



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Garra multifunción de un brazo robot

Robot Arm Multitask Grip

Autor/es

Daniel Ulldemolins Sabater

Director/es

Javier Esteban Escaño

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2019



**Escuela Universitaria
Politécnica** - La Almunia
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

Garra multifunción de un brazo robot

Robot Arm Multitask Grip

424. 19 . 49

Autor: **Daniel Uldemolins Sabater**

Director: **Javier Esteban Escaño**

Fecha: **18/09/2019**



ÍNDICE DE CONTENIDO SIMPLE

1.RESUMEN.....	1
2.MARCO TEÓRICO	6
3.DESARROLLO.....	40
4.CONCLUSIONES	67
5.BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE CONTENIDO COMPLETO

1.RESUMEN.....	1
1.1.ABSTRACT.....	2
1.2.INTRODUCCIÓN.....	3
1.3.PLANIFICACIÓN.....	4
1.4.REQUERIMIENTOS.....	5
2.MARCO TEÓRICO	6
2.1.MICRO ORDENADORES.....	6
2.2.SENSORES.....	9
2.2.1. <i>Visión artificial</i>	9
2.2.1.1.Procesamiento de imágenes.....	12
2.2.1.1.1.Algoritmos en el dominio espacial.....	12
2.2.1.1.2.Algoritmos en el dominio de la frecuencia.....	18
2.2.1.1.3.Algoritmos de extracción de características.....	19
2.2.2. <i>Sensor capacitivos</i>	22
2.2.3. <i>Sensor infrarrojo</i>	23
2.2.4. <i>Sensor inductivo</i>	24
2.2.5. <i>Sensor ultrasónico</i>	25
2.2.6. <i>Células de carga</i>	26
2.3.SISTEMA DE AGARRE	27
2.3.1. <i>Ventosas magnéticas neumáticas</i>	27
2.3.2. <i>Ventosas de vacío</i>	28
2.3.3. <i>Garra mecánica</i>	32
2.3.4. <i>Garra flexible</i>	34
2.3.5. <i>Bola flexible</i>	34
2.4.ESTADO DEL ARTE.....	35
2.4.1.1.Sistema por ventosas.....	36
2.4.1.2.Sistema por pinza.....	36
2.4.2. <i>Sistema de visión artificial</i>	37
3.DESARROLLO.....	40
3.1.PISTONES NEUMÁTICOS.....	44
3.2.ESTRUCTURA.....	45
3.3.GUÍAS LINEALES.....	46



3.4.VENTOSAS MAGNÉTICAS NEUMÁTICAS.....	48
3.5.VISIÓN ARTIFICIAL.....	49
3.6.CÁLCULOS.....	54
3.6.1.Cálculo pinzas paletizadora.....	54
3.6.2.Cálculo Pick and Place.....	57
4.CONCLUSIONES	66
5.BIBLIOGRAFÍA.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de Gantt de la planificación.....4

Ilustración 2: Comparativa micro ordenadores. (Raspberry Pi,n,d).....8

Ilustración 3: Esquema sistema visión artificial.(DIdac, n,d).....10

Ilustración 4:Elementos de un sistema de visión artificial. (DIdac, n,d)11

Ilustración 5:Ejemplo de pixeles vecinos. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)12

*Ilustración 6:Ejemplo filtro gaussiano 5x5 con varianza1. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)
.....13*

Ilustración 7:Formula Laplaciano. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)14

*Ilustración 8:Resumen de los metodos de detección de bordes con el Laplaciano.
(AGUIRRE DOBERNACK, n,d)14*

*Ilustración 9:Resumen de los metodos de detección de bordes con el gradiente.
(AGUIRRE DOBERNACK, n,d)16*

*Ilustración 10:Ejemplo transformaciones geométricas. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)
.....17*

*Ilustración 11:Diagrama proceso filtrado en frecuencia.(AGUIRRE DOBERNACK, n,d)
.....18*

Ilustración 12:Ejemplo de imagen y su histograma. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d) . .19

<i>Ilustración 13:Imagen etiquetada. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)</i>	20
<i>Ilustración 14:Esquema sensor capacitivo. (uvigo,n,d)</i>	22
<i>Ilustración 15:Esquema básico sensor infrarrojo. (xbot, n,d)</i>	23
<i>Ilustración 16: Principio de funcionamiento por barrera, sensor infrarrojo</i>	24
<i>Ilustración 17: Principio de funcionamiento por reflexión, sensor infrarrojo</i>	24
<i>Ilustración 18:Principio de funcionamiento difuso, sensor infrarrojo E18 D80NK. (Carrod, n,d)</i>	24
<i>Ilustración 19:Partes del sensor inductivo. (Rubio, n,d)</i>	25
<i>Ilustración 20:Principio de funcionamiento sensor ultrasónico.(Nelson sotomayor,n,d)</i>	26
<i>Ilustración 21:Principio de funcionamiento de una célula de carga. (Ni,nd,)</i>	26
<i>Ilustración 22:Célula extensiométrica adhesiva. (Ni,nd,)</i>	27
<i>Ilustración 23:Esquema eléctrico y formula de una célula de carga. (Ni,nd,)</i>	27
<i>Ilustración 24:Sección de una ventosas magnéticas neumáticas. (Smcotech, n,d)</i>	28
<i>Ilustración 25:Funcionamiento de las ventosas magnéticas neumáticas. (Smcotech, n,d)</i>	28
<i>Ilustración 26: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas de aspiración. (Smcotech, n,d)</i>	30

Ilustración 27: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas transversales. (Smcotech, n,d).....30

Ilustración 28: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas de agarre. (Smcotech, n,d)31

Ilustración 29: Ilustración técnica del radio de curvatura mínimo. (Smcotech, n,d).....31

Ilustración 30: Ilustración técnica de la carrera de la ventosa. (Smcotech, n,d).....32

Ilustración 31: Ilustración técnica del volumen interno. (Smcotech, n,d).....32

Ilustración 32: Ejemplo garra mecánica. (Himar, n,d).....33

Ilustración 33: Ejemplo garra mecánica con almohadillas. (Reichelt, n,d).....34

Ilustración 34: Ejemplo aplicación garra flexible. (Tom McKeag, n,d).....34

Ilustración 35: Ejemplo bola flexible. (Alan Richter, n,d).....35

Ilustración 36: Esquema bola flexible. (Alan Richter, n,d).....35

Ilustración 37: Utillaje paletizador de cajas, (ABB, n,d).....36

Ilustración 38: Ejemplo de paletizado con garra mecánica. (Alejandro Muñoz Canales, n,d).....37

Ilustración 39: Verificación de piezas. (Keyence, n,d).....38

Ilustración 40: Detección de defectos. (Keyence, n,d).....39

<i>Ilustración 41: Vista en planta del proceso.....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 42: Vista 3D del utensilio diseñado, Pick and place.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 43: Vista 3D del utensilio diseñado, paletizador.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 44: Diseño 3D del utensilio con los principales elementos.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 45: Actuador neumático lineal MY1B16G-400 de doble efecto. (SMC, n,d)</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 46: Actuador neumático DSBC-32-200-PPVA-N3 de doble efecto. (Festo, n,d).....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 47: Vista 3D actuadores neumáticos.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 48: Vista 3D Ejes estructurales.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 49: Guía lineal. (INA,n,d).....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 50: Vista 3D guías.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 51: Ventosa magnetica MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 52: Vista 3D ventosas magnéticas.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 53: Raspberry Pi 3B. (JIMBL0M, n,d).....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 54: Foto comprobación camara.....</i>	<i>50</i>

<i>Ilustración 55: Patrón visión artificial.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 56: Imagen simulación comparación</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 57: Visualización de las fuerzas sistema paletizador.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 58: Acciones en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 59: Momento flector en el soporte.</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 60: Tensión en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 61: Deformación en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 62: Visualización 3D de las fuerzas sistema pick and place.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 63: Acciones en el sistema pick and place.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 64: Fuerza axial en el sistema pick and place.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 65: Momentos en el sistema pick and place.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 66: Tensiones en el sistema pick and place.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 67: Deformaciones en el sistema pick and place.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 68: Visualización 3D de las tensiones</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 69: Visualización menú inventor.....</i>	<i>63</i>



Ilustración 70: Visualización 3D del desplazamiento64

Ilustración 71: Visualización 3D del coeficiente de seguridad65

1. RESUMEN

El objetivo de este proyecto es estudiar y diseñar un utensilio para su implementación a un brazo robot KUKA. Concretamente el fin de este, es manipular envases metálicos de diferentes medidas para el encaje de estos y su posterior paletizado de las agrupaciones en cajas.

Este proyecto surge de la necesidad real de la empresa CONTROLPACK SYSTEMS S.L. de ampliar la oferta para mercado de los finales de línea (Packaging), ya que hasta ahora no hay oferta para líneas de envases metálicos. Se espera que el resultado se pueda comercializar en un futuro, pues sería un nuevo sistema.

En vista de esta necesidad, el planteamiento de este proyecto se centrará en el diseño, el desarrollo del utensilio y en como identificar las diferentes medidas de los envases metálicos que suministra la línea de producción, además de realizar pruebas funcionales de la detección de los envases.

1.1. ABSTRACT

The aim of this project is to study and design a tool for implementation in a KUKA robot arm. Specifically, the tool will have to handle metal containers of different sizes for their fitting and subsequent palletizing of the groupings in boxes.

This project arises from the real need of the CONTROLPACK SYSTEMS S.L. company to extend the offer for the end of line market (Packaging), since until now there is no offer for metal packaging lines. It is expected that the result can be marketed in the future as it would be a new system.

In view of this necessity, the purpose of this project will be focused on the design and development of the tool and how to identify the different sizes of metal containers supplied by the production line as well as perform functional tests of the detection of the containers.

1.2. INTRODUCCIÓN

La idea que fundamenta este proyecto surge de la necesidad de ser capaz de diseñar un sistema completo que integre los diferentes campos de la ingeniería Mecánica, Electrónica y Control, es decir, Mecatrónica. Con expectativa de que dicho sistema desarrollado se pueda comercializar en el mercado y tenga una aplicación práctica y funcional.

Dicho sistema se compone de un utillaje para su implementación a un brazo robot KUKA para manipular y encajar envases metálicos de diferentes medidas. Además también tendrá que paletizar las agrupaciones de envases que estarán dentro de cajas. En el sistema se compondrá también de la verificación de las agrupaciones de los envases.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el proyecto estará estructurado de la siguiente forma:

- Marco teórico: En este apartado se reunirá toda la información sobre todos los componentes del sistema que puedan llegar a usarse en el diseño o pueda ser información útil para futuras mejoras.
- Desarrollo: Apartado dedicado a la resolución paso a paso del diseño y implementación de todas las partes necesarias: cálculos, diagramas, materiales... para llevar a cabo el proyecto.
- Conclusiones: En este apartado se determinará si el proyecto ha cumplido los objetivos marcados y/o implementar nuevas mejoras que puedan ser interesantes.
- Anexos: Apartado dedicado a toda la documentación técnica generada durante el desarrollo del proyecto.
- Bibliografía: En esta se recogen todas las fuentes consultadas durante el desarrollo del proyecto.

1.3. PLANIFICACIÓN

Para realizar el cronograma de la planificación del proyecto se ha tenido en cuenta la dificultad de compaginar el trabajo en la misma empresa con el desarrollo del proyecto.

La ejecución del proyecto en general se ha visto retrasada respecto las fechas previstas debido a la dificultad de compaginar trabajo – estudio y la dificultad de concertar reuniones para el buen desarrollo del proyecto. Por estas causas este se ha reorganizado de forma que algunas tareas se han llevado a cabo al mismo tiempo o se han modificado.

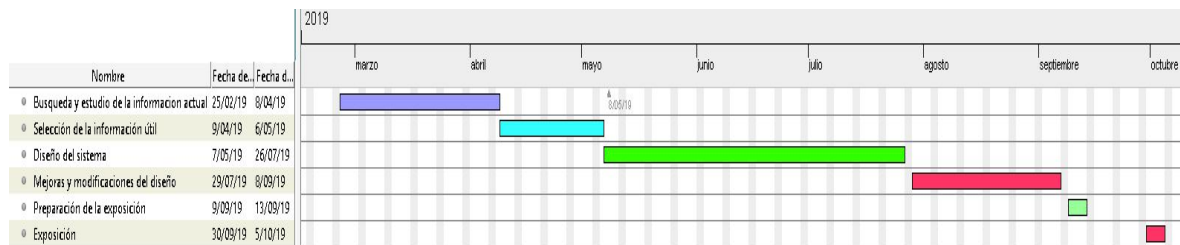


Ilustración 1: Diagrama de Gantt de la planificación.

1.4. REQUERIMIENTOS

El diseño propuesto tiene que cumplir una serie de especificaciones para facilitar la implementación y comercialización del sistema, por parte de la empresa recomienda las siguientes directrices:

- El sistema diseñado tiene que ser compatible con las diferentes máquinas y sistemas estándares que trabaja la empresa.
- Cumplir las diferentes normas de seguridad.
- El diseño tiene que facilitar el mantenimiento y las regulaciones o ajustes necesarios.
- Diseño compacto, aprovechando piezas estándares.

2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente apartado se estudiará toda la información que sea útil para poder realizar el diseño y tomar las decisiones pertinentes a la hora de desarrollar el proyecto.

2.1. MICRO ORDENADORES

Podemos definir micro ordenador o placa SBC como un dispositivo electrónico, formado por un conjunto de circuitos integrados, diseñado para aplicaciones concretas, es de tamaño y potencia muy reducidos. Sus principales características es la versatilidad del código abierto y su coste económico respecto a PLC y CPU de otro tipo.

Son muchos los fabricantes de micro ordenadores para una variedad casi infinita de aplicaciones, a continuación se explicaran los principales en este sector ya que de lo contrario esta sección se volvería demasiado extensa.

Raspberry Pi 3 B: Esta opción de micro ordenador lleva integrado un procesador de cuatro núcleos Cortex-A53 y 64 bits, el chip tiene una velocidad de 1,2GHz, también cuenta con 1GB de memoria. La gran novedad respecto a modelos anteriores es la conectividad incluyendo WLAN y Bluetooth, la contrapartida es el aumento de consumo.

Banana Pi M3: La alternativa a Raspberry, entre sus características incluye un procesador Allwinner A83T, ocho núcleos Cortex A7 y una capacidad de sincronización de 1,8 Ghz, con 2GB de memoria.

Entre sus características de conectividad cuenta con un conector de audio analógico para la salida de audio, un DSI para pantalla y un CSI para cámara, así como con un receptor de infrarrojo integrado e incluso con un micrófono incorporado para realizar grabaciones, también incluye un conector SATA. En contrapartida solo dispone de 2 puertos USB 2.0.

C.H.I.P: Este micro ordenador cuesta un tercio que una Raspberry Pi, siendo la alternativa más económica del mercado. Su tamaño también es de los más reducidos, siendo comparable a una caja de cerillas.

Inevitablemente el equipamiento también es reducido su procesador solo dispone de un núcleo ARM Cortex R8 con una capacidad de distribución de 1 Ghz. Con 512 GM de RAM. Para compensar la falta de procesamiento dispone WLAN, Bluetooth, de 4 GB de memoria Flash y de la distribución preinstalada Debian de Linux, sin embargo, solo dispone de una salida analógica para la pantalla.

Cubieboard5/Cubiertruck Puls: Esta alternativa se centra en el rendimiento, se refleja en su precio ya que es más elevado al de otros micro ordenadores. Su principal característica es su procesador Allwinner H8 y su Cortex A7 de ocho núcleos de 2 GHz. Como núcleo GPU, se utiliza un PowerVR SGX544 y, de la misma forma que Banana Pi M3, este también cuenta con un espacio de almacenamiento de 2GB.

Cuenta con una ranura microSD y con un conector SATA II que permite la conexión de unidades de disco duro HDD o SSD. Para la salida de vídeo, Cubieboard5 cuenta con una interfaz HDMI 1.4a y con un DisplayPort 1.1, pero incluye además una salida de audio de 3,5 mm

NanoPi M3: Este micro ordenador esta entre los más pequeños del mercado sin renunciar a su equipamiento, dispone de un procesador Samsung S5P 6418 con un Cortex A9 de ocho núcleos, que otorgan un rendimiento de hasta 1,4 GHz. Con 1 GB de espacio de almacenamiento, también dispone de una ranura para tarjeta microSD, cuatro puertos USB 2.0, un puerto microUSB para el suministro de energía, así como un HDMI y un Jack de 3,5 mm.

	Raspberry Pi 3 Modell B	Banana Pi M3	C.H.I.P.	Cubieboard5	NanoPi M3
Núcleo de procesador	Quad Core	Octa Core	Single Core	Octa Core	Octa Core
Max. velocidad	1,2 GHz	1,8 GHz	1,0 Ghz	2,0 GHz	1,4 Ghz
Memoria principal	1 GB	2 GB	512 MB	2 GB	1 GB
Memoria flash	-	8 GB	4 GB	8 GB	-
Puerto Ethernet	✓	✓	X	✓	✓
Ranura microSD	✓	✓	X	✓	✓
Conexión SATA	X	✓	X	✓	X
Puertos USB 2.0	4	2	1	2	4
Pines GPIO	40	40	8	70	40
WLAN	✓	✓	✓	✓	✓
Bluetooth	✓	✓	✓	✓	✓
Salida de vídeo	HDMI, DSI, Analog	HDMI, DSI	Analog	HDMI	HDMI
Cámara	CSI	CSI	CSI	CSI	DVP
Salida de audio	HDMI, 3,5 mm Klinke	HDMI, 3,5 mm Klinke	Analog	HDMI, 3,5 mm Klinke	HDMI, 3,5 mm Klinke
Micrófono OnBoard	✓	✓	X	✓	X
Suministro de electricidad	Micro-USB	Micro-USB	Micro- USB, Akku	DC 5V/2,5A, Akku	Micro- USB, DC 5V/2A
Tamaño	93 x 63,5 mm	92 x 60 mm	40 x 60 mm	112 x 82 mm	64 x 60 mm

Ilustración 2: Comparativa micro ordenadores. (Raspberry Pi, n.d)

2.2. SENSORES

En este apartado se estudiarán las diferentes opciones de sensores que existen para la verificación de que el sistema "pick and place" funciona correctamente.

2.2.1. *Visión artificial*

La visión artificial es un método para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina.

Este tipo de sensores captan una imagen con una cámara del entorno donde se trabaja para luego procesar dicha imagen a datos que se puedan procesar por un ordenador, PLC etc.

Existen dos tipos de modelos con los cuales estos sensores captan las imágenes:

- Modelo monocromático: Las imágenes captadas pasan por una lente que convierte el señal en eléctrica con parámetros de luz, brillo y forma del objeto, en este modelo se trabaja por la intensidad de luz que se encuentra en los píxeles.
- Modelo de color: Las imágenes captadas se separan en tres colores RGB. Se trabaja con la intensidad de estos tres colores.

Las diferentes características de los sensores de visión son:

- Estos sensores de visión se asemejan a la visión humana por lo que recopilan gran cantidad de información del entorno en el que trabajan.
- Los sensores son muy sensibles a la luz por lo que los datos pueden varia si existen cambios de luz.

Su funcionamiento consiste en una vez tomada la imagen descomponer-la en pequeños fragmentos (Píxeles) para poder trabajar sobre ella. La principal finalidad de este tipo de sensores es dotar el sistema o máquina de la máxima información del entorno donde trabaja para que el procedimiento sea lo más automático e independiente posible.

El sistema está compuesto principalmente por una cámara que actúa a modo de ojo y un autómatas o PLC. La cámara envía información al sistema de toma de

decisiones (PLC) que interpreta ésta y compara la información con un patrón.

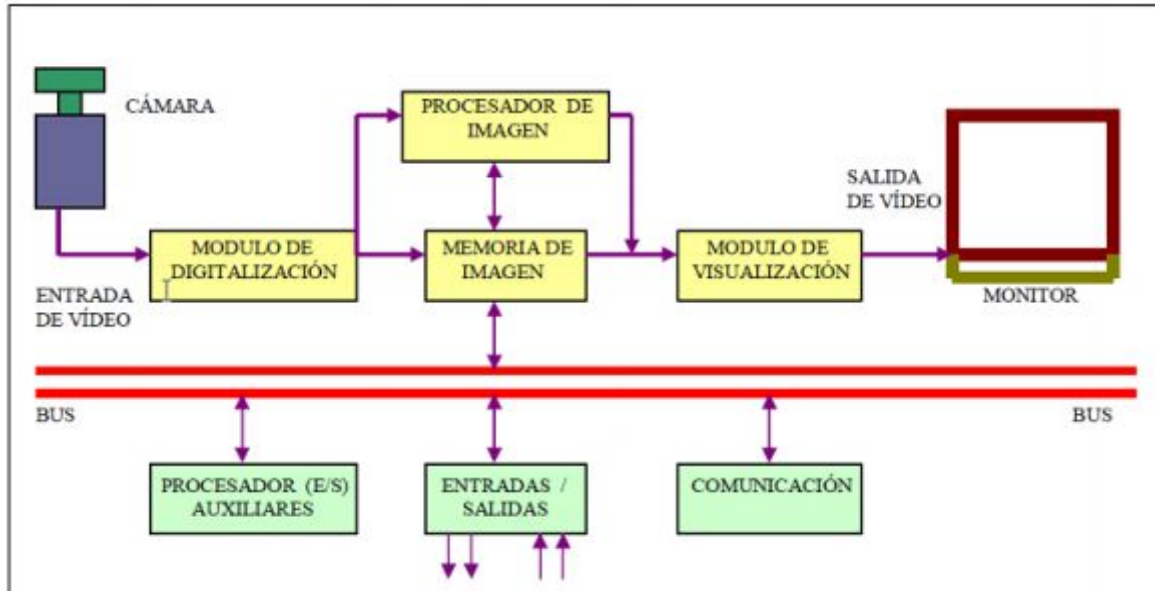


Ilustración 3: Esquema sistema visión artificial.(DIdac, n,d)

- Módulo de digitalización: Convierte la señal analógica proporcionada por la cámara a una señal digital (para su posterior procesamiento).
- Memoria de imagen: Almacena la señal procedente del módulo de digitalización.
- Módulo de visualización: Convierte la señal digital residente en memoria, en señal de vídeo analógica para poder ser visualizada en el monitor de TV.
- Procesador de imagen: Procesa e interpreta las imágenes captadas por la cámara.
- Módulo de entradas/salidas: Gestiona la entrada de sincronismo de captación de imagen y las salidas de control que actúan sobre dispositivos externos en función del resultado de la inspección.
- Comunicaciones: Vía I/O, ethernet, RS232 (la más estándar).

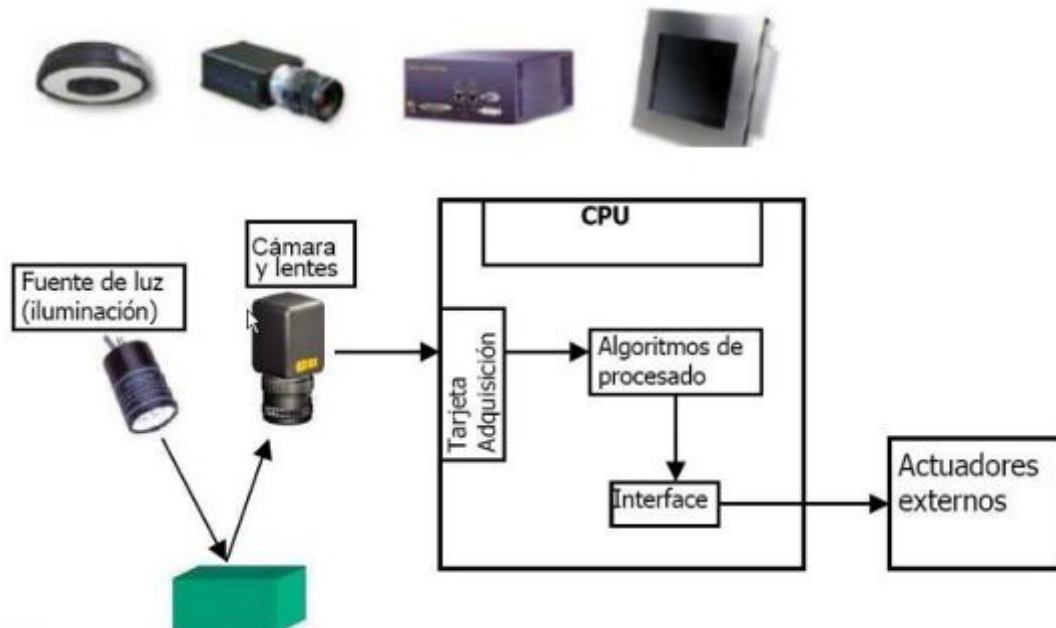


Ilustración 4: Elementos de un sistema de visión artificial. (DIIdac, n,d)

Las principales aplicaciones de la visión artificial son:

- Automatizar tareas repetitivas de inspección realizadas por operadores.
- Realizar controles de calidad de productos que no era posible verificar por métodos tradicionales.
- Realizar inspecciones de objetos sin contacto físico.
- Realizar la inspección del 100% de la producción (calidad total) a gran velocidad.
- Reducir el tiempo de ciclo en procesos automatizados
- Realizar inspecciones en procesos donde existe diversidad de piezas con cambios frecuentes de producción.

2.2.1.1. Procesamiento de imágenes

En este apartado se verán los conceptos básicos de análisis de imágenes y se introducirán los tipos de procesado más comunes. En todo el conjunto de métodos, podemos dividirlo en tres grandes grupos:

- Algoritmos en el dominio espacial: Son métodos que procesan las imágenes pixel por pixel, o tomando en cuenta un conjunto de pixeles vecinos.
- Algoritmos en el dominio de la frecuencia: Este método se aplica sobre el resultado a la transformada de Fourier de una imagen.
- Algoritmos de extracción de características: Estos están enfocados al análisis de imágenes para la extracción de atributos y regiones de interés, separación de objetos del fondo, detección de bordes o formas, entre otros.

2.2.1.1.1. Algoritmos en el dominio espacial

Relaciones entre pixeles vecinos: El conjunto de pixeles vecinos crea una region que, dos pixeles son adyacentes solo si tienen en común una de sus fronteras, o por lo menos una de sus esquinas.

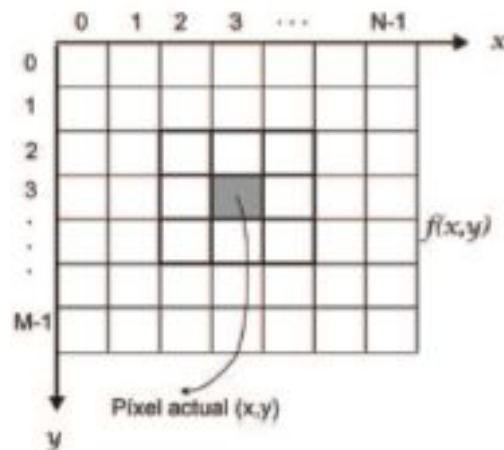


Ilustración 5: Ejemplo de pixeles vecinos. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Según su relación de salida de cada pixel con sus vecinos, las transformaciones pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Transformadas puntuales: Son aquellas en que el pixel resultante de la operación depende solo del valor del pixel de entrada. Estas operaciones puntuales típicas incluyen la manipulación de los pixeles uno por uno.
- Transformaciones locales: Para obtener el pixel de salida, utiliza los pixeles vecinos en las operaciones. Un ejemplo claro seria es suavizado de imágenes.
- Transformaciones globales: El resultado del pixel de salida de la operación, se obtienen a partir del total de datos como valor en la entrada. Normalmente estas operaciones e realizan en el dominio de la frecuencia.
- Transformaciones geométricas: Se aplican operaciones de translación, rotación etc, del posicionamientos de los pixeles.

Las trasformaciones de suavizado: Sirven para reducir los picos de ruido o hacer menos bruscos los cambios en la intensidad de las imágenes, estos se consideran paso bajo ya que eliminan la información de alta frecuencia.

- Filtro medio: Es el filtro mas simple, consiste en hacer la media aritmética de de los pixeles de la ventana elegida, tienen como desventaja que genera niveles de intensidad que no estaban en la imagen.
- Filtro gaussiano: Es muy similar al anterior, con la única diferencia que a los pixeles se les aplica la campana de Gauss.

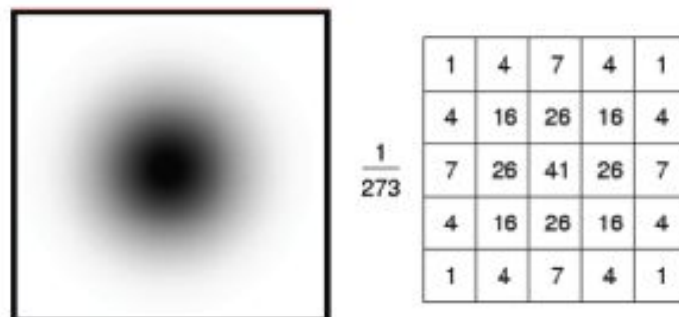


Ilustración 6: Ejemplo filtro gaussiano 5x5 con varianza1. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Transformaciones de perfilado: Realizan las operaciones contrarias a las de suavizado, destacan los bordes de la imagen. El perfilado se suele realizar sumando a la imagen un operador Laplaciano ponderado. Su formula es la siguiente:

$$L(x, y) = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}$$

Ilustración 7: Formula Laplaciano. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Detección de bordes y contornos: Es una practica básica del procesamiento de las imágenes, proporciona información muy útil de los limites de los objetos de las imágenes. Tiene como finalidad detectar cambio bruscos de intensidad y re-alzarlas, obteniendo una imagen resultante en la cual se han destacado los bordes.

Los filtros Prewitt, están basados en la estimación del módulo del gradiente usando máscaras 3x3.

Los filtros Sobel: Se construyen usando la derivada de la Gaussiana

A continuación se muestra un resumen de los métodos principales de detección de contorno utilizando el gradiente:

<p>Métodos basados en la segunda derivada: Operador Laplaciano. Constituyen operadores ideales para detectar bordes independientemente de la orientación o dirección de los mismos. Se fundamentan en que cuando la imagen presenta un cambio de intensidades a lo largo de una determinada dirección, existirá un máximo en la primera derivada a lo largo de dicha dirección y un paso por cero en la segunda derivada.</p>		
<p>Operadores Laplacianos</p> $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & 2 \\ -1 & -4 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\frac{1}{3} \begin{bmatrix} -2 & 1 & -2 \\ 1 & 4 & 1 \\ -2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$	<ul style="list-style-type: none"> • Buena localización siempre que las aristas estén bien separadas y la relación señal ruido sea alta. • Anchuras de bordes óptimas. • Independiente de la orientación del borde: buena respuesta en bordes horizontales, verticales y diagonales. • Muy sensible al ruido. • Fiabilidad baja, pudiendo aparecer como identificados falsos bordes.

Ilustración 8: Resumen de los metodos de detección de bordes con el Laplaciano. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Métodos basados en la primera derivada: Operador Gradiente. Constituyen los métodos con más proliferación dentro de la Comunidad del Análisis de Imagen y la Visión Computacional. Se fundamentan en que un borde existe si hay una discontinuidad en la función de intensidad de la imagen, es decir, si la derivada de los valores de intensidad de la imagen es un máximo.		
Operadores gradiente	Ventajas	Desventajas
<p>Prewitt</p> $\begin{matrix} \text{Vertical} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Horizontal} \\ \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$	<ul style="list-style-type: none"> Buena respuesta en bordes horizontales y verticales. Poco sensible al ruido. Proporciona la magnitud y dirección del borde. 	<ul style="list-style-type: none"> Mala respuesta en bordes diagonales. Lentitud de cálculo. Anchura del borde de varios píxeles.
<p>Sobel</p> $\begin{matrix} \text{Vertical} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Horizontal} \\ \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$	<ul style="list-style-type: none"> Buena respuesta en bordes horizontales y verticales. Diversidad de tamaños en las máscaras. Poco sensible al ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> Mala respuesta en bordes diagonales. Lentitud de cálculo. No da información acerca de la orientación del borde. Anchura del borde de varios píxeles.
<p>Roberts</p> $\begin{matrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$	<ul style="list-style-type: none"> Buena respuesta en bordes horizontales y verticales. Buena localización. Simpleza y rapidez de cálculo. 	<ul style="list-style-type: none"> Mala respuesta en bordes diagonales. Sensible al ruido. Empleo de máscaras pequeñas. No da información acerca de la orientación del borde. Anchura del borde de varios píxeles.
<p>Desventajas generales de la detección de bordes basada en el Gradiente</p> <ul style="list-style-type: none"> La fijación por parte del usuario de los umbrales y el tamaño de la máscara, afectará a la posición del borde. El gradiente presenta una excesiva dependencia con respecto a la dirección de barrido, por ello, las aristas cuyas pendientes están próximas a la dirección de barrido no se detectan fácilmente. La debilidad del Gradiente en los puntos esquina provocará la pérdida de puntos relevantes y marcado de juntas. 		

Ilustración 9: Resumen de los métodos de detección de bordes con el gradiente. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Transformaciones geométricas: Modifican las relaciones espaciales de los píxeles de la imagen, se puede clasificar en traslación, escalado y rotación.



Ilustración 10: Ejemplo transformaciones geométricas. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Transformaciones no lineales: Son aquellas que toman los valores de veracidad de cada punto de la imagen, y los ordenan de menor a mayor obteniendo valores a partir de la lista ordenada.

Este tipo de filtros son usados para buscar el punto más nítido o más oscuro de la imagen. Los mas conocidos son:

- Filtro de mínimo: Selecciona el menor valor dentro de una ventana ordenada de valores de nivel de gris o intensidad del color.
- Filtro de máximo: Selecciona el valor más grande dentro de una ventana ordenada de valores de nivel de gris o intensidad del color.
- Filtro de mediana: Realiza la operación estadística de la mediana con los píxeles, ordenándolos en primer de menor a mayor intensidad, para luego tomar el valor que esté en medio.

2.2.1.1.2. Algoritmos en el dominio de la frecuencia

Estos algoritmos se basan en filtros que trabajan sobre la frecuencia en la Transformada de Fourier de la imagen. Como la imagen se considera una función de dos dimensiones finita y discreta, para obtener la transformada se modifica la imagen original siguiendo el teorema de la Convolución.

Transformaciones en el dominio de Fourier: La función de transferencia para el filtrado de imágenes $H(u,v)$ actúa sobre la transformada de Fourier de la imagen $F(u,v)$, y le permite borrar ciertas frecuencias mientras deja otras. El proceso para este método es el siguiente:

- Multiplicar la imagen digital $f(x,y)$ de tamaño $M \times N$ por el factor $(-1)^{(x+y)}$ para situar el cálculo en las coordenadas $(M/2, N/2)$. Con este procedimiento se centra la transformada.
- Cálculo de $F(u, v)$, la DFT del paso anterior $F(u,v)=DFT[f(x,y)*(-1)^{(x+y)}]$
- Multiplicar $F(u,v)$ por la transformada de la función de transferencia $H(u,v)$.
- Calcular la inversa DFT del paso anterior.
- Seguir con la parte real del paso anterior.
- Multiplicar el resultado por $(-1)^{(x+y)}$, para la imagen final.

A continuación se muestra un diagrama de bloques del procedimiento de filtrado en dominio de la frecuencia.

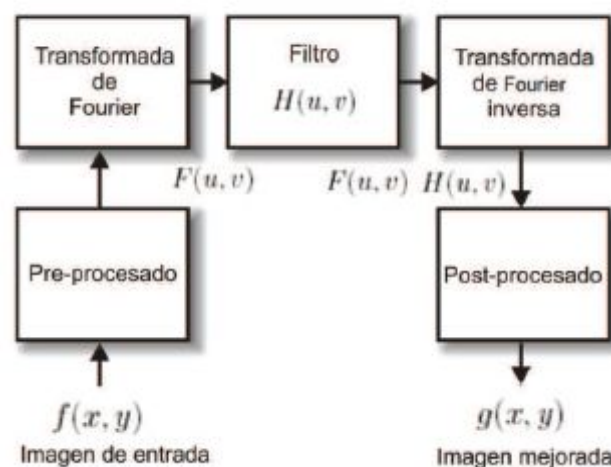


Ilustración 11: Diagrama proceso filtrado en frecuencia. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Los filtros mas importante en el dominio de la frecuencia son el Butterworth y el Gaussiano, ambos en sus versiones paso-bajo y paso-alto.

Transformaciones basadas en histogramas: Es simplemente la representación gráfica de la frecuencia con la que los niveles de gris o intensidad de color aparecen en ella. En las imágenes digitales permite condensar mucha información de la imagen.

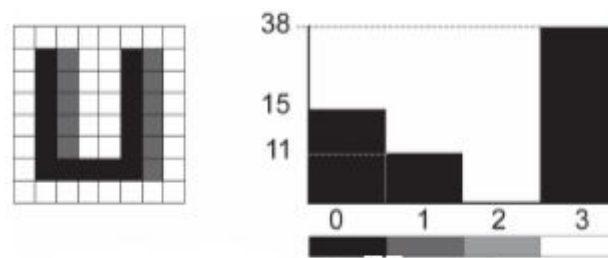


Ilustración 12: Ejemplo de imagen y su histograma. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

2.2.1.1.3. Algoritmos de extracción de características

Al contrario de los anteriores métodos, este es un método que toma una imagen como entrada y extrae atributos de interés, como coordenadas de objetos, detección de curvas y formas, etiquetado de componentes, etc. Esta extracción de características es la primera etapa en la inteligencia en los sistemas artificiales.

Una imagen contiene una enorme cantidad de datos, la mayoría de estos datos contienen poca información útil que se pueda procesar. En todo sistema de visión artificial es necesario realizar un primer paso, que consiste en extraer de forma eficaz y rápidamente, las características principales de la imagen. Estos deben cumplir las siguientes condiciones:

- La extracción de la información útil debe suponer un coste excesivo para el sistema de procesamiento, y el tiempo total dedicado debe ser lo menor posible.
- La localización de la información debe ser muy precisa y el error el menor posible.
- El método para este proceso tiene que ser robusto y estable.
- Los datos extraídos tienen que contener la máxima información posible.

A continuación se explicaran los métodos mas comunes en la extracción de datos.

Segmentación: La segmentación subdivide una imagen en sus regiones, de tal manera que los píxeles de esas regiones posean propiedades similares, como niveles de gris, contraste o texturas. La gran mayoría de algoritmos de segmentación se basan en dos propiedades básicas de intensidad de la imagen, la discontinuidad y la similitud.

Existen diferentes tipos de segmentación:

- Segmentación basada en características de píxel: Segmentación por niveles de gris, Segmentación de imágenes en color, Segmentación por texturas.
- Segmentación basada en transiciones: Detección de bordes.
- Segmentación basada en modelos: Transformada de Hough.
- Segmentación basada en homogeneidad: Fusión de regiones, Zonas planas, Propagación de Marcadores.
- Segmentación basada en Morfológica Matemática

Las diferentes técnicas de segmentación depende mucho del objetivo que persigue la aplicación en particular, así como el tipo de imagen.

Etiquetado de componentes conectados: Es una operación que agrupa los pixeles que corresponden al mismo objeto y los etiqueta. Este proceso se realiza usualmente cuando la imagen ha sido bina rizada previamente.

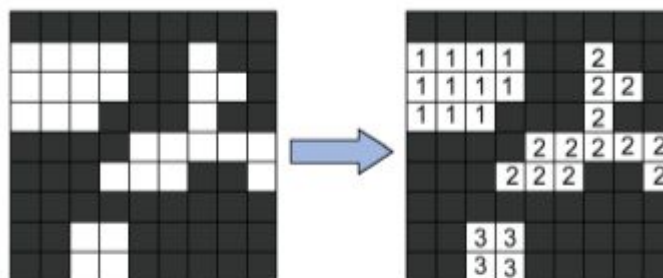


Ilustración 13: Imagen etiquetada. (AGUIRRE DOBERNACK, n,d)

Según el sistema utilizado y los recursos disponibles que se necesiten para realizar esta técnica, existen distintos tipos de algoritmos:

- Algoritmo de pase simple: Este tipo de algoritmos es relativamente nuevo, se utiliza principalmente para sistemas en tiempo real.
- Algoritmo por seguimiento de contorno: Fue creado por F. Chang y J.Chen. Usa la técnica de detección de contornos, su principal ventaja es que solo necesita una pasada para etiquetar los contornos, usando menos memoria y recursos que otros.
- Algoritmo de procesamiento paralelo: Este algoritmo fue pensado para trabajar en plataformas de procesamiento en paralelo, requiere de muchos recursos para ser realizado.
- Algoritmo de múltiples escaneos: Este algoritmo lo propuso Haralick y su ventaja es que no necesita memoria extra para almacenar las equivalencias ocurridas durante la pasada. No es muy recomendable para imágenes de alta resolución.
- Algoritmo clásico o de dos pasadas: El algoritmo de dos pasadas es comúnmente denominado como "clásico" y su característica clave es el número constante de pasadas a través de la imagen binaria para realizar su etiquetado. Su principal inconveniente es el consumo de memoria de la imagen etiquetada, ya que se tiene que guardar la primera imagen antes de comenzar el segundo escaneo.

2.2.2. Sensor capacitivos

Los sensores capacitivos reaccionan ante metales y no metales, son muy semejantes a los sensores de proximidad, la gran diferencia radica en el principio de funcionamiento, ya que en los sensores capacitivos si entra un objeto dentro de su campo lo que hace es aumentar la capacidad de esa área, y por lo tanto cambiar la capacitancia de la misma, esto hace que el circuito interno del sensor entre en resonancia. La otra diferencia es que los sensores capacitivos producen un campo electroestático en lugar de un campo electromagnético.

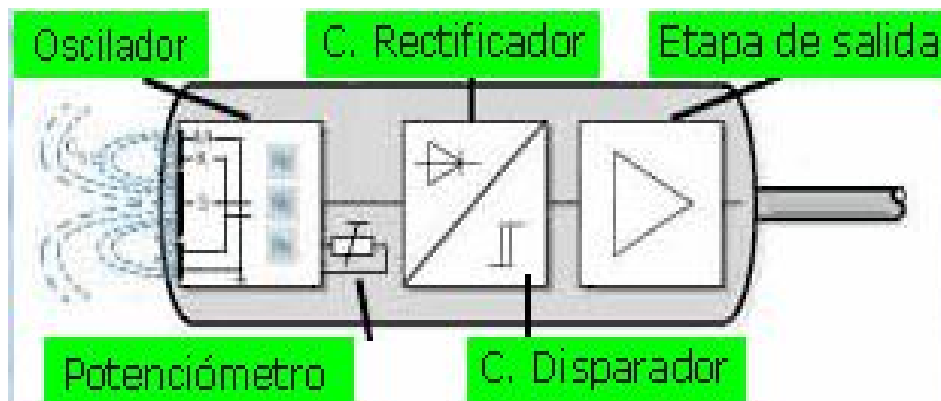


Ilustración 14: Esquema sensor capacitivo. (uvigo,n.d)

2.2.3. Sensor infrarrojo

Su modo de funcionamiento consiste en la emisión de un pulso de luz infrarroja, que se transmite a través de su campo de visión que se refleja contra un objeto. Si no encuentra ningún objeto, el haz de luz no refleja y en la lectura que se hace indica que no hay ningún objeto. En el caso de encontrar un objeto el haz de luz infrarroja se refleja y crea un triángulo formado por el emisor, el punto de reflexión (el objeto) y el detector.

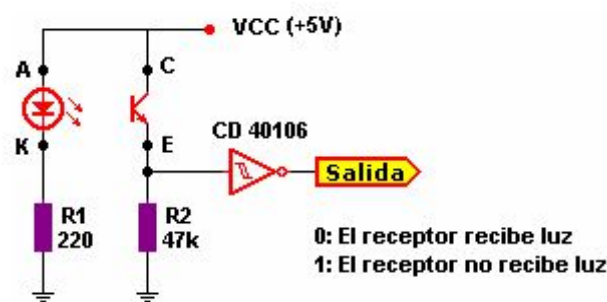


Ilustración 15: Esquema básico sensor infrarrojo. (xbot, n,d)

Están conformados por las siguientes partes:

- Emisor: Origina un haz luminoso, usualmente con un LED.
- Receptor: Recibe el haz luminoso del emisor, usualmente es un fotodiodo o un fototransistor
- Lentes: Redirigen el haz de luz del emisor y el receptor para restringir el campo de visión.
- Circuito de salida: : Existen varios tipos de salidas discretas o digitales (relé, NPN, PNP, TRIAC, MOSFET).

Existen tres configuraciones diferentes relativas al modo de detección:

- Barrera: El emisor se coloca en frente del receptor, cuando el objeto pasa entre ambos este es detectado. La principal ventaja es que tiene mucho alcance, pero se tienen que instalar por separado.

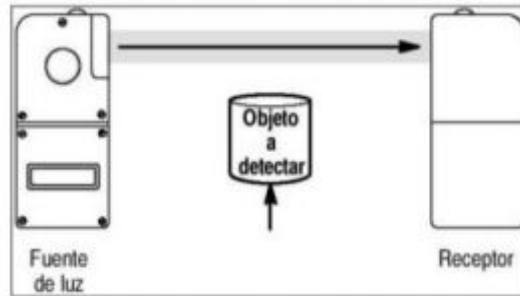


Ilustración 16: Principio de funcionamiento por barrera, sensor infrarrojo.

- Reflexión: El emisor y receptor se colocan en el mismo encapsulado y frente a ellos se coloca un espejo para que el haz de luz refleje en él. La ventaja de esta configuración es que solo se necesita cablear un sensor y el alcance es aceptable.

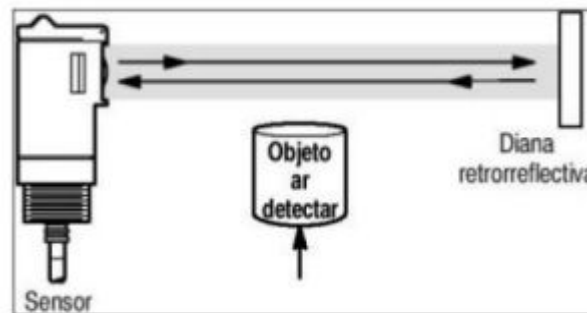


Ilustración 17: Principio de funcionamiento por reflexión, sensor infrarrojo.

- Difusa: En este modo el objeto a detectar refleja el haz emitido por el sensor. La principal desventaja que presenta es tener muy poco alcance de detección.

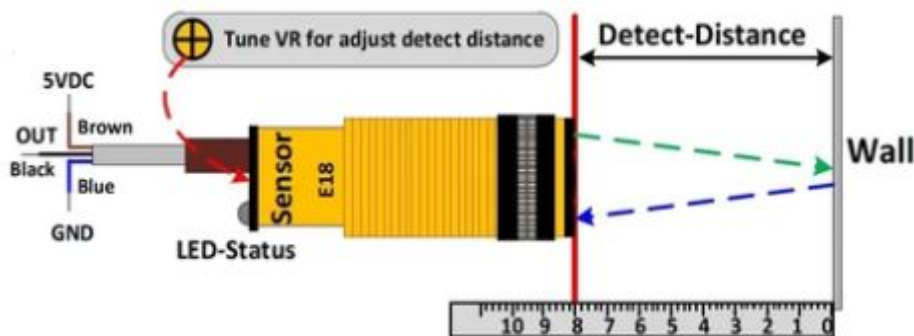


Ilustración 18: Principio de funcionamiento difuso, sensor infrarrojo E18 D80NK.

(Carrod, n,d)

2.2.4. Sensor inductivo

Este tipo de sensores son específicos ya que solo detectan materiales ferrosos, su funcionamiento consiste en hacer pasar una corriente por un conductor que genera un campo magnético, cuando un material ferroso se acerca a este campo el sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material por detectar. Estas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

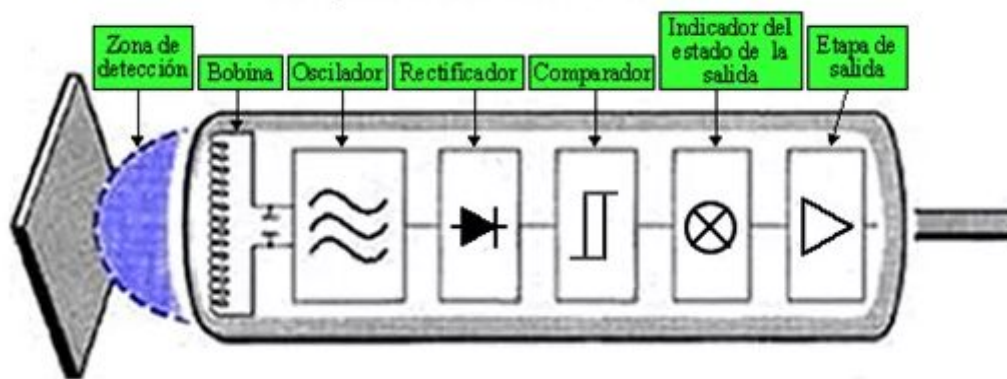


Ilustración 19: Partes del sensor inductivo. (Rubio, n,d)

2.2.5. Sensor ultrasónico

Principios de operación: los sensores ultrasónicos funcionan emitiendo y recibiendo ondas de sonido de alta frecuencia. La frecuencia generalmente es de aproximadamente 40 a 200kHz, un valor demasiado alto para ser detectado por el oído humano.

Margen de detección: El rango de detección es la distancia dentro de la cual el sensor ultrasónico detectara un objeto bajo fluctuaciones de temperatura y voltaje.

Zona ciega: los sensores ultrasónicos tienen una zona ciega inherente ubicada en la cara de detección. El tamaño de la zona ciega depende de la frecuencia del transductor. Los objetos ubicados dentro de la zona ciega no se pueden detectar de manera confiable.

Modos de operación: hay dos modos básicos de operación, el modo opuesto y modo difuso (eco). En el modo opuesto, un sensor emite la onda de sonido y otro,

montado en posición opuesta al emisor, recibe la onda de sonido. En el modo difuso, el mismo sensor emite la onda de sonido y luego escucha el eco que rebota de un objeto.

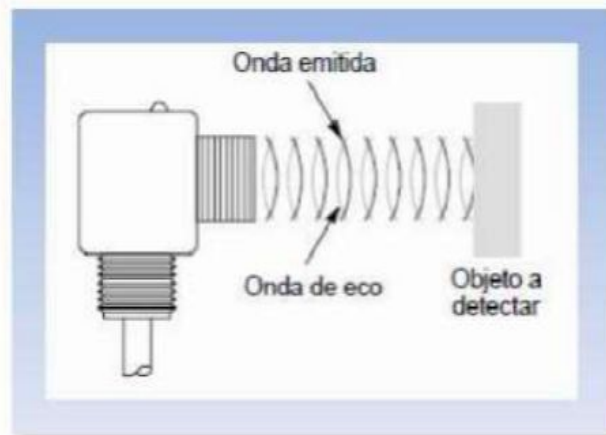


Ilustración 20: Principio de funcionamiento sensor ultrasónico. (Nelson sotomayor, n, d)

2.2.6. Células de carga

Una célula de carga es un transductor que convierte la fuerza mecánica en señales eléctricas. Las células más usadas son las extensiométricas que utilizan una matriz para medir la deformación de un componente estructural y convertirla en una señal eléctrica.

Su funcionamiento consiste en medir la deformación o tensión para determinar la fuerza que se está aplicando, dicha deformación se define como el cambio de longitud (ΔL) dividido por la longitud (L) que varía de forma directamente proporcional a la fuerza aplicada.

La siguiente figura ilustra este concepto. Al detectar la extensión y conociendo las características físicas del componente de la estructura a la que se aplica la carga, se puede calcular con precisión la fuerza.

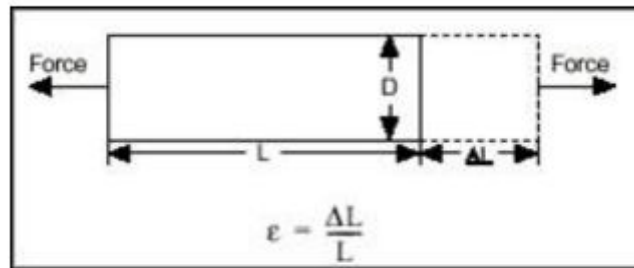


Ilustración 21: Principio de funcionamiento de una célula de carga. (Ni,nd,)

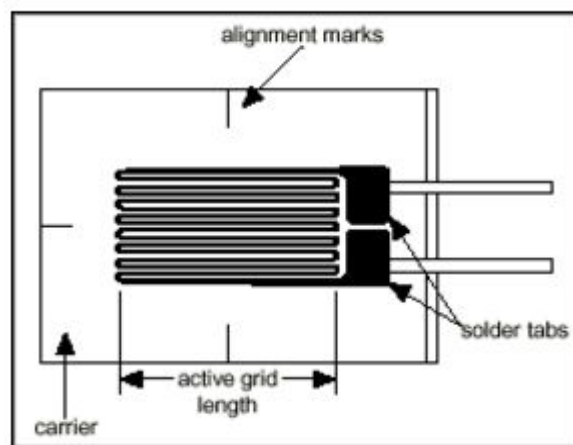
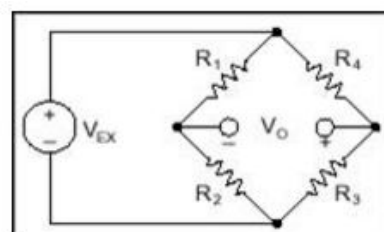


Ilustración 22: Célula extensiométrica adhesiva. (Ni,nd,)

Como las deformaciones son muy pequeñas y por lo tanto el cambio de resistencia del dispositivo también, se utilizan circuitos adicionales para amplificar ese pequeño cambio. El circuito más utilizado se llama puente de Wheatstone, este se compone de cuatro ramas resistivas con una tensión de excitación V_{EX} , que se aplica a los extremos del puente.



$$V_o = \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \cdot V_{EX}$$

Ilustración 23: Esquema eléctrico y fórmula de una célula de carga. (Ni,nd,)

2.3. SISTEMA DE AGARRE

En el siguiente apartado se ofrece información sobre los distintos tipos de agarre de envases metálicos más usados hoy en día en la industria y que pueden ser de utilidad para el proyecto.

2.3.1. Ventosas magnéticas neumáticas

Las ventosas magnéticas son cilindros neumáticos, en cuyo interior se aloja un imán permanente (normalmente de neodimio) accionado por aire. Mediante el avance y retroceso del imán en el interior de la cámara del cilindro podemos sujetar fuertemente piezas ferromagnéticas.

Una vez que una ventosa magnética neumática ha sujetado un objeto, éste no se soltará, incluso si se interrumpe la presión de aire o se desconecta la fuente de alimentación.

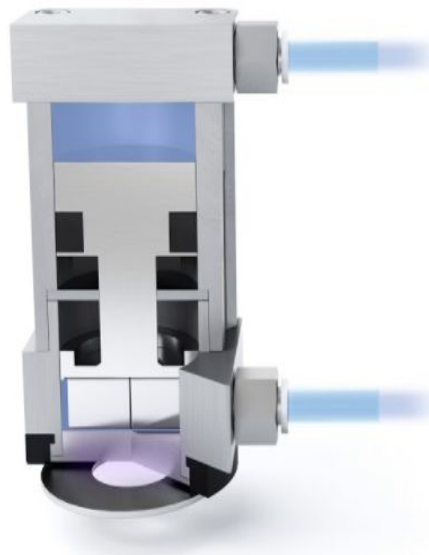


Ilustración 24: Sección de una ventosas magnéticas neumáticas. (Smcotech, n,d)

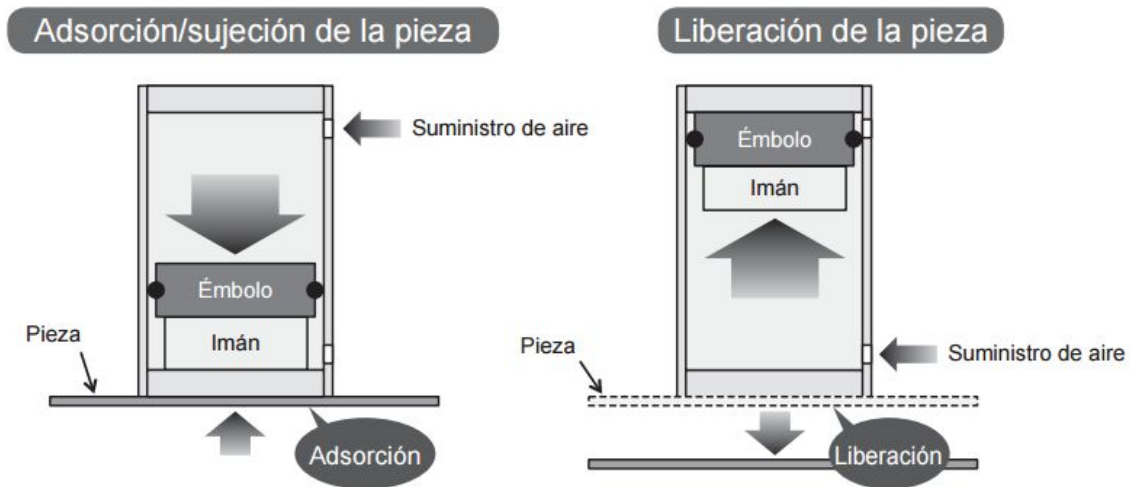


Ilustración 25: Funcionamiento de las ventosas magnéticas neumáticas. (Smcotech, n,d)

2.3.2. Ventosas de vacío

Las ventosas de vacío se utilizan para agarrar y manipular piezas con una superficie plana, la ventosa no se adhiere mediante aspiración a la pieza, sino que la presión ambiental (presión atmosférica) presiona la pieza contra la ventosa. Para ello, la presión ambiental debe ser mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza. Esta diferencia de presión se consigue conectando a la ventosa un generador de vacío. El generador de vacío aspira el aire entre la ventosa y la pieza, a lo que también se le llama evacuación del aire. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y se sella contra la presión ambiental, se genera la depresión necesaria.

La fuerza de retención de la ventosa se calcula multiplicando la presión diferencial por la superficie de aspiración efectiva de la ventosa. La fuerza de retención F se puede calcular por tanto con la siguiente fórmula:

$$F = \Delta p \times A$$

F = Fuerza de retención.

Δp = Diferencia de presión ambiental y la presión del sistema.

A = Superficie de aspiración efectiva.

Así, la fuerza de retención es proporcional a la presión diferencial y a la superficie. La fuerza de retención es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de presión entre la presión ambiental y la presión dentro de la ventosa, o cuanto mayor sea la superficie de aspiración efectiva. De este modo, la fuerza de retención se puede

variar cambiando los parámetros de presión diferencial y superficie.

A continuación, se explicarán los datos técnicos más importantes de las ventosas de vacío:

- Fuerza de aspiración teórica: Es la fuerza que aplica verticalmente sobre la superficie.

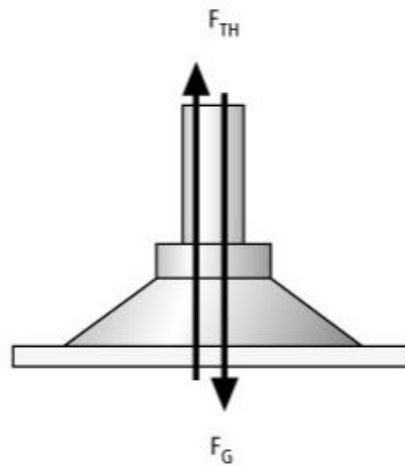


Ilustración 26: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas de aspiración. (Smcotech, n,d)

- Fuerza transversal: Es la fuerza que se aplica tangencialmente a la superficie, el valor son Newtons.

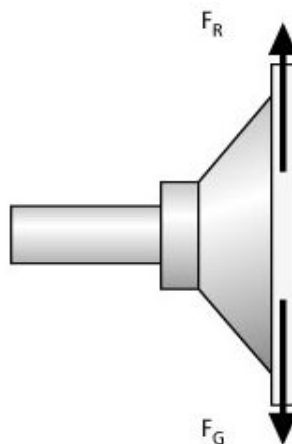


Ilustración 27: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas transversales. (Smcotech, n,d)

- Fuerza de arranque: Es la fuerza máxima que puede aguantar una ventosa de vacío en la superficie lisa y plana, este dato sirve para indicar el peso máximo que aguanta dicha ventosa.

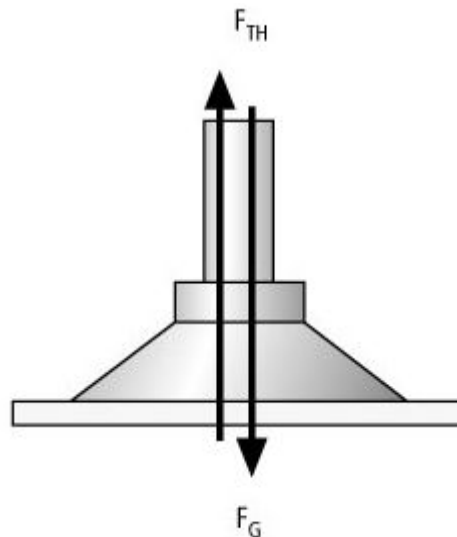


Ilustración 28: Ilustración técnica del sentido de las fuerzas de agarre. (Smcotech, n,d)

- Radio de curvatura mínimo: Indica el radio máximo con el que la ventosa puede trabajar de forma segura.

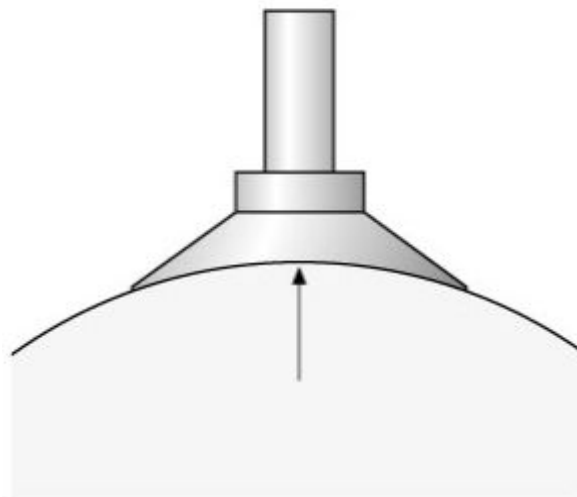


Ilustración 29: Ilustración técnica del radio de curvatura mínimo. (Smcotech, n,d)

- Carrera de la ventosa: Designa el efecto de elevación (z) que se produce en la ventosa durante la operación de aspiración.

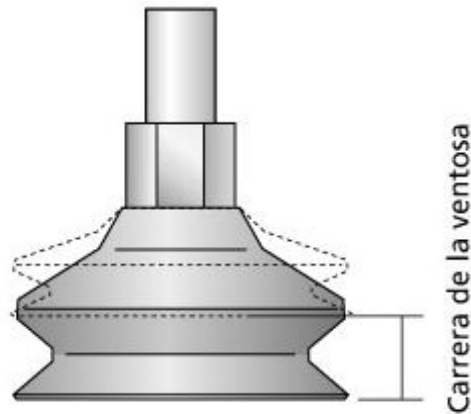


Ilustración 30: Ilustración técnica de la carrera de la ventosa. (Smcotech, n,d)

- Volumen interno: Es el volumen que se tienen que aspirar en la operación.

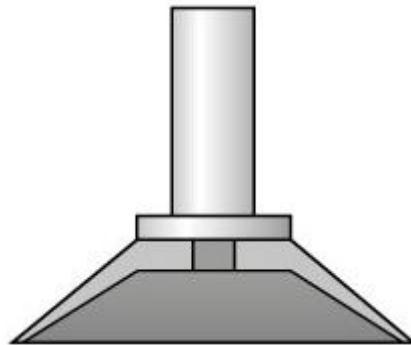


Ilustración 31: Ilustración técnica del volumen interno. (Smcotech, n,d)

2.3.3. Garra mecánica

Las garras mecánicas son elementos que se utilizan para agarrar y manipular diferentes tipos de objetos. Estas garras se encuentran en los utillajes de brazos robots y se utiliza como efector final.

Estas garras pueden tener varios dedos para agarrar los objetos según la aplicación, existen dos métodos de sujeción:

- Usando las yemas de los dedos como la forma de la pieza de trabajo.
- Usar almohadillas de material blando para los dedos.

En el primer método, se diseña la superficie de contacto de los dedos de acuerdo a la pieza u objeto que va a manipular.

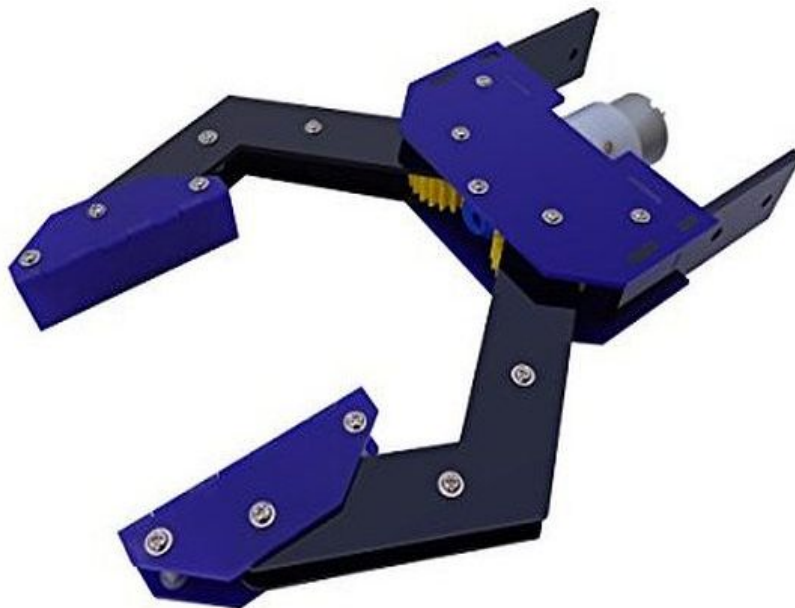


Ilustración 32: Ejemplo garra mecánica. (Himar, n,d)

En el segundo método, se diseñan los dedos de un material blando en la zona en que cogerá la pieza para evitar arañazos en la misma, gracias a eso se mejora el coeficiente de fricción.



Ilustración 33: Ejemplo garra mecánica con almohadillas. (Reichelt, n,d)

2.3.4. Garra flexible

Las pinzas robóticas con dedos flexibles son relativamente nuevas y más aptas para recoger diferentes objetos. Aunque en general son más limitados en cuanto al volumen y peso del objeto a recoger, son perfectos para cosas delicadas.

Se trata de un sistema de dedos flexibles a base de silicona. Los dedos son similares a un acordeón. Estos dedos se doblan hacia un lado en el momento en que se les inyecta aire.

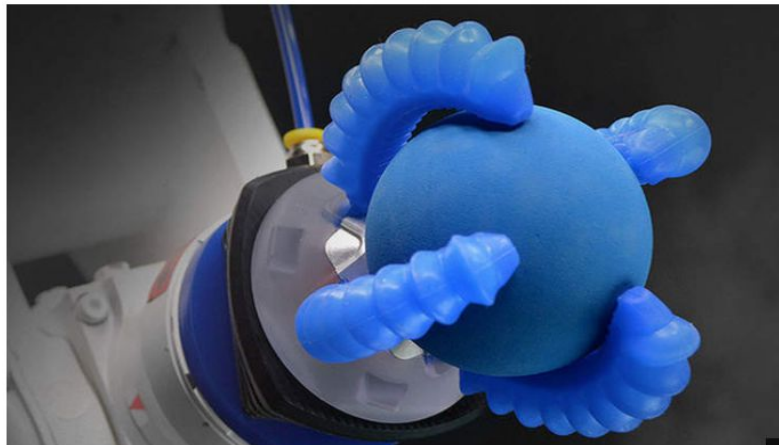


Ilustración 34: Ejemplo aplicación garra flexible. (Tom McKeag, n,d)

2.3.5. Bola flexible

Es un sistema universal pasivo simple, que consiste en un globo de látex flexible lleno de material granular. Utilizando una combinación de presión positiva y negativa puede agarrar y liberar objetos de diferentes tamaños y formas.

Su funcionamiento consiste en acercarlo a la pieza para que se ajuste a la forma de esta pasivamente, a continuación se hace el vacío dentro de la bola para que el grano se adapte a la forma y se comporte como un sólido, para finalizar se introduce presión positiva para soltar la pieza.

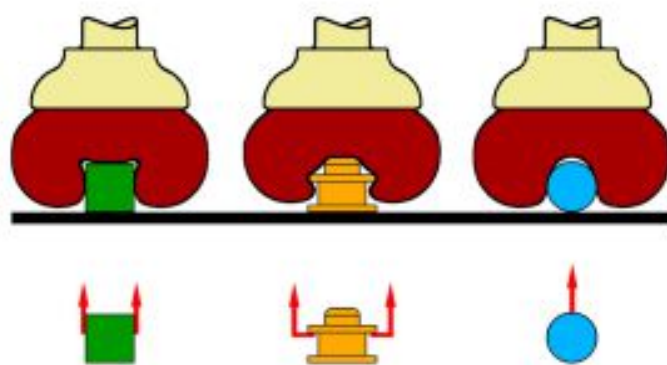


Ilustración 35: Ejemplo bola flexible. (Alan Richter, n,d)

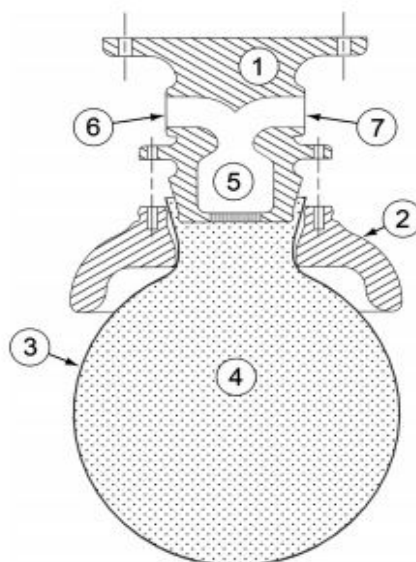


Ilustración 36: Esquema bola flexible. (Alan Richter, n,d)

- 1) Base.
- 2) Cuello externo.
- 3) Membrana del globo.
- 4) Granos.
- 5) Filtro de aire.
- 6) Puerto de línea de vacío.
- 7) Puerto de alta presión.

2.4. Estado del arte

Este apartado está enfocado a reunir información de sistemas similares o relacionados con el proyecto a realizar y que puedan servir de inspiración o ayuda en la realización.

Tras investigar sobre proyectos y sistemas en el mismo campo de aplicación que deseamos tratar. Los sistemas expuestos a continuación servirán como ejemplo tanto en el sistema "pick and place" como en el sistema de paletizado, ya que las características de ambos son muy similares.

2.4.1.1. Sistema por ventosas

Principalmente en el mercado en todos los sistemas que utilizan ventosas se tiene que instalar un sistema de vacío externo, en muchas ocasiones esto supone un coste añadido. Estos están formados de una forma bastante sencilla, únicamente un chasis que pueda resistir el peso y las ventosas para coger los elementos.

Entre sus principales desventajas se encuentra su alto mantenimiento ya que las ventosas al ser de materiales plásticos se resecan con el tiempo y son muy sensibles a los cortes, igualmente la superficie de contacto tiene que estar limpia de partículas tales como el polvo y tiene que ser superficies lisas. Por otro lado el sistema es muy fiable y mas económico que otros.



Ilustración 37: Utillaje paletizador de cajas, (ABB, n,d)

2.4.1.2. Sistema por pinza

Brazo robot KAWASAKI ZD- 130 realizando tareas de paletizado de cajas de cartón y packs retráctiles de botellas de vinagre. La garra mecánica funciona mediante un sistema de servomotores – neumática, que le permite coger las agrupaciones de productos de diferentes medidas dentro de unos límites gracias al pistón neumático.

Lo interesante de este sistema es que, si el producto dispone de buena adherencia lateral y se diseña la garra con gripes para aumentar el rozamiento, controlando solo la presión que ejerce el pistón sobre las agrupaciones se puede trabajar con gran variedad de medidas.



Ilustración 38: Ejemplo de paletizado con garra mecánica. (Alejandro Muñoz Canales, n,d)

2.4.2. Sistema de visión artificial

En la actualidad existen muchas aplicaciones en las cuales se utilizan sistemas de visión artificial, casi en la mayoría de los casos estos se implementan con la finalidad de aumentar la productividad. A continuación, se expondrán los proyectos o aplicaciones que estén directamente relacionados con el presente trabajo.

Un ejemplo es la utilización de este sistema para verificar las dimensiones de piezas terminadas.

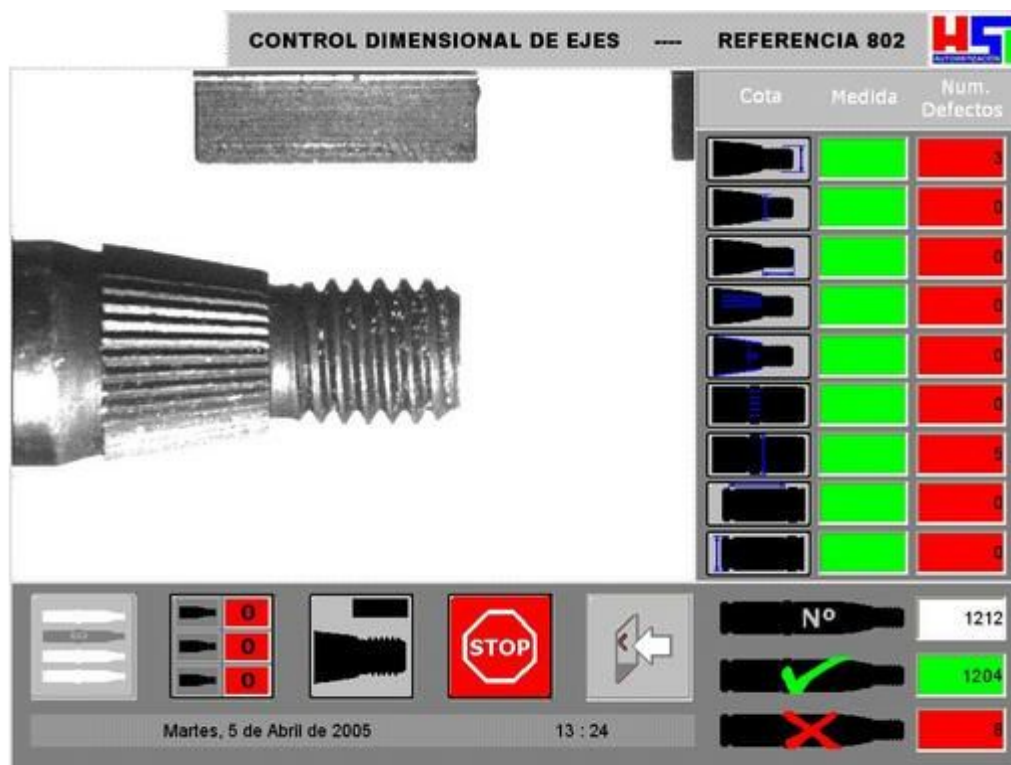


Ilustración 39: Verificación de piezas. (Keyence, n,d)

En este caso el sistema controla que las distancias, el número de estrías, los radios y los ángulos de la pieza estén dentro de los márgenes establecidos, ya que esta medición se basa en sus características geométricas como son las rectas o los círculos.

En cuando al funcionamiento de este sistema, siempre parten de una representación digital del objeto que compara con un patrón preestablecido.

Entre las principales ventajas esta que no hay contacto físico con el objeto y se puede inspeccionar el 100% de las piezas ya que este proceso solo dura unos

segundos. Su principal desventaja es que las lentes son muy sensibles y necesitan una iluminación constante y específica.

Otro ejemplo de aplicación es la detección de contornos y la detección de defectos en los envases.

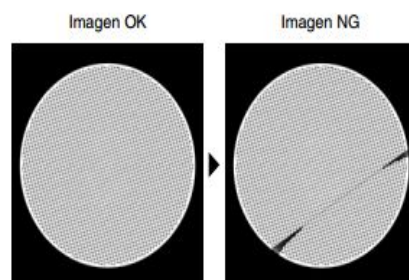
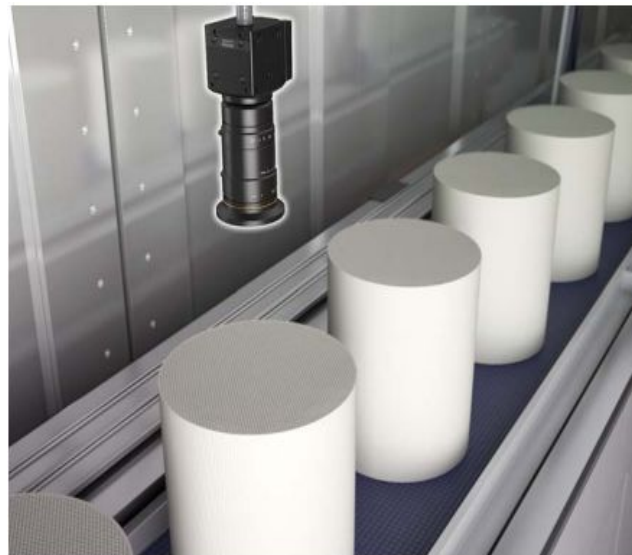


Ilustración 40: Detección de defectos. (Keyence, n,d)

En este caso se utiliza una cámara de alta definición para poder ver con mucho detalle los bordes y las posibles imperfecciones de los envases, ya que sobre el color blanco la dificultad de ver desperfectos es mayor.

3. DESARROLLO

Una vez recopilada toda la información de los distintos diseños, se decide que la prioridad será un utensilio y sistema de verificación funcional y operativo,

Con esta primera versión del diseño se intentará que los principios básicos que se requieren funcionen, y los elementos que puedan mejorar el rendimiento o ampliar sus posibles usos, serán estudiados para modificaciones posteriores.

Antes de empezar con el desarrollo y los cálculos, vamos a explicar exactamente donde se va a implementar nuestro proyecto.

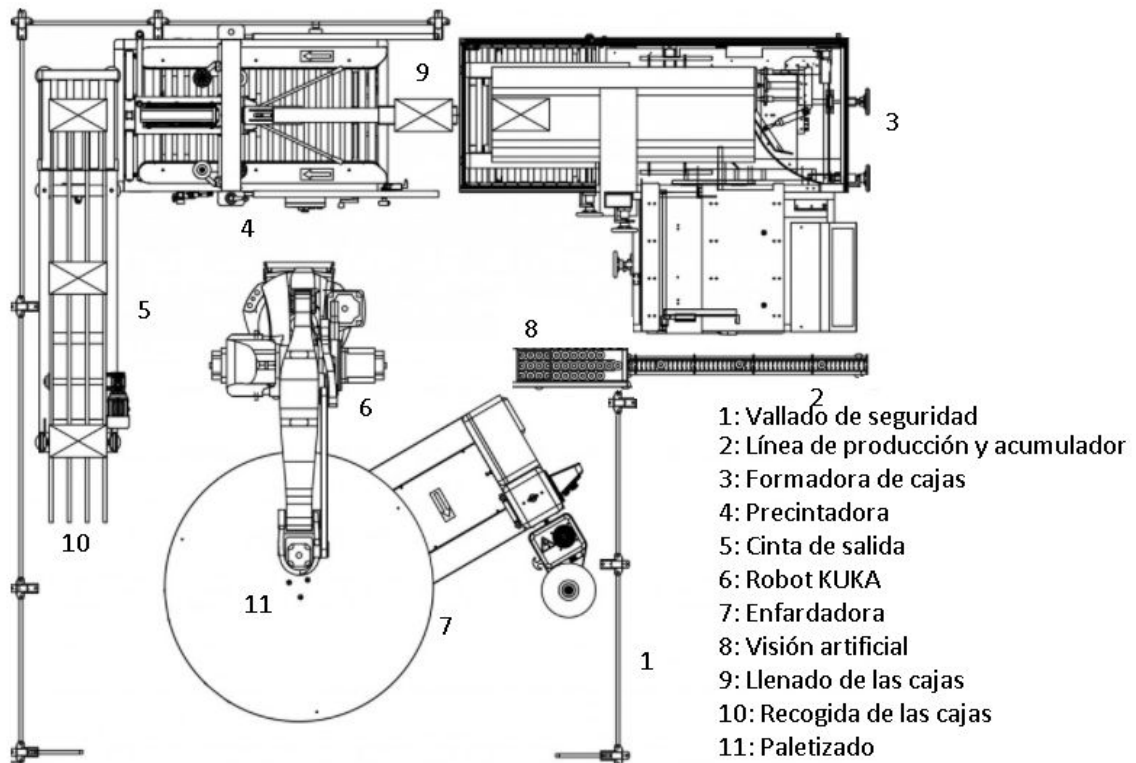


Ilustración 41: Vista en planta del proceso.

En la anterior ilustración se simula un final de línea, donde por la cinta transportadora (2) llegan los envases metálicos asta el acumulador del final, a continuación el sistema de visión artificial (8) va a reconocer y verificar si los envases están correctos y sin defectos, al finalizar el reconocimiento el mismo sistema le dará una señal al robot KUKA (6), el cual no se desarrolla la programación en el presente proyecto, para que se acerque a coger los envases. Los envases los cogerá el utensilio diseñado, por la parte posterior.

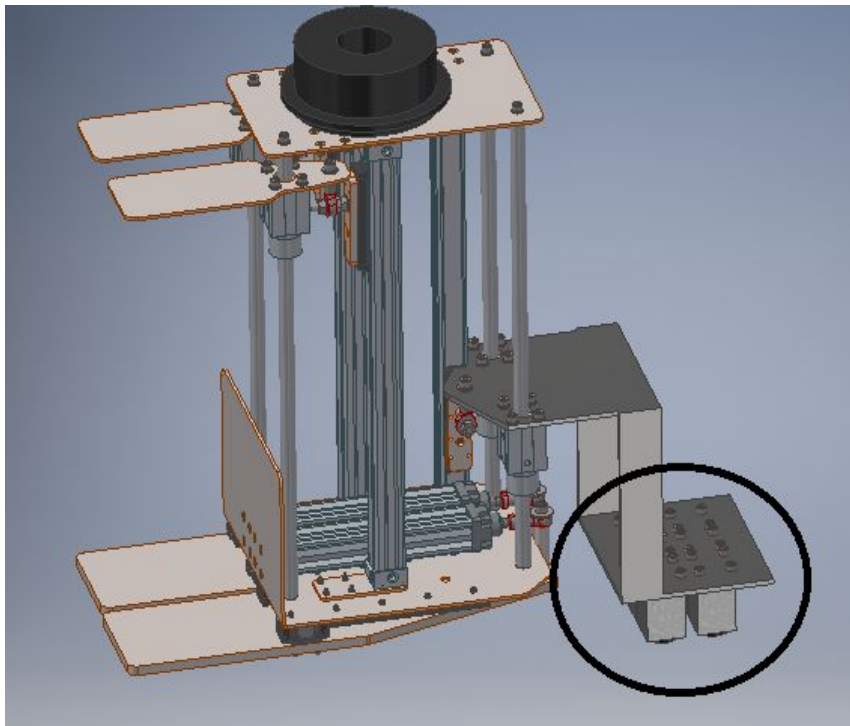


Ilustración 42: Vista 3D del utensilio diseñado, Pick and place.

Seguidamente los imanes que hay instalados en el utensilio cogerán los los envases metálicos con agrupación de seis y el brazo se moverá asta la zona de encajado (9) para dejar los envases dentro de la caja. Para continuar el robot se retira de la zona y la precintadora (4) cierra la caja, en el ultimo paso la cinta transportadora de salida (5) lleva la caja asta la zona de recogida (10) donde el brazo se moverá y el utensilio por la parte frontal cogerá la caja.

Funcionamiento de recogida: Los dos eslabones de la parte inferior gracias a los pistones neumáticos cogerán la caja por la parte inferior, para que la caja no sala despedida por los movimientos bruscos de brazo, las palas de la parte superior presionaran la caja por la parte superior.

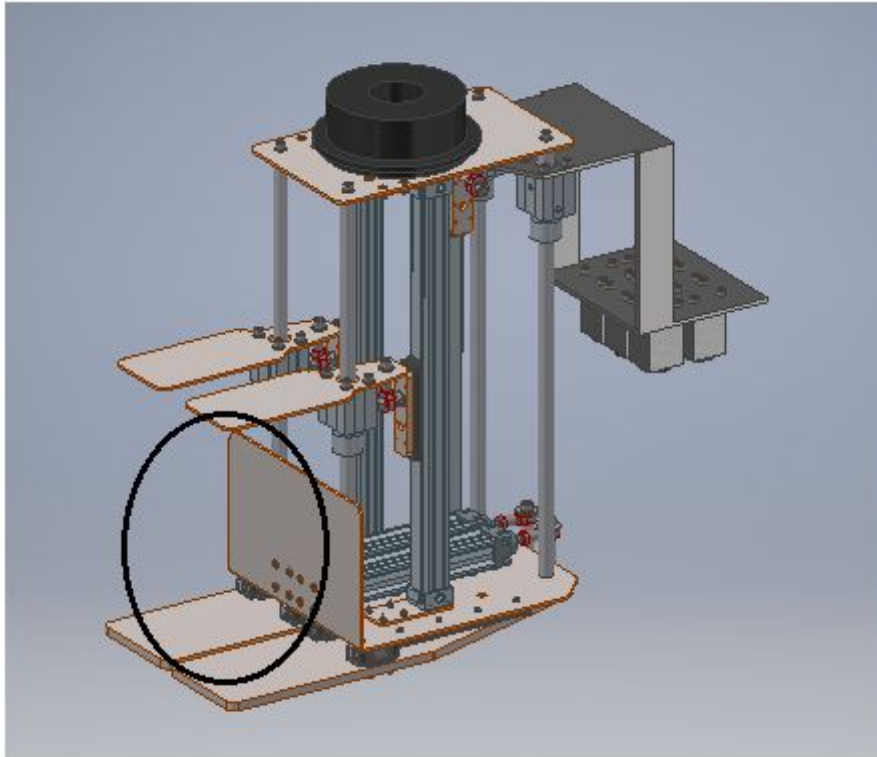


Ilustración 43: Vista 3D del utensilio diseñado, paletizador.

Para terminar el brazo se moverá para depositar la caja en la zona de paletizado (11), donde el utensilio liberará la caja primero por la parte superior, y luego retirando los eslabones inferiores.

El utensilio y sistema de verificación se dividirán en los siguientes apartados:

- Pistones neumáticos.
- Estructura.
- Guías lineales.
- Ventosas magnéticas neumáticas.
- Visión artificial.

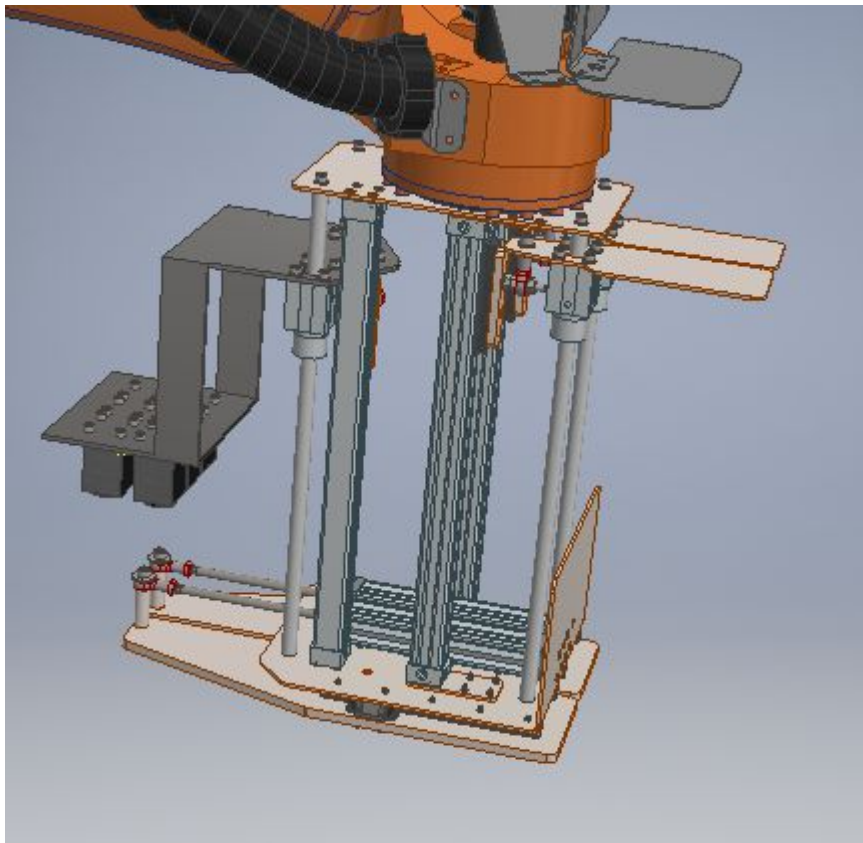


Ilustración 44: Diseño 3D del utensilio con los principales elementos.

El utillaje constará de un chasis fijado por tornillos en el brazo robot KUKA, sobre este chasis se colocarán los pistones neumáticos, las guías, las ventosas magnéticas y las sujeciones para las cajas y el sistema pick and place. El sistema de verificación (visión artificial) será independiente del utensilio, ya que como es una parte que en la realidad está continuamente moviéndose, puede provocar desajustes por vibraciones y otros.

3.1. PISTONES NEUMÁTICOS

Como se muestra en el diseño 3D, los pistones irán colocados directamente fijados en el chasis con tornillos estándares. Los pistones utilizados son DSBC-32-200-PPVA-N3 de la marca Festo y MY1B16G-400 de la marca SMC. El motivo de esta elección es porque la empresa antes mencionada trabaja con estos proveedores y se ha comprobado en otras aplicaciones su correcto funcionamiento.

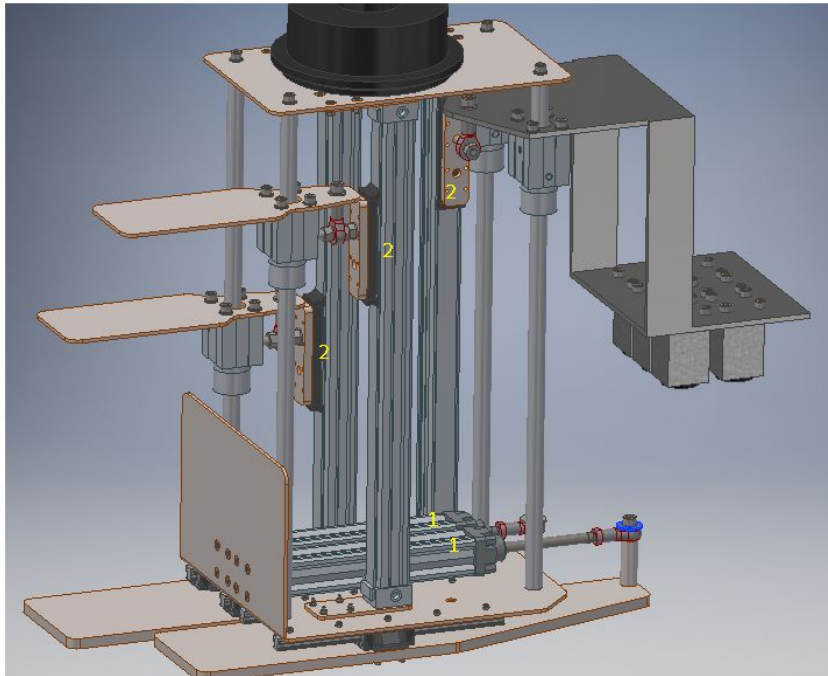


Ilustración 45: Actuador neumático lineal MY1B16G-400 de doble efecto. (SMC, n,d)



Ilustración 46: Actuador neumático DSBC-32-200-PPVA-N3 de doble efecto. (Festo, n,d)

La ubicación exacta de esos, la podemos encontrar en la siguiente ilustración:



- 1: Actuador neumático
DSBC-32-200-PPVA-N3
- 2: Actuador neumático
lineal MY1B16G-400

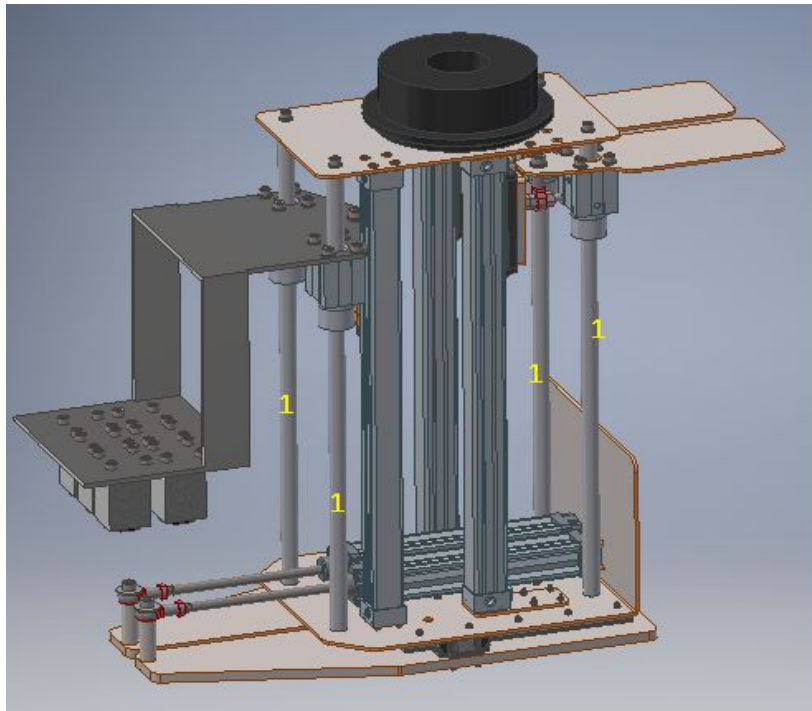
Ilustración 47: Vista 3D actuadores neumáticos.

3.2. ESTRUCTURA

El chasis consiste en su totalidad por acero inoxidable 440C a causa de que el proyecto está diseñado para trabajar en la industria alimentaria, aunque todo el sistema sea de final de línea y no esté en contacto directo con los alimentos, para evitar posibles problemas y prevenir futuros proyectos que utilicen partes de este, se utilizará este material.

Todas las piezas de fabricación, menos los ejes, serán por láser. Este método de fabricación deja muy buenos acabados y es relativamente económico de producir, la pieza que se fabrica por fundición es la que sujeta las ventosas neumáticas. La empresa encargada de producir estas piezas es Lasergran S.L. ya que es un proveedor habitual.

Por otra parte los ejes se fabricarán mediante un mecanizado por arranque de viruta. Estos ejes serán los encargados de unir las dos partes del chasis, la parte superior con la inferior, a la vez servirán de punto de apoyo para el recorrido de las guías de las partes móviles del utensilio.



1: Ejes estructurales

Ilustración 48: Vista 3D Ejes estructurales..

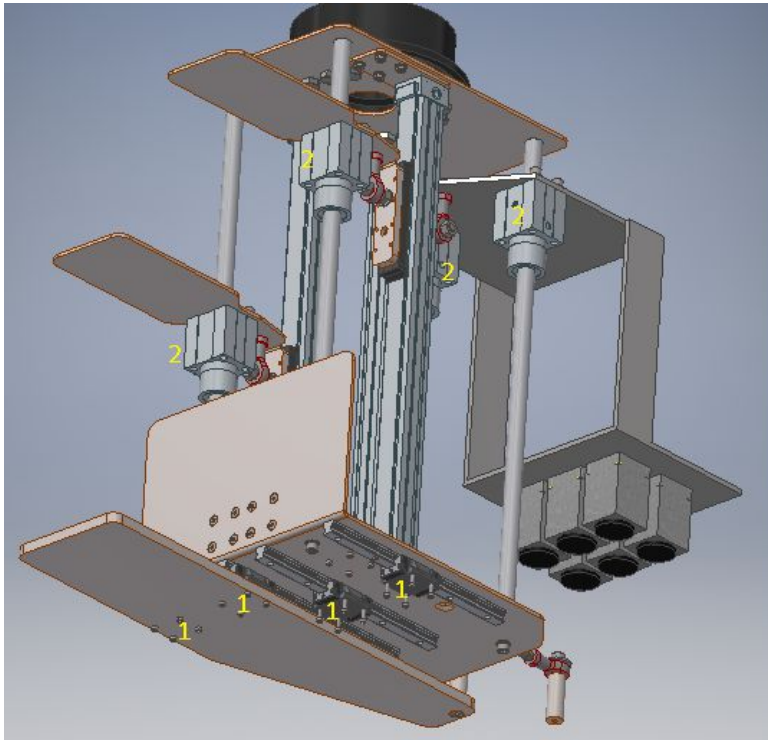
3.3. GUÍAS LINEALES

Las guías lineales se usarán para restringir el movimiento de las partes móviles como las palas que cogen las cajas y el sistema pick and place. Por una parte, la guía escogida es la INA KWVE20-B-S-G3-V1 que se instalara en la parte inferior sujetando las palas inferiores, se han escogido estas guías por la calidad que tienen y la facilidad de acople en nuestro proyecto.



Ilustración 49: Guía lineal. (INA,n,d)

Por otra parte la guía escogida para sujetar la estructura de las ventosas magnéticas es la INA kths12-pp-as. El motivo de esta elección es porque esta marca de rodamientos es un proveedor habitual.



1: Guía lineal KWVE20-B-S-G3-V1

2: Guía kths12-pp-as

Ilustración 50: Vista 3D guías.

3.4. VENTOSAS MAGNÉTICAS NEUMÁTICAS

Las ventosa magnéticas se utilizaran para coger y soltar los envases metálicos, estas estarán instaladas e la parte posterior del utensilio, se ha seleccionado entre varias opciones las ventosas MHM-32D1-X6400 de la marca SMC, ya que este proveedor también nos suministra los actuadores.



Ilustración 51: Ventosa magnetica MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES

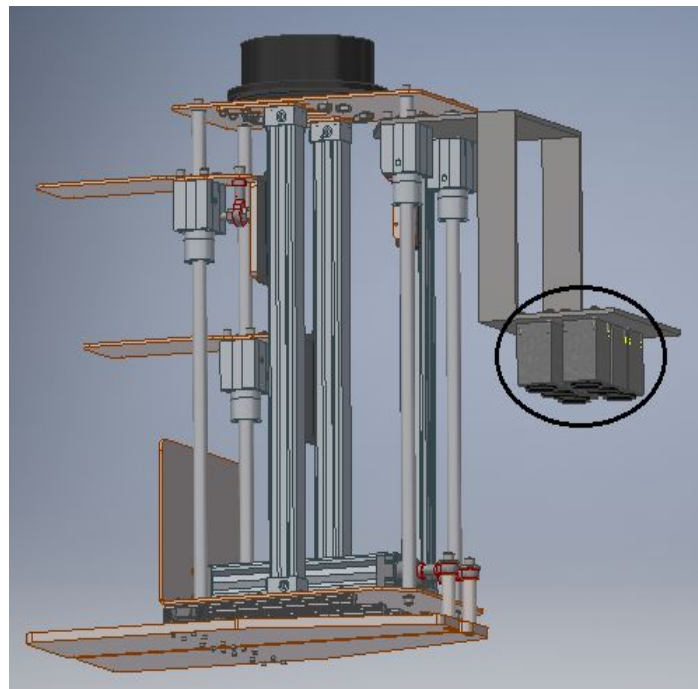


Ilustración 52: Vista 3D ventosas magnéticas.

3.5. VISIÓN ARTIFICIAL

El procesamiento y captación de las imágenes estará controlado por medio de un micro ordenador, la opción escogida la Raspberry Pi 3B, ya que es el micro ordenador más extendido y con más soporte del mercado.

Al poder instalar cualquier sistema operativo incluido los sistemas de código abierto y su bajo coste, es un elemento perfecto para poder desarrollar el código sin depender de ninguna marca importante. La cámara utilizada es la Webcam Trust Exis por su bajo coste.



Ilustración 53: Raspberry Pi 3B. ([JIMBLON](#), n,d)

El sistema operativo se ha optado por instalar es el Raspbian ya que es de código abierto y nos permite trabajar con casi todos programas de desarrollo, que esto favorecerá en gran medida.

El programa para desarrollar este sistema de verificación de los envases metálicos es el Python, ya que es una plataforma muy potente para trabaja, se instalaran juntamente con el, las bibliotecas OpenCV y Numpy.

OpenCv es una biblioteca que se usa para la visión artificial, dentro de ella tiene la mayoría de algoritmos y funciones para poder trabajar con las imágenes.

Numpy es otra biblioteca qe da soporte al programa con los cálculos de vectores y matrices.

Una vez instalado todo el primer paso es programar un pequeño código para que la cámara tome las fotos:

La foto tomada se guarda como diff1, se busca en el escritorio solo para asegurar que la cámara y el código funcionan correctamente.



Ilustración 54: Foto comprobación cámara.

El siguiente paso es aprovechando las librerías de OpenCV y Numpy, proseguir con el código para que el sistema verifique los envases.

Primero tomaremos una foto patrón con el mismo código, con la que más adelante se harán las comparaciones, se ha decidido que las pruebas se hagan lo más fiel posible con lo explicado en el proyecto, por lo tanto se ha escogido un envase metálico para realizar las pruebas funcionales.



Ilustración 55: Patrón visión artificial.

El siguiente código va a restar las matrices de las imágenes, el patrón y otra imagen un poco diferente para que nos compare las dos, si son iguales simularía que las agrupaciones de envases están correctas, y el sistema volvería a una señal para que el robot y el sistema pick and place recojan las agrupaciones.

En el código primero tratamos las imágenes y las pasamos a escala de grises, en segundo paso calculamos la diferencia para saber que tanto por ciento se asemeja la imagen captada al patrón.



Ilustración 56: Imagen simulación comparación .

Código utilizado:

```
#llamar a la libreria
import cv2
import numpy as np
#capturar lo que esta viendo, la variable uno es por el puerto del usb
```

```
cap = cv2.VideoCapture(1)
leido, frame = cap.read()
#Para verificar que funciona
if leido == True:
cv2.imwrite("diff1.png", frame)
print("Foto tomada correctamente")
else:
print("Error al acceder a la cámara")

cap.release()

#cargamos las dos imagenes para hacer las diferencias
diff1 = cv2.imread('diff1.png')
diff2 = cv2.imread('diff2.png')

#Calculamos la diferencia absoluta de las dos imagenes
diff_total = cv2.absdiff(diff1, diff2)

a=diff2
b=diff_total

#out1 = 17
#out2 = 27
#io.setup(out1,io.OUT)# configura en el micro las salidas
#io.setup(out2,io.OUT)

#if (a = b)
# io.output(out1,1)
#else:
# io.output(out2,1)
```

```
#buscamos los contornos
imagen_gris = cv2.cvtColor(diff_total, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
contours, _ = cv2.findContours(imagen_gris, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

#miramos cada uno de los contornos y, si no es ruido, dibujamos su Bounding Box
sobre la imagen original
for c in contours:
    if cv2.contourArea(c) >= 20:
        posicion_x, posicion_y, ancho, alto = cv2.boundingRect(c) #Guardamos las dimensiones
        cv2.rectangle(diff1, (posicion_x, posicion_y), (posicion_x+ancho, posicion_y+alto),
            (0,0,255), 2) #dibujamos la bounding box sobre diff1

while (1):
    #mostramos
    cv2.imshow('Imagen1', diff1)
    cv2.imshow('Imagen2', diff2)
    cv2.imshow('Diferencias detectadas', diff_total)
    tecla = cv2.waitKey(5) & 0xFF
    if tecla == 27:
        break

#io.output(out1,0)#restet salidas
#io.output(out2,0)

cv2.destroyAllWindows()
```

3.6. CÁLCULOS

Este apartado recoge todos los cálculos necesarios para el correcto dimensionamiento de los componentes que así lo requieran.

3.6.1. Cálculo pinzas paletizadora

En primer lugar se van a definir los parámetros clave para calcular el espesor de la pieza, ya que se realiza un estudio estructural se va a calcular la pieza para tensión y deformación.

- Peso máximo de las cajas: $m = 8\text{kg}$
- Peso adicional : $m = 2\text{kg}$
- Dimensiones de la pieza: 150mm de ancho, 200mm de largo, 6mm de espesor.

El peso adicional es el propio peso de la pieza más la fuerza que ejercerá la parte superior del utensilio hacia abajo para que al manipular la caja no salga despedida. Podemos considerar que la pieza estará en voladizo gracias a la guía de cola de milano y el pistón que bloquean todos los posibles movimientos.

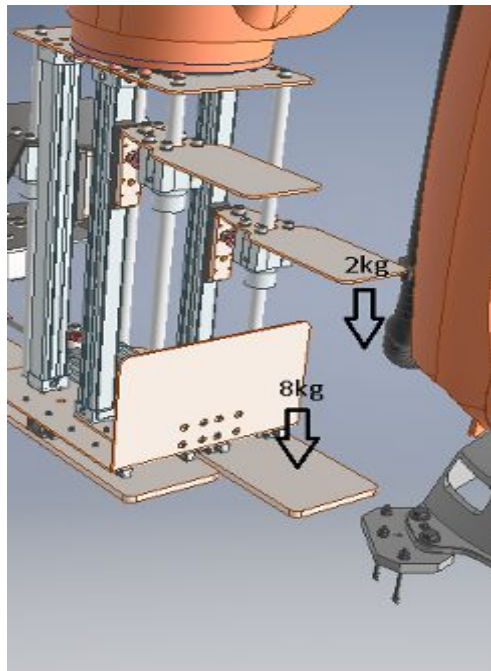


Ilustración 57: Visualización de las fuerzas sistema paletizador.

Una vez definidos los parámetros, estudiaremos la pieza con el apoyo del software WinEva8.

Sabemos que las cajas como máximo pesan 10Kg y que el peso está repartido por todo el soporte, por lo tanto se calculará la carga distribuida y se cambiarán las unidades.

$$q = 10\text{kp} / 20\text{cm} = 0,5 \text{ kp/cm} \quad q = \frac{0,5 \text{ kg}}{1\text{cm}} = \frac{0,5/1000\text{T}}{1\text{cm}/100\text{m}} = 0,05 \text{ T/m}$$

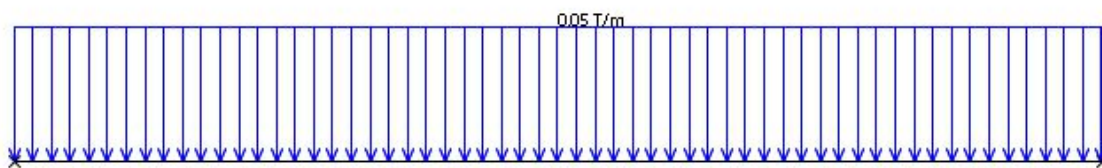


Ilustración 58: Acciones en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.

Como los cálculos del soporte son muy básicos, sabemos directamente el momento y que no hay esfuerzos a tracción.

$$N_x = 0 \quad M_z = 0,001 \text{ Tm}$$

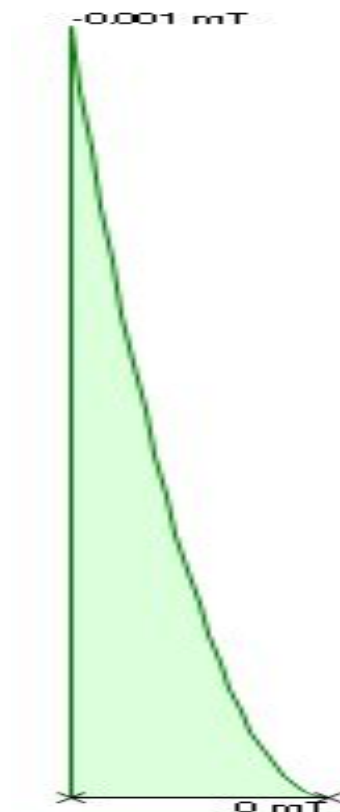


Ilustración 59: Momento flector en el soporte.

El siguiente paso es aplicar la fórmula de la tensión.

$$\sigma_{eq} = \frac{N}{A} - \frac{Mz}{Wz}$$

$$\sigma_{eq} = \frac{0,001 \text{ Tm} \times 1000 \text{ kg} \times 100 \text{ cm} \times 1000}{900} = 111,11 \text{ Kg/cm}^2$$

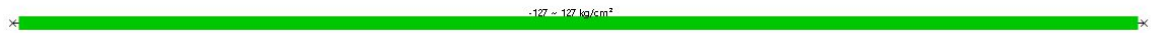


Ilustración 60: Tensión en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.

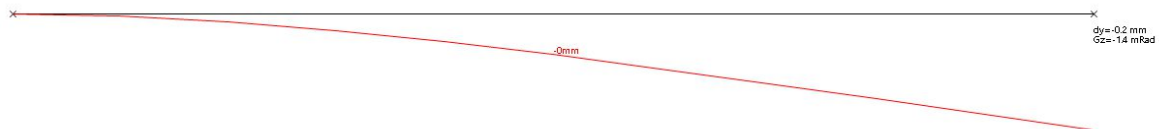
La tensión máxima es inferior a su límite elástico, con sobre dimensionamiento de seguridad N=18.

$$\sigma_{adm} = 111,11 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_{440c} = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

Precederemos a realizar los calculas de deformación. Donde Mr y My son los momentos que necesitamos para realizar la integral de la deformación.

E: Limite elástico del acero inox 440C.

IZ: Momento de inercia.



$$Mr = \frac{-q \times x^2}{2}$$

$$My = -1 - x$$

$$\int \left(\frac{\left(\frac{-q \times x^2}{2} \times -x \right)}{E \times Iz} \right) = \frac{q \times L^4}{8 \times E \times IZ}$$

$$Uy = \frac{0,05 \times 0,02^4}{8 \times 2 \times 10^6 \times 1/12 \times 0,15 \times 0,006^3} = 0,00027 \text{ m}$$

Ilustración 61: Deformación en el soporte. Obtenido de software WinEva 8.

Podemos confirmar con la deformación que estamos sobre dimensionando el soporte, el soporte se fabricara con las dimensiones iniciales ya que será más económico de fabricar porque la mayoría del proyecto tiene 6mm de espesor.

3.6.2. Cálculo Pick and Place

En primer lugar se van a definir los parámetros clave para calcular el espesor de la pieza, ya que se realiza un estudio estructural se va a calcular la pieza para tensión y deformación.

- Peso máximo de las latas: $m = 6,5\text{kg}$
- Peso adicional : $m = 1,5\text{kg}$
- Dimensiones de la pieza: 232mm de ancho, 200mm de largo, 6mm de espesor.
- Dimensiones del nervio: 6mm de ancho, 55,25mm de largo, 250 mm de alto.

El peso adicional es el propio peso de la pieza. Podemos considerar que la pieza estará en voladizo gracias a las guías cilíndricas y el pistón que bloquean todos posibles movimientos.

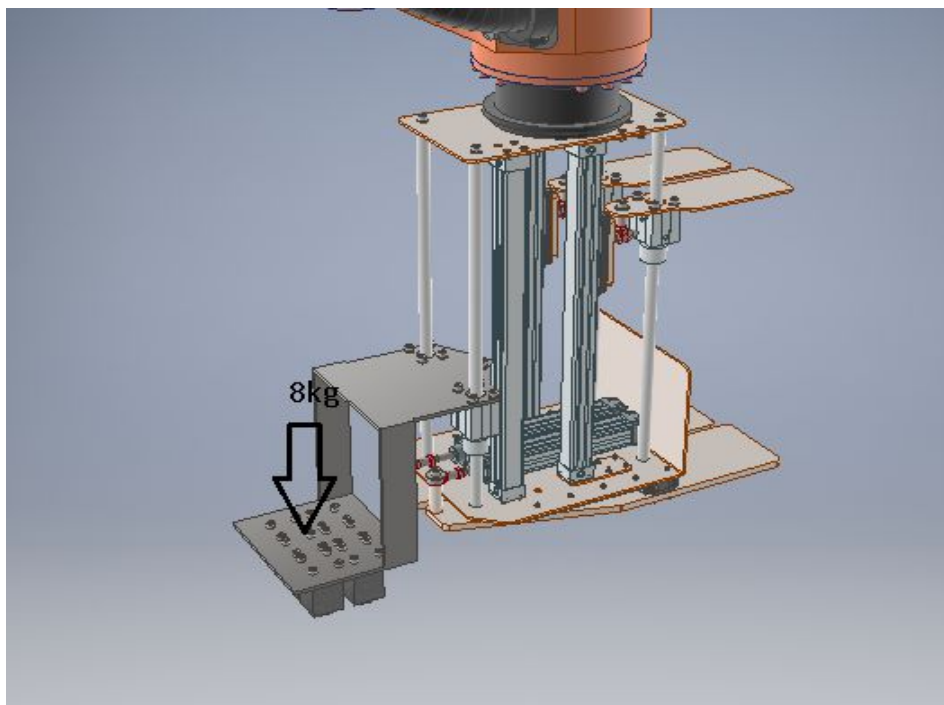


Ilustración 62: Visualización 3D de las fuerzas sistema pick and place.

Una vez definidos los parámetros, estudiaremos la pieza con el apoyo del software WinEva8.

Sabemos que las cajas como máximo pesan 8Kg y que el peso está repartido por todo el soporte, por lo tanto se calculara la carga distribuida y se cambiaran las unidades.

$$q = 8\text{kp} / 20\text{cm} = 0,4 \text{ kp} / \text{cm} \quad q = \frac{0,4 \text{ kg}}{1 \text{ cm}} = \frac{0,4 / 1000 \text{ T}}{1 \text{ cm} / 100 \text{ m}} = 0,04 \text{ T} / \text{m}$$

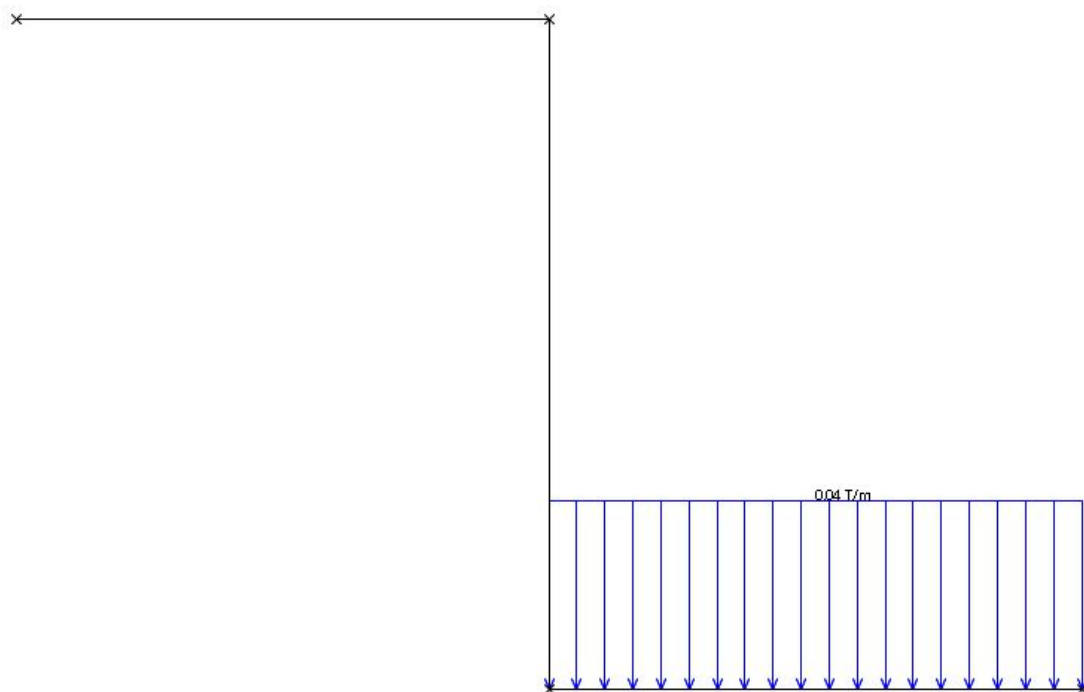


Ilustración 63: Acciones en el sistema pick and place.

El siguiente paso es calcular las fuerzas axiales y los momentos.

$$N_x = 0,01 \text{ T} \quad M_1 = 0,004 \text{ Tm} \quad M_2 = 0,001 \text{ Tm} \quad M_3 = 0,001 \text{ Tm}$$

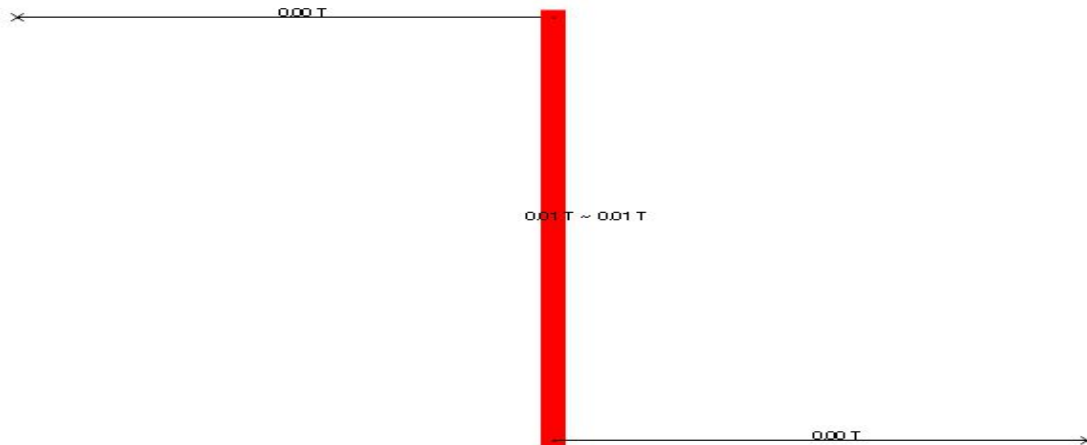


Ilustración 64: Fuerza axial en el sistema pick and place.

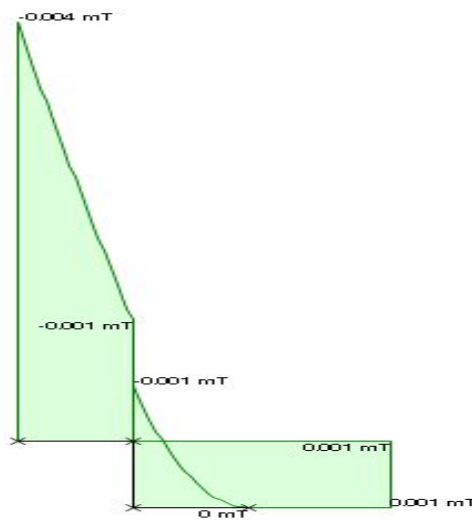


Ilustración 65: Momentos en el sistema pick and place.

•

El siguiente paso es aplicar la fórmula de la tensión.

$$\sigma_{eq} = \frac{N}{A} - \frac{Mz}{Wz}$$

$$\sigma_{eq1} = \frac{0,004 Tm \times 1000kg \times 100cm \times 1000}{1392} = 287,35 Kg/cm^2$$

$$\sigma_{eq2} = \frac{0,001}{0,12 \times 0,55} - \frac{0,001 \text{ Tm} \times 1000 \text{ kg} \times 100 \text{ cm} \times 1000}{6050} = -16,37 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{eq3} = \frac{0,001 \text{ Tm} \times 1000 \text{ kg} \times 100 \text{ cm} \times 1000}{1392} = 71,83 \text{ Kg/cm}^2$$

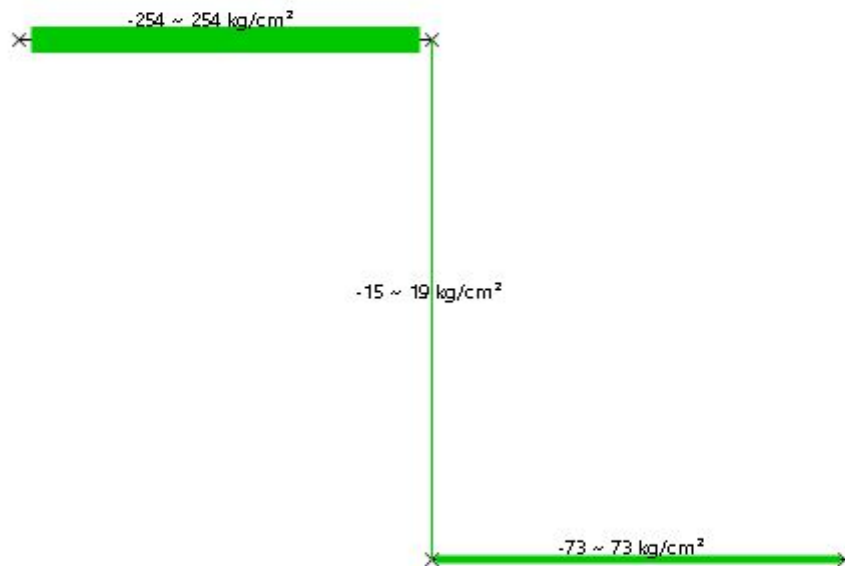


Ilustración 66: Tensiones en el sistema pick and place.

La tensión máxima es inferior a su límite elástico, con sobre dimensionamiento.

$$\sigma_{440c} = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

Procederemos a realizar los cálculos de deformación. Donde M_r y M_y son los momentos que necesitamos para realizar la integral de la deformación, como hay 3 eslabones tendremos que calcular el conjunto de desplazamientos.

E: Límite elástico del acero inox 440C.

IZ: Momento de inercia.

La integral del primer eslabon es:

$$\int \left(\frac{-P \times L \times -L}{E \times I_z} \right) = \frac{P \times L^3}{E \times IZ}$$

La integral del segundo eslabon es:

$$\int \left(\frac{-P \times x \times -x}{E \times I_z} \right) = \frac{P \times L^3}{3 \times E \times I_z}$$

La integral del tercer eslabon es:

$$\int \left(\frac{\left(\frac{-q \times x^2}{2} \right) \times -x}{E \times I_z} \right) = \frac{q \times L^4}{8 \times E \times I_z}$$

Una vez tenemos todas integrales procedemos a sumarlas para calcular la deformación conjunta:

$$U_y = \frac{P \times L^3}{E \times I_z} + \frac{P \times L^3}{3 \times E \times I_z} + \frac{q \times L^4}{8 \times E \times I_z}$$

Sustituyendo por valores:

$$U_y = \frac{0,004 \times 0,2^3}{2 \times 10^6 \times 1/12 \times 0,232 \times 0,006^3} + \frac{0,01 \times 0,25^3}{3 \times 2 \times 10^6 \times 1/12 \times 0,012 \times 0,055^3} + \frac{0,04 \times 0,02^4}{8 \times 2 \times 10^6 \times 1/12 \times 0,232 \times 0,006^3} = 0,00143 \text{ m}$$

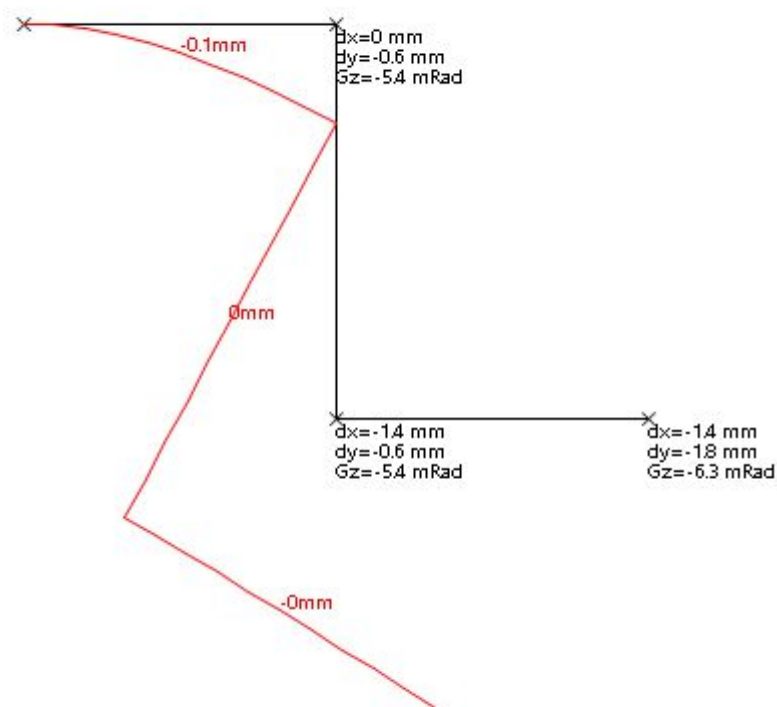


Ilustración 67: Deformaciones en el sistema pick and place.

Igual que con los anteriores cálculos podemos confirmar con la deformación que estamos sobre dimensionando el soporte, el soporte se fabricara con las dimensiones iniciales ya que sera mas económico de fabricar porque la mayoría del proyecto tiene 6mm de espesor.

Por ultimo el software Autodesk Inventor 2019 nos permite realizar análisis por elementos finitos, realizaremos un estudio solo con las partes estructurales, los actuadores lineales neumáticos no son parte del diseño de la estructura pero si tienen impacto en dar rigidez entre los dos elementos, superior e inferior, por lo tanto se ha considerado tenerlo en cuenta.

En primer paso se procederá a fijar las restricciones en la parte superior del chasis, seguidamente activaremos el peso propio de la estructura y la gravedad para tener una simulación mas exacta. Como paso previo se ha tenido que definir los materiales con sus especificaciones.

La configuración de la malla se ha dejado por defecto y se ha desactivado su visualización para ver con mas detalle y suavidad las zonas criticas.

Por ultimo se aplica una fuerza de 180N que es el peso de los elementos restantes y el peso de las cajas, este seria el peor de los casos y realizamos la simulación.

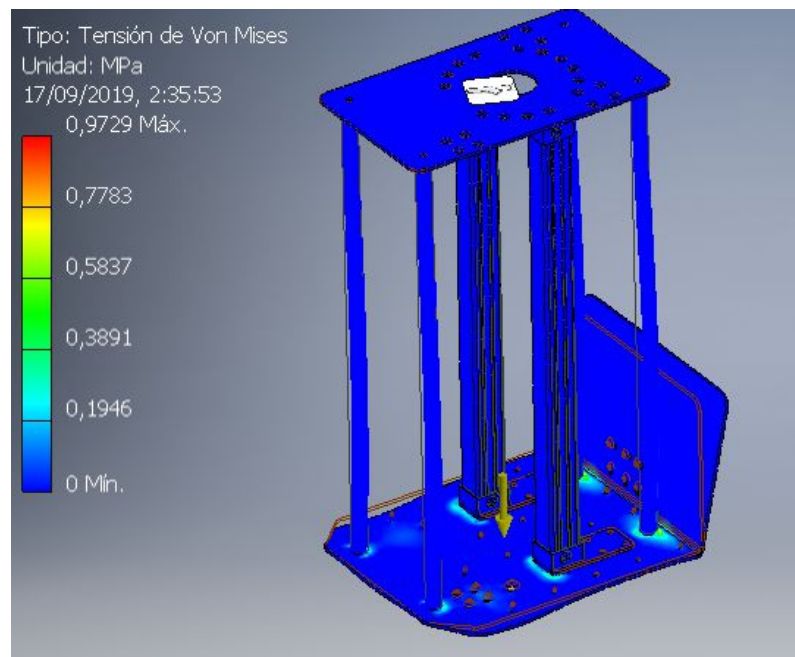


Ilustración 68: Visualización 3D de las tensiones .

Observamos en el estudio que las partes con mas concentración de tensión como es de suponer son las de unión entre las partes inferior y superior.

En la parte izquierda del software tenemos un desplegable donde podemos seleccionar distintas simulaciones.

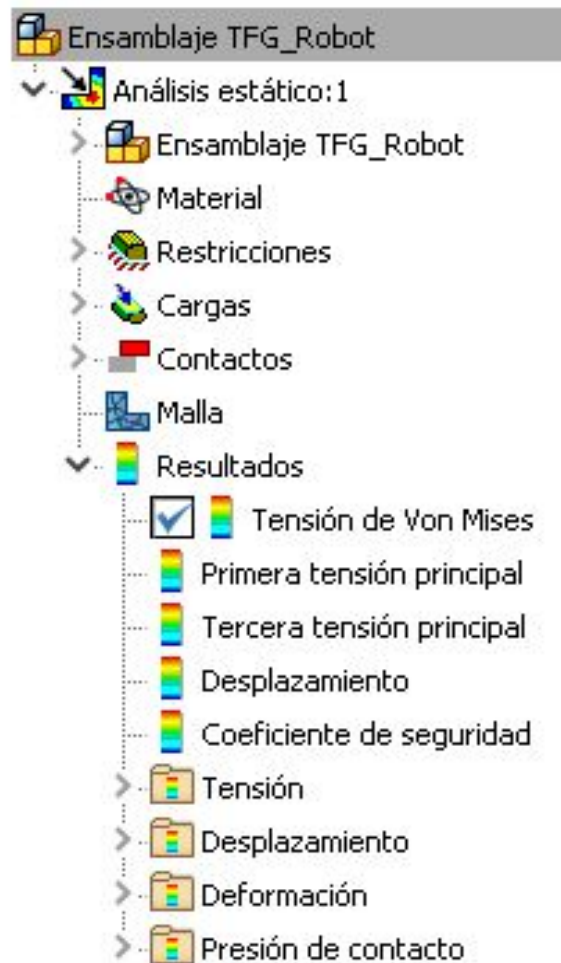


Ilustración 69: Visualización menú inventor.

Otra simulación muy interesante es la de los desplazamientos, como vemos los desplazamientos son casi nulos.

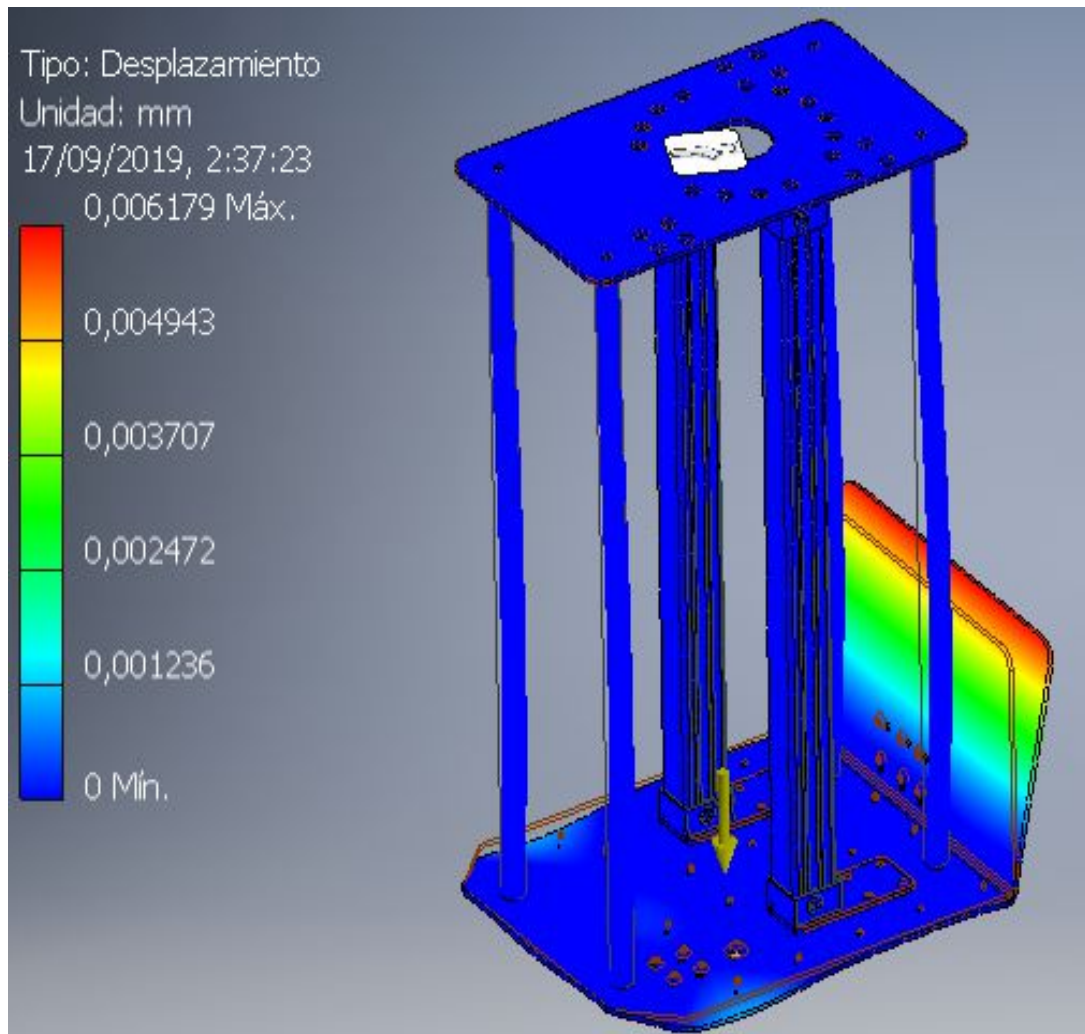


Ilustración 70: Visualización 3D del desplazamiento .

El coeficiente de seguridad de la estructura ha resultado en su totalidad de $N=15$, tal y como nos sugerían los cálculos anteriores de las diferentes partes, todo el utensilio está sobre dimensionado, pero como se ha explicado se ha cogido medidas y espesores estándares.

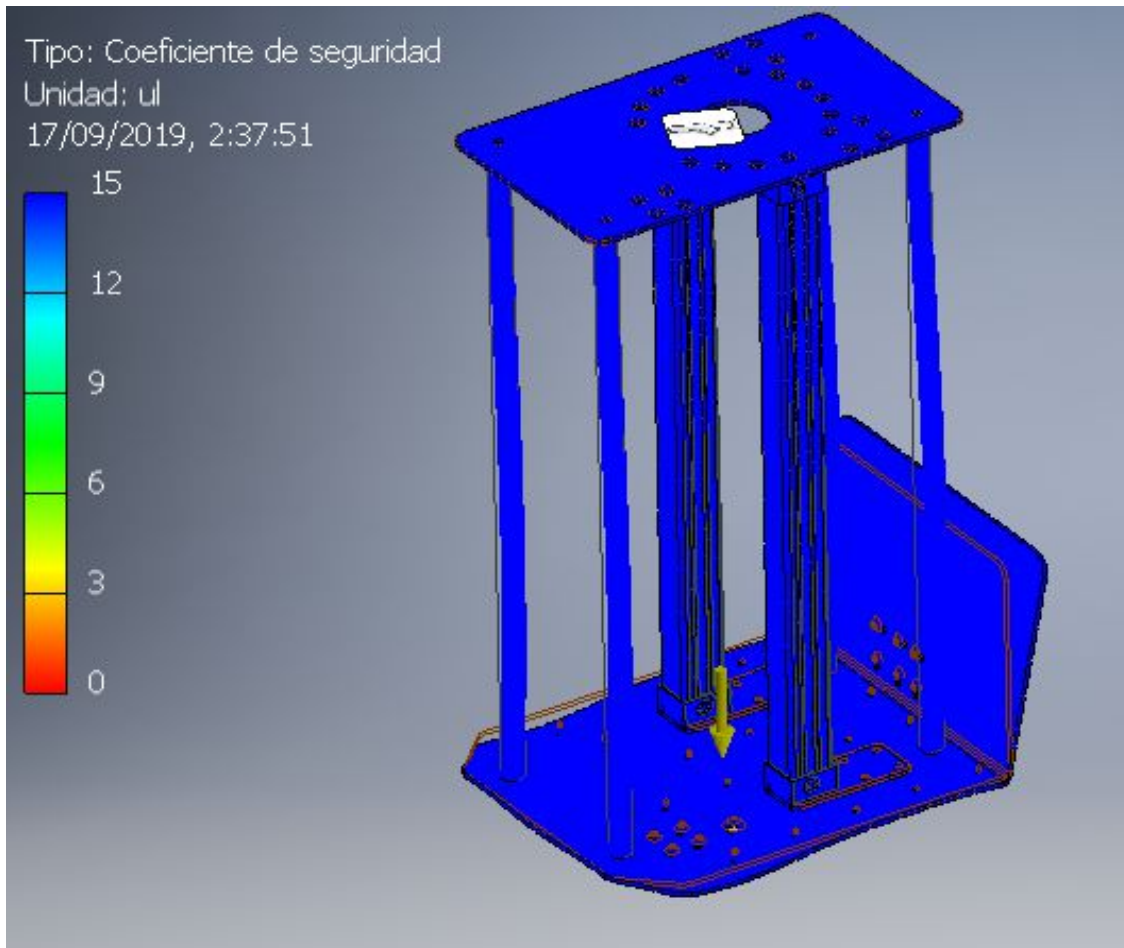


Ilustración 71: Visualización 3D del coeficiente de seguridad .

4. CONCLUSIONES

Las conclusiones tras haber desarrollado el presente proyecto son:

1. El diseño en 3D realizado con el programa Autodesk Inventor 2019 es de gran importancia a la hora de desarrollar un proyecto de estas características, ya que muestra con bastante exactitud los fallos de dimensionamiento en las piezas sin tener que realizar un prototipo. La contrapartida es que el tiempo invertido en realizar el diseño 3D y la corrección de fallos no es despreciable.
 2. A la hora de escoger los componentes de nuestro sistema se ha tenido muy en cuenta respetar los proveedores actuales que dispone la empresa. Por otra parte los elementos escogidos de visión artificial, difícilmente podrán ser implementados en la industria, a causa de su alta complejidad y fragilidad frente a las grandes marcas.
 3. Los algoritmos de tratamiento de las imágenes y vídeos con visión artificial requieren de muchísima práctica, sobre todo para poder desarrollar un programa fiable que reconozca y verifique que el sistema pick and place coja los envases correctos. Este hecho se constata observando que existen trabajos de Grado, Master y Doctorado dedicados solamente a este tema.
 4. Debido a la falta de tiempo y el alto coste de fabricación, solo se han podido llevar a cabo las pruebas funcionales de la visión artificial, como inicialmente se propuso.
- Sd Cuatro alternativas a Raspberry Pi: comparativa de microordenadores

5. BIBLIOGRAFÍA

Cuatro alternativas a Raspberry Pi: comparativa de microordenadores .Obtenido de,
http://dte_recursos.webs.uvigo.es/recursos/multimedia/capacitivos/funcionamiento/_funcionamiento.htm

Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales.
Obtenido de

http://visionartificial.fpcat.cat/wpcontent/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf

El principio de funcionamiento de un sensor de proximidad capacitivo. Obtenido de
http://dte_recursos.webs.uvigo.es/recursos/multimedia/capacitivos/funcionamiento/_funcionamiento.htm

Emisión y Recepción de Infrarrojos. Obtenido de <http://r-luis.xbot.es/sensores/ir.html>

Principio de funcionamiento difuso, sensor infrarrojo Obtenido de
<https://www.carrod.mx>

Principio de funcionamiento sensor ultrasónico. Obtenido de
https://www.researchgate.net/figure/Figura-19-Principio-de-funcionamiento-sensor-ultrasonico-tomado-de-9_fig6_46283245

Principio de funcionamiento de una célula de carga. Obtenido de
<http://www.ni.com/tutorial/7138/es/>

Sección de una ventosas magnéticas neumáticas. Obtenido de smcotech.com

Ejemplo garra mecánica. Obtenido de <http://gandhimart.com/shop/robotic-arm-gripper-ii-heavy-duty-robotic-arm-ii-big-size-robot-arm-gripper-ii-robotic-hand-for-robotic-arm-ii-acrylic-robot-gripper-arm-ii-quality-robot-gripper-for-robotic-arm/>

Ejemplo garra mecánica con almohadillas. Obtenido de

<https://www.reichelt.com/de/en/makeblock-robot-gripper-black-mb-gripper-sw-p202145.html>

Ejemplo aplicación garra flexible. Obtenido de <https://www.greenbiz.com/article/bio-inspired-robots-force-good-or-evil>

Ejemplo bola flexible. Obtenido de <https://robotica-industrial.com>

Detección de defectos. Obtenido de

<http://automatizacion.eu/images/vision/automocion/vision-automocion.pdf>

Actuador neumático lineal MY1B16G-400 de doble efecto. Obtenido de

https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/main/index_restyling.jsp?is_main=yes&lang=es&ctry=ES

Actuador neumático DSBC-32-200-PPVA-N3 de doble efecto. Obtenido de

https://www.festo.com/cms/es_es/index.htm

Raspberry Pi 3B. Obtenida de <https://www.pccomponentes.com>.

Relación de documentos

(X) Memoria	68	páginas
(_) Anexos	9	páginas
(_) etc	9	páginas

La Almunia, a 18 de septiembre de 2019

Firmado: Daniel Ulldemolins Sabater



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

Nº TFG:
424. 19 . 49

Director TFG:
Javier Esteban
Escaño

Fdo:

Título TFG:

Garra multifunción de un brazo robot

Autor:
DAniel Ulldemolins Sabater

18/09/19



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

Nº TFG:
424. 19 . 49

Director TFG:
Javier Esteban
Escaño

Fdo:

Título TFG:

Garra multifunción de un brazo robot

Autor:
DAniel Ulldemolins Sabater

18/09/19



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

Garra multifunción de un brazo robot

Robot Arm Multitask Grip

424. 19 . 49

Autor: **Daniel Uldemolins Sabater**

Director: **Javier Esteban Escaño**

Fecha: **18/09/2019**

Anexos

Garra multifunción de un brazo robot

Multi-function claw of a robot arm

424. 19 . 49

Autor: **Daniel Uldemolins Sabater**

Director: **Javier Esteban Escaño**

Fecha: **18/9/2019**

ÍNDICE DE CONTENIDO COMPLETO

[1.ANEXO \(COMPONENTES COMERCIALES\).....1](#)

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Raspberry Pi 3 Model B+. Obtenido de <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>.....1

Ilustración 2:Datasheet Raspberry Pi 3 Model B+. Obtenido de <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>.....2

Ilustración 3: Webcam Trust Exis. Obtenido de https://www.mediemarkt.es/es/product/_webcam-trust-exis-para-windows-y-mac-negro-1128622.html#especificaciones.....3

Ilustración 4: Características Webcam Trust Exis. Obtenido de https://www.mediemarkt.es/es/product/_webcam-trust-exis-para-windows-y-mac-negro-1128622.html#especificaciones.....3

Ilustración 5:Ventosa magnetica MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES.....4

Ilustración 6:Especificaciones de MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES.....4



Ilustración 7: Actuador MY1B16G-400 . Obtenido de <https://www.smc Pneumatics.com/MY1B16G-400.html>.....5

Ilustración 8: Pistón DSBC-32-200-PPVA-N3 . Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/cilindros-perfil-neumaticos/1215239/>.....6

Ilustración 9: Especificaciones del pistón DSBC-32-200-PPVA-N3 . Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/cilindros-perfil-neumaticos/1215239/> 6....6

Ilustración 10: Guía lineal KWVE20-B-S-G3-V. Obtenido de <https://docs-emea.rs-online.com/webdocs/162a/0900766b8162a481.pdf>.....7

*Ilustración 11: guía cilíndrica ktfs12-pp-as. Obtenido de https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_wf*ST4_307659787 7....7*

Ilustración 12: Características Acero inox 440C. Obtenido de <http://sisa1.com.mx/pdf/Acero%20SISA%20440C%20INOX.pdf>.....8

1. ANEXO (COMPONENTES COMERCIALES)

En este anexo se va a incluir una breve descripción de cada componente, su ficha de datos técnicos (datasheet).

Micro ordenador: Es el encargado de procesar los datos de la visión artificial, Raspberry Pi 3 Model B+.

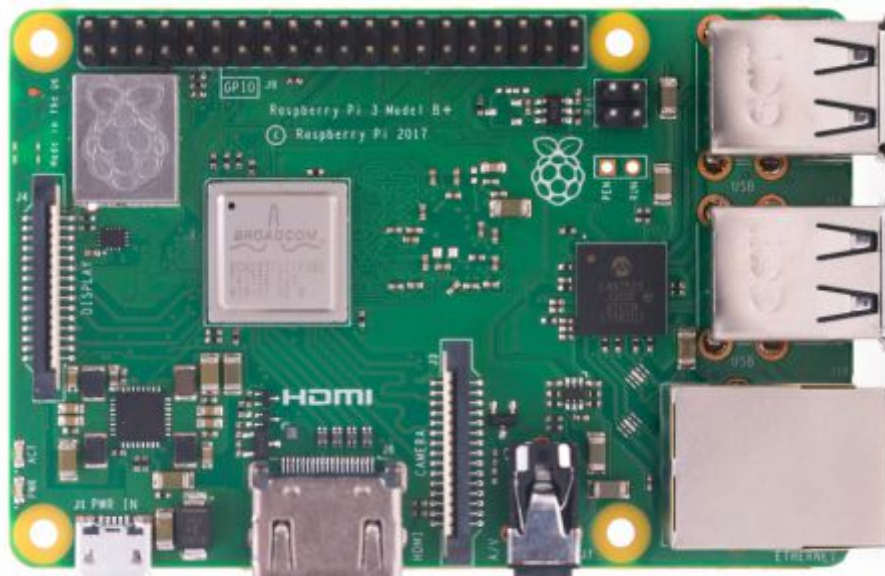


Ilustración 1:Raspberry Pi 3 Model B+. Obtenido de <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4 GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none">■ 2.4 GHz and 5 GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps)■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none">■ 1 × full size HDMI■ MIPI DSI display port■ MIPI CSI camera port■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none">■ 5 V/2.5 A DC via micro USB connector■ 5 V DC via GPIO header■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.

Ilustración 2: Datasheet Raspberry Pi 3 Model B+. Obtenido de <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>

Camara: Se encarga de tomar las imágenes para su procesamiento y análisis, Webcam Trust Exis.



Ilustración 3: Webcam Trust Exis. Obtenido de

<https://www.medimarkt.es/es/product/webcam-trust-exis-para-windows-y-mac-negro-1128622.html#especificaciones>

Tipo:	Webcam
Resolución de vídeo:	640 x 480 Píxeles
Tipo de zoom:	Sin Zoom
Zoom óptico:	Sin Zoom
Micrófono:	Sí
Sistema Operativo:	Windows, Mac
Compatible con:	Win 7, Vista, XP

Ilustración 4: Características Webcam Trust Exis. Obtenido de

<https://www.medimarkt.es/es/product/webcam-trust-exis-para-windows-y-mac-negro-1128622.html#especificaciones>

Ventosa magnética: Las ventosas magnéticas seleccionadas para este proyecto son las MHM-32D1-X6400 de la marca SMC.



Ilustración 5: Ventosa magnética MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES

Actuación		Doble efecto
Fluido		Aire
Presión de trabajo		0.25 a 0.6 MPa
Temperatura ambiente y de fluido		-10 a 60 °C (sin congelación)
Fuerza de sujeción (Grosor de la pieza: 0.6 mm)	MHM-32D1-X6400	80 N
	MHM-32D2-X6400	50 N
	MHM-32D3-X6400	30 N
Fuerza de sujeción residual		0.3 N o menos
Lubricación		Sin lubricación
Peso		475 g

Ilustración 6: Especificaciones de MHM-32D1-X6400 . Obtenido de https://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/featured_products/mhm/mhm.jsp?lang=es&ctry=ES

Pistones neumáticos: Como actuadores neumáticos se ha seleccionado, el lineal MY1B16G-400 de la marca SMC y como actuador neumático DSBC-32-200-PPVA-N3 de la marca Festo .



Ilustración 7: Actuador MY1B16G-400 . Obtenido de <https://www.smc-pneumatics.com/MY1B16G-400.html>



Ilustración 8: Pistón DSBC-32-200-PPVA-N3 . Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/cilindros-perfil-neumaticos/1215239/>

Atributo	Valor
Serie del Fabricante	DSBC
Acción	Doble
Calibre	32mm
Recorrido	200mm
Conexión neumática	G 1/8
Estándar VDMA	24562
Estándar ISO	15552
Género de la rosca del vástago del pistón	Macho
Máxima Presión de Funcionamiento	12 bar
Tipo de Amortiguamiento	Aire
Dimensiones del Cuerpo	345.1 x 45 x 45mm
Peso	465g
Peso de Intervalo de Recorrido	27 g a 10 mm de recorrido
Altura	45mm
Máxima Temperatura de Funcionamiento	+80°C
Peso de la Prueba	465 g a 0 mm de recorrido
Mínima Temperatura de Funcionamiento	-20°C
Anchura	45mm
Longitud	345.1mm

Ilustración 9: Especificaciones del pistón DSBC-32-200-PPVA-N3 . Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/cilindros-perfil-neumaticos/1215239/>

Guías lineales: Como guías para las partes móviles, se han seleccionado los componentes KWVE20-B-S-G3-V de la marca INA que es la guía lineal y la guía cilíndrica ktfs12-pp-as también de la marca INA.



Ilustración 10: Guía lineal KWVE20-B-S-G3-V. Obtenido de <https://docs-emea.rs-online.com/webdocs/162a/0900766b8162a481.pdf>




Ilustración 11: guía cilíndrica ktfs12-pp-as. Obtenido de https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_wf*ST4_307659787

Material: Para las partes que se tienen que fabricar el acero escogido es el Acero inoxidable 440C.

Acero SISA 440C INOX

acero inoxidable

ACEROS



desde 1941

SERVICIO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

Color de distinción azul claro

CARACTERÍSTICAS

SISA 440C INOX es un acero inoxidable martensítico al alto carbón, diseñado para ofrecer una combinación de alta resistencia al desgaste y una moderada resistencia a la corrosión en ambientes medios. Alcanza durezas cercanas a 60 HRC y ofrece una buena retención del filo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA - % PROMEDIO

C	Mn	Si	Cr	Mo	S
1.05	0.45	0.40	17.50	0.70	<0.030

NORMAS

SAE / AISI	DIN	JIS
440C	1.4125	SUS 440

APLICACIONES TÍPICAS

Baleros	Cuchillería de Cocina
Herramientas Quirúrgicas	Cubiertos de Mesa
Insertos para Moldes	Cuchillas Industriales
Válvulas de Aguja	Tijeras
Partes para Bombas	

Estas son algunas de las aplicaciones típicas. No debe intentar su aplicación específica sin un estudio independiente y una evaluación de funcionalidad.

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Elasticidad 29 X 10⁶ psi (200 GPa)
 Densidad 0.275 lbs./in³ (7.62 g/cm³)
 Conductividad Térmica

	BTU/hr-ft ² -°F	W/m ² -°K
210 °F (100 °C)	14.0	24.2

Coefficiente de Dilatación Térmica

	in/in/°F	mm/mm/°C
68-392 °F (20-200 °C)	5.8X10 ⁻⁶	10.0X10 ⁻⁶
68-1112 °F (20-600 °C)	6.2X10 ⁻⁶	11.2X10 ⁻⁶

SISA 440C INOX

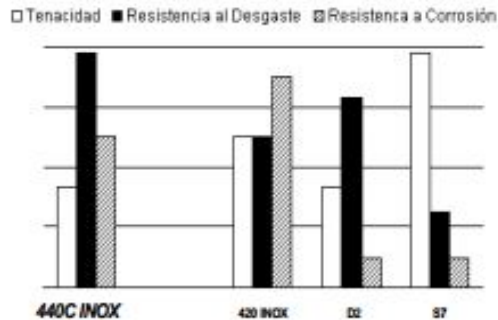
ELECTROEROSIÓN Y MAQUINADO

El proceso de electroerosión forma una capa "blanca" en la superficie de la herramienta en estado templado y revenido, esta capa puede contribuir a fallas prematuras de la herramienta. Se recomienda remover esta capa rectificando o lapeando (aprox. 0.0005"-0.001"). Después del proceso de electroerosión, el acero SISA 440C INOX debe ser revenido nuevamente a 15-30°C (25-50°F) por debajo de la temperatura original de revenido. El maquinado de 440C INOX en estado recocido es similar a un P20 tratado.

SOLDADURA

Usar electrodo tipo 440C o 420 para que las propiedades del área soldada desarrollen propiedades mecánicas similares al SISA 440C INOX templado.
PRECAUCIÓN: Antes de cualquier reparación por soldadura, todas las fisuras deben ser completamente removidas maquinando o rectificando. El precalentado y calentado posterior son críticos.
Piezas Templadas: Precalentar a aprox. 30°C (50°F) por debajo de la temperatura original de revenido 205°C (400°F) mínimo y mantener esa temperatura durante el soldado. Dejar enfriar a 65°C (150°F) una vez terminado de soldar y revenir inmediatamente a 15-30°C (25-50°F) por debajo de la temperatura original de revenido.
Piezas Recocidas: Precalentar a 315-425°C (600-800°F) y mantener arriba de 315°C (600°F) durante el soldado. Volver a recocer inmediatamente y revenir a 705°C (1300°F) por 4 horas.

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES



Nota: Las propiedades indicadas en esta hoja técnica son valores típicos. Variaciones normales en la química, tamaño y condiciones de tratamiento térmico pueden producir desviaciones de estos valores. Para datos adicionales o asistencia en ingeniería metalúrgica, acudir al departamento técnico de SISA.

Ilustración 12: Características Acero inox 440C. Obtenido de

<http://sisa1.com.mx/pdf/Acero%20SISA%20440C%20INOX.pdf>



Relación de documentos

<input type="checkbox"/> Memoria	68	páginas
<input checked="" type="checkbox"/> Anexos	9	páginas
<input type="checkbox"/> Anejos.....	9	páginas

La Almunia, a 18 de 09 de 2019

Firmado: Daniel Ulldemolins Sabater

Anexos

Garra multifunción de un brazo robot

Multi-function claw of a robot arm

424. 19 . 49

Autor: **Daniel Uldemolins Sabater**

Director: **Javier Esteban Escaño**

Fecha: **18/9/2019**

ÍNDICE DE CONTENIDO COMPLETO

1.RESUMEN.....	1
--------------------------------	-------------------





1. PLANOS DE FABRICACIÓN

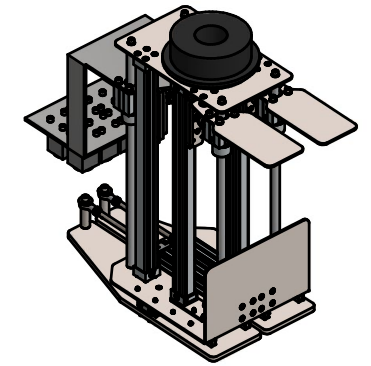
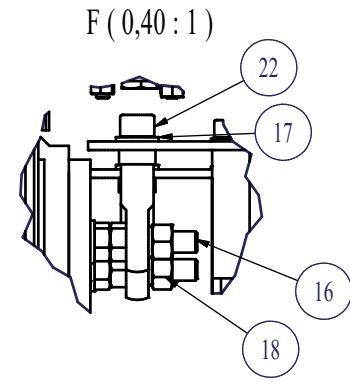
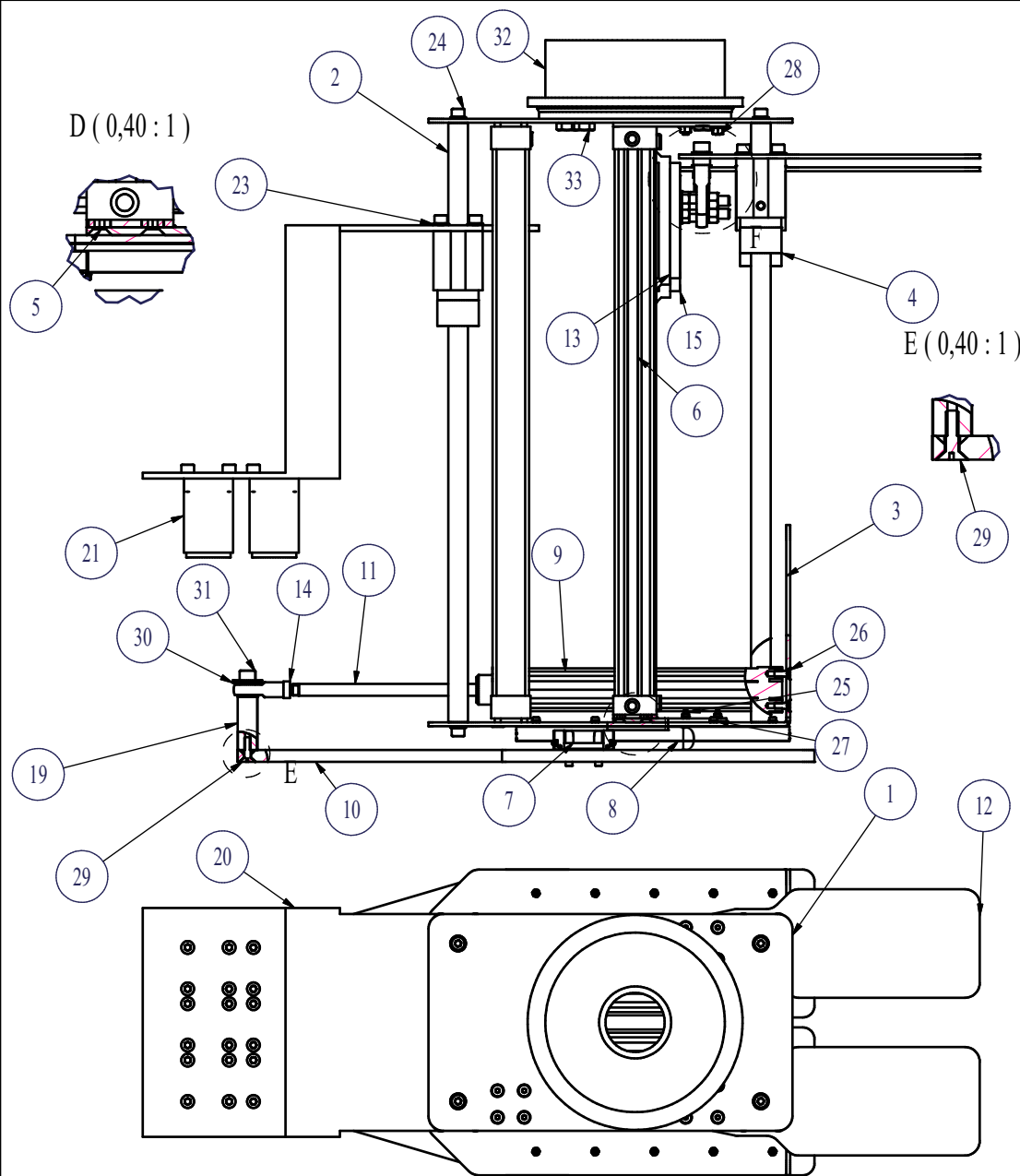
Esta sección esta destinada a los planos de fabricación.

Relación de documentos

<input type="checkbox"/> Memoria	68	páginas
<input type="checkbox"/> Anexos	9	páginas
<input checked="" type="checkbox"/> Anejos.....	9	páginas

La Almunia, a 18 de 09 de 2019

Firmado: Daniel Ulldemolins Sabater



33	8	M12 x 25BS EN	424.19.49	Acero inoxidable, 440C
32	1	KR120	424.19.49	Robor KUKA (Compra)
31	2	M10 x 30 --- 30N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
30	2	plain washer large	424.19.49	Acero 1010 (Compra)
29	2	M8 x 25 --- 16.8C	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
28	8	M6 - N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
27	28	-M4-N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
26	24	M6 x 16 --- 9.7N	424.19.49	GenérAcero 1038-1041-1045 (Compr)ico
25	44	M4 x 16 --- 16N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
24	48	M8 x 20 --- 20N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
23	24	125 - B 8.4	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
22	3	M10 x 25 --- 25N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
21	6	Ventosa magnetica	424.19.49	(Compra)
20	1	ZZ00PB0999	424.19.49.4	Acero inoxidable, 440C
19	2	ZZ00PB0026	424.19.49.8	Acero inoxidable, 440C
18	8	M10 - D - N	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
17	5	125 - A 10.5	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
16	3	M10 x 60	424.19.49	Acero 1038-1041-1045 (Compra)
15	3	ZZ00PBG100	424.19.49	(Compra)
14	5	ZZ00PNAC12	424.19.49	(Compra)
13	3	CARRELO Ø25°ZZ00PNCIS3	424.19.49	(Compra)
12	2	ZZ00PB0021	424.19.49.6	Acero inoxidable, 440C
11	2	CIM02_32_200	424.19.49	(Compra)
10	2	ZZ00PBG110	424.19.49.3	Acero inoxidable, 440C
9	2	ZZ00PNCI48_1	424.19.49	(Compra)
8	4	ZZ00PB0293	424.19.49	Acero inoxidable, 440C
7	4	ZZ00ROG019	424.19.49	Acero inoxidable, 440C
6	3	ZZ00PNCIS3_1	424.19.49	(Compra)
5	4	ZZ00PBG101	424.19.49.7	Acero inoxidable, 440C
4	4	ZZ00ROLG2	424.19.49	Aluminio 6061
3	1	ZZ00PB0019	424.19.49.2	Acero inoxidable, 440C
2	4	ZZ00PB0022	424.19.49.9	Acero inoxidable, 440C
1	1	ZZ00PB0179	424.19.49.5	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES

Observaciones Generales
 Proyecto: Proyecto fin de grado
 Palabras clave:
 Empresa:
 Estado del proyecto: EN CURSO
 Versión: V7

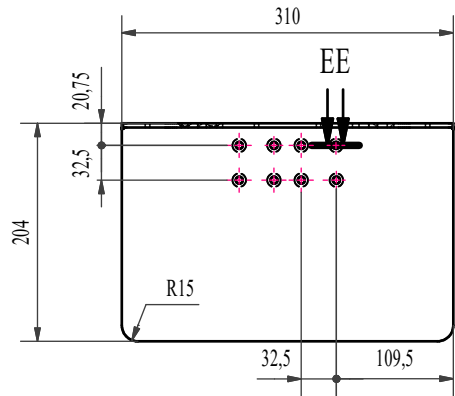
Observaciones de plano
 Plano nº: 1 de: 1
 Formato: A3
 Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abrebriarlo. El título original es: Garra multifunción de un brazo robot (GARRA)

ESCALA
 1:5

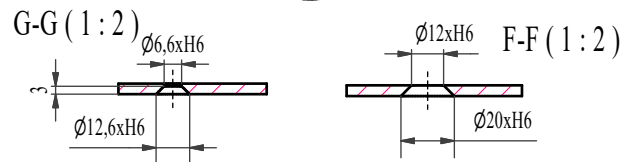
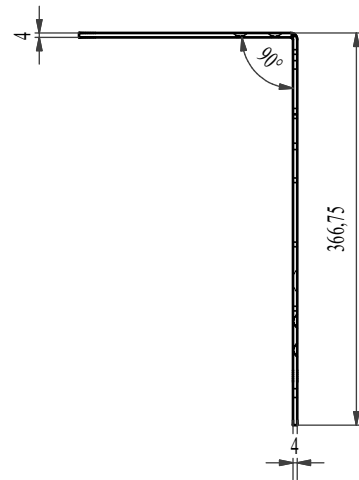
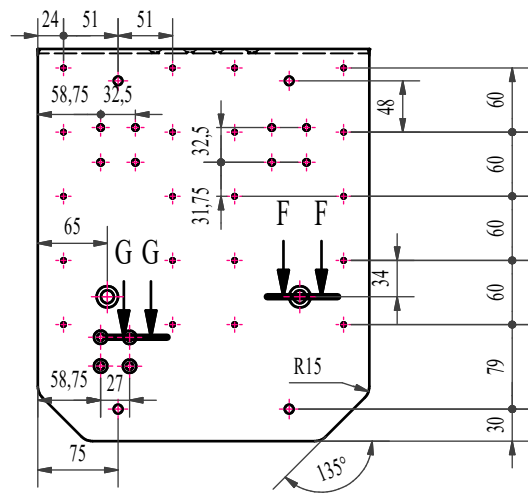
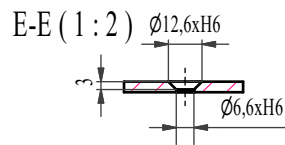
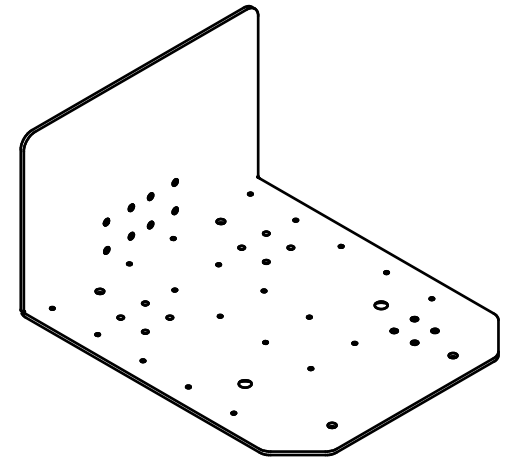
GARRA
 ENSAMBLAJE GENERAL
 PLANO GENERAL

eupla
 ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA
 La Almunia de D. Godina -ZARAGOZA-

Nº P.:424.19.49.1
 Nº O.:424.19.49
 Nom.Ar.: Plano conjunto TFG.idw



LASER
N10



Observaciones Generales

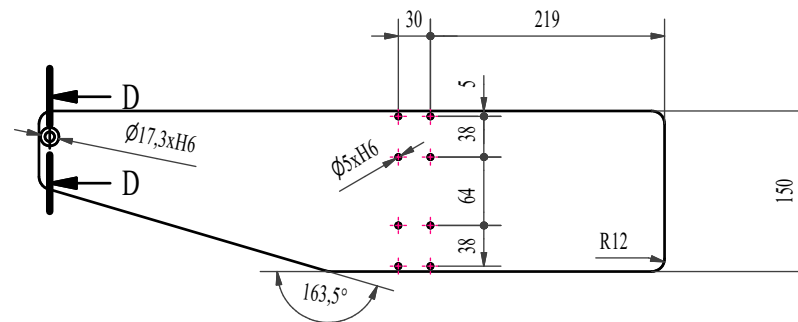
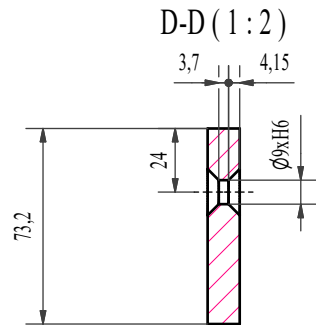
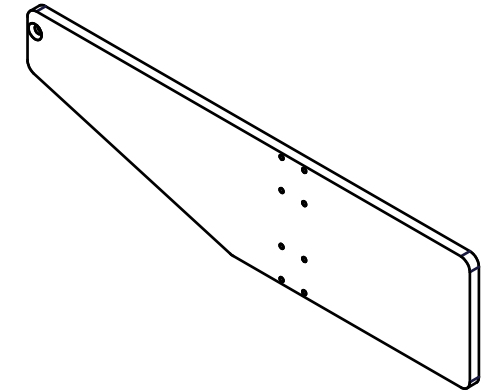
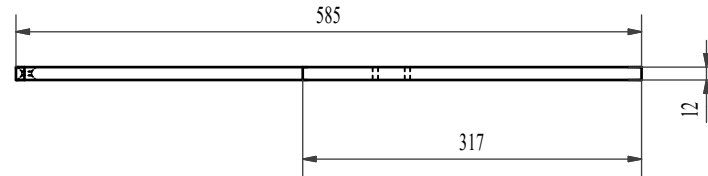
Proyecto: Proyecto fin de grado
 Palabras clave:
 Empresa:
 Estado del proyecto: En curso
 Versión: V20

Observaciones de plano

Plano n°: 1 de: 1
 Formato: A3
 Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abrebrarlo. El título original es:
 Garra multifunción de un brazo robot
 (GARRA)

1	1	ZZ00PB0019	424.19.49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
Dibujado	6/8/2019	Daniel Ulldemolins	 ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA La Almunia de D ^a Godina -ZARAGOZA-	
Comprobado	16/9/2019	Tribunal		
Idem.s.normas		UNE-EN-ISO		
ESCALA	GARRA		Nº P.:	424.19.49.2
1:5	ZZ00PB0019		Nº O.:	424.19.49
			Nom.Ar.:	Plano ZZ00PB0019.idw

N10
LASER




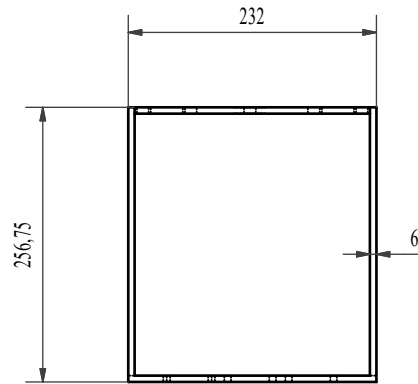
Observaciones Generales

Proyecto: Proyecto final de grado
 Palabras clave:
 Empresa:
 Estado del proyecto: En curso
 Versión: V10

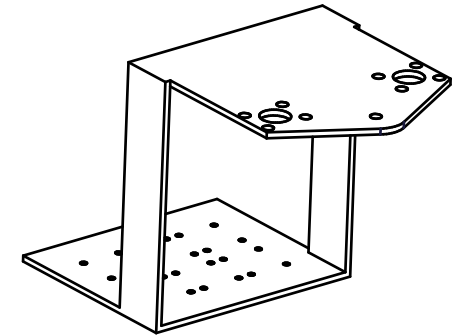
Observaciones de plano

Plano n°: 1 de: 1
 Formato: A3
 Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abreviarlo. El título original es: Garra multifunción de un brazo robot (GARRA)

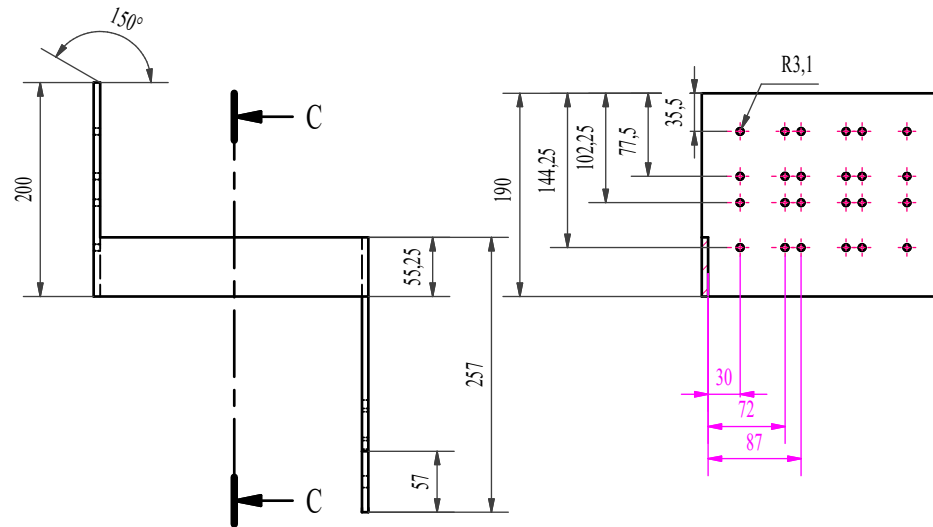
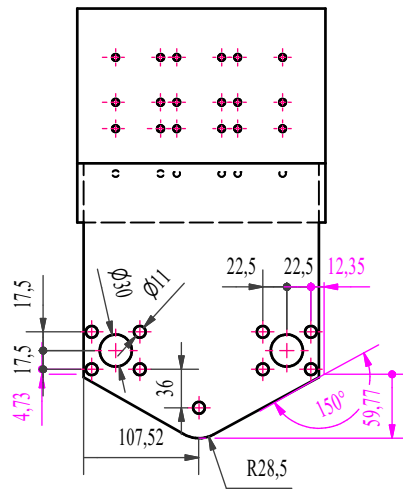
1	1	ZZ00PBG110	424.19.49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
		Fecha	Nombre	 eupla ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA La Almunia de D ^a Godina -ZARAGOZA-
		Dibujado	6/8/2019 Daniel Ulldemolins	
		Comprobado	16/9/2019 Tribunal	
		Idem.s.normas	UNE-EN-ISO	
		ESCALA	GARRA	Nº P.: 424.19.49.3
		1:5	ZZ00PBG110	Nº O.: 424.19.49
				Nom.Ar.: Plano ZZ00PBG110.idw



Fundición
N10



C-C (1:5)



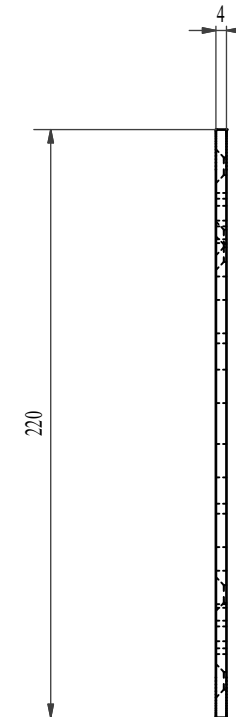
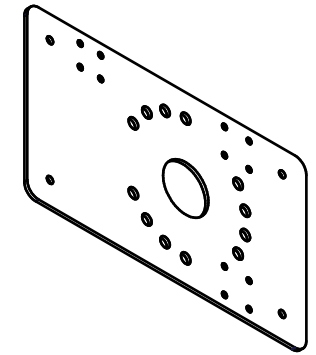
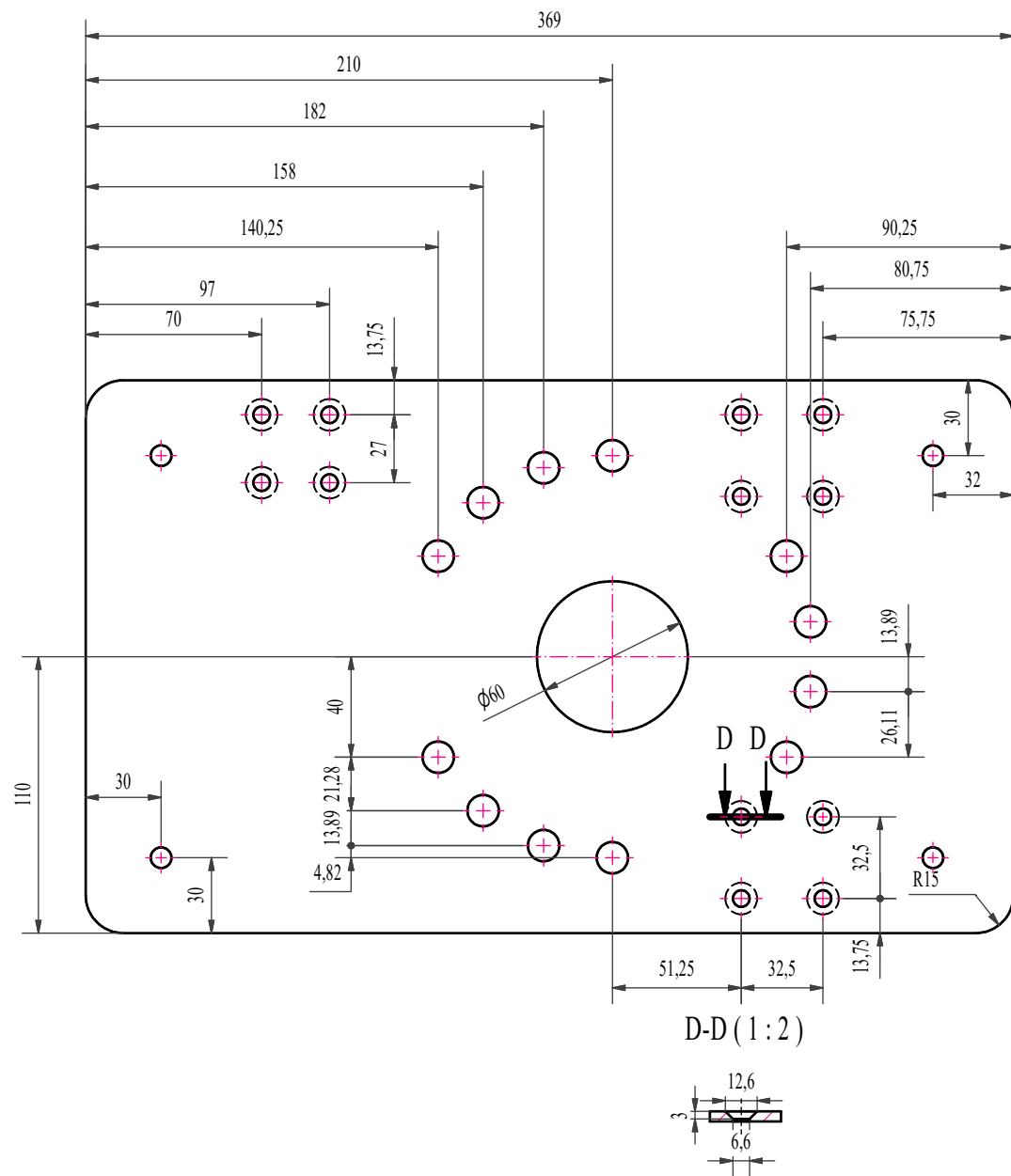
Observaciones Generales

Proyecto: Proyecto fin de grado
 Palabras clave:
 Empresa:
 Estado del proyecto: En curso
 Versión: V16

Observaciones de plano

Plano n°: 1 de: 1
 Formato: A3
 Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abreviarlo. El título original es: Garra multifunción de un brazo robot (GARRA)

1	1	ZZ00PB0999	424.19.49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
Dibujado	8/8/2019	Daniel Uldeomlins	 ESCUOLA UNIVERSITARIA POLITECNICA La Almunia de D ^a Godina -ZARAGOZA-	Nº P.: 424.19.49.4 Nº O.: 424.19.49 Nom.Ar.: Plano ZZ00PB0999.idw
Comprobado	16/9/2019	Tribunal		
Idem.s.normas		ISO-EN-UNE		
ESCALA	GARRA			
1:2	ZZ00PB0999			




Observaciones Generales

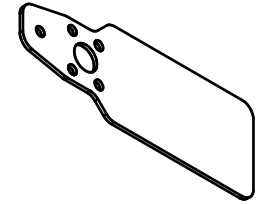
Proyecto: Proyecto fin de grado
 Palabras clave: Palabras clave **
 Empresa: Empresa **
 Estado del proyecto: En curso
 Versión: V17

Observaciones de plano

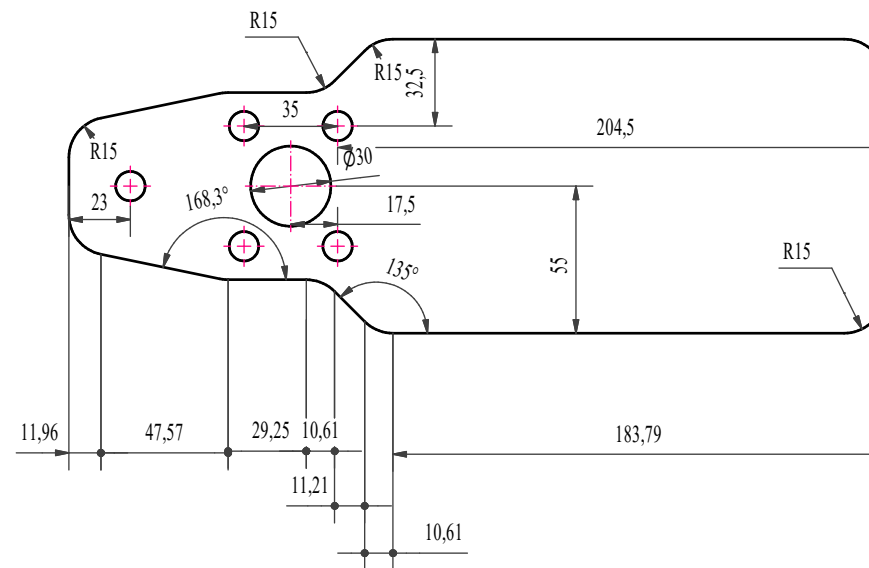
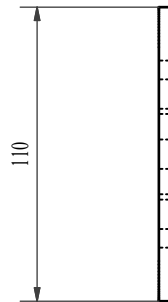
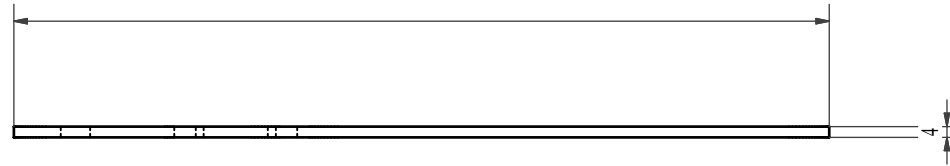
Plano n°: 1 de: 1
 Formato: A3
 Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abrebriarlo. El título original es:
 Garra multifunción de un brazo robot
 (GARRA)

1	1	ZZ00PB0179	424.19.49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
Dibujado	8/8/2019	Daniel Ulldemolins	 ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA La Almunia de D' Godina -ZARAGOZA-	Nº P.: 424.19.49.5 Nº O.: 424.19.49 Nom.Ar.: Plano ZZ00PB0179.idw
Comprobado	16/9/2019	Tribunal		
Idem.s.normas		ISO-EN-UNE		
ESCALA	GARRA			
1:2	ZZ00BP179			

N10 Laser



305



1	1	ZZ00PB0021- Todos los agujeros son pasantes	424.19.49.1	Genérico
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES

Observaciones Generales
Proyecto: Proyecto fin de grado
Palabras clave:
Empresa:
Estado del proyecto: En curso
Versión: V10

Observaciones de plano
Plano n°: 1 de: 1
Formato: A3
Coment: El título del proyecto es demasiado extenso y se a optado por abrebiarlo. El título original es: Garra multifunción de un brazo robot (GARRA)

Dibujado	9/8/2019	Daniel Ulldemolins
Comprobado	16/9/2019	Tribunal
Idem.s.normas		ISO-EN-UNE
ESCALA	GARRA	
1:2	ZZ00PB0021	

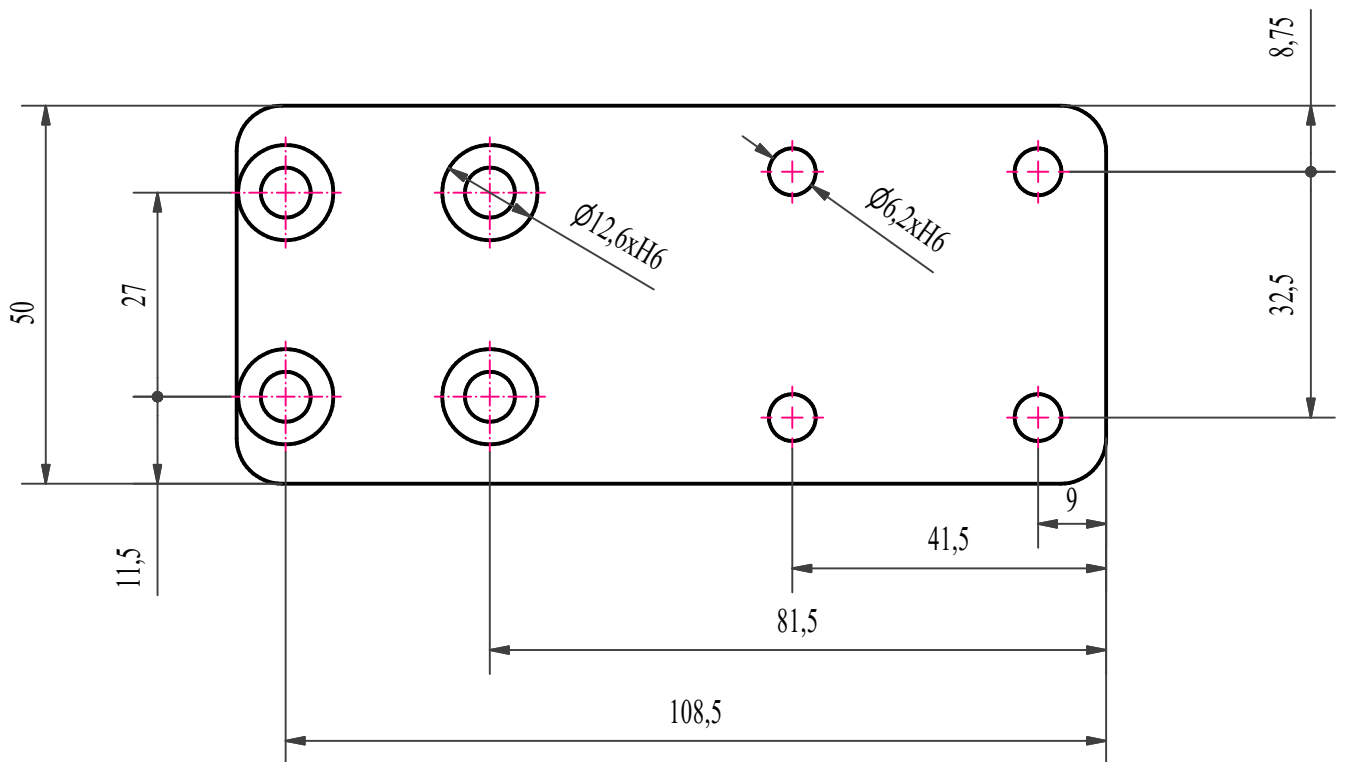
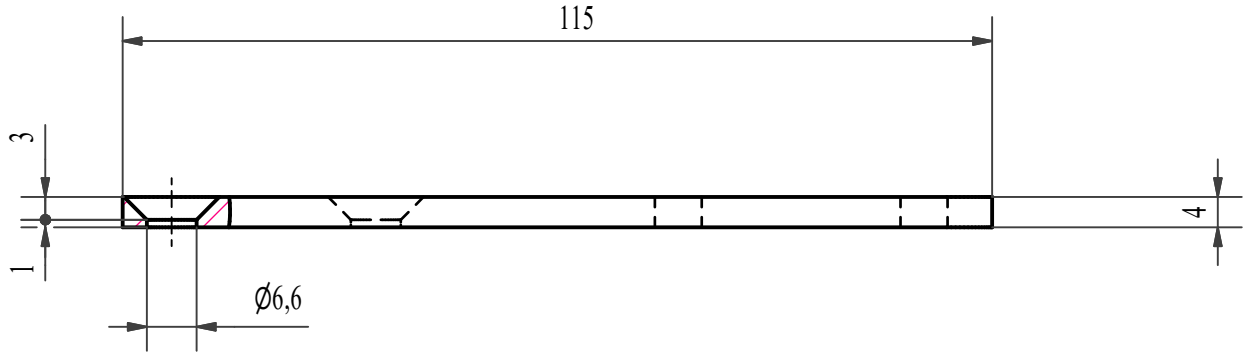



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA
 La Almunia de D^a Godina -ZARAGOZA-

Nº P.: 424.19.49.6
Nº O.: 424.19.49
Nom.Ar.: Plano ZZ00PB0021.idw

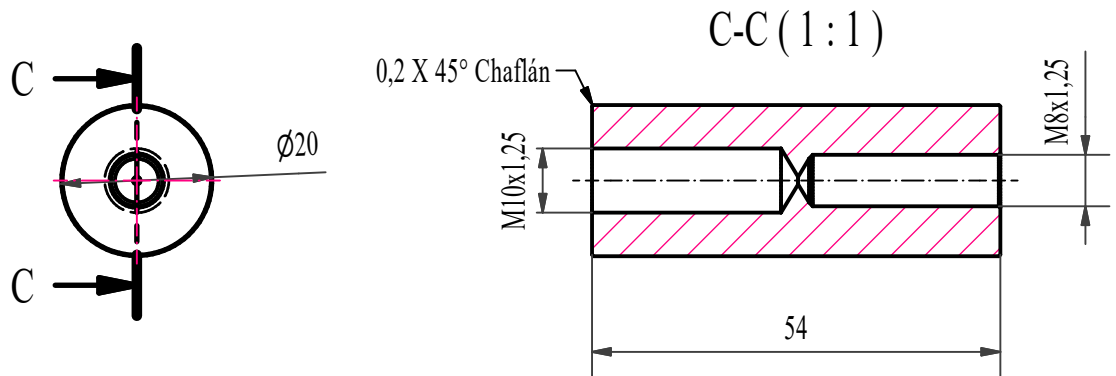
LASER

N10



1	1	ZZ00PBG101- Todos los agujeros son pasantes	424. 19 . 49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
Dibujado	Fecha	Nombre	 eupla ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA La Almunia de D ^a Godina -ZARAGOZA-	
Comprobado	5/8/2019	Daniel Ulldemolins		
Idem.s.normas	16/9/2019	Tribunal		
ESCALA		GARRA	Nº P.:	424. 19 . 49.7
1:1		ZZ00PBG101	Nº O.:	424. 19 . 49
			Nom.Ar.:	Plano ZZ00PBG101.idw

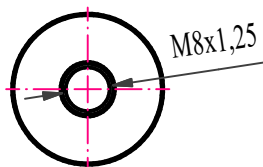
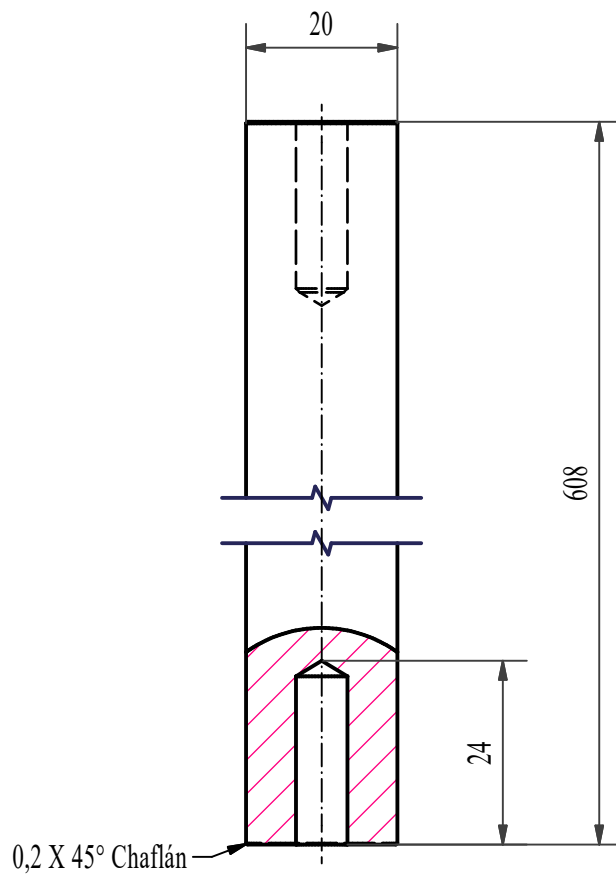
N10 Torno/Fresa



1	1	ZZ00PB0026	424. 19 . 49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
	Fecha	Nombre		
Dibujado	15/8/2019	Daniel Ulldemolins		
Comprobado	16/9/2019	Tribunal		
Idem.s.normas		ISO-EN-UNE		
ESCALA	GARRA		Nº P.:	424. 19 . 49.8
1:1	ZZ00PB0026		Nº O.:	424. 19 . 49
			Nom.Ar.:	Plano ZZ00PB0026.idw

Torno-Fresa

N8



1	1	ZZ00PB0022	424. 19 . 49.1	Acero inoxidable, 440C
MARCA	CTDAD	DENOMINACIÓN Y CARACTERISTICAS	Nº PLANO / ABRE. NORMA	MATERIAL/OBSERVACIONES
Dibujado	Fecha	Nombre		
Comprobado	16/8/2019	Daniel Ulldemolins		
Idem.s.normas	16/9/2019	Tribunal		
		ISO-EN-UNE		
ESCALA	GARRA		Nº P.:	424. 19 . 49.9
1:1	ZZ00PB0022		Nº O.:	424. 19 . 49
			Nom.Ar.:	Plano ZZ00PB0022.idw