es mantingui subjectat i la màquina no vagi llençant material a terra.

### **6.8.1. Sistema.**

Tallers Parramon, S.A. ha utilitzat diferents sistemes de subjecció per a sacs al llarg de la seva història, ja sigui amb un sol cilindre pneumàtic i un èmbol que pinça el sac contra el tub de descàrrega, o unes pinces que subjecten el vol de la boca del sac. El sistema de pinces permet una major estanquitat, per tant, menys pols que surt cap a l'exterior.

Les pinces van amb concordança amb la boca de descàrrega, ja que la forma d'aquesta determina la forma de les pinces. Al vol de les pinces s'hi pot encolar una cinta polimèrica elàstica que permeti un ajust suau i a la vegada evitar malmetre el sac i, en cas d'enganxar-se els dits, la pressió quedi esmorteïda per l'elasticitat d'aquesta (evidentment, es tracta principalment de no atrapar-s'hi els dits).

Les pinces seran d'acer inoxidable.

### **6.8.2. Mecanisme.**

L'accionament de les pinces es realitzarà mitjançant dos cilindres pneumàtics que garanteixin una pressió suficient per a la seva finalitat. Un sol cilindre no garantiria la pressió a l'altre costat de la boca de descàrrega.

El motiu pel qual l'accionament és pneumàtic és per la senzillesa, adequat en països emergents, on la tècnica pot estar tot just en expansió, pel seu poc risc, ja que no hi ha elements elèctrics que puguin enrampar a algú, i per la robustesa dels elements.





## 6.9. SUPORT DEL SAC.

El suport del sac és l'element que transmet la massa a la cèl·lula de càrrega. La posició d'aquest ha de ser tal que les pinces només subjectin el sac perquè no s'escapi. No hi ha problema amb la mesura perquè les pinces estan solidàries al suport del sac a través del muntant principal i aïllat de la resta de la màquina. Dit d'altra manera, el conjunt sencer penja de la cèl·lula de càrrega.

Aquest element serà també d'acer inoxidable com la resa de la màquina. Les seves dimensions permetran un recolzament adequat per al sac. Serà el més rígid possible ja que si la massa que es recolza és variable és motiu d'oscil·lacions i aquestes provocarien també oscil·lacions a la mesura. Per a fer-lo rígid es fan uns nervis inferiors que sempre és més barat que no posar una xapa molt gruixuda.





## 6.10. ESTRUCTURA.

L'estructura de la màquina és el seu esquelet. Confeccionada completament d'inoxidable, els seus elements principals són tub estructural quadrat de 80x80x4 mm i 40x40x3 mm. Aquesta estructura ha de permetre la subjecció de tots els elements que conformen la màquina:

- Sistema de translació.
- Mecanisme de dosificació.
- Tremuja de càrrega.
- Accionament elèctric.
- Cèl·lula de càrrega.
- Quadre elèctric.
- Tapes.

Ha de tenir també una forma curiosa, amb el mínim número de cantonades amb angles rectes o aguts i ha de ser com més lleugera millor.

L'estructura permetrà a més que els elements que s'hi hagin d'acoblar ho puguin fer sense soldadura, per tant, amb cargols, per exemple.

Evidentment, ha de satisfer les necessitats mecàniques com la resistència a les vibracions i a les càrregues pròpia i variable. El software SolidWorks permet petits anàlisis estructurals mitjançant un paquet anomenat CosmosWorks, que ratifica un disseny en cas de ser correcte.

Les dimensions de la màquina han de permetre un treball ergonòmic, o sigui, tenir els braços a 90 ° a l'hora de descarregar els sacs. Amb el suport del sac regulable en altura, i una alçada adient de l'estructura permetran aconseguir aquesta ergonomia sense cap problema.

Tota l'estructura serà soldada. La tipologia de soldadura serà l'anomenada TIG, que es realitza mitjançant un equip de soldadura preparat (un de tipus inversor és adient), i aportació amb vareta d'inoxidable.





## 6.11. MANIOBRA I CONTROL

### 6.11.1. Definició de la maniobra. Funcions.

La maniobra que la màquina ha de realitzar no té cap mena de complicació per al treballador, ja que està molt automatitzada pel propi controlador.

Quan arriba el treballador al lloc de treball s'ha d'assegurar primer de tot que té un bon munt de sacs a prop per començar a treballar, ja que la màquina es programa per a un cert nombre de cicles i així pot realitzar un procés continu. Així doncs, preparat el lloc de treball, el treballador ha de comprovar que la màquina està endollada, posar el selector en ON i posar un sac a la boca de sortida. La manera de fer-ho correctament és agafar el sac per les puntes, fer-li entrar la boca de descàrrega a dins i posar-lo fins a tocar les pinces. Un cop situat i assegurant que les mans no queden atrapades amb les pinces, pressionar el pedal, que és un accionament sense enclavament que si es deixa de pressionar automàticament retorna a la posició inicial, en aquest cas, "pinces obertes". Sense deixar de pressionar el pedal i amb les pinces ja subjectant el sac, s'inicia el procés de pesada polsant el polsador verd, de manera que el controlador farà un tarat i es posarà en marxa el motor. El pes del controlador començarà a disminuir fins a arribar a 0. Si en algun moment es vol interrompre el procés, hi ha un polsador vermell que farà aturar el motor i posarà el controlador en mode pausa, mantenint així memòria del pes que hi ha en el moment de la parada. Per reprendre el procés només cal pressionar el polsador verd. Quan la pesada s'acosti al pes nominal programat en el controlador es posarà la velocitat petita, per afinar, fins que s'aturi perquè ja ha arribat al pes adequat. Aleshores, en un procés automatitzat, s'obriran les pinces i es podrà retirar el sac, es substitueix per un de buit, seguint el procés indicat anteriorment i es pressiona el polsador verd per iniciar el segon cicle. Si ens trobem a l'últim cicle, al pressionar el botó verd no s'iniciarà cap procés.

Per a la programació del controlador, es trobarà una descripció a l'apartat 6.12.2. i a la bibliografia s'inclou la referència del manual.

En resum, les funcions del treballador són:

- Posar en marxa la màquina.
- Posar i treure els sacs i seguir el procés.
- Tancar pinces.
- Decidir inici primer cicle i següent cicle.



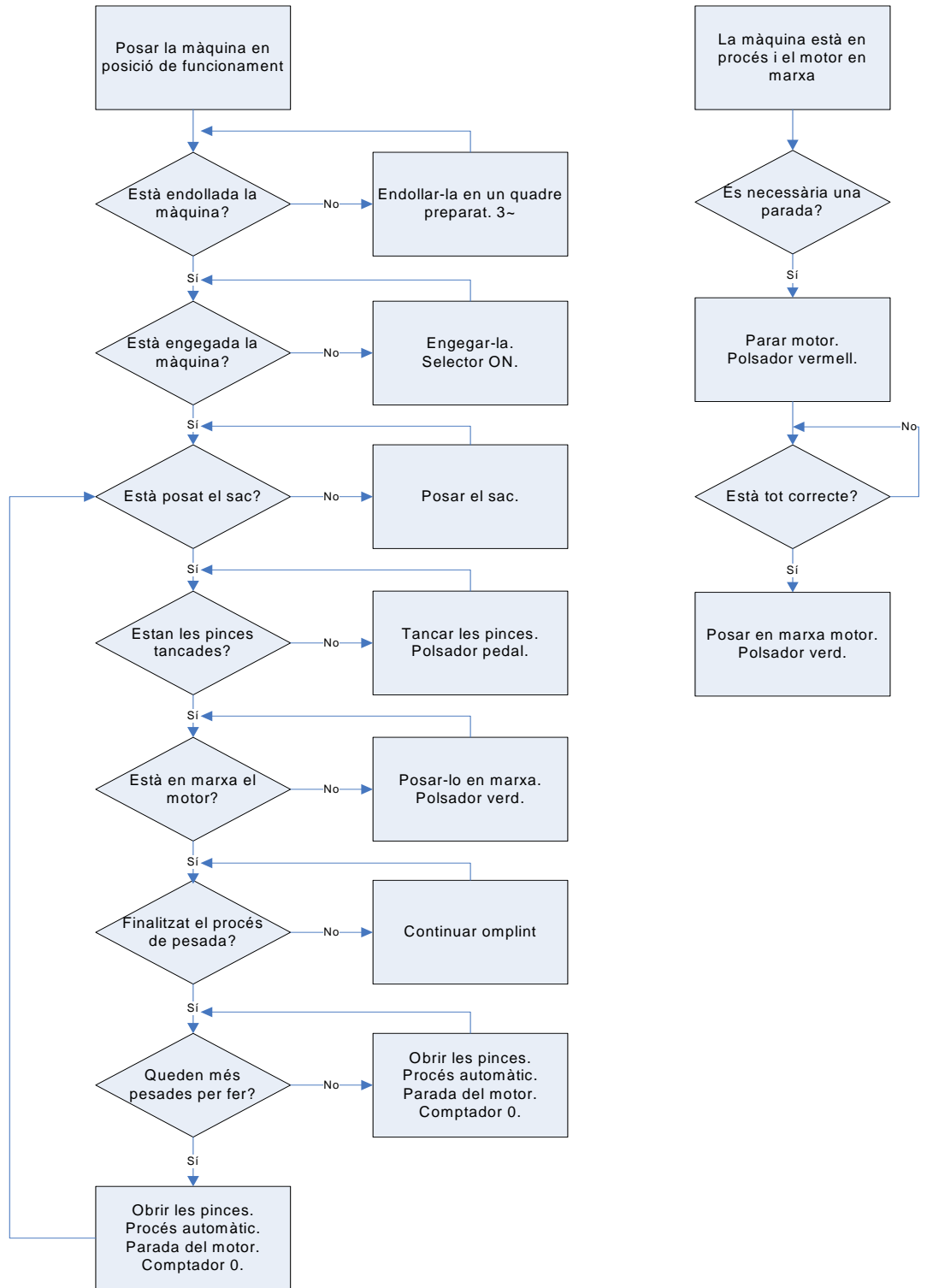
i les funcions en què no cal la interacció treballador - màquina són:

- Tarat.
- Omplerta a gran cabal.
- Omplerta a petit cabal.
- Estabilització.
- Obertura de pinces.





6.11.2. Diagrama de flux





## 6.12. MECANISME DE CONTROL I PESATGE

El mecanisme que permetrà realitzar la pesada és el conjunt d'una sola cèl·lula de càrrega amb un controlador dosificador. A continuació s'especifica cada un d'ells.

### 6.12.1. Cèl·lula de càrrega

Una cèl·lula de càrrega és un element conformat per quatre resistències elèctriques agregades a un cos sòlid que en ser deformat canvia el valor resistent. Això és degut a que les resistències són cables molt fins que en deformar-se fa variar la longitud d'aquests i conseqüentment el seu valor resistent. D'aquesta manera es pot quantificar el canvi d'aquest valor com un canvi en el pes que provoca la deformació.

Esquemàticament, una cèl·lula de càrrega es representa com mostra la Fig. 6.12.1.1

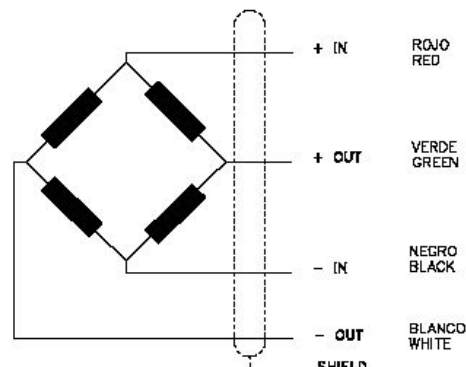


Fig. 6.12.1.1. Esquema d'una cèl·lula de càrrega.

El tipus de cèl·lula escollit és una monoplat, les quals ja estan dissenyades específicament per bàscules mono-cèl·lula. El seu funcionament és per flexió. És totalment lògic pensar en altres tipus de cèl·lules per a realitzar un pesatge, com podrien ser les de tracció/compressió o cisalla, però el disseny escollit de la màquina fa que aquest model sigui el més adient. Aquest model permet pesar càrregues descentrades sense perdre rendiment, anomenades també off-center precisament per aquest motiu, i simplifica molt el disseny del sistema de pesada. S'adjunta una fotografia de l'element descrit en la Fig. 6.12.1.2.





Fig. 6.12.1.2. Cèl·lula de càrrega model monoplata.

El material és acer inoxidable, degut és clar, a les especificacions tècniques derivades del producte a dosificar. En cas que el producte no sigui altament corrosiu i les condicions de l'entorn ho permetin, es poden escollir materials més econòmics, com per exemple l'alumini.

La protecció que tindrà aquest element serà IP-66, degut a l' esmentat entorn altament corrosiu.

La massa a suportar està compresa entre 0 i 100 kg, amb una precisió de fins a 6000 divisions, que equival a un error màxim de 0,016 kg.

El model i fabricant escollits no suposen diferències tècniques rellevants. Mettler Toledo, Sensocar, etc, són proveïdors d'aquest tipus de cèl·lula de càrrega.

Per més informació sobre l'element escollit veure l'annex B, on s'inclou una fulla d'especificacions.

I si es vol consultar la pàgina web del fabricant, l'adreça web es pot consultar a la bibliografia d'aquest projecte.

### **6.12.2. controlador dosificador**

El controlador-dosificador és un aparell electrònic capaç de recol·lectar diferents informacions amb les quals prendre certes decisions acompanyades amb una acció coherent. En aquest cas, la informació a recollir és la que dona la cèl·lula de càrrega, les accions preses pel treballador, com podrien ser l'engegada del procés i la parada, i interaccions externes del propi sistema, com podrien ser la precàrrega i el buidat.



De controladors n'hi ha una bona varietat en el mercat, generalment subministrats pels mateixos fabricants de sistemes de pesatge com en el cas que ens refereix. Mettler Toledo i Sensocar són exemples d'empreses que disposen dels seus propis controladors, encara que no vol dir que se'ls fabriquin ells.

El controlador és un DW-PA (veure Fig. 6.12.2.1.). Aquest equip és d'alta resolució, i juntament amb la seva circuiteria per actualitzar-se i comprovar-se el converteix en molt precís, sensible i estable en temperatura. Conté una memòria no volàtil (E2PROM) per conservar els paràmetres de calibrat del sistema. Bé, molts d'altres aspectes avantatjosos d'aquest controlador es poden trobar en el manual adjunt a l'annex B.



Fig. 6.12.2.1. Controlador DW-PA.

El més important és que té quatre sortides digitals (Gran cabal, petit cabal, buidat/precàrrega, alarma) i quatre entrades digitals (forçar petit cabal, buidar, stop, start). Aquestes entrades i sortides digitals són les que ens permeten programar el funcionament de la màquina. La Fig. 6.12.2.2. mostra esquemàticament els borns de connexió del controlador.



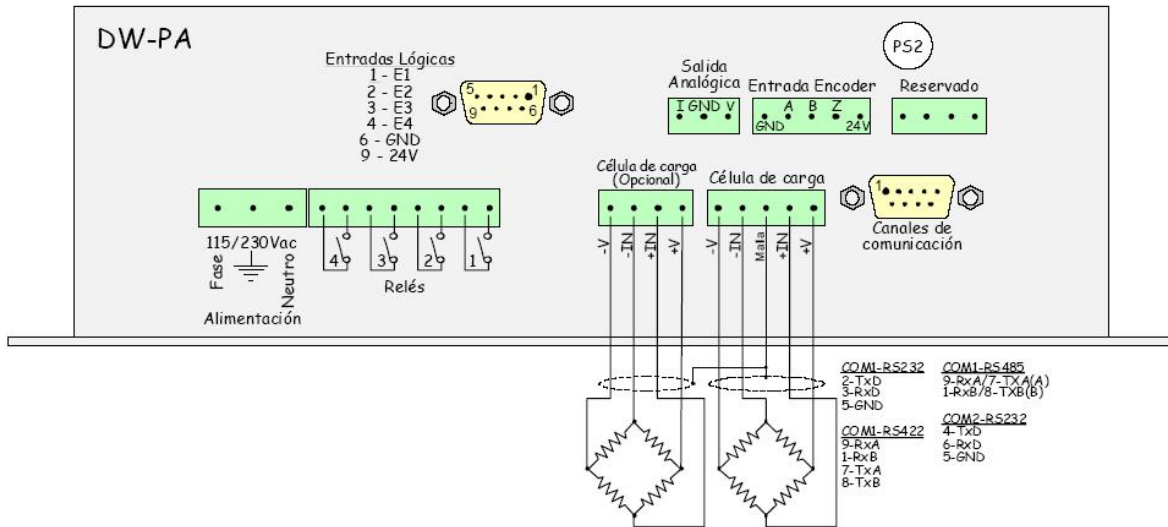


Fig. 6.12.2.2. Borns de connexió del controlador DW-PA.

El mode de funcionament d'aquest equip ve descrit segons el gràfic de la Fig. 6.12.2.3, el qual mostra també l'activació de les entrades i les sortides. Amb aquest mode de funcionament i les entrades i sortides de les que disposa l'aparell es pot programar la màquina de moltes maneres diferents.

El manual del controlador s'adjunta a l'apèndix B i es pot consultar tots els paràmetres de programació, així com també els missatges d'error, els modes d'impressió de dades, etc. En definitiva, un equip molt complet.

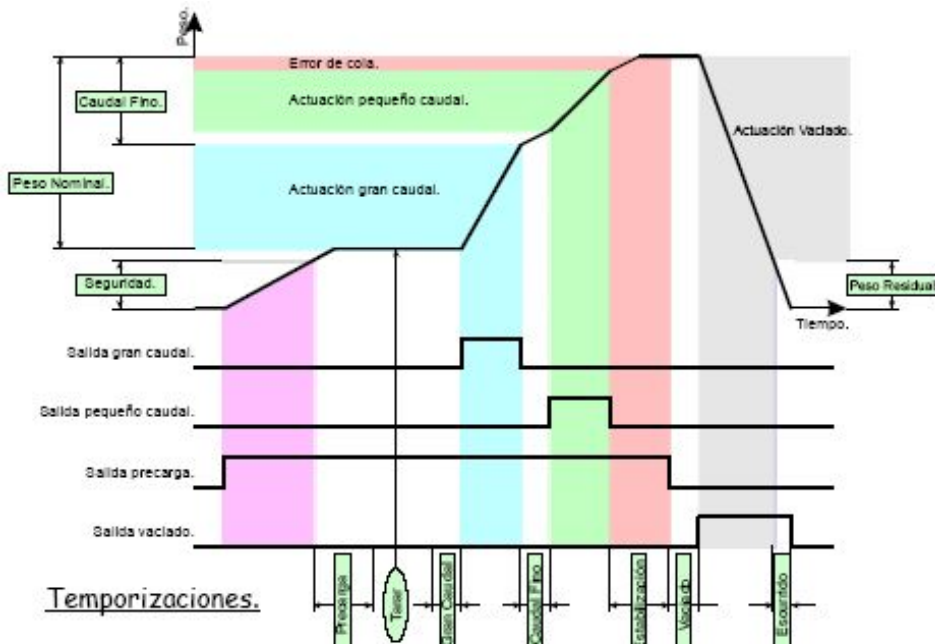


Fig. 6.12.2.3. Mode de funcionament del controlador DW-PA.



## 6.13. MANIOBRA PNEUMÀTICA

La maniobra pneumàtica és necessària per al procés de tancament i obertura de les pinces. El perquè s'ha escollit fer-ho pneumàticament és per la senzillesa del sistema i els seus elements. Si s'imagina com s'hauria de fer elèctricament es veu que el muntatge dels elements seria més complicat i l'electricitat porta més perills relacionats amb les persones que no pas la pneumàtica.

Per altra banda, els elements pneumàtics són relativament més barats que els elèctrics. Es podria fer un estudi econòmic complet per acabar de decidir si l'un o l'altre, però l'experiència també és un grau, i en aquest cas s'opta per la pneumàtica.

### 6.13.1. Cilindres.

Tallers Parramon, S.A. acostuma a treballar amb dues marques de cilindres: Metalwork i Festo. Se sap sobradament que Festo és sinònim de qualitat i bon servei, però precisament això es paga. Es vol fabricar una màquina de cost baix, aleshores sembla clara l'elecció, no només dels cilindres sinó de tots els components pneumàtics, de la marca Metalwork. Hi ha moltes altres marques, sí, com per exemple Joucomatic, però l'empresa no té tant tracte amb aquesta, i amb d'altres, senzillament no n'hi té.

L'elecció d'un cilindre pneumàtic es fa segons la força que ha de fer, la llargada del plançó, etc.



Fig. 6.13.1.1. Cilindre pneumàtic i la seva referència.



A l'annex B es pot veure les especificacions tècniques del cilindre escollit, aquí només se'n recull la referència i se n'expliquen els paràmetres. A la Fig. 6.13.1.1. es pot veure l'element en qüestió.

### VDMA 1210400075CP

Les primeres lletres VDMA indiquen la norma a la qual s'adhereix el cilindre. En aquest cas es tracta de la ISO 15552, la ex ISO 6431. Aquesta normativa és la que dona especificacions del disseny referents a tots els elements del cilindre, com poden ser les toleràncies, la vida útil, etc.

Les tres primeres xifres indiquen el tipus de cilindre que és. En aquest cas, les xifres 121 indiquen que es tracta d'un doble efecte esmorteït. Aquest tipus de cilindre és molt adequat ja que com s'han d'obrir i tancar les pinces es necessita que sigui de doble efecte, i com que ho han de fer sense brusquedat és molt recomanable que sigui esmorteït.

Les set xifres següents indiquen el diàmetre de l'èmbol i la cursa. Així doncs, 0 indica que la dimensió que segueix és de diàmetre, i 40, que el diàmetre de l'èmbol és de 40 mm. El 0075 indica que l'èmbol recorre una distància de 75 mm. El diàmetre i la cursa de l'èmbol s'utilitzen per donar referència al cilindre, però està directament relacionat amb la força que fa:

$$F \leq \frac{20,350 \cdot \varnothing^4}{C^2 \cdot K^2} \quad \text{Eq. 6.13.1.1}$$

On C és la cursa del cilindre,  $\varnothing$  és el diàmetre de l'èmbol i K és un coeficient per longitud lliure en funció de la fixació. Es decideix posar xarnera i forquilla, per tant K=2. Posant la cursa i el diàmetre en mil·límetres s'obté la força en Newtons.

En cas de dimensionament, l'interessant és trobar la secció mínima. Transformant l'Eq. 6.13.1.1. es pot aïllar el diàmetre en funció de la força que haurà de fer:

$$\varnothing \geq \sqrt[4]{\frac{C^2 \cdot K^2 \cdot F}{20,350}} \quad \text{Eq. 6.13.1.2}$$

Tenint en compte que el rang de pes que podrà dosificar la màquina estarà entre 0 i 100 Kg, agafarem el cas més desfavorable i considerarem  $F = 1000 \text{ N}$ . És veritat que el





disseny mecànic inclou un suport per al sac, però s'ha de considerar que en algun cas el sac es pot quedar sense suport accidentalment i el sac cauria si no quedés fortament agafat.

$$\varnothing \geq \sqrt[4]{\frac{75^2 \cdot 2^2 \cdot 1000}{20,350}} = 32,42 \text{ mm}$$

Existeixen en el mercat cilindres amb èmbols de diàmetre 32 mm i 40 mm. Per tant escollim el de 40 mm per la simple raó que és més barat comprar un element estàndard i a més, s'ha de tenir en compte que els cilindres treballaran amb el plançó plegat, per tant la força que faran serà més petita. Això és degut a la superfície ocupada pel plançó:

$$\left(\frac{\varnothing_p}{\varnothing_e}\right)^4 = \left(\frac{16}{40}\right)^4 = 0,026$$

Per tant, seran 26 N menys de força que farà.

Finalment, les dues últimes lletres fan referència a característiques materials d'elements del cilindre. C, fa referència al plançó, en aquest cas cromat. P fa referència a les juntes, que són de poliuretà. Les juntes de poliuretà garanteixen l'estanquitat pneumàtica i a la vegada neteja impureses adherides al plançó.

### 6.13.2. Vàlvules. Tipus d'accionament. Elecció voltatge i fases.

S'acostuma a posar una vàlvula 5/2 per a un accionament de doble efecte. Per a aquest disseny s'ha escollit una 5/2 monoestable actuada elèctricament. El voltatge de la bobina d'actuació serà de 230 V a corrent alterna, de manera que podrem aprofitar una de les fases i el neutre per a fer-ne l'alimentació. L'electrovàlvula i la seva bobina aniran tancades dins el quadre elèctric, inaccessible al treballador. En casos en què existeixen elements de baix voltatge, o senzillament si la bobina de l'electrovàlvula està exposada al contacte humà, s'utilitzen bobines de 24 V.

Les vàlvules de la sèrie 70 de Metalwork representen la gamma tradicional i completa. Es troben disponibles en tres mides: 1/4", 1/8", 1/2", en tres versions: 3/2, 5/2, 5/3, i amb 4 accionaments diferents: manual, mecànic, pneumàtic, elèctric. Les seves possibilitats de fixació (a línies, a paret, sobre cilindre o en bateria) fan que la sèrie 70 siguin adequades per satisfer les més diverses aplicacions.



A l'annex B s'adjunta la fulla tècnica de l'electrovàlvula.



Fig. 6.13.2.1. Vàlvula de la sèrie 70 de Metalwork.



Fig. 6.13.2.2. Esquema d'una electrovàlvula 5/2 monoestable.

### 6.13.3. Secció de tub. Tipus de tub.

El tub que s'utilitza en pneumàtica industrial està fet de poliamida. La PA 11, és un material que posseeix una gran resistència a xocs i osques, també a les baixes temperatures (fins a 40°C). Té una òptima resistència a l'envelliment i té una absorció d'aigua molt restringida, característica molt important per al sector industrial, on s'acostuma a tenir ambients molt humits, sobretot en operacions de neteja. Bona resistència també a grasses, olis, carburants i fluids hidràulics. La PA 11 compleix els requisits de la norma DIN 74324, que la fa utilitzable en tot tipus d'instal·lacions pneumàtiques.

Segons la taula de la fulla d'especificacions tècniques del cilindre, a aquest li correspon un consum d'aire segons la pressió i a una temperatura de 25 °C. Evidentment, si la pressió és inferior, el consum també serà inferior ja que l'aire estarà menys comprimit. Al diàmetre del forat d'entrada d'aire al cilindre (1/4 " = 6,35 mm) li correspondria posar tub de diàmetre interior 6 mm. Però per a aquest consum hi ha moltes mides de tub adequades, com més petit sigui el diàmetre de pas de l'aire, més petit serà el cabal i més temps invertirà la màquina a obrir i tancar les pinces. Existeixen també els estranguladors, que són elements que impedeixen el pas de l'aire, i per tant regulen el cabal. Per totes aquestes consideracions



es decideix muntar tub de 6 mm de diàmetre exterior (amb 1 mm de paret), amb el qual es garanteix sobradament una alimentació correcta per a l'accionament.

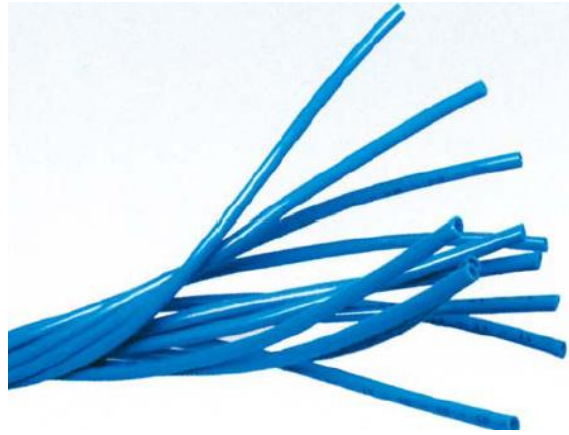


Fig. 6.13.3.1. Tub de PA11 per a instal·lacions pneumàtiques.

#### 6.13.4. Regulador

Els reguladors de flux s'utilitzen per regular la velocitat del pistó en els cilindres pneumàtics. Existeixen diferents tipus de reguladors: els que estrangulen el pas sempre, els que l'estrangulen a l'alimentació i els que ho fan a la purga. Es necessiten dos elements per conformar un regulador: una vàlvula d'estrangulació i una vàlvula antiretorn (actualment integrades en un sol element, el regulador). Segons la combinació d'aquests dos elements s'obté un dels tres tipus de regulador.

La vàlvula d'estrangulació és la que regula el cabal, en ambdues direccions. Són elements regulables i l'ajust realitzat es pot fixar mitjançant una contrafemella. La vàlvula antiretorn, com a element de tancament que és, bloqueja el pas d'aire en un sentit i l'obre en el contrari, amb pèrdua de càrrega mínima.

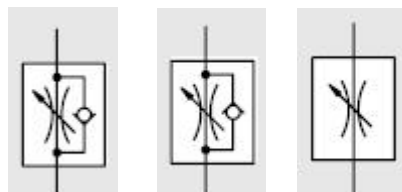


Fig. 6.13.4.1. Els tres tipus de reguladors, C, V i B.



A la Fig. 6.13.4.1. es poden veure els tres tipus de reguladors. Segons la nomenclatura de Metalwork, C correspon a estrangulació a la purga, V a l'alimentació i B en ambdues direccions. Fixem-nos que de fet, el tipus B és una vàlvula d'estrangulació pròpiament dita.

Aquest tipus de components s'han de posar el més propers possible del cilindre per ser realment efectius. És per això que s'acostuma a trobar roscada per un extrem per poder acoblar-la directament al cilindre. Es troben amb regulació mitjançant un cargol moletejat o bé amb un tall de vis per dificultar-ne la manipulació indesitjada. Fins i tot es poden trobar segellades per evitar-ne la manipulació.

El sistema recomanat per a cilindres de doble efecte és el d'estrangulació a l'escapament. La justificació és que la sensibilitat a les forces externes és molt més crítica en cas d'estrangulació a l'alimentació, provocant grans oscil·lacions de velocitat al cilindre.



Fig. 6.13.4.2. Regulador MRTC de Metalwork.

### 6.13.5. Silenciadors

Els silenciadors que s'utilitzen són els de tipus MW SFE dins de la gamma Metalwork. Són els més petits, estàndards i no gaire cars. En definitiva, els més adequats pel disseny.



Fig. 6.13.5.1. Silenciador tipus MW SFE de Metalwork.



### 6.13.6. Ràcords d'unió

Els ràcord d'unió que s'utilitzen són els que corresponen per al diàmetre exterior de tub ( $\varnothing = 6 \text{ mm}$ ). Hi ha molta varietat de ràcords industrials per a utilitzar, però per a aquesta màquina no fan falta més que 4 tipus diferents: tes intermèdies, passamurs, colzes giratoris, rectes cilíndrics mascles.

Els ràcords Metalwork prenen el tub sense marcar-lo ni deformar-lo permetent així una major simplicitat en la operació de connexió o desconexió del ràcord amb el tub. Tots els ràcords d'unió disposen de juntes O-ring que assegurin l'estanquitat, fins i tot en superfícies inclinades, brutes, lleugerament convexes, etc. Elimina l'ús del tefló (P.T.F.E., politetrafluoretilè) a les rosques. Aquestes juntes són usualment de NBR (cautxú nitril, copolímer d'acrilonitril i butadiè).

A l'annex B es poden consultar tots els ràcords de la gamma.





## 6.14. QUADRE ELÈCTRIC

Tota màquina industrial amb elements actuats porta el seu quadre d'alimentació i control. Aquest pot incloure el quadre de comandament o no.

En un quadre elèctric es necessita un seccionador, uns elements de protecció, uns elements d'alimentació i uns elements de control. S'acostuma a incloure-hi els elements d'aire comprimit per formar part de l'automatització i no tenir incompatibilitat elèctrica.

### 6.14.1. Caixa del quadre elèctric.

Hi ha infinitat de fabricants de caixes entre els quals figura HIMEL (grup Schneider Electric), l'escollida per al quadre de l'ensacadora. L'elecció es fa primerament segons el material, sigui inoxidable o polièster principalment (materials més habituals). Seguidament s'escull la mida, principalment una mida estàndard per qüestió de preu. No totes les mides són estàndard en inoxidable i en polièster a la vegada. Si s'ha de fabricar el quadre a mida el preu és més elevat, tot i que Tallers Parramon, S.A. té la capacitat de producció d'aquests en inoxidable.

Per qüestió de preu es compra un quadre de la marca HIMEL al distribuïdor que correspon, de material de polièster, molt més econòmic que el d'inoxidable i de mides 750 x 500 x 320 mm, adequades a les necessitats. La Fig. 6.14.1.1. mostra una distribució adequada del quadre, amb el variador a dalt de tot, els relés de protecció i auxiliars al mig i a la part inferior els borns de connexió. Aquesta distribució defineix les mides del quadre.

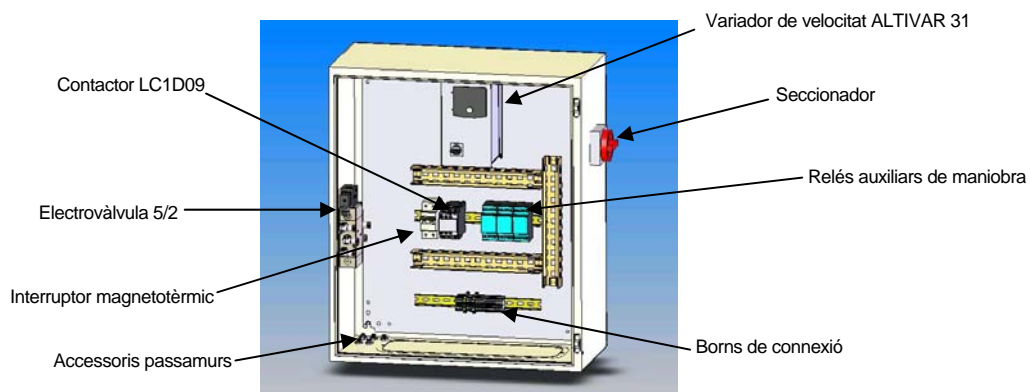


Fig. 6.14.1.1. Distribució dels elements elèctrics dins la caixa.

La Fig. 6.14.1.2. mostra la caixa i les guies d'acoblament aptes per a contactors, relés i borns de connexió.



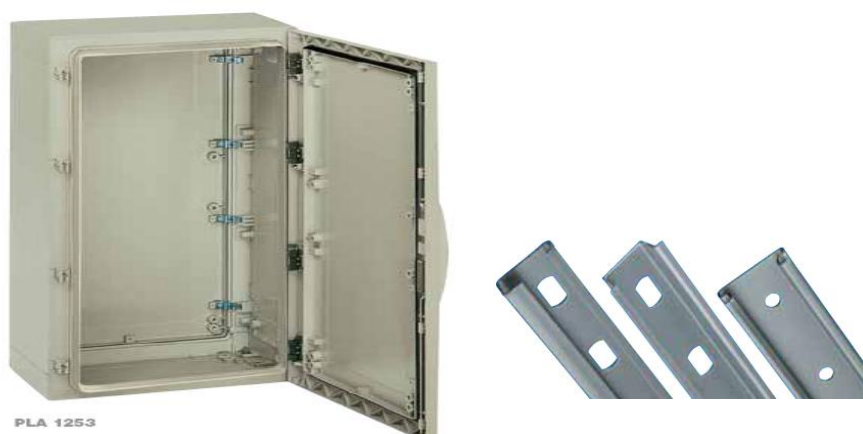


Fig. 6.14.1.2. Caixa marca Himel i els tipus de guia aptes.

### 6.14.2. Seccionador.

El seccionador és un element de protecció que es posa per tallar el corrent elèctric quan la màquina està en manteniment. Seria una funció semblant al magnetotèrmic de casa que s'abaixa quan es vol manipular un element muntat aigües avall d'aquest. N'hi ha que també tenen la funció de protecció automàtica.

El seccionador escollit és el model estàndard perquè és necessària la seva funció bàsica, però no més. Aquest model de la marca GAVE té la referència A - 553 1 0 0 0. Aquests caràcters signifiquen que és un seccionador de la sèrie A, amb connexió tipus 553 (4 pols), per a 16 A d'intensitat de corrent, i els últims 3 caràcters indiquen el calibre (0 per a 16 A) i la caràtula estàndard per encastar. La Fig. 6.14.2.1. mostra l'element descrit i a l'annex B es pot trobar la seva fulla tècnica.



**A - 553 1 0 0 0**

Fig. 6.14.2.1. Seccionador estàndard marca GAVE.





### 6.14.3. Contactors.

Els contactors són interruptors governats elèctricament amb una única posició estable. La seva principal diferència amb els relés de control és que els seus contactes principals permeten grans potències. Així doncs, per a l'ensacadora, que disposa d'un motor de 3 kW de potència seria interessant considerar posar-hi un contactor.

És una qüestió purament econòmica decidir posar aquest contactor, ja que el motor el governarà directament el variador de potència, el qual porta ja els seus contactes. Es poden veure les característiques tècniques d'aquest variador a l'annex B.

En qualsevol cas, decidint posar aquest element, els seus contactes principals han de poder aguantar 3 kW de potència. Un contactor adequat és el LC1D09 de la marca SQUARE D (grup Schneider Electric). Fig. 6.14.3.1.



Fig. 6.14.3.1. Contactor LC1D09 Telemecanique / Square D.

### 6.14.4. Relés auxiliars de maniobra.

Tal com s'ha comentat en l'apartat anterior els contactes dels relés auxiliars de maniobra no estan dissenyats per a grans intensitats. És per això que són elements més barats que els contactors i per a la maniobra normalment es posen relés i no contactors.

Hi ha infinitat de marques i tipus. És indiferent quin. S'escull el més econòmic tenint en compte la producció que l'empresa Tallers Parramon, S.A. fa en el seu taller.

Els utilitzats són els de la Fig. 6.14.4.1.





Fig. 6.14.4.1. Relés auxiliars de maniobra.

### 6.14.5. Interruptor magnetotèrmic de protecció

La principal funció d'un automàtic és assegurar la protecció dels circuits que alimenta. Asseguren igualment les funcions de seccionament i de comandament. La protecció dels circuits ha d'estar assegurada contra sobrecàrregues i curtcircuits.

La protecció de sobrecàrregues està realitzada per la desconexió tèrmica mitjançant el bimetal·la o dels relés estàtics a temps invers i integrats a l'automàtic.

La protecció als curtcircuits està realitzada pel dispositiu magnètic o per relés estàtics a temps constant, instantanis o a tall retardat i integrats a l'automàtic.

Les característiques elèctriques d'aquests elements de protecció varien en funció del tipus de desconexió o de l'interruptor y del tipus d'automàtic. A l'annex B es pot trobar la fulla tècnica del C60N de Merlin Guerin (grup Schneider Electric), que és el que es posa a l'ensacadora.

L'elecció d'aquest automàtic es basa principalment en el número de pols que ha de tenir, segons les fases a protegir, i també el calibre, el poder de tall i el tipus de corba, els quals es decideixen segons l'element a protegir. Com la màquina és trifàsica, el més intuïtiu seria posar un de quatre pols (3 fases més neutre), però el variador de freqüència ja porta la seva pròpia protecció. En una màquina que hagués de complir normes molt restrictives, com podria ser la CE, seria més adient posar el de quatre pols per protegir també el variador, encara que fos redundat. En cas que l'objectiu sigui reduir costos, la redundància no és el més adequat.

És per aquest motiu que es recomana posar un interruptor magnetotèrmic de 2 pols (fase més neutre) per a la protecció únicament del controlador DW-PA i el circuit de maniobra. A la Fig. 6.14.5.1. es pot veure l'element descrit.





Fig. 6.14.5.1. Interruptor magnetotèrmic C60N de Merlin Guerin.

El calibre és la intensitat màxima que pot aguantar sense disparar, motes vegades relacionat directament amb el retard de disparat. En aquest cas no s'alimenta cap màquina elèctrica que pot tenir puntes d'intensitat a l'arrencada molt pronunciades, és per això que amb un calibre 3 és suficient. Pel mateix motiu s'escull un interruptor amb corba C.

El poder de tall és la màxima intensitat que pot arribar a tallar sense deteriorament. 6 kA és una bona opció, ja que s'estan protegint elements de baix consum.

#### 6.14.6. Borns de connexió.

Els borns de connexió són un element no indispensable en el disseny d'un quadre elèctric, però són, en canvi, d'una utilitat molt gran per a la simplificació de feina a l'electricista que fa la instal·lació de la màquina. Aquests elements el que fan és recollir totes les connexions dels diferents elements elèctrics dins el mateix quadre, de manera que, seguint una numeració adequada es pot manipular les connexions d'una manera molt més senzilla i ràpida. L'electricista que manipula la instal·lació no ha de tocar cap contacte de cap component elèctric, sinó els dels borns de connexió.

A més, de borns de connexió n'hi ha de molts tipus, de cargol, de molla, etc. facilitant enormement la manera de connexió.

Els que Tallers Parramon, S.A. utilitza són de la marca Phoenix Contact. A la Fig. 6.2.2.1. es poden veure dos tipus de borns de connexió: els grisos són els estàndard i els groc i verds són pels cables de terra. A l'annex B es pot trobar la fulla de característiques.





Fig. 6.14.6.1. Borns de connexió Phoenix Contact.

### 6.14.7. Variador de freqüència.

El variador escollit, un Altivar 31 C Telemecanique (grup Schneider Electric) permet fer l'alimentació en monofàsic i en trifàsic, amb un ampli ventall de potències admeses. Però per a la potència necessària de 3 kW és necessari alimentar-lo amb trifàsic.

La utilització d'un variador de freqüència és molt recomanable si s'ha de disposar de dues o més velocitats de funcionament. Els variadors permeten aquests canvis sense cap problema, totalment programables, però és que a més permeten programar les rampes d'arrencada i parada, evitant així haver-ho de fer amb elements mecànics (el famós muntatge estrella triangle de tota la vida) o plaques electròniques (que actualment són uns elements anomenats arrencadors estàtics). Amb els elements clàssics la intensitat a l'arrencada podia ser entre 6 i 8 vegades la nominal, amb el variador 1,5. Aquests dos motius tenen un gran pes a favor del variador a l'hora d'escollir el disseny elèctric.

A l'annex B es pot trobar la informació tècnica del variador. La Fig. 6.14.7.1. mostra l'element descrit.



Fig. 6.14.7.1. Gamma dels variadors de freqüència ALTIVAR 31.



### 6.14.8. Electrovàlvula.

La descripció de l'electrovàlvula es pot trobar a l'apartat 6.13.2. i a l'annex B on hi ha la fulla completa de característiques.

Senzillament comentar que a l'actualitat és molt freqüent trobar electrovàlvules dins els quadres elèctrics, i fins i tot al mercat ja es troben blocs compactes d'electrovàlvules en bateria dissenyats específicament per anar dins els quadres.

S'hi acostumen a posar ja que la bobina que les actua pot ser font de petits accidents laborals i si es posen a dins queden protegides de qualsevol manipulació no desitjada. Així, a més, es pot aprofitar l'alimentació a 220 V que proporciona una de les fases del trifàsic amb el neutre, i no cal fer cap tipus de conversió ni de corrent ni de voltatge.

### 6.14.9. ICP i diferencial.

Bé, pel que fa a les proteccions generals per a la màquina, comentar que es tractarà la màquina com un "electrodomèstic industrial". Això vol dir que les proteccions mitjançant l'interruptor de control de potència i el diferencial hauran d'estar en el quadre on s'endolla la màquina. Serà responsabilitat del client disposar d'aquests elements.

Es recomana disposar d'un diferencial per a protecció de fugues d'una sensibilitat de 30 mA. I tant aquest diferencial com el ICP capaços d'aguantar fins a 3 kW de potència.

### 6.14.10. Cablejat.

Existeix un procediment laboriós de selecció de la secció del cable a utilitzar. Aquest procediment es basa en tres criteris:

- Màxima corrent pel cable
- Màxima caiguda de tensió admissible
- Resistència tèrmica al curtcircuit

El primer pas és escollir una secció de cable segons el primer criteri, de manera que amb les taules proporcionades pel fabricant (o si no en té, les taules del Reglament de Baixa Tensió també són vàlides) es pot trobar el valor mínim de secció.

Un cop realitzat el primer pas, el segon criteri i el tercer es comproven per a la secció escollida. El segon criteri depèn de la longitud del cable, i per longituds tant petites (menys de dos metres) i intensitats grans (16 A) no acostuma a ser més restrictiu que el primer. Per



al tercer criteri cal calcular l'anomenada intensitat de curtcircuit i un paràmetre  $k$  constant depenent del tipus d'aïllament, que evidentment l'ha d'especificar el fabricant.

Amb tot això, s'acostuma a realitzar el primer pas de selecció i es dona per vàlid sempre que sigui per a la confecció d'un quadre elèctric.

Està molt clar però, que el millor seria seguir els passos per assegurar-se no cometre errors ni descuits. La manera més eficaç de calcular la secció de cable és mitjançant un programa dedicat.

Un lloc on es pot fer aquest càlcul és a <http://www.topcable.com/topmatic.php>, pàgina web del fabricant.

La secció de cable mínima corresponent a 3 kW de potència és de  $1,5 \text{ mm}^2$ .

Una última consideració és comprovar que tots els elements a on s'han de fer les connexions amb aquest cable permetin aquesta secció (borns, contactors, relés tèrmics i de control, variador, pulsadors i selectores, seccionador, controlador, etc.).

El cable utilitzat està recobert de PVC flexible, sense ser necessari cap tipus d'apantallament ni aïllament addicional, ja que els cablejats de les senyals de control i de la potència estan degudament separats. La Fig. 6.14.10.1. mostra un tipus de cable adequat.



Fig. 6.14.10.1. Tipus de cable utilitzat per a les connexions.

### 6.14.11. Premsa estopes i passamurs.

El premsa estopes és un element de subjecció del cable que es posa a les parets de la caixa per a evitar arrencades brusques dels cables de les connexions degudes a estiraments des de l'exterior. Aquests elements es dissenyen per secció de mànega. Els més típics en aquest tipus d'aplicació són els de poliamida, amb rosca mascle mètrica i tancament de diafragma i anell de neoprè. Són anomenats cap-top.

Els passamurs, a diferència dels premsa estopes, són elements que seccionen el tub. Són elements que muntats a la paret de la caixa permeten connexió a banda i banda de paret, evitant així fregaments del tub amb la paret i possibles talls i osques.



S'utilitzen els premsa estopes per al cablejat elèctric, en concret les mànegues. Els passamurs s'utilitzen per la pneumàtica, pel tub de poliamida.



Fig. 6.14.11.1. Premsa estopes (cap-top) i passamurs.







## 6.15. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE LA MÀQUINA

S'entén per instal·lació elèctrica de la màquina tot el cablejat i tots els dispositius que queden fora del quadre elèctric. Es fa aquesta distinció perquè el quadre es pot fer al taller propi i la instal·lació es fa in-situ.

### 6.15.1. Mànega d'alimentació.

Per a la mànega d'alimentació, que és la que transmet tota la potència a la màquina, se'n pot utilitzar una amb protecció especial. Per exemple una amb aïllament de polietilè reticulat o PVC, armadura de doble malla d'acer i coberta de PVC flexible. Justament aquest tipus de mànega és recomanat per a llocs on freqüentment rosegadors, i fins i tot amb entorns desfavorables.

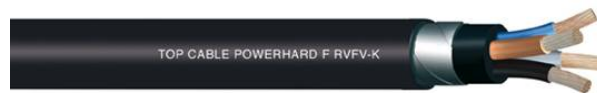


Fig. 6.15.1.1. Tipus de mànega utilitzada per a l'alimentació.

### 6.15.2. Aïllaments.

No són necessaris aïllaments extres per al cablejat intern de la màquina si es prenen les precaucions pertinents de separar cables de senyal i cables d'alimentació.

Per a la mànega principal, una que tingui armadura és suficient.

### 6.15.3. Presa de corrent.

L'endoll utilitzat s'ha d'escollir segons la intensitat que hi ha de passar. Així doncs, un endoll de 16 A seria el més adequat perquè pel motor passa una intensitat nominal màxima de 12,3 A segons les seves característiques.

Aquest endoll ha de ser de cinc pols: 3 fases, un neutre i un terra.



L'empresa Gave subministra també aquest tipus d'endolls. La Fig. 6.15.3.1. mostra la tipologia d'endoll descrita. A l'annex B es pot trobar la fulla del catàleg corresponent.



Fig. 6.15.3.1. Presa de corrent utilitzada, marca GAVE.

#### 6.15.4. Polsadors de marxa i parada

Els polsadors són uns elements d'interacció directa usuari-màquina que es troben disponibles al mercat en múltiples formats de color, formes, etc. També elèctricament es poden aconseguir amb diferents característiques, ja sigui amb càmera oberta o tancada, amb un sol cable, o múltiples.

En definitiva, que per escollir no ha d'haver-hi problema, ja que un munt d'ells són totalment adequats per a les necessitats plantejades.

Es compren dos polsadors, un de verd i un de vermell. El verd és el de marxa, el vermell el de parada. És el codi de colors més estès a l'actualitat, segons normatives corresponents. Ambdós són NO (normalment oberts) i d'un sol cable.



Fig. 6.15.4.1. Polsadors de marxa i parada marca GAVE.

#### 6.15.5. Selector

El selector és un interruptor de dues o tres posicions que permeten petites maniobres igual que podria ser un commutador domèstic.



És interessant posar-lo perquè l'únic tall de corrent existent a la màquina és el seccionador i aquest queda tancat dins de la màquina, encara que accessible obrint la porta lateral. Aquest selector queda a l'abast del treballador quan aquest està operant amb la màquina.

El selector que es posa és de dues posicions, ja que el que es desitja és marxa o parada. A la Fig. 6.15.5.1. es mostra un selector adequat per a la necessitat.



Fig. 6.15.5.1. Selector de dues posicions marca GAVE.

### 6.15.6. Interruptor de parada d'emergència

L'interruptor de parada d'emergència és un element totalment obligatori per a totes les màquines. Però quan es diu totalment obligatori, vol dir segons una determinada normativa, entre les quals hi ha l'europea (amb la qual es pot obtenir la marca CE). Referent a la normativa en països africans, no es contempla aquest punt. O sigui, tenint en compte que la màquina és per a exportar a països emergents no faria falta posar-li, reduint així el cost.

De totes maneres, es parla en aquest apartat de la seva col·locació ja que la majoria de normatives el contemplen i en els països emergents fa falta una legislació referent a la fabricació i importació de maquinària industrial. En un futur no massa llunyà, aquest element també s'haurà de posar per a les màquines d'exportació a aquest tipus de països.

El paro d'emergència mostrat a la Fig. 6.15.6.1. és el més comú i utilitzat a tot el món industrial dels països desenvolupats, conegut com a 'bolet' amb l'argot utilitzat a la indústria. El seu funcionament és ben senzill: és un contacte NC (normalment tancat) que en pressionar el 'bolet' s'obre i queda enclavat, de manera que si es vol tornar a posar en marxa el sistema s'ha de desenclavar aquest interruptor. La manera de fer-ho és girant el 'bolet'. Existeixen també petites variants.





Fig. 6.15.6.1. Interruptor de parada d'emergència marca GAVE.

### 6.15.7. Polsador de pedal.

El polsador de pedal és un tipus de polsador per a accionar amb els peus, permetent així la utilització de les mans mentre s'acciona algun element. Molta maquinària industrial de taller metal·lúrgic utilitza aquesta tipologia de polsador ja que l'operari necessita sempre les mans per aguantar la peça que està manipulant (cisalles, plegadores, corbadores, etc). Tallers Parramon, S.A. utilitza un munt d'aquestes màquines i està molt acostumat a fer servir aquest tipus de polsadors.

Existeixen també molts tipus de pedals. Alguns són de seguretat, funcionant com interruptors de parada d'emergència. Alguns són amb enclavament, amb contactes NO o NC (normalment oberts o tancats), etc.

Per a la màquina ensacadora és útil un pedal senzill, amb un contacte NO, que si es deixa de pressionar el contacte no quedi enclavat. Tenint en compte la seva utilització a l'accionament de les pinces, interessa que una persona que s'enganxi els dits amb aquestes pinces automàticament deixant de pressionar el pedal s'obrin aquestes. És difícil imaginar que a la velocitat que tanquen les pinces (recordem que els reguladors dels cilindres permeten velocitats molt reduïdes i eviten tancament amb cop) una persona s'enganxi els dits i mantingui el peu al polsador de pedal.

Això sí, hi ha normatives, com l'espanyola o l'europea, que diuen que una persona que manipula una màquina no ha de poder fer-se mal en cap concepte, o sigui, ni volent. Però deixarem aquest temes, que s'acosten més a filosòfics que enginyers, per a tema d'estudi del que podria ben ser un altre projecte.

A la Fig. 6.15.7.1. es mostra el pedal utilitzat.



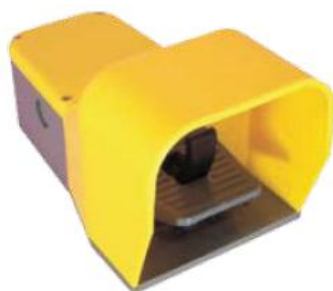


Fig. 6.15.7.1. Polsador de pedal marca GAVE.



## 6.16. ANÀLISI AMBIENTAL.

En el projecte de la màquina es consideren els següents aspectes de cara al respecte del medi ambient:

### 6.16.1. Fabricació de la màquina

El material majoritari utilitzat per la confecció de la màquina ve determinat per les especificacions tècniques de la mateixa, ja que per evitar corrosió s'hauria d'utilitzar un material polimèric, que ni és massa ecològic ni massa resistent per als esforços que ha de patir, o un material metàl·lic capaç de resistir aquest alt grau de corrosió, per tant l'acer inoxidable AISI 316. El cost energètic d'obtenció es podria quantificar d'alt, però les empreses acostumen a tenir un programa de layout de peces per minimitzar retalls degut a l'elevat cost econòmic d'aquest material.

A l'empresa Tallers Parramon, S.A. el programa que s'utilitza és el Lantek, un programa modular amb el qual es pot minimitzar el consum de matèries primeres en general i que inclou un mòdul de gestió documental i ERP (Enterprise resource planning. Sigles en anglès que signifiquen planificació de recursos empresarials), de manera que pot gestionar íntegrament tota la producció del projecte.

Altres materials més contaminants són els polimèrics. En el disseny, se n'utilitzen els mínims necessaris, sobretot pel cablejat i el material elèctric, i pel routing pneumàtic.

Els diferents productes contaminants es podrien considerar amb un índex contaminant baix-mitjà. Entre els més comuns hi ha els gasos despresos per la soldadura de l'acer inoxidable, els quals a part de ser contaminants són un risc laboral important que cal tenir en compte. La solució passa per posar uns extractors de fum i, en algun cas es podrien tractar per no contaminar l'aire de l'atmosfera. Un altre agent contaminant i que també suposa un risc per a la salut del treballador és la taladrina, la qual és utilitzada per a la mecanització de les peces. Aquesta, però, es fa recircular per la màquina minimitzant-ne el consum. I finalment, fer referència als olis i grasses del motor elèctric i els diferents components mecànics, d'altra banda, indispensables.

### 6.16.2. Servei de la màquina

No es pot considerar que la màquina tingui un consum energètic baix, ja que estem parlant d'una màquina que va a països emergents, i allà el subministrament energètic és especialment crític. Per altra banda, amb comparació a qualsevol sistema íntegre d'ensacat, el consum d'aquesta és molt menor.



Referent als lubricants i grasses anteriorment mencionades, es tracta de fer-ne un bon ús. Posar-ne la necessària i no més, i evitar-ne les fugues.

Acústicament parlant, es pot dir que l'ús de la rosca helicoïdal fa que les vibracions es minimitzin i el soroll no sigui més elevat que el desitjat. Es recomana usar uns cascos de protecció auditiva per al treballador que s'hi ha de passar una jornada completa, però la normativa de països emergents encara no contempla aquest punt.

Pel que fa a emissions gasoses no se'n considerarà cap. En canvi sí que s'haurà de tenir en compte les emissions de pols en casos de dosificació de productes secs granulats o en pols. En aquest cas, la sal acostuma a ser humida i de pols no en fa. Amb un temps prudencial d'espera després de cada dosificació no hi hauria d'haver problemes de partícules en suspensió.

### **6.16.3. Màquina a la fi de la seva vida**

La màquina és un 95% reciclable. Les gomes de cautxú, els polímers del tub de l'aire i altres, i les matèries auxiliars són els més problemàtics de reciclar i eliminar. La resta, una màquina composta principalment d'acer inoxidable, no té massa problemes per reciclar-se.

Una bona característica de la màquina és la seva senzillesa per a un corresponent desmuntatge de la mateixa ja sigui per al manteniment o per al reciclat al final de la seva vida útil.





## **6.17. SEGURETAT D'OPERACIÓ DE LA MÀQUINA.**

Pot semblar que hi hagi alguna mancança en seguretat al disseny de la màquina, però cal fer èmfasi que aquesta màquina és par a l'exportació a països emergents.

El client ja sap quins requisits ha de complir la màquina, ja que entre ell i el client final existeix la comunicació necessària per a tal fi.

En cas que es volgués aprofundir més en el compliment de les normes caldria saber a quin país en concret s'exportarà la màquina i fer-ne un estudi complet. No tots els països emergents compleixen la mateixa normativa, igual com passa entre Europa, Estats Units, Japó, etc.

### **6.17.1. Reglaments a complir**

A l'annex B es recullen una sèrie de reglaments espanyols de qualitat i seguretat, que no havent-los de complir, són una guia excel·lent per a un bon disseny.

### **6.17.2. Dispositius de seguretat**

La màquina disposa, encara que no són obligats, de diferents dispositius de seguretat:

- Rodes amb fre incorporat
- Parada d'emergència
- No enclavament del pedal que tanca les pinces

El risc més gran de la màquina és l'atrapada dels dits en posar el sac a la boca de descàrrega. Com s'ha comentat a l'apartat 6.15.7. el treballador hauria d'actuar premeditadament.





## 6.18. MUNTATGE.

Aquesta màquina està dissenyada per sortir de la fàbrica com un tot, sense cap tipus de muntatge específic a casa del client. És un altre avantatge enfront altres sistemes integres d'ensacat que requereixen un muntatge a casa del client, i que en cas d'exportacions a l'estranger pot resultar car.

### 6.18.1. Proves, transport, instal·lació.

Això sí, la màquina ha de sortir de fàbrica completament provada. Les proves suposen la verificació de què tot funciona correctament, que no hi ha vibracions indesitjades, encallaments de material no previstos, fregaments dels elements mecànics innecessaris, etc.

El transport d'aquest tipus de màquina és molt simple, com podria ser el transport d'un electrodomèstic a casa d'un particular. Es pot transportar individualment o en paquets de més d'una unitat, ja que la seva forma permet l'agrupació de diverses màquines.

El client és qui s'encarrega d'enviar-les als països de destí. A ell li correspon la responsabilitat de llogar els contenidors per al transport marítim.

Un cop a destinació, el client final l'única cosa que ha de fer és endollar-la i llegir-se les instruccions abans de començar a produir. El client final pot ésser format prèviament del funcionament de la màquina, sobretot de la programació dels paràmetres del controlador DW-PA.





## **6.19. MANTENIMENT.**

El manteniment és una de les parts més importants per a obtenir un bon rendiment de la maquinària industrial. Això Tallers Parramon, S.A., que es dedica des de fa més de 50 anys a aquest tipus d'activitat, ho sap amb escreix.

A l'actualitat hi ha diferents tipus de manteniment catalogats, però els més estesos són el correctiu i el preventiu. Evidentment, als països emergents només coneixen el correctiu i en algun cas potser el preventiu. D'altres manteniments com el predictiu, és millor deixar-los per al futur.

El manteniment correctiu és aquell que quan una cosa s'espatlla va una persona qualificada i l'arregla. Aquest tipus d'acció comporta una parada a la producció.

El manteniment preventiu és aquell que, tal com indica el seu nom, prevé per no haver de curar. Regularment, un operari qualificat pren una sèrie de mesures, fa una sèrie de comprovacions, a fi d'evitar parades a la producció.

### **6.19.1. Instruccions.**

La màquina no requereix un manteniment especial, no obstant així, és recomanable que regularment es netegi per evitar que es puguin produir obturacions i degradacions del material i els elements mecànics.

És recomanable que en finalitzar la jornada de treball la màquina quedi totalment buida per evitar assentament de gènere per a la següent posada en marxa.

Per a un manteniment preventiu, es recomana la realització d'un pla de revisions periòdiques dels elements mecànics: politges, coixinets, etc. I a ser possible, incloure en aquest pla de prevenció elements de recanvi.





## 6.20. DESENVOLUPAMENT REAL DE LA MÀQUINA

Tallers Parramon, S.A. ha pogut fabricar aquesta màquina i vendre-la a un preu competitiu, tenint en compte que la gran basa d'aquest projecte és subministrar una màquina barata als països emergents.

Actualment Tallers Parramon, S.A. ha rebut més comandes per a la fabricació d'aquest tipus de màquina. Amb el mateix sistema d'ensacat, les variants de la màquina proposades són completament compatibles.

### 6.20.1. Construcció real de la màquina.

S'adjunten fotografies de la màquina en construcció. A l'annex G es poden trobar més fotografies.



Fig. 6.20.1.1. Màquina amb tots els seus elements a la vista.



Fig. 6.20.1.2. Quadre elèctric.



Fig. 6.20.1.3. Zona de descàrrega. Boca i pinces.

Fig. 6.20.1.4. Màquina en funcionament.







Fig. 6.20.1.5. Variant de la mateixa màquina per a un producte diferent de la sal.





## Conclusions, recomanacions

S'ha acomplert l'objectiu de dissenyar una ensacadora que permeti entrar al mercat dels països emergents amb un cost competitiu i un sistema que, si més no, és robust i vàlid per a moltes variants de la màquina. De fet, Tallers Parramon, S.A. ja ha rebut comandes amb especificacions diferents, ja sigui per millores a la producció, millores a l'adaptació del client o reducció de costos. Tots aquests punts són motiu d'estudi i l'empresa té la intenció de millorar la màquina per fer-la entrar cada cop més en un mercat que està en creixement continu.

En el futur es pot millorar el disseny incloent més estudis concrets, tals com estudis de mercat més específics, i simulacions, per a les quals seran necessaris altres softwares i coneixements dels mateixos.

També és important mantenir la flexibilitat del disseny, pel qual es poden dosificar diferents tipus de material i a més es poden obtenir capacitats adequades a cada necessitat, com per exemple, ensacar un sac amb 30 s no és més difícil que el que ja està funcionant: o augmentant la freqüència de funcionament del variador de velocitat, o canviant la poltja gran per una altra més petita és suficient per obtenir el resultat desitjat.

Amb la realització d'aquest projecte s'ha pogut conèixer les eines de treball que entren en joc a l'hora de dissenyar màquines, com poden ser els softwares de suport, la comunicació amb les persones que intervenen tant al disseny com a la fabricació, etc.

Un altre punt molt important que s'ha pogut extreure de la realització d'aquest projecte és que l'Enginyer Industrial és una figura flexible, que ha de saber aplicar els coneixements adquirits al llarg de la carrera en tots els àmbits de la indústria i no només ens els que ell en té l'especialització. Així doncs, en aquest projecte s'hi pot observar com l'estudiant ha aplicat coneixements d'electricitat, però també de mecànica i disseny, incloent aspectes mediambientals i de seguretat, els quals no figuren al cap d'un Enginyer Industrial especialitzat en electrònica o en gestió, per exemple.

La finalitat de tot plegat és continuar millorant la màquina, sempre dinamitzant i proporcionant noves solucions a aspectes concrets. Així es podrà millorar el rendiment de la màquina, la relació qualitat - preu, etc.





## Agraïments

Samuel, tu ets el comodí de tot plegat. T'agraeixo moltíssim la oportunitat que m'has donat, l'ajuda i la confiança.

Vull agrair a en Toni Parramon l'oportunitat de realitzar el projecte final de carrera sobre una màquina dissenyada, construïda i comercialitzada a la seva empresa.

Altres persones que han col·laborat en aquest repte: enginyers, dissenyadors, treballadors i operaris que conformen tot l'equip de Tallers Parramon, S.A., amb els quals hem passat hores i hores discutint, decidint, fabricant, provant.

A la meva mare, pel seu suport moral, amb el qual he pogut anar endavant i no morir a l'intent, en un món cada dia més i més competitiu.





## Bibliografia

### Conceptes teòrics:

- [1] CARDONA, S., CLOS, D., MARTÍNEZ, J., SÁNCHEZ-REYES, J., DE LOS SANTOS, M<sup>a</sup> A., *Teoría de màquines*, Barcelona, CPDA - ETSEIB, 1998.
- [2] CASILLAS, A.L., *Máquinas. Cálculos de taller*, Madrid, Artes Gráficas ENCO, 1997.
- [3] BOIX, O., SAINZ, L., CÓRCOLES, F., SUELVES, F.J., *Tecnología Eléctrica, VOL. I.*, Barcelona, CPDA - ETSEIB, 2002.
- [4] BOIX, O., *Pràctiques de Taller Elèctric, Primera part*, Barcelona, CPDA - ETSEIB, 2000.
- [5] ROLDAN, J., *Motores eléctricos. Aplicación industrial*, Madrid, Paraninfo, 1996.
- [6] ROLDAN, J., *Protección y seguridad en las instalaciones eléctricas de baja tensión*, Madrid, Thomson Paraninfo, 2004.
- [7] E.E.U.A.(ENGINEERING EQUIPMENT USERS ASSOCIATION), *Transporte neumático de materiales pulverulentos*, Barcelona, Labor, 1974.
- [8] FESTO DIDACTIC, *Neumática. Libro de trabajo - nivel básico*.
- [9] N.P. WAGANOFF, *Máquinas De Transporte*.
- [10] CEMA, *BOOK NO. 350: Screw Conveyors for Bulk Materials, 2003*

### Manuals:

- [11] SOLIDWORKS CORP., *Conceptos básicos de SolidWroks. Piezas y ensamblajes*, Massachussetts.
- [12] SOLIDWORKS CORP., *Conceptos básicos de SolidWroks. Dibujos*, Massachussetts.
- [13] SOLIDWORKS CORP., *Técnicas avanzadas de modelado de piezas*, Massachussetts.
- [14] SOLIDWORKS CORP., *Técnicas avanzadas de modelado de ensamblajes*, Massachussetts.
- [15] SOLIDWORKS CORP., *Chapa metálica y piezas soldadas*, Massachussetts.
- [16] SOLIDWORKS CORP., *PDMWorks*, Massachussetts.



- [17] CADDY SPAIN S.L., *Caddy++.Electrical Design*, Vizcaya, 2000.
- [18] SCHNEIDER ELECTRIC GROUP, *Manual Electrotécnico. Telesquemario Telemechanique.*, Madrid, 1999.
- [19] ABB, *Low Voltage Motors. Manual for Low Voltage Motors*, Finlàndia, Waasa-Graphics.

#### Normatives:

- [20] INSTITUTO ESPAÑOL DE NORMALIZACIÓN, *UNE 1-032-82 ISO 128. Dibujos técnicos, principios generales de representación*, Madrid.
- [21] AENOR, *Dibujo Técnico. Normas básicas*, Madrid.
- [22] INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENEN EN EL TRABAJO, *conjunt de reial decrets i directives.*  
  
[<http://www.insht.es/portal/site/Insht>, 3 de desembre de 2006]
- [23] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, *La norma internacional IEC 61082: preparación de la documentación usada en electrotecnia. Parte 1: requerimientos generales*, 1991

#### Components:

- [24] UAHE (UNIÓN DE ALMACENISTAS DE HIERROS DE ESPAÑA), *Prontuario 2001, 2001*
- [25] TECNIPES '89, *DW-MI / DW-M2D / DW-BG / DW-IX / DW-PA, Manual del usuario.*
- [26] SCHNEIDER ELECTRIC GROUP, *Altivar 31C, Guía de Instalación.*
- [27] TELEMCHANIQUE, *Variadores de velocidad y arrancadores suaves.*
- [28] ABB, *IEC Low Voltage Induction Motors 400 V 50 Hz. Motors for all applications. (product catalogue)*, Finlàndia, Waasa-Graphics.
- [29] COMES, S.A., *Roscas helicoidales sinfín (catálogo de productos)*, Tarragona.
- [30] DINAMICA DISTRIBUCIONES, S.A., *catálogo de productos*, Bilbao.
- [31] TOLLOK, *Locking assemblies (product catalogue)*, Masi Torello (Italy).
- [32] INA FAG, *medias catálogo de productos.*





[<http://medias.ina.de/medias/es>]

[33] ALEX, *Catálogo general 2006 (catálogo de productos)*, Sant Andreu de la Barca, 2006.

[34] GAYNER, *catálogo de productos*, Barcelona.

[35] URBAR INGENIEROS, S:A., *Vibradores neumáticos de pistón (catálogo de productos)*, Asteasu.

[36] ICT FILTRACIÓN, *catálogo de productos*.

[<http://www.ictfiltracion.com/mangas2.php?i=es>, 28 de setembre de 2007]

[37] METTLER TOLEDO, *Célula de pesada SSP1241. Catálogo de productos*.

[38] METAL WORK IBÉRICA, *Metal Work Pneumatic. Catálogo accesorios*. Barberà del Vallès.

[39] METAL WORK S.p.A., *Metal Work Pneumatic. Catálogo compacto*. Concesio BS (Italy).

[40] HIMEL, *Catálogo de productos*.

[41] GAVE ELECTRO S.L., *Productos (catálogo de productos)*, La Roca del Vallès.

[42] ROFLEX, *Catálogo de correas trapezoidales*

[43] SCHNEIDER ELECTRIC, *e-Catálogo (catálogo de productos)*.

[<http://www2.schneiderelectric.es/productos.asp?idEmpresa=3#>, 12 de febrer de 2007]

[44] PHOENIX CONTACT, *catálogo de productos*.

[<http://eshop.phoenixcontact.com/phoenix/logon.do?user=anonym&general=eses>]

## WEBS CONSULTADES

<http://www.payper.com/>

<http://www.otai.es/>

<http://www.tecnipes.com/>

<http://www.abb.es/>



<http://www.comes.es/home.html>

<http://www.ina.com/content.ina.de/en/index.jsp>

<http://www.dinamica.net/>

<http://www.tollok.com/>

<http://www.alex.es/>

<http://www.gayner.net/>

<http://www.urbar.com/>

<http://www.ictfiltracion.com/>

<http://www.acma.es/>

<http://es.mt.com/es/es/home.html>

<http://www.sensocar.com/>

<http://www.metalwork.es/>

<http://www.schneiderelectric.es/>

<http://www.telemecanique.es/>

<http://www.merlingerin.es/>

<http://www.squared.com/>

<http://www.himel.es/>

<http://www.gave.com/>

<http://www.ralux.com/>

<http://www.phoenixcontact.es/>

<http://www.topcable.com/>

<http://www.interflex.es/>

<http://www.3dcontentcentral.com/>



<http://www.tracepartsonline.net/>

<http://www.insht.es/portal/site/Insht>

