



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

---

---

1. MEMORIA.....	7
2. PLIEGO DE CONDICIONES .....	43
3. PRESUPUESTOS .....	57
3. PLANOS .....	69
4. ANEXOS .....	85
5. BIBLIOGRAFÍA .....	108

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa Horchata S.L.**

## ÍNDICE GENERAL

---

---

1	MEMORIA.....	7
	1.1.-Hoja de Identificación .....	12
	1.2.-Objeto del proyecto .....	13
	1.3.-Alcance.....	13
	1.4.-Antecedentes .....	14
	1.4.1.-Motivación .....	14
	1.4.2.-Tareas a realizar .....	14
	1.4.3.-Descripción del Proceso de Fabricación de la Horchata .....	14
	1.5.-Proceso a automatizar .....	15
	1.6.-Requisitos de Diseño.....	15
	1.6.1.-Criterios económicos .....	15
	1.6.2.-Utilización del equipo adquirido previamente por la empresa .....	15
	1.6.3.-Asegurarse que todos los sensores y actuadores están conecta .....	16
	1.6.4.-Asegurarse de que se ha introducido la chufa en el depósito principal.....	16
	1.6.5.-Verter la cantidad de agua adecuada .....	16
	1.6.6.-Verter la cantidad de desinfectante adecuado.....	16
	1.6.7.-Cebbar correctamente la prensa desde el depósito intermedio y el tornillo sin-fin .....	17
	1.6.8.-Función de paro del proceso en cualquier instante .....	17
	1.6.9.-Función de paro del proceso automática si se detecta alguna anomalía.....	17
	1.7.-Estudio de Alternativas .....	17
	1.7.2.-Tipo de lógica .....	19
	1.7.3.-Electroválvulas .....	20

## Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.

### Índice General

1.7.4.-Sensores .....	21
1.7.5.- Bomba hidráulica .....	24
1.7.6.-Elementos para inducir movimiento.....	24
1.8.-Elección de Equipo .....	25
1.8.1.-Autómata programable.....	25
1.8.2.-Tipo de lógica .....	25
1.8.3.-Elementos de regulación.....	25
1.8.4.-Sensores .....	29
1.8.5.-Tendido de cable.....	31
1.8.6.-Accionadores.....	31
1.7.7.- Elemento des del sistema neumático de regulación y asociados.....	33
1.8.8.- Selección de equipo para instalación eléctrica .....	35
1.9.-Programación.....	36
1.9.1.-Jerarquía del sistema principal .....	36
1.9.2.-Variables de Entrada y Salida.....	39
1.9.3.-Evolución de las distintas entradas y salidas en la evolución de la programación mediante simulación .....	40
1.9.4.- Explicación proceso de simulación .....	41
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	43
2.1.-Introducción al Pliego de Condiciones.....	46
2.2.-Pliego de Condiciones Generales.....	46
2.1.2.-Términos y definiciones según la Norma ISO 12100:2010 .....	46
2.2.2.-Normativa referente a la automatización.....	49
2.2.3.-Reglamento instalación Baja Tensión .....	54
2.2.4.-Medidas y métodos de resguardo .....	55
2.2.5.-Reglamentos y normas de ejecución .....	55

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Índice General

2.3.-PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....	55
3.PRESUPUESTOS .....	57
3.1.- Cuadro de Precios 1: Mano de Obra .....	60
3.2.- Cuadro de Precios 2: Materiales .....	60
3.3.- Cuadro de Precios 3: Precios Unitarios .....	63
3.4.- Cuadro de Precios 4: Precios Descompuestos .....	63
3.5.- Cuadro de Precios 5: Presupuesto de Ejecución Material .....	66
3.6.- Cuadro de Precios 6: Presupuesto de Ejecución por Contrata .....	67
3.7.- Cuadro de Precios 7: Presupuesto Base de Licitación .....	67
3. PLANOS.....	69
PLANO I: Grafset para la automatización.....	72
PLANO II: Instalación Electro-Neumática .....	78
PLANO III: Plano instalación Baja Tensión .....	81
ANEXO IV: Plano Estructural .....	83
4. ANEXOS .....	85
ANEXO I: Cálculos para selección de equipo.....	88
ANEXO II: Cálculo instalación Baja Tensión.....	100
ANEXO III: Diagrama de Estado de I/O del Sistema .....	108
5. BIBLIOGRAFÍA .....	108



# **Diseño de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

## **1.MEMORIA**



## ÍNDICE DE LA MEMORIA

---

---

1.1.-Hoja de Identificación .....	12
1.2.-Objeto del proyecto .....	13
1.3.-Alcance .....	13
1.4.-Antecedentes .....	14
1.4.1.-Motivación .....	14
1.4.2.-Tareas a realizar .....	14
1.4.3.-Descripción del Proceso de Fabricación de la Horchata .....	14
1.5.-Proceso a automatizar .....	15
1.6.-Requisitos de Diseño .....	15
1.6.1.-Criterios económicos.....	15
1.6.2.-Utilización del equipo adquirido previamente por la empresa.....	15
1.6.3.-Asegurarse que todos los sensores y actuadores están conecta ..	16
1.6.4.-Asegurarse de que se ha introducido la chufa en el depósito principal .....	16
1.6.5.-Verter la cantidad de agua adecuada .....	16
1.6.6.-Verter la cantidad de desinfectante adecuado.....	16

1.6.7.-Cebiar correctamente la prensa desde el depósito intermedio y el tornillo sin-fin.....	17
1.6.8.-Función de paro del proceso en cualquier instante.....	17
1.6.9.-Función de paro del proceso automática si se detecta alguna anomalía .....	17
1.7.-Estudio de Alternativas .....	17
1.7.2.-Tipo de lógica .....	19
1.7.3.-Electroválvulas .....	20
1.7.4.-Sensores.....	21
1.7.5.- Bomba hidráulica .....	24
1.7.6.-Elementos para inducir movimiento .....	24
1.8.-Elección de Equipo .....	25
1.8.1.-Autómata programable.....	25
1.8.2.-Tipo de lógica .....	25
1.8.3.-Elementos de regulación.....	25
1.8.4.-Sensores.....	29
1.8.5.-Tendido de cable.....	31
1.8.6.-Accionadores .....	31
1.7.7.- Elemento des del sistema neumático de regulación y asociados.	33
1.8.8.- Selección de equipo para instalación eléctrica .....	35

1.9.-Programación.....	36
1.9.1.-Jerarquía del sistema principal.....	36
1.9.2.-Variables de Entrada y Salida .....	39
1.9.3.-Evolución de las distintas entradas y salidas en la evolución de la programación mediante simulación.....	40
1.9.4.- Explicación proceso de simulación .....	41

## **1.1.-Hoja de Identificación**

Título del proyecto: “Diseño y Automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio”

### **Emplazamiento:**

El proceso que se desea automatizar se encuentra en las instalaciones que la empresa Horchatas L’Horta posee en la calle 209 del polígono industrial Virgen de los Dolores perteneciente al término municipal de Moncada.

### **Empresa:**

Nombre: Horchatas L’Horta S.L.

Representantes de la Empresa: Sr. José Ramón

Dirección de la Planta: Calle 209 (PI Virgen de los Dolores,6) 46113 Moncada-Valencia

Autores del Proyecto: Ignacio Moreno Cervera (Ámbito de Automatización y Diseño)  
Ana Blanco Hernández (Ámbito de diseño estructural)

### **Universidad Politécnica de Valencia:**

Tutor del Trabajo Fin de Grado: Óscar Trull Domínguez

Cotutor del Trabajo Fin de Grado: Ángel Peiró Signes

## **1.2.-Objeto del proyecto**

El objeto de este proyecto es el de definir, calcular y elegir los componentes necesarios para la automatización de un equipo transfer. Además, integrarlos todos con una programación adecuada para que actúen de forma automática.

La empresa Horchatas L'Horta S.L. ubicada en Moncada (Valencia) se encarga de la producción y distribución de la popular bebida autóctona de Valencia, la Horchata.

## **1.3.-Alcance**

La automatización del equipo transfer y la de los procesos que se llevan a cabo en el depósito principal forman unos subprocesos dentro del conjunto de elaboración de Horchata. Mismamente, el alcance se circunscribe dentro del apartado de automatización y selección de componentes eléctricos (motores, válvulas, sensores, cableado) indispensables para que el proyecto sea realizable.

A partir de los equipos y maquinaria, materiales e instalaciones que posee la planta industrial de la empresa Horchatas L'Horta, así como el proceso de fabricación de Horchata y las distintas condiciones, restricciones y variables asociadas a este, las tareas a desarrollar quedan expuestas a continuación:

- Estudio del proceso productivo a automatizar y obtención de información de métodos y procedimientos empleados por la empresa además de los objetivos y restricciones demandadas por la misma.
- Estudio de las diferentes soluciones a establecer con el fin de lograr los objetivos acordados junto con el análisis y elección de aquellas que más se amolden a los criterios del cliente.
- Análisis y posterior elección de los equipos necesarios para elaborar el proyecto.
- Disposición y distribución de dichos equipos en planos de la instalación según lo expuesto en la parte mecánica del proyecto incluyendo válvulas, setas de emergencia, PLC, sensores y actuadores.
- Programación del PLC con software adecuado.

## **1.4.-Antecedentes**

### **1.4.1.-Motivación**

En cuarto curso del grado en tecnologías industriales se exige al alumno la realización de un trabajo autónomo, pero tutorizado. La elección de este Trabajo Fin de Grado fue motivada por la idea de automatizar un proceso real y dirigido a la implantación en una empresa lo que adquiere un trabajo de campo que me pareció interesante y novedoso.

### **1.4.2.-Tareas a realizar**

Cómo se ha destacado anteriormente las dos tareas fundamentales que se van a desarrollar en este documento son:

La programación para la automatización del proceso industrial del equipo transfer para la elaboración de horchata.

La selección de los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso relacionados con la parte automática.

Disposición del equipo elegido.

### **1.4.3.-Descripción del Proceso de Fabricación de la Horchata**

Como es sabido la Horchata es una bebida refrescante altamente arraigada en la Comunidad Valenciana – sobre todo por el clima templado que posibilita su cultivo- que procede de un tubérculo llamado Chufa. Al ser una planta que crece bajo tierra, la etapa de higienización adquiere más relevancia si cabe.

Dado que vamos a implementar un automatismo para una determinada etapa del proceso de elaboración, conviene incidir en el proceso de fabricación de la Horchata, aunque sea sólo de forma resumida.

Las etapas son las siguientes:

La selección de los granos de Horchata mediante un proceso de flotación con un 25% de cloruro sódico (sales). Los tubérculos con menor densidad, se consideran dañados, entonces, flotan y se excluyen. Recalcar que la empresa recibe los sacos con granos de chufa y estos están en perfectas condiciones de ser vertidos en el depósito principal.

Primero, se realiza la hidratación de la chufa con, únicamente, agua potable. La finalidad es que los granos de chufa adquieran volumen y gracias a esto podemos luego lavarla correctamente y eliminar la tierra que lleva dentro. También nos facilitará el poder prensarla y obtener mayor cantidad de horchata. Combinación del agua absorbida y de la propia sustancia que contiene la chufa.

En el mismo depósito se realiza el segundo proceso, de lavado-higienización con una solución de cloro (2%) a la vez que se agita (un eje con varias palas girando a velocidad de 50 rpm). Se realiza un lavado con una duración de 30 minutos.

La tercera etapa es la de lavado en la que se realizan tres lavados de 10 minutos cada uno para rehidratar la chufa y quitarle el cloro y sustancias areniscas que aún pudiera tener. Tras este proceso los granos de chufa ya están en condiciones ideales para producir horchata.

La cuarta etapa es la de trituración en una torva. El producto intermedio obtenido tiene un carácter mucho más espeso y más marrón que el producto final.

La etapa de prensado, quinta etapa, con agitación es aquella en la que se separa la pulpa y se extrae la horchata. La prensa tiene en su interior unas paletas basculantes de nylon, que van barriendo la superficie interna del cilindro perforado al mismo tiempo que el residuo o pulpa queda sobre las paredes del cilindro, así mismo se dosifica agua en forma de ducha. Por la parte inferior cae la horchata líquida, previo proceso de tamizado y azucarado (este último si es necesario), y en el depósito se queda la pulpa. La empresa con la que trabajamos, Horchatas L'horta SL, emplea un proceso de recirculación de la pulpa de forma que se prensa dos veces para poder, de esta forma, darle más sabor.

Finalmente, dado que es un producto natural y debe guardar medidas higiénicas muy estrictas, para conservarla ha de almacenarse a una temperatura de 2°C de forma que se evita la proliferación de gérmenes.

## **1.5.-Proceso a automatizar**

No se va a automatizar y diseñar todo el proceso de la horchata, solamente aquellos descritos a continuación.

En un depósito de grandes dimensiones, denotándolo como depósito principal, se introducirá la chufa que será sometida a un proceso de hidratado, lavado y desinfección. Todo esto mientras se agita mediante aspas. El proceso de lavado requiere de varios enjuagues con agua.

Una vez efectuados se diseñará un conducto que lleve la chufa, con granos hinchados al haber absorbido agua de las etapas anteriores, a un depósito intermedio donde un tornillo sin-fin, movido por un motor, elevará la chufa hacia la etapa de prensado.

## **1.6.-Requisitos de Diseño**

En este apartado se describirá una lista de los equipos a utilizar y sus características. Centrándonos en todo momento en aquellos relacionados con la etapa del proceso que nos ocupa y con los elementos referidos a la automatización:

### **1.6.1.-Criterios económicos**

Al estar tratando de mejorar la productividad de una pequeña o mediana empresa mediante la automatización de un proceso hay que destacar que la inversión debe ser aceptable ya que la rentabilidad a corto o medio plazo es obligatoria.

### **1.6.2.-Utilización del equipo adquirido previamente por la empresa**

Las magnitudes de estos equipos son las que nos condicionarán en cierta manera la automatización del proceso. Entre el equipamiento tenemos:

- Depósito principal donde se efectuará la hidratación, la higienización y el lavado de 1000 litros de capacidad. Dicho depósito será llenado con 500 kg de granos de chufa y 600 litros de agua. Además, un 2% del total de agua será necesaria para desinfectar la horchata.
- Depósito intermedio con capacidad para 50 kilogramos. Esto implica que deberemos hacer varias tandas de extracción de chufa desde el depósito principal al secundario.
- Tornillo sin-fin como mecanismo para elevar la chufa hinchada del depósito intermedio y alimentar la tolva y prensadora.

### **1.6.3.-Asegurarse que todos los sensores y actuadores están conectados**

Para esto necesitaremos sensores que detecten que sobre los motores y sensores está circulando corriente. Hay una seguridad manifiesta del correcto el funcionamiento posterior del proceso. El usuario sólo podrá dar inicio una vez todos los elementos del sistema estén conectados.

Esta función se le facilitará mediante leds que se iluminarán cuando cada sensor o actuador esté activo y otro indicándole la señal de “ready”.

### **1.6.4.-Asegurarse de que se ha introducido la chufa en el depósito principal**

El vertido de la chufa se hace manualmente. Era condición indispensable, no sólo asegurarse de que se ha introducido chufa, si no que se ha introducido la cantidad adecuada.

Dos soluciones hay para abordar el problema:

- La primera sería mediante un sensor de nivel. Calculando el volumen ocupado por un kilogramo de chufa y obteniendo las dimensiones del depósito principal usado por la empresa es sencillo obtener la altura hasta donde se deberían introducir los granos para colocar el sensor. Pese a esto, dado que hablamos de un sólido, los granos se pueden depositar de forma irregular en depósito y podría dar lugar a fallos.
- Dado que la magnitud a medir es el peso, la opción de colocar sensores de peso tarados en las patas del depósito es una opción más viable y es la que finalmente se ha escogido.

### **1.6.5.-Verter la cantidad de agua adecuada**

Para abordar esta situación también tenemos distintas soluciones:

- La cantidad de agua a introducir es sabida y la altura que ocupará también. También podemos estimar el volumen y con ello la altura a la que llegará la chufa. Por consiguiente, podemos usar sensores de nivel que nos envíen una señal digital cuando llegue el depósito a cierta altura.  
Destacar que hay que tener en cuenta un margen de seguridad y estimar el volumen de las palas rotatorias para aumentar la precisión.
- La otra opción es el uso de un caudalímetro. Opción desechada por su mayor coste y la no necesidad de obtener tanta precisión del agua introducida ya que será desechada posteriormente. Aproximando, sería suficiente con que la capa de agua cubra los granos de chufa.

### **1.6.6.-Verter la cantidad de desinfectante adecuado**

Por lo que respecta al desinfectante hay varias opciones de abordar el problema:

- Haciendo uso de un caudalímetro. Opción aquí descartada únicamente por temas económicos.
- Instalando un sensor de nivel en el depósito. El problema encontrado es que el poco aumento en la altura del fluido en el depósito podría dar lugar a errores, ya que es un 2% de 600 litros.
- La opción seleccionada es la de instalar un temporizador en la programación del PLC. Debido a que el volumen de desinfectante a verter es constante, sabemos la bomba que vamos a usar para impulsar la disolución con cloro y con las dimensiones en los conductos podemos saber el caudal y con ello el tiempo que la electroválvula debe permanecer abierta. Solución de programación y económica.

### **1.6.7.-Cebbar correctamente la prensa desde el depósito intermedio y el tornillo sin-fin**

Como se ha comentado, el depósito intermedio es significativamente más pequeño que el principal, luego habrá que hacer tandas para poder ir alimentando el tornillo sin-fin. Tandas de 50 kilogramos controladas mediante sensores de peso.

### **1.6.8.-Función de paro del proceso en cualquier instante**

La función de paro manual irá asociada a la pulsación de un botón cuyo fin es exclusivamente este. Botón que deberá estar resguardado para que no se haga uso de él de forma involuntaria. Dado que el proceso es continuo, no se puede reiniciar, lo que la función paro será una función de congelación el proceso.

### **1.6.9.-Función de paro del proceso automática si se detecta alguna anomalía**

Hay dos anomalías contempladas.

- La primera sería si la temperatura aumenta, en la sala, de 15°C. Como hemos dicho el proceso de la horchata es crítico, la horchata es una bebida natural procedente de un tubérculo, desde el punto de vista higiénico de forma que la normativa marca la temperatura a la que se debe realizar el proceso. De esta forma es recomendable un buen aislamiento de la sala con el fin de que no proliferen gérmenes. Si se rebasase una determinada temperatura el proceso se pararía y saltaría una señal de alarma. A esto hay que añadir que dicha bebida se produce en mayor cantidad a finales de primavera, verano y principios de otoño donde, según la AEMET, la temperatura mensual de las temperaturas máximas diarias puede llegar a los 31 grados centígrados.
- La segunda ocurre si se atasca el desagüe de aguas residuales del depósito principal. Debería pararse el proceso e indicarlo de alguna forma. Esto se realiza controlando la duración de una etapa. Esto se realiza porque en el depósito principal van a estar en contacto granos de chufa, que, pese a que hidratados flotan, se puede llegar a obstruir el conducto por el que el agua sucia el lavado, la hidratación y la desinfección debe ser retirada.

## **1.7.-Estudio de Alternativas**

En este apartado se van a intentar abordar distintas soluciones para cada uno de los elementos que componen el proceso a automatizar de forma que se valorarán ventajas e inconvenientes.

### **1.7.1.-Elementos de Control**

Se va a proceder a clasificar los elementos de control disponibles para monitorizar los controladores y actuadores.

### I. Microcontrolador

Es un circuito integrado que se puede programar. Formado por una unidad central de proceso (CPU), memorias volátiles de lectura y escritura (RAM), memorias de sólo lectura no volátiles (ROM) y entradas/salidas.

Se caracterizan por su complejidad para ser programados ya que usan lenguajes de bajo nivel como C y ensamblador a través de un ordenador personal con un software de programación y un compilador. Esto prácticamente lo imposibilita cuando se trabaja con gran cantidad de sensores y actuadores.

La ventaja más reseñable es su bajo costo. Cuentan con gran cantidad de temporizadores y convertidores. El tamaño es mucho más reducido y el consumo también.

### II. Autómata programable

Es un equipo electrónico programable en lenguaje no informático diseñado para controlar en tiempo real e industrial procesos secuenciales. Se consideran microcontroladores, pero con un sistema operativo incluido que te permite programar en lenguaje de alto nivel.

La ventaja fundamental es la facilidad de programación respecto a los microcontroladores que, además, se puede realizar desde distintas plataformas. Permite una monitorización directa del proceso y el control de varias máquinas al mismo tiempo. Bajo coste de mantenimiento e instalación sumando a alta fiabilidad.

La desventaja principal es el tamaño, el costo y el requerimiento de energía. Esto lo imposibilitan para tareas sencillas.

Las dos grandes familias de autómatas son:

PLCs compactos: Entradas y salidas limitadas sin admitir expansiones. Los distintos elementos que lo conforman se presentan juntos en un solo bloque.

PLCs modulares: Te proporcionan la posibilidad de añadir entradas y salidas y expandir su memoria. Los elementos como fuentes de alimentación, CPU, memoria de programación... se encuentran en módulos independientes.

### III. Ordenador con placa de adquisición de datos

Se trata de tomar un conjunto de magnitudes físicas convertidas a tensiones eléctricas para que puedan ser usadas por un ordenador.

Esta opción posibilita una mayor capacidad y posibilidad de incluir un interfaz de usuario para una mejor comunicación con el proceso. Conexión sencilla con los distintos dispositivos del sistema.

Es menos fiable que los dos anteriores y la complejidad de la programación es más elevada que con un autómata programable. Requieren de mucho espacio.

## **1.7.2.-Tipo de lógica**

### **I. Lógica cableada**

Se basa en circuitos cableados formados por distintos elementos electromecánicos como relés contadores, relés de potencia, válvulas, dispositivos neumáticos. Requieren elementos de protección tales como interruptores magnetotérmicos, variadores de frecuencia, guardamotores y diferenciales.

Ampliamente presente en el terreno donde se requiera seguridad y en automatismo concretos y pequeñas instalaciones al ser caros, poca versatilidad y adaptabilidad, requerimiento de espacio.

### **II. Lógica programada**

Se usan PLCs en lugar de circuitos cableados.

Se caracteriza por ser versátil ya que permite realizar cambios únicamente programando y sin necesidad de sustituir o modificar elementos eléctricos.

Cada fabricante usa una nomenclatura y un software específico para ello de forma que tenemos los siguientes lenguajes:

#### **Lenguaje literal**

##### **Lista de instrucciones (IL):**

Trata de elaborar instrucciones haciendo uso de operadores booleanos. Muy versátil, aunque lenguaje poco intuitivo y especializado.

##### **Texto estructurado (ST):**

Lenguaje de alto nivel que requiere de una mayor experiencia que los demás. Apropia para aplicaciones que involucran manipulación de datos, ordenamiento computacional y aplicaciones matemáticas que utilizan valores de punto flotante. En alza en sectores como inteligencia artificial, toma de decisiones, lógica difusa...

#### **Lenguaje gráfico**

##### **Diagrama de contactos (LD):**

Es un lenguaje de programación gráfico muy popular debido a que están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes. Está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos con lo que es fácil adaptarse a este tipo de programación. La interpretación es dificultosa de modo que la complejidad aumenta.

##### **Diagrama de funciones (FBD):**

Permite al usuario programar elementos que aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico utilizando símbolos lógicos para representar al bloque de función. Es práctico para aquellos acostumbrados a trabajar con circuitos de puertas lógicas ya que emplean simbología similar.

Permite al usuario crear sus propios bloques funcionales.

### Bloques de función secuenciales (SFC):

Representación diagramática e intuitiva ya que es similar a un diagrama de flujo. Útil en control secuencial, es decir, donde un programa fluye de un punto a otro mientras una serie de condiciones impuestas se van cumpliendo. Para elaborar subrutinas y subprogramas se combina con otros tipos de lenguaje y este está diseñado como una estructura organizacional que coordina los otros lenguajes. Operan de forma muy similar al SFC.

Tiene restricciones como la no inclusión de dicho lenguaje en diversos autómatas.

### **1.7.3.-Electroválvulas**

Las electroválvulas que vamos a usar van a contar sólo con dos posiciones: de apertura y cierre. Es decir, vamos a emplear válvulas de todo/nada.

El proceso requiere de la selección de tres válvulas: para regular la entrada de desinfectante, para regular la entrada de agua en el depósito y una última para la evacuación del agua residual. En el mercado se suelen usar para procesos industriales dos tipos de válvulas:

#### ➤ Válvulas de mariposa

Regulan la sección de paso del fluido mediante una placa; la cual cuando está cerrada se encuentra perpendicular al flujo y cuando está abierta paralela a la dirección del flujo.

Provoca una pérdida de la sección útil del conducto ocasionando una pérdida de carga local y reduciendo el flujo. El sellado suele ser peor que en otros tipos de válvulas y por ello son recomendadas en aplicaciones de baja presión. Son propensas a la cavitación lo que limita la temperatura de uso. No hay una linealidad entre el caudal circulante y el grado de apertura; situación que se agrava cuando el grado de apertura supera los 60°. Mayor par a aplicar para abrirlas y cerrarlas.

Entre las ventajas se encuentra su simpleza, compacta, ligera y bajo costo. Admiten una alta capacidad de caudal y requieren de un actuador pequeño.

#### ➤ Válvulas de bolas

La forma es la de una esfera perforada. Se encontrará abierta cuando las perforaciones de entrada y salida se encuentren paralelas al flujo y cerrada cuando las zonas no perforadas se encuentren en esta posición.

Entre las ventajas encontramos las bajas pérdidas de presión y la alta capacidad cuando están abiertas. Son robustas al cerrar y admiten presiones a la entrada mayores. La válvula aumenta muy poco la caída de presión en el sistema. Además, tienen un mantenimiento sencillo y rapidez de operación ya que para operar hay que aplicar poco par.

Como las anteriores tienen problemas de cavitación y problemas de flujo en aperturas intermedias. Requieren más espacio que otros sistemas y al cerrarse la válvula una parte del producto es encerrado en el hueco interior de la válvula.

#### ➤ Válvulas de globo

Funciona con un movimiento vertical de forma que cuando el tapón de la válvula está con contacto firme con el asiento está cerrada y cuando no la válvula está abierta.

En cuanto a los inconvenientes que presentan son las altas pérdidas de presión por el cambio de dirección del flujo. Requieren mantenimiento ya que el asiento se daña. Coste relativamente elevado.

Recomendada para regular y controlar el flujo; las hay con orificios múltiples. Produce buen sellado y se utiliza cuando la frecuencia de uso es muy alta ya que requieren de pocas vueltas para accionarlas.

➤ **Válvula de compuerta**

Similares a las válvulas de mariposa, pero en este caso el disco no gira, si no que sube y baja para obstruir la tubería.

Ofrecen más capacidad que las demás mencionadas y coste barato y funcionamiento sencillo. Baja pérdida de presión y son utilizados en fluidos con sólidos en suspensión o solución.

No son convenientes para estrangulamiento y para control de flujo ya que si la puerta está parcialmente abierta o cerrada y hay un flujo a gran velocidad puede causar daños. No se usan para operaciones frecuentes. Sello pobre.

Por otra parte, las electroválvulas pueden ser accionadas de dos formas distintas:

**Accionamiento eléctrico:** Se utiliza ampliamente cuando se trata de válvulas reguladoras de caudal, donde un sistema electromecánico formado por un émbolo, una armadura y un solenoide se encarga de la apertura o cierre de la misma. El solenoide crea un campo magnético, debido a la intensidad que circula por sus bobinas, que atrae a un émbolo o pistón que se desplaza.

**Accionamiento Neumático:** Requieren de una instalación neumática de forma que serán las válvulas neumáticas las que regulen la entrada de aire comprimido en el pistón de la válvula hidráulica. Las válvulas neumáticas son, evidentemente, controladas mediante electricidad.

#### **1.7.4.-Sensores**

El correcto funcionamiento automático del proceso requiere de ciertos sensores que capten distintas magnitudes físicas o alteraciones en el entorno útiles para que el sistema esté en todo momento controlado.

##### **1.7.4.1.-Sensores de peso**

Utilizaremos dos sensores de peso. El primero para asegurarnos la cantidad de vertido correcto de chufa el depósito principal y el segundo en el depósito intermedio para hacer correctamente las tandas de 50 kilogramos y alimentar la prensadora y la torva.

Nos encontramos ante varias posibilidades de sensores de peso:

➤ **Básculas con muelle elástico**

Se basan en la deformación elástica de un resorte que soporta la acción gravitatoria de una masa. Realmente miden el peso, pero dado que es proporcional a la masa por la gravedad se puede traducir fácilmente.

- Sensores de peso basados en galgas extensiométricas

Cuando un conductor eléctrico es deformado dentro de su límite de elasticidad esté cambia de dimensiones y aumenta, si se estira, o disminuye, si se comprime, la resistencia eléctrica. Midiendo la resistencia eléctrica de la galga, puede deducirse la magnitud del esfuerzo aplicado sobre el objeto.

Entre las ventajas se encuentra buena respuesta en frecuencia, con una disposición adecuada se compensa la temperatura, no son influidas por campos magnéticos y tienen tamaño pequeño. Existen una amplia variedad de tipos como las foto-eléctricas, de semiconductores...

Como inconvenientes se resaltan la sensibilidad a vibraciones, condiciones ambientales y señal de salida débil. Para umbrales pequeños la técnica de construcción es cara.

- Sensores piezoeléctricos

Cuando se ejerce una fuerza sobre un cierto material con características piezoeléctricas se forman cargas eléctricas capaces de dar una señal proporcional a la fuerza aplicada. Se usa cuarzo artificial como transductor. No requieren de alimentación de energía y tienen una muy alta frecuencia de respuesta de forma que se usan para mediciones dinámicas. Aptos para ambientes a alta temperatura.

- Sensores de peso basados en célula de carga hidráulica

Se crea una presión en un fluido, aceite, que puede leerse en un manómetro de Bourdon que refleja indirectamente la carga. Se componen distintas mediciones de cada célula de carga y se componen en una sola fuerza que es aplicada a un transductor de presión. La medida de presión se convierte a peso.

Sumergibles, inmunidad a problemas eléctricos están entre las ventajas de estas células. No precisan de energía externa. Se utilizan para pesar grandes cargas como camiones. De precio elevado son aptos para medir tensión o compresión y convenientes para el uso en atmósferas explosivas. De 50 a 20 toneladas de peso son capaces de medir.

- Sensores de peso neumáticos

El peso situado en la plataforma se compara con el esfuerzo ejercido por un diafragma alimentado a una presión de tarado ajustable. Es necesario precisar de instalación de aire comprimido. Son capaces de soportar cargas de hasta 10 toneladas.

#### 1.7.4.2.-Sensores de nivel

- Sensores por ultrasonidos

El sensor de ultrasonidos está compuesto por un receptor y un transmisor de forma que el primero emite una onda de frecuencia superior a la audible por el oído humano (20-40Hz) y el segundo capta la onda rebotada, onda eco, en el líquido midiendo el tiempo transcurrido entre estos dos instantes.

Las ventajas de este sensor es un fácil mantenimiento y que no es intrusivo. Sirve tanto para sólidos como para líquidos. Eso sí, resultan algo más caros que los sensores capacitivos

- Sensores capacitivos

Formado por una probeta de capacitancia que se introduce en el tanque. El líquido, se introduce entre los electrodos y actúa como un dieléctrico modificando el valor de la capacitancia que viene definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 X}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

Donde a y b son los valores de los radios interior y exterior de sus armaduras respectivamente. X es la altura introducida en agua.

Las ventajas de los sensores de nivel capacitivos son el poco mantenimiento que requieren y que son resistentes a la corrosión utilizando una probeta adecuada. Son usables para una gran gama de productos líquidos. Los inconvenientes es que son intrusivos, de forma que tienen que estar en contacto con el producto y, dado que en nuestro caso va a ser una mezcla de agua y granos de chufa en agitación, puede haber un deterioro del mismo.

#### 1.7.4.3.-Sensor de temperatura

El sensor de temperatura tendrá como fin controlar en todo momento la temperatura de la sala donde se lleva a cabo el proceso de elaboración de horchata. Es interesante un sensor que incorpore una pantalla con el valor de la temperatura para que el operario pueda leerla. Requeriremos de un elemento no muy caro puesto que no necesitamos de alta precisión.

##### ➤ Termopar

Un termopar consiste en diferentes materiales unidos en un extremo que constituye el punto de medición. Su calentamiento provoca una generación de tensión eléctrica proporcional a la temperatura de la habitación.

##### ➤ Termistor

Mide la variación de la resistividad de un semiconductor con la temperatura. Los hay que aumentan el transporte de portadores con la temperatura o viceversa. El problema de estos sensores de temperatura es su falta de linealidad lo que puede llevar a errores.

##### ➤ Sensor por infrarrojos

Son utilizados para medir la temperatura de objetos evitando el contacto con ellos. Normalmente en determinadas condiciones que hacen imposible acceder al elemento a medir debido a altas temperaturas, condiciones de toxicidad, objetos en movimiento...

Estos sensores disponen de una luz láser para apuntar a la superficie del objeto a medir. Luego, disponen de una serie de detectores que transforman la energía emitida por el objeto y la transforman en una señal eléctrica.

No son útiles para medir la temperatura en habitaciones.

### **1.7.5.- Bomba hidráulica**

Únicamente se va a seleccionar una bomba y esta va a ser para poder realizar el vertido del desinfectante. Esta bomba tendrá que trasegar pequeños caudales y vencer una altura pequeña. Para ello utilizaremos una bomba de diafragma dispuesta a la salida del depósito de agua clorada.

Dos de las principales ventajas de estas bombas son su resistencia a la corrosión y que no son necesario cebarlas para que funcionen. Son simples y fácilmente reemplazables, además de no requerir de un mantenimiento exhaustivo. Su versatilidad y la capacidad de regulación de la altura y caudal de regulación las hacen muy utilizadas en gran cantidad de ámbitos.

### **1.7.6.-Elementos para inducir movimiento**

Dos tipos de tecnologías son las planteadas para inducir movimiento: Motores o elementos neumáticos.

#### ➤ Motores asíncronos de corriente continua

Son máquinas que arrancan por sí mismas en cuanto circula una corriente por el inducido. La velocidad a la que gira la máquina está definida por la tensión continua de alimentación; si se mantiene constantes el flujo polar. Es una máquina recomendable para accionamientos industriales a velocidad variable, sin embargo, debido a los avances en electrónica, han ganado grandes terrenos los motores asíncronos alimentados a través de convertidores electrónicos.

#### ➤ De imanes permanente

Son más pequeños que los que le suceden. La inexistencia de bobinados estatóricos resulta una gran ventaja cuando la fuente de alimentación es una batería, trabajan fiablemente con bajas tensiones y el precio es bastante bajo con lo cual son ideales para utilizarlos como servomotores en aplicaciones generales de poca potencia (hasta unos 5 KW).

#### ➤ Con devanado en el estator

Al añadir un electroimán pueden dar más potencia que las anteriores, pero tiene peor rendimiento y es menos ligero.

#### ➤ Motores asíncronos de corriente alterna

Es un motor eléctrico robusto, sin problemas de arranque y que se puede conectar directamente a la red trifásica. No tiene problemas de estabilidad a someterlo a variaciones bruscas de carga. Además, la ausencia de escobillas y colector, únicos elementos de la máquina sometidos a fricción y desgaste, supone una de las grandes ventajas respecto a los de corriente continua.

El mayor problema radica en que para variar su velocidad dentro de un amplio margen y con un alto rendimiento, hay que modificar la frecuencia de alimentación lo que implica el acoplamiento de equipos electrónicos muy costosos.

#### ➤ Motores síncronos

Motores que, en su mayoría, se utilizan como generadores. Por el principio de reversibilidad de la máquina eléctrica generadora pueden actuar como motor, pero con limitaciones como la dificultad de arranque y problemas de estabilidad.

## **1.8.-Elección de Equipo**

Se procede a la selección de la alternativa que más se amolda, de las propuestas en cada subapartado del punto 1.7, a ciertos criterios que llevan a la consecución eficiente de los objetivos marcados.

### **1.8.1.-Autómata programable**

El autómata requerido será aquel que se ajuste adecuadamente a las exigencias de número de entradas y salida y precio. La escalabilidad también será un aspecto a tener en cuenta dado que podemos querer automatizar las demás partes del proceso de elaborado de la horchata; luego el poder ampliar el rango de E/S y hacer que el PLC tenga suficiente potencia para ello es relevante.

El sistema debe responder ante 13 entradas digitales y 13 salidas digitales.

Salvo estas anotaciones no se va a proceder a elegir un equipo concreto pues eso correrá a cargo de los técnicos que se dediquen a realizar la instalación a partir de los diagramas Grafcet proporcionados.

### **1.8.2.-Tipo de lógica**

Por su rasgo esquemático y manejable frente a los demás tipos de lógica, además de encontrarse disponible en el programa Fluidsim, la programación mediante Grafcet será la usada para simular el proceso, aunque, dicha programación, deberá ser traducida a aquella que se ajuste más según el tipo de autómata que se haya elegido implementar.

### **1.8.3.-Elementos de regulación**

En este apartado se van a selección los elementos de regulación. Entre ellos se incluyen: La electroválvula de bolas usada para la regulación del vertido de agua en el depósito principal; el sistema de desinfección integrado por una electroválvula de bolas y una bomba de diafragma; el sistema de evacuación de granos de chufa hidratados compuesto por un cilindro neumático alimentado por aire a presión suministrado por un compresor; una electroválvula de mariposa para la evacuación de aguas residuales del depósito principal (usada para el lavado) y otra electroválvula de bolas para la regulación del agua sanitaria que se ha de introducir en el depósito.

#### **1.8.3.1.- Sistema de evacuación de granos de chufa hidratados**

##### **A. Cilindro neumático**

Dicho cilindro se utilizará para abrir y cerrar la “compuerta” situada en la parte inferior del depósito por donde los granos de chufa hidratados se deben evacuar hacia la canalización. El

correcto sellamiento es de vital importancia ya que debe soportar la fuerza generada por el fluido y los granos de chufa.

Según los cálculos a consultar en el Anexo (cálculos sección VI) se procede a seleccionar el dispositivo más adecuado. Hay que tener en cuenta que presión en el interior del cilindro neumático debe ser algo mayor que la calculada y esto es debido a que durante el proceso de agitación se incrementa la fuerza sobre la compuerta.

Se elegirá un pistón ISO 15552 de doble efecto de la serie C96. Se ha seleccionado del catálogo CAT.EUS20-204B-ES de la compañía SMC-corporation.

**Características técnicas**

Diámetro (mm)	32	40	50	63	80	100	125
Funcionamiento	Doble efecto						
Fluido	Aire						
Presión de prueba	15 bar						
Presión máx. de trabajo	10 bar						
Presión mín. de trabajo	0.5 bar						
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detección: -20 a 70°C* Con detección: -10 a 60°C*						
Lubricación	No necesaria						
Velocidad del émbolo	De 50 a 1.000 mm/s					De 50 a 700 mm/s	
Tolerancia de carrera admisible	Hasta 250 carreras: <sup>+1,0</sup> / <sub>0</sub> , 251 a 1000 carreras: <sup>+1,4</sup> / <sub>0</sub> , 1001 a 1500 carreras: <sup>+1,8</sup> / <sub>0</sub> , 1501 a 2000 carreras: <sup>+2,2</sup> / <sub>0</sub>						
Amortiguación	Ambos extremos (amortiguación neumática)						
Tamaño de conexión	G 1/8	G 1/4	G 1/4	G 3/8	G 3/8	G 1/2	G 1/2
Montaje	Modelo básico, escuadra, brida de la culata anterior, brida de la culata posterior, fijación oscilante macho, fijación oscilante hembra, muñón central						

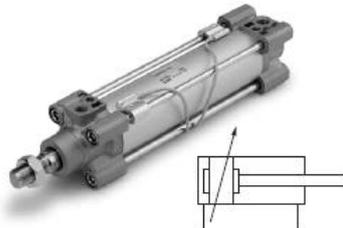


Figure 1

\* Evitar la formación de condensados a bajas temperaturas usando aire suficientemente seco.

Table 1: Características técnicas del cilindro neumático

En concreto, como la fuerza requerida no es muy grande se ha elegido el de diámetro 32 y 50mm de carrera máxima, aunque la útil es algo menor cómo se expone en el Anexo (cálculos sección VI).

### **Carrera estándar**

Diámetro (mm)	Carrera estándar (mm)	Carrera máx. *	
		Vástago simple	Vástago doble
32	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500	1000	
40	25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500		

Table 2: Carreras estándar del cilindro neumático

### **Fuerza teórica**



Diám. (mm)	Diámetro del vástago (mm)	Sentido de movimiento	Área efectiva (mm <sup>2</sup> )	Presión de trabajo (MPa)								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
32	12	SALIDA	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		ENTRADA	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	SALIDA	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257
		ENTRADA	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056

Table 3: Fuerza teórica de los cilindros neumáticos

Cómo se ha elegido de 6 bar, nos proporciona una fuerza de 482 N. Suficiente para contener la trampilla cuando se efectúa el lavado y está activo el proceso de agitación. (Consultar Anexo cálculo sección VI).

#### B. Compresor

Es evidente que no podremos encontrar en el mercado un compresor para la apertura y cierre de la trampilla ya que este proceso requiere de poca potencia. La potencia nominal a la que trabajan la mayoría de compresores industriales es muy superior a la requerida, aunque, ciertamente, se un compresor puede alimentar a varios dispositivos que lo requieran, aunque en la instalación únicamente trabajemos con uno cilindro neumático ya que las electroválvulas se han elegido de actuador eléctrico.

El catálogo consultado es el “Main catalogue 2016” de la empresa Aircraft titulado “Air compressor. Compressed air technology”.



Figure 2

<b>Model</b>	<b>AIRBOY SILENCE 40 OF PRO</b>
Art. no.	2000080
<b>Technical Data</b>	
Compressor system*	<b>WDS</b>
Highest flow rate	41 l/min
Fill capacity approx.	24 l/min
Maximum pressure	10 bar
Pressure vessel capacity	4 l
Cylinders/stages	1/1
Speed	2850 rpm
Motor output	250 W / 230 V
Weight	10.2 kg
Dimensions (L x W x H) in mm	370 x 310 x 300
Sound power level $L_{WA}$ **	72 dB(A)

Table 4: Tabla características compresor

### 1.8.3.2.- Sistema de regulación del desinfectante

#### A. Electroválvula de bolas

La elección de la electroválvula de bolas se basa en los cálculos realizados en el Anexo (Cálculos sección III). Principalmente, las magnitudes que dimensionan la electroválvula escogida son el diámetro y el caudal.

El catálogo consultado corresponde al “data sheet” de la válvula “2-way ball valve M1 with Pneumatic actuator” de la compañía Praher Plastics. Se trata de aquella que tiene 25 mm de diámetro.



Figure 3

#### B. Bomba hidráulica de diafragma

La elección de la bomba hidráulica de diafragma se referencia al catálogo de la compañía Froject titulado “Diaphragm pumps”. La bomba elegida, aquella que casa más con los cálculos realizados en el Anexo (Cálculo sección VIII), teniendo en cuenta que el líquido a trasegar es cloro diluido en agua al 5’5% pero tratado como si fuera agua a efectos de densidad y viscosidad. Se trata del modelo Triplex Hi-Flow Range



Figure 4

### 1.8.3.3.- Regulación vertido de agua sanitaria

Recurrimos al catálogo corresponde al “data sheet” de la válvula “2-way ball valve M1 with Pneumatic actuator” de la compañía Praher Plastics. Ahora tenemos una demanda de caudal mucho mayor ya que debemos introducir 600l en el depósito principal.

Mediante la siguiente gráfica se puede verificar el diámetro de la tubería elegido que corresponde con el de la electroválvula de bolas.

Se incide, ahora, en la importancia del “operating time” ya que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar los temporizadores en la programación, tanto en esta válvula cómo en todas las demás, ya que supondrá sumarlo al tiempo calculado de llenado o vaciado del depósito. En este caso las pérdidas generadas no son calculadas ya que habría que el trabajo no abarca el dimensionamiento de la red de agua sanitaria de la industria.

### 1.8.3.4.- Evacuación de agua residual

El catálogo consultado para la selección de la válvula de mariposa a disponer en esta instalación será la de la compañía Praher Plastic en concreto se usará la “Praher Butterfly Valve K4 CPVC Pneumatic Actuator” de 65 mm de diámetro nominal y con actuador eléctrico ER35.

A continuación, se muestran las características y gráficas principales tanto de la válvula como del actuador eléctrico. En este proceso las pérdidas ocasionadas por la válvula no son importante ya que no realizamos un dimensionamiento de la red de saneamiento de la industria.



Figure 5

## 1.8.4.-Sensores

A continuación, se detallan los tres sensores que van a monitorizar la instalación de fabricación de horchata.

### 1.8.4.1.- Sensores de peso

Se dispondrán dos sensores de peso del tipo “celdas de carga”. Una para mayor peso para el depósito principal y otra de menor peso para el secundario. Para ambas celdas de carga se recurre a la compañía “Siemens”.

La destinada al depósito principal se muestra a continuación. Se dispondrá sobre un apoyo diseñando la estructura adecuada para garantizar la estabilidad en los otros. Para ello deberá ser necesario adecuar el anclaje del depósito principal al suelo. En la hoja de especificaciones se pueden consultar las dimensiones de la celda de carga y cómo fijarlas.

Serie	WL230 SB-S SA	
Capacidad nominal $E_{max}$	500 kg (1102.31 lb)	1 t (0.98 tn. L), 2 t (1.97 tn. L), 5 t (4.92 tn. L) <sup>2)</sup>
Clase de precisión	C3	
Valor de división máx. ( $n_{IC}$ )	3 000	
Valor de división mín. ( $V_{min}$ )	$E_{max}$ 10 000	$E_{max}$ 15 000
Tensión de alimentación ( $U_{gr}$ )	5 ... 12 V	

Table 5: Características técnicas de celda de carga depósito principal



Figure 6

De forma similar pasará con el depósito secundario porque, aunque de menor taraje, se dispondrán de la misma manera.

Serie	WL260 SP-S SB	
Capacidad nominal $E_{max}$	6 ... 60 kg (13.23 ... 132.28 lb)	
Clase de precisión	C3	
Valor de división máx. ( $n_{IC}$ )	3 000	
Valor de división mín. ( $V_{min}$ )	$E_{max}$ 15 000	
Tensión de alimentación ( $U_{gr}$ )	5 ... 12 V	

Table 6: Características técnicas de celda de carga depósito secundario



Figure 7

#### 1.8.4.2.- Sensores ultrasonido de nivel

Se ha optado por el sensor de ultrasonidos de nivel para controlar el nivel de agua por el hecho de no ser invasivo, como lo son los capacitivos. El hecho de que esté en un medio en continua agitación y con partículas sólidos hace que este tipo de sensores sean los más apropiados y que garantizan mayor fiabilidad y durabilidad.

Consultando el catálogo de sensores de la compañía Siemens se ha optado por la instalación del sensor Pointek ULS200 que es un sensor ultrasónico sin contacto.

Datos técnicos	
<b>Modo de operación</b>	
Principio de medida	Detector ultrasónico de nivel
<b>Rango de medida</b>	
Medida de líquidos	0,25 ... 5 m (0.8 ... 16.4 ft)
Medida de sólidos a granel	0,25 ... 3 m (0.8 ... 9.8 ft)
<b>Salida</b>	
Alimentación AC (relé)	2 contactos inversores unipolares SPDT, capacidad nominal 5 A a 250 V AC ó 30 V DC, carga óhmica; capacidad nominal 1 A a 48 V DC carga óhmica
Alimentación DC (relé)	2 contactos inversores unipolares SPDT,

Table 7: Características técnicas de sensores ultrasonidos de nivel



Figure 8



Figure 9

### 1.8.4.3.- Sensor de temperatura de la sala

Dado que la temperatura es una variable importante en el proceso de fabricación de la Horchata se procederá a conectar un sensor de temperatura en la sala donde se elaborará el proceso de forma que pueda avisar si esta temperatura sobrepasa el valor de 15°C.

Se ha optado por este método en lugar de sensar directamente la temperatura del fluido del depósito pues sería una forma invasiva y poco recomendable durante un proceso de agitación.

Se ha consultado un catálogo de Siemens para la adquisición de este aparato.

#### Room sensor for rel. humidity / temperature

For relative humidity and temperature

Data sheet	N1857
Measurement range humidity	0...95 % r.h.
Measurement accuracy	At 0...95 % r.h. and 23 °C: ±5 % At 30...70 % r.h. and 23 °C: ±3 %
Time constant	Humidity <20 s Temperature <8.5 min
Connection, electrical	Screw terminals
Degree of protection	IP30
Dimensions (W x H x D)	90 x 100 x 36 mm



Figure 10

Signal output humidity	Signal output temperature	Operating voltage	Measuring range, Display temperature	Stock No.	Product No.
DC 0...10 V	LG-Ni1000	AC 24 V DC 13.5...35 V	0...50 °C	BPZ:QFA2020	QFA2020

Table 7: Características técnicas sensor temperatura habitación.

### 1.8.5.-Tendido de cable

El tendido de cable se realizará con PVC encerrado por un canal de tubo exterior por ser la opción con mayor facilidad de acceso cuando se produzca alguna avería o modificación en la instalación.

### 1.8.6.-Accionadores

El contenido de este apartado será la elección e identificación de los distintos elementos que transmiten movimientos: el motor que deberá proporcionar el movimiento rotativo a las aspas del depósito principal, el pistón para abrir, mantener un correcto sellado y cerrar la trampa por donde debe evacuarse la chufa hidratada, la cinta transportadora de chufa hidratada del depósito principal al secundario y el motor que hará rotar el tornillo de Arquímedes encargado de llevar la chufa hasta la etapa de prensado.

1.8.6.1.-Motor para rotación del tornillo de Arquímedes

Se selecciona un motor asíncrono para el movimiento rotatorio del tornillo de Arquímedes basándonos en los cálculos realizados en el correspondiente apartado del Anexo (cálculos sección IX). Dicho motor tendrá un reductor acoplado ya que únicamente necesitamos que gire a 110 rpm. La selección del motorreductor más adecuado se extraerá del catálogo de motorreductores de Siemens MOTOX D87.1 2008.



Figure 11

**Motorreductores**  
Motorreductores de ejes coaxiales

Potencia $P_{motor}$ kW	Velocidad de salida		Par de salida $T_2$	Factor de servicio $f_s$	Índice de reducción $i_{tot}$	Referencia	Código (n.º polos)	Peso <sup>*)</sup>
	$n_2$ (50 Hz)	$n_2$ (60 Hz)						
<b>Z.18-LA71M4</b>								
0,37 (50 Hz) 0,44 (60 Hz)	<b>110</b>	132	32	2,8	12,50	2KJ1100 - ■CE13 - ■■K1		9

Table 8: Características motorreductor para rotación del tornillo de Arquímedes

Se trata de un motorreductor de dos etapas en la reductora y 4 polos (dos pares de polos). Para mayor información sobre lubricantes, fuerza radial máxima, mantenimiento y dimensiones se emplaza a consultar en el catálogo mencionado.

1.8.6.2.-Motor para agitación

Basándonos en los cálculos realizados en el apartado Anexo (cálculos sección XI) para esa potencia calculada, par y velocidad de giro el motor elegido del catálogo de motorreductores de Siemens Motox D87.1 2008 es el que se describe a continuación:



Figure 12

**Motorreductores**  
Motorreductores de ejes coaxiales

<b>Motorreductores de hasta 200 kW</b>								
<b>Z.88-LA132SB4</b>								
Datos para selección y pedidos (continuación)								
Potencia $P_{motor}$ kW	Velocidad de salida		Par de salida $T_2$ Nm	Factor de servicio $f_s$	Índice de reducción $i_{tot}$	Referencia	Código (n.º polos)	Peso <sup>*)</sup> kg
	$n_2$ (50 Hz) min <sup>-1</sup>	$n_2$ (60 Hz) min <sup>-1</sup>						
5,5 (50 Hz) 6,6 (60 Hz)	<b>50</b>	60	1 044	1,6	28,93	2KJ1105 - ■HF13 - ■■T1		111

Table 9: Características motorreductor para agitación

1.8.6.4.- Cinta transportadora

La cinta transportadora elegida será de la compañía IWB y modelo “minitrans H-65”. En el catálogo proporcionado podemos encontrar las siguientes características fundamentales. Incidir en que el aspecto final contará con dos soportes laterales para confinar los granos de chufa hidratados en la cinta evitando su esparcimiento fuera de esta.

Minitrans <sup>®</sup>	H65
Height / roll diameter in mm	65
Length / axis distance min/max in mm	500 to 6000
Standard belt widths in mm	75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000
Max. load in kg/m	50
Speeds in m/min	6, 7, 9, 11, 14, 18, 23, 28, 40, 50, 60
Direct drive (230 Vac / 400 Vac / 24 Vdc)	<input type="radio"/> / <input type="radio"/> / <input type="radio"/>
Timing belt drive (230 Vac / 400 Vac / 24 Vdc)	<input type="radio"/> / <input type="radio"/> / <input type="radio"/>



Figure 13

Table 10: Características cinta para transporte de horchata

**1.7.7.- Elemento des del sistema neumático de regulación y asociados**

Tal cómo se ha expuesto en el apartado 1.7.3 se especifica la selección de los elementos de regulación con actuadores neumáticos. Esto requiere de elementos de regulación y otros elementos asociados para realizar la instalación neumática encargada de abastecer de aire los actuadores de las válvulas hidráulicas. Los elementos que actúan de reguladores realmente son las válvulas neumáticas. En el anexo III a la memoria se puede consultar el esquema de la instalación.

1.8.7.1.- Válvula neumática

Se hace uso de cinco Electroválvulas VSVA neumáticas con conexión de servopilotaje según ISO 15218 de la compañía Festo extraída del catálogo Electroválvulas/Válvulas neumáticas, ISO 15407-1. Dichas válvulas serán de 5 vías y 2 posiciones disponibles (5/2). Dichas válvulas serán de accionamiento eléctrico y con retorno de muelle tanto en el accionamiento derecho como en el izquierdo. El caudal es mucho mayor que el diseñado ya que sólo 60l/min de aire será útil y tiene un diámetro nominal de 5mm.

Para una información más detallada se emplaza a consultar el catálogo mencionado anteriormente.

-  - Caudal  
máx. 750 l/min
-  - Tensión  
12, 24 V DC  
24, 110, 230 V AC

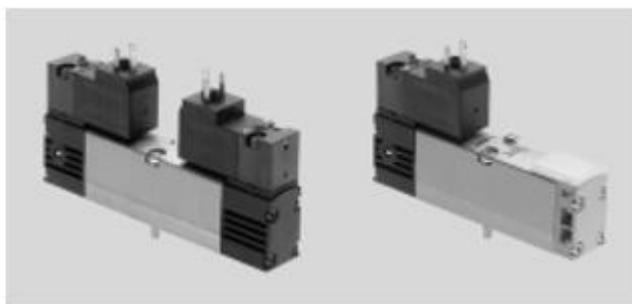


Table 11: Tabla de características válvula neumática

Figure 14

1.8.7.2.- Válvula neumática de estrangulación y antirretorno

Válvulas importantes para regular el paso de aire a los actuadores neumáticos del pistón que acciona la trampilla por donde sale la chufa hidratada y desinfectada. Proceso crucial ya que un exceso de aire podría hacer que se cerrara o abriera muy bruscamente deteriorando la compuerta y, a la vez, tiene que ejercer siempre una determinada presión ya que tenemos que asegurar el sellado cuando el proceso de agitación de los granos y el agua se está llevando a cabo.

La válvula elegida es aquella extraída del catálogo de Festo “Válvulas de estrangulación y antirretorno” con montaje en línea y elaborada con metal.

Ejecución	Función de válvula	Ejecución	Tipo	Sentido de la salida de la conexión	Conexión neumática 1	Conexión neumática 2	qn <sup>N1</sup> [l/min]	Elemento de ajuste	→ Página/ Internet
Montaje en línea	<b>Metal</b>								
	Función de estrangulación y antirretorno		GR/GRA	Conector recto	M3, M5, G <sup>1</sup> / <sub>8</sub> , G <sup>1</sup> / <sub>4</sub> , G <sup>3</sup> / <sub>8</sub> , G <sup>1</sup> / <sub>2</sub> , G <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	M3, M5, G <sup>1</sup> / <sub>8</sub> , G <sup>1</sup> / <sub>4</sub> , G <sup>3</sup> / <sub>8</sub> , G <sup>1</sup> / <sub>2</sub> , G <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	29,5 ... 3300	Tuerca moleteada	gr
Montaje en línea	<b>Polímero</b>								
	Función de estrangulación y antirretorno		GR	Conector recto	QS-3, QS-4, QS-6, QS-8	QS-3, QS-4, QS-6, QS-8	40 ... 250	Tuerca moleteada	gr

Table 12: Tabla características válvula neumática de estrangulación y antirretorno

### 1.8.7.3.- Válvula reguladora de presión

Se instala una válvula para regular la presión de la instalación por si se produce una anomalía en el equipo de abastecimiento de aire comprimido. Por medio de un tornillo de ajuste se pretensa el muelle solidario al diafragma y según su ajuste se abre más o menos, el vástago con la membrana se separa más o menos del asiento de junta. El control lo ejerce un manómetro situado aguas arriba de dicha válvula.

Se consulta el catálogo de “Válvulas reguladores de presión y de presión diferencial” del fabricante Festo. Se dispondrá de un regulador de presión diferencial LRL/LRLL con salida lateral del tipo LRMA-1/8-QS-4 con manómetro.



Figure 15

### 1.8.7.4.- Presóstato

El presóstato es un elemento que tiene un sensor que mide la presión de forma que abre un interruptor eléctrico cuando la presión ajustada es excedida. Por lo tanto, se trata de otro elemento de seguridad de la instalación electro-neumática.

Se empleará un Presóstato PEV-1/4-B(-OD) extraído del catálogo de la compañía Festo referido a Presóstatos y Vacuostatos PEV/VPEV. Tiene como número de artículo 175250.



Figure 16

### 1.8.7.4.- Mantenimiento del aire comprimido

La unidad de mantenimiento de aire comprimido se instala a continuación del compresor de forma que el aire pueda ser filtrado y secado, de forma que contenga menos humedad que puede provocar condensaciones y deterioro de la instalación.

Recurriendo al catálogo de Festo nuevamente, bajo el título de Filtro MS-LF/LFM/LFX de la serie MS se escoge el MSB-FRC con un rango de regulación de presión de 0,1 a 12 bar y un grado de filtrado de partícula de hasta 5  $\mu m$ .



Figure 17

### 1.8.8.- Selección de equipo para instalación eléctrica

Para seleccionar los citados componentes se debe recurrir al Anexo III donde se especifican detalladamente los cálculos realizados para el dimensionado de la instalación.

### 1.8.8.1.- Interruptores magnetotérmicos

Estos están expresamente dispuestos para la protección de equipos frente a sobretensiones o sobreintensidades.

Se consulta el catálogo de la empresa Legrand para seleccionar dichos componentes. En total se dispondrán de cinco interruptores magnetotérmicos tetrapolares de intensidad nominal 16 A y uno de 25 A para proteger cada una de las derivaciones individuales hacia los motores.

Los seleccionados son cinco interruptores con el número de referencia 403626 y el encargado de proteger a la batería de condensadores encargados de compensar la potencia reactiva con el número de referencia 403628.



Poder de corte: 6000A UNE-EN 60898-1:92  
Conexión por bornas protegidas contra los contactos directos (IP20)  
Tornillos imperdibles  
Portaetiquetas incorporado  
Capacidad de embornamiento:  
25mm<sup>2</sup> flexible / 35 mm<sup>2</sup> rígido

Figure 18

### 1.8.8.2.-Interruptores diferenciales

Estos se encargan de proteger a las personas frente a contactos indirectos y directos. Serán bipolares, de sensibilidad 30 mA e intensidad nominal de 25 A escogidos del mismo catálogo que los predecesores y con el número de referencia 403033.



Conforme a la norma UNE-EN 61008-1:96  
Tornillos imperdibles  
Portaetiquetas incorporado  
Capacidad de embornamiento:  
25mm<sup>2</sup> flexible / 35 mm<sup>2</sup> rígido  
Peines de conexión: ver pág 258 catálogo general

Figure 19

## 1.9.-Programación

Explicación de cómo se ha desarrollado la programación del autómatas sin entrar in situ en el lenguaje informático. Para más información respecto a esto último conviene consultar el anexo en el que se extienden los diagramas Grafcet.

### 1.9.1.-Jerarquía del sistema principal

#### 1.9.1.1.-Grafcet de agua sanitaria.

1.a- Comprobación de apretado botón marcha y comprobación de inicialización de los elementos del sistema.

1.b- Llenado manual de chufa y comprobación que se ha efectuado correctamente mediante los sensores de peso instalados en el depósito.

1.c- Vertido de agua hasta un cierto nivel controlado por el sensor de nivel correspondiente.

1.d- Espera con agitación de 5 horas para completar el proceso de hidratación de la chufa.

1.e- Llenado del depósito con agua sanitaria hasta un cierto nivel controlado por el sensor de nivel correspondiente.

1.f-Vertido de agua clorada –apertura y cierre de la válvula correspondiente- para desinfección controlado mediante un temporizador.

1.g-Proceso de agitación durante un tiempo determinado para completar la la primera repetición del proceso higienización.

Los tres últimos apartados se realizarán tres veces por lo que se dispone de un contador y hacen referencia al proceso de higienización.

1.9.1.2.-Grafcet de vertido de agua clorada.

2.a- Comprobación de apretado botón marcha y comprobación de inicialización de los elementos del sistema.

2.b- Se enciende la bomba para impulsar el agua clorada desde el depósito donde se contiene la misma hasta el depósito principal de la instalación.

2.c- Se efectúa la apertura y cierre de la válvula que controla el vertido en los momentos necesarios y tantas veces como se realiza el proceso de higienización. Todo ellos después de que se haya introducido el agua (1.e). El control se realiza mediante un temporizador.

1.9.1.3.-Grafcet de vaciado del agua residual.

3.a- Comprobación de apretado botón marcha y comprobación de inicialización de los elementos del sistema.

3.b- Control de la válvula para su apertura después del proceso de hidratación (1.d).

3.c- Control de la apertura y cierre de la válvula sincronizado con el grafcet de agua sanitaria. Una vez se ha introducido el agua (1.e), el cloro (2.b) y ha finalizado el proceso de agitación (1.g) entonces se procede a evacuar el agua. Se realiza tantas veces como se hace el proceso de higienización. Se monitoriza mediante un temporizador y mientras se efectúa la agitación debe estar activa.

#### 1.9.1.4.-Grafcet de movimiento del pistón.

4.a- Comprobación de apretado botón marcha y comprobación de inicialización de los elementos del sistema.

4.b-Tras el proceso de higienización se evacúa la chufa hidratada y desinfectada del depósito principal en 6 tandas pues el depósito secundario es de menos capacidad que el depósito principal. Se deberá sincronizar la apertura y cierre de la compuerta controlada por los sensores de peso instalados en el depósito secundario, pero, además, también habrá que activar el tronillo de Arquímedes encargado de elevar la chufa del depósito secundario a las posteriores etapas de prensado.

#### 1.9.1.5.-Grafcet de Luz de emergencia para presión inadecuada en la instalación.

Tenemos en cuenta que este es un proceso continuo, luego dado que introducimos gran cantidad de materia en un sistema que luego resulta difícil de extraer debemos asegurarnos que antes de empezar los finales de carrera están en la posición adecuada y la temperatura en la sala es la correcta. A partir de aquí no se realiza ninguna comprobación más pues sería inútil parar un proceso tan largo.

El grafcet se realiza mediante la interacción con los otros grafcet ya que es ahí donde expresamente se comprueban las condiciones iniciales. A partir de ahí la luz se mantendrá encendida siempre que el proceso esté funcionando.

#### 1.9.1.6.-Grafcet de temperatura

Emite un sonido cuando la temperatura del local sobrepasa los 15°. Lo que supondría un fallo en los dispositivos de refrigeración de la sala. Si el proceso no ha comenzado evita que comience, aunque se pulse el botón marcha, pero si se está realizando no hay una actuación determinada, únicamente la función de aviso.

### 1.9.2.-Variables de Entrada y Salida

<b>VARIABLES DE ENTRADA</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
<b>F1</b>	Sensor pistón abierto	BOOL
<b>F2</b>	Sensor pistón cerrado	BOOL
<b>G1</b>	Sensor final de carrera en válvula agua cerrado	BOOL
<b>G2</b>	Sensor final de carrera en válvula agua abierto	BOOL
<b>H1</b>	Sensor final de carrera en válvula desinfectante cerrado	BOOL
<b>H2</b>	Sensor final de carrera en válvula desinfectante abierto	BOOL
<b>A1</b>	Sensor final de carrera en válvula residual cerrado	BOOL
<b>A2</b>	Sensor final de carrera en válvula residual abierto	BOOL
<b>ST</b>	Sensor temperatura de la sala	BOOL
<b>SN</b>	Sensor de nivel por ultrasonidos	BOOL
<b>SPP</b>	Celda peso depósito principal	BOOL
<b>SPS</b>	Celda peso depósito secundario	BOOL

<b>VARIABLES DE SALIDA</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
<b>MAg/Y10/Q10</b>	Motor Agitación palas	BOOL
<b>MCinta/Y12/Q12</b>	Motor movimiento lineal cinta	BOOL
<b>MARq/Y11/Q11</b>	Motor rotación tornillo de Arquímedes	BOOL
<b>MBO/Y13/Q13</b>	Motor bomba diafragma	BOOL
<b>Q1</b>	Apertura válvula neumática control pistón	BOOL
<b>Q2</b>	Cierre válvula neumática control pistón	BOOL
<b>Q3</b>	Apertura válvula neumática control agua	BOOL
<b>Q4</b>	Cierre válvula neumática control agua	BOOL
<b>Q5</b>	Apertura válvula neumática control desinfectante	BOOL
<b>Q6</b>	Cierre válvula neumática control desinfectante	BOOL
<b>Q7</b>	Luz marcha/Presión correcta	BOOL
<b>Q8</b>	Apertura válvula neumática control desagüe	BOOL
<b>Q9</b>	Cierre válvula neumática control desagüe	BOOL
<b>Q10</b>	Bocina control temperatura sala	BOOL

Table 13 y Table 14: Tablas de variables de entrada y salida, respectivamente.

**1.9.3.-Evolución de las distintas entradas y salidas en la evolución de la programación mediante simulación.**

Pistón Compuerta	1
Válvula de agua	2
Válvula desinfectante	3
Válvula de desagüe	4
Indicador Presión correcta	5
Botón Marcha	6
Interruptor Motor aspas	7
Interruptor Motor Arquímedes	8
Interruptor Motor Cinta	9
Interruptor Motor Bomba	10
Sensor Temperatura	11
Sensor Nivel	12
Sensor Depósito Principal	13
Sensor Depósito Secundario	14

*Table 15: Tabla numeración de entradas y salidas representadas en el gráfico del Anexo VII*

En el Anexo VII a la memoria se puede consultar la gráfica temporal de estado de cada uno de los sensores y actuadores realizado mediante un proceso de simulación con el programa FluidSim. Los números mostrados hacen referencia los elementos a cada una de las gráficas representadas.

#### **1.9.4.- Explicación proceso de simulación**

##### Motivo de la simulación

El motivo de la simulación radica en la imposibilidad de disponer de un equipo para automatizar el proceso formado por sensores reales, PLCs, software asociado al PLC, motores usados, etc.

Gracias a la simulación podemos comprobar si los graficet están correctamente programados gracias a la visualización de apertura y cierre de los cilindros, motores y actuadores luminosos y sonoros. Estos graficet siguen la norma IEC 60848.

La simulación de los motores se realiza mediante los interruptores, asociados a los relés correspondientes que harían que el motor se conectara o desconectara.

La simulación de los elementos como sensores, excepto los finales de carrera, se realizan mediante pulsadores manuales de forma que para una correcta simulación se debe entender el correcto orden de pulsación y cuándo hacerlo. De otra forma la simulación no será verídica. Se puede acceder al orden de simulación consultando los apartados previos donde se describen la jerarquía del sistema, las variables de entrada y salida y la evolución de las mismas en el sistema.

##### Programa empleado

El programa empleado se llama FluidSim de la compañía Festo. Permite combinar circuitos neumáticos con circuitos eléctricos de control y programación con lo que de una forma compacta permite implementar lo requerida.



# **Diseño de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES**

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Pliego de Condiciones

## **ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES**

---

---

2.1.-Introducción al Pliego de Condiciones.....	46
2.2.-Pliego de Condiciones Generales .....	46
2.1.2.-Términos y definiciones según la Norma ISO 12100:2010.....	46
2.2.2.-Normativa referente a la automatización .....	49
2.2.3.-Reglamento instalación Baja Tensión .....	54
2.2.4.-Medidas y métodos de resguardo.....	55
2.2.5.-Reglamentos y normas de ejecución .....	55
2.3.-Pliego de Condiciones Particulares.....	55

## **2.1.-Introducción al Pliego de Condiciones**

El proyecto desarrolla el procedimiento de implementación de la automatización de un equipo transfer en las instalaciones de producción de Horchata en la empresa Horchatas L'Horta de Moncada (Valencia). El marcado carácter académico vinculado a este Trabajo Fin de Grado derivan en que la suposición de ciertas disposiciones reflejadas en este apartado, que, aunque deben tener un carácter contractual, sólo se podrán llevar a cabo si son aceptadas por la empresa promotora de este proyecto, que son los responsables de la empresa misma.

Se aclara que, tal como los planos y los presupuestos, el carácter contractual del pliego de condiciones hace que en caso de contradicciones con otros documentos de ámbito no contractual prevalezca lo expuesto en este primero.

Aquello nombrado en unos documentos contractuales y no en otros o en caso de incoherencia de un mismo dato escrito en varios documentos contractuales deberá ser ejecutado bajo criterio del Director siempre que queden definidas las unidades de obra correspondientes y estas tengan un precio en el contrato.

El contratista será totalmente responsable de no obtener la información necesaria que rectifique o ratifique los datos contenidos en las partes informativas del documento.

## **2.2.-Pliego de Condiciones Generales**

En este subapartado del pliego de condiciones se describen las normas que han de cumplir los materiales, las máquinas y los equipos que conforman el proyecto haciendo referencia a la normativa y/o legislación de obligado cumplimiento que conste como vigente a fecha de junio de 2017.

### **2.1.2.-Términos y definiciones según la Norma ISO 12100:2010**

**Zona peligrosa:** Cualquier espacio dentro y/o alrededor de una máquina en el cual una persona puede estar expuesta a un peligro.

**Riesgo:** Combinación de probabilidad de que se produzca un daño y de la gravedad del mismo.

**Reducción del riesgo adecuada:** Reducción del riesgo, como mínimo, conforme a los requisitos legales, teniendo en cuenta el estado actual de la técnica.

**Medida preventiva:** Medida prevista para lograr la reducción del riesgo implementada por el diseñador y/o por el usuario.

**Diseño inherentemente seguro (prevención intrínseca):** Medida de prevención que elimina los peligros o reduce los riesgos asociados a los peligros cambiando las características de diseño o funcionales sin utilizar resguardos ni dispositivos de protección.

**Dispositivo limitador:** Dispositivo que impide que una máquina o condición peligrosa de una máquina sobrepase un límite establecido.

**Dispositivo disuasivo:**

Cualquier obstáculo material que no impide totalmente el acceso a una zona peligrosa, pero reduce la probabilidad de acceder a ella, por restricción del libre acceso.

**Dispositivo de retención mecánica:**

Dispositivo cuya función es insertar en un mecanismo, un obstáculo mecánico capaz de oponerse, en base a su resistencia, a cualquier elemento peligroso.

**Función de seguridad:**

Función de una máquina cuyo fallo podría dar lugar a un aumento inmediato del riesgo.

**Puesta en marcha inesperada o intempestiva:**

Cualquier puesta en marcha que en razón de su carácter imprevisto genera un riesgo para las personas. Normalmente debida a una orden de puesta en marcha, como resultado de un fallo en el sistema de mando, o una influencia externa sobre el mismo, una orden de puesta en marcha generada por el accionamiento inoportuno de un órgano de puesta en marcha o de otras partes de la máquina como un sensor o un elemento de mando de potencia, el restablecimiento de la alimentación de energía después de una interrupción o las influencias externas o internas sobre la máquina.

**Protección:**

Medida de preventiva que consiste en emplear protecciones para proteger a las personas contra los peligros que, razonablemente, no se pueden eliminar, o contra los riesgos que no se pueden reducir suficientemente, mediante la aplicación de medidas preventivas.

**Protector:**

Resguardo o dispositivo de protección.

**Resguardo:**

Barrera material, diseñada como parte de una máquina con el fin de proporcionar protección. La protección se puede proporcionar también como dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo sin importar, entonces, la posición del resguardo. Resguardo fijo es aquel que sólo puede abrirse con herramientas o destruyendo medios de fijación mientras que el resguardo móvil es aquel de apertura sin uso de utensilios. El resguardo regulable es aquel que incorpora en su totalidad o parcialmente partes regulables.

**Resguardo con dispositivo de enclavamiento:**

Junto con el sistema de mando de la máquina desempeña las funciones numeradas a continuación: las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo, no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté cerrado; la apertura del resguardo mientras se desempeñan las funciones peligrosas de la máquina, da lugar a una orden de parada; cuando el resguardo está cerrado, las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo pueden desempeñarse (el cierre del resguardo por sí mismo no provoca la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina).

**Resguardo con enclavamiento y bloqueo:**

Asociado a un dispositivo de enclavamiento y bloqueo mecánico de manera que, junto con el sistema de mando de la máquina, desempeña las funciones siguientes: Las funciones de la máquina “cubiertas” por el resguardo, no puedan desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado y bloqueado; el resguardo permanece bloqueado en posición de cerrado hasta que haya desaparecido el riesgo debido a las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas por el resguardo; cuando el resguardo está bloqueado en posición de cerrado, las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas”

## **Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

### Pliego de Condiciones

por el resguardo pueden desempeñarse (el cierre y el bloqueo del resguardo no provocan por sí mismos la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina).

Resguardo con dispositivo de enclavamiento con función de puesta en marcha; resguardo asociado al mando:

Forma especial de resguardo con dispositivo de enclavamiento que, una vez que ha alcanzado su posición de cerrado, da una orden para iniciar la función peligrosa de una máquina, sin utilizar un órgano de puesta en marcha distinto.

Fallo:

Cese de la aptitud de una unidad para cumplir una función causante de un defecto en una unidad.

Fallos de causa común:

Fallo de varios elementos, que resultan de un solo suceso que no son consecuencia unos de otros.

Fallos de modo común:

Fallo de varios elementos, caracterizados por el mismo modo de fallo.

Disfuncionamiento:

Fallo de la capacidad de una máquina para realizar una función prevista.

Defecto o avería:

Estado de una unidad caracterizado por la incapacidad para desempeñar la función requerida, excluyendo la incapacidad debida al mantenimiento preventivo o a otras acciones programadas o debido a la falta de medios externos.

Fallo peligroso:

Cualquier disfuncionamiento en una máquina o en su sistema de alimentación de energía, por el que aumenta el riesgo.

Situación de emergencia:

Situación a evitar urgentemente.

Maniobra de emergencia:

Todas las acciones y funciones destinadas a finalizar o evitar una situación de emergencia.

Parada de emergencia:

Función destinada a evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a las máquinas o al trabajo en curso y capaz de ser iniciada por una sola acción humana.

Valor de la emisión:

Valor numérico que cuantifica una emisión generada por la máquina como puede ser: ruido, vibración, radiación...

## **2.2.2.-Normativa referente a la automatización**

### **Función de la parada preventiva relativa a la seguridad iniciada por un protector**

Los requisitos para cumplir esta norma vienen detallados en la Norma ISO 13849, que en su apartado 5.2.1 nos indica que una parada relativa a este tipo debe poner la máquina en un estado de seguridad tan pronto como sea necesario después de la actuación del sistema y debe tener prioridad respecto a una parada por razones operativas, y en la Norma ISO 12100:2010 en sus apartados 3.28.8 y 6.2.11.3.

La información complementaria la podemos encontrar en el IEC 60204-1:2005 en su capítulo 9.2.2, 9.2.5.3, 9.2.5.5. Otro documento interesante puede ser el que hace referencia a la norma ISO 14119 y ISO 13855.

### **Función de rearme manual**

En su sección 5.2.2 la Norma ISO 13849 muestra que, tras una parada por un protector se debe mantener la condición de parada hasta que existan unas condiciones seguras para la nueva puesta en marcha. La anulación de una orden de parada debe ser confirmada por una acción manual, distinta y voluntaria. En este punto están descritos algunas características imprescindibles para que el rearme manual se ejecute de forma satisfactoria.

La información detalla también se encuentra en la norma IEC 60204-1:2005 en sus apartados 9.2.5.3, 9.2.5.4.

### **Función de puesta en marcha/nueva puesta en marcha**

Nos referimos al apartado 5.2.3 de la Norma ISO 13849-1:2015 y para más información a las secciones 9.2.1, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.6.

Cualitativamente, se refiere al caso de automatizar una nueva puesta en marcha sólo cuando no pueda existir ninguna situación peligrosa. Incluyéndose aquellas máquinas que puedan ser mandadas a distancia.

La normativa para los resguardos con dispositivo de enclavamiento con función de puesta en marcha se ubica en el apartado 6.3.3.2.5 de la Norma ISO 12100:2010.

### **Función de mando local**

Tratado en la parte 5.2.4 de la Norma ISO 13849 y en las 6.2.11.8 y 6.2.11.10 de la Norma ISO 12100:2010. Igualmente, para información complementaria situada en el IEC 60204-1:2005 en su título 10.1.5.

Se refiere a una máquina gobernada por un dispositivo de mando portátil o botonera junto con los requisitos que se han de establecer para no entrañar ningún riesgo o situación peligrosa.

## **Función Inhibición**

La Norma ISO 13849-1:2015 en su apartado 5.2.5 especifica que la inhibición no debe dar lugar a situaciones peligrosas para las personas con lo que se debe guardar la seguridad en todo momento para los medios. Al final de la inhibición, deben restablecerse todas las funciones del SRP/CS. La función de inhibición no debe disminuir la seguridad requerida en la función de seguridad correspondiente siendo necesaria una señal que indique la inhibición.

La información complementaria a tener en cuenta está disponible en la normativa IEC/TS 62046:2008 en su punto 5.5.

## **Función de mando sensitivo**

Por lo dispuesto en la Norma ISO 12100:2010 en el título 6.2.11.8, "Principios relativos al mando manual" se debe colocar un órgano de parada próximo a cada órgano de puesta en marcha. Si la función de marcha/parada se realiza por medio de un mando sensitivo, se dispondrá de un órgano de parada distinto, cuando se pueda generar un riesgo por el hecho de que el mando sensitivo pierda su aptitud para suministrar una orden de parada al soltar el órgano de accionamiento.

Visitando el punto 9.2.6.1 de la Norma EN 60204-1:2006 relativo al "Mandos que necesitan una acción mantenida (mandos sensitivos)" nos dice que los mandos que necesiten una acción mantenida deben requerir una acción continua de los dispositivos de mando para que la operación sea efectiva.

## **Función de validación**

La normativa respecto a la función de validación es recogida en la Norma IEC 60204-1:2005 en la división 9.2.6.3 y 10.9.

Los dispositivos de validación son dispositivos de mando enclavado accionados manualmente que cuando son activados autorizan el funcionamiento de la máquina por un mando de arranque diferente y cuando es desactivado inicia una función de parada (recogida en el apartado 9.2.5.3 del presente documento) e impide el inicio del funcionamiento de la máquina.

Para poder reiniciar el funcionamiento de la máquina se debe requerir la desactivación del dispositivo de validación, siendo este proceso alejado de métodos simples.

## **Prevención de una puesta en marcha del equipo de forma intempestiva**

Acogerse al reglamento desarrollado en el apartado 6.2.11.4 de la Norma ISO 12100:2012 es mandatorio. Sobre todo, debido a la puesta en marcha del motor vibratorio y el motor conectado al tornillo sin fin de la instalación.

En el apartado 5.4 del documento 60204-1:2016 se enumeran (apartado 5.3.2) los dispositivos a usar para evitar la puesta en marcha de forma intempestiva siendo imperativa que cumplan la función de seccionamiento salvo en ciertos casos expuestos.

Se resalta que los circuitos destinados a medición de parámetros como sensores, que deben permanecer en tensión para su correcto funcionamiento no deben estar cortados por dispositivos de seccionamiento se deben aplicar las medidas detalladas en el apartado 5.3.5 del último documento mencionado.

## **Liberación y rescate de personas atrapadas**

Se hará de bajo el estricto seguimiento de las directrices del apartado 6.3.5.3 de la Norma ISO12100:2010.

## **Función de consignación**

La norma ISO 12100:2010 en el apartado 6.3.5.4 señala que las máquinas tienen que estar equipadas con los medios técnicos para lograr la separación de su alimentación de energía y la disipación de la energía acumulada tomando las siguientes acciones:

Aislamiento (desconexión, separación) de la máquina (o partes de la máquina) de todas las alimentaciones de energía.

Bloqueo (o, si no sujeción) de todos los aparatos de separación en posición de “separación”.

Disipación o retención de cualquier energía acumulada que pueda dar lugar a una situación de peligro.

Verificación de que las acciones realizadas conforme a los apartados anteriores han dado el resultado deseado.

Consulta del capítulo 5 de la Norma ISO 14118:2000 y los apartados 5.5 y 5.6 de la norma IEC 60204-1:2005.

## **Modos de mando y su selección**

Información reunida en la Norma ISO 12100:2010 en los puntos 6.2.11.8 y 6.2.11.10 donde se exponen los principios relativos al mando manual.

Los mandos serán diseñados y situados de acuerdo con los principios ergonómicos especificados en el punto 6.2.8 del mismo documento y situándose fuera del alcance de las zonas peligrosas según Norma IEC 61310-3.

Según las normas ISO 9355-1, ISO 9355-3 e ISO 447 deben estar diseñados o provistos de protección de tal manera que no pueda ser accionado de forma accidental.

También se debe producir una parada automática cuando no se reciban señales de mando correctas, incluyendo pérdida de comunicación de acuerdo con la Norma IEC 60204-1.

### **Interacción entre diferentes partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad**

Se clarifica en el apartado 6.2.11 de la norma ISO 12100:2010: “Cuando una máquina contiene varios elementos que pueden ser operados independientemente, el sistema de mando debe estar diseñado para evitar riesgos debidos a la falta de coordinación, por ejemplo, integrando un sistema de prevención de colisión.

La normativa es ampliada bajo la Norma IEC 60204-1:2005 en sus apartados 9.2.3 y 9.2.4.

### **Control de la parametrización de valores de entrada relativos a la seguridad**

La normativa se habilita en el apartado 4.6.4 de la Norma ISO 13849-1:2015 donde se explica la parametrización basado en el soporte lógico.

La parametrización se debe hacer utilizando una herramienta específica del soporte lógico proporcionada por el fabricante de la SRP/CS. Estando provista de una contraseña de acceso para evitar modificaciones no autorizadas.

Es obligatorio adoptar las medidas descritas para mantener la integridad de todos los datos utilizados para la parametrización y las actividades verificación de los mismos de forma que no se incurra en errores.

### **Función de paradas de emergencia**

Tal como indica la Norma EN 60204-1:2006 la parada de emergencia es una operación de emergencia cuya finalidad es la de parar un proceso o un movimiento que ha llegado a ser peligroso.

Se detallan en apartado 6.3.5.2 de la Norma ISO 12100:2010 y complementadas con las Normas ISO 13850 e IEC 60204-1:2005 apartado 9.2.5.4.

Para una parada de emergencia eficaz se deben dar los siguientes requisitos:

Órganos de accionamiento claramente identificables, visibles y accesibles.

Detención en el menor tiempo posible sin crear nuevos peligros. Si este no es posible se debería poner en cuestión si la parada de emergencia es la mejor solución.

Si es necesario la parada de emergencia debe producir que se habiliten determinados movimientos de protección.

## **Tiempo de respuesta**

Abordado en la Norma ISO 13849 bajo el título del mismo nombre en el epígrafe 5.2.6 y complementado en la Norma ISO 13855:2010 en el punto 3.2 y anexos A.3 y A.4.

El tiempo de respuesta del sistema de mando es una parte del tiempo de respuesta total de la máquina. El tiempo de respuesta total de la máquina requerido puede influir en el diseño de la parte relativa a la seguridad, por ejemplo, sobre la necesidad de prever un sistema de frenado.

## **Parámetros relativos a la seguridad tales como la velocidad, la temperatura o la presión**

Descrito en el apartado 5.2.7 de la Norma ISO 13849, así como en la Norma 12100:2010 en el apartado 6.2.11.8.

Es preciso la inclusión de un sistema de comprobación de datos integrado en el sistema de mando relativo a la seguridad en caso de una introducción errónea y manualmente de los datos de una operación. Una buena medida puede ser implementar un control de límites o de los valores de entrada lógicos.

Acceder para más indagación en la norma IEC 60204-1:2005 en los apartados 7.1, 9.3.2 y 9.3.4.

## **Variaciones, pérdida y restablecimiento de las fuentes de alimentación**

Según la Norma ISO 13849-1:2015 cuando las variables de los niveles de la alimentación de energía sobrepasan los límites previstos en el diseño, incluyendo fallo de alimentación de energía, las SRP/CS deben seguir proporcionando o deben iniciar una o varias señales de salida que permitan que las demás partes del sistema de la máquina mantengan un estado seguro.

La Norma ISO 12100 en su apartado 6.2.11.8 también hace referencia a este aspecto añadiendo lo que cómo debería actuar la máquina en caso de que se pueda poner en marcha el elemento peligroso desde distintos accionamientos. Haciendo hincapié en las máquinas accionadas manualmente.

## **Indicaciones y Alarmas**

La interfaz entre los operadores y las SPR/CS se debe diseñar y realizar de manera que nadie esté en peligro durante uso previsto y mal uso razonablemente previsible de la máquina. La máquina y el sistema de mando junto con las partes relativas a la seguridad deben ser fáciles de usar de manera que el operador no esté tentado a actuar de manera peligrosa. Todo esto descrito en la del apartado 5 Norma ISO 13849-1:2015.

Los requisitos en cuanto a seguridad a aplicar son los correspondientes a la Norma ISO 12100:2010. Esta nos emplaza a las Normas EN 614-1, EN 13861 e IEC 61310-1 que nos describen los elementos de interfaz “operador- máquina” tales como los órganos de accionamiento y los medios de

señalización, advertencia y visualización de datos de forma que estos sean fácilmente comprensibles y perceptibles.

Además, para una más rigurosa consecución de las medidas nos emplaza a la normativa IEC 60204-1:2005 en sus respectivos apartados 4.3,7.1 y 7.5.

La información acerca de la indicaciones y alarmas es ampliada en:

ISO 7731  
ISO 11428  
ISO 11429  
ISO 61310-1  
IEC 60204-1:2005  
IEC 61131  
IEC 62061

### **2.2.3.-Reglamento instalación Baja Tensión**

Los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los tubos con accesorios metálicos o compuestos se registrarán y clasificarán según la norma UNE-EN 500086.

Las dimensiones de los tubos no enterrados son las que se describen en la UNE-EN 60423.

La referencia a efectos de inflamabilidad se recoge en lo establecido por la aplicación Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Los materiales de los conductores se seleccionarán de acuerdo a la normativa de aplicación UNE 21031.

Para el dimensionado de la instalación:

Se recurrirá al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión presentes en los apartados ITC-BT-19, ITC-BT-44, ITC-BT-47 para la Intensidad máxima admisible.

La sección de los conductores para la caída de tensión de servicio se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

La caída de tensión transitoria debe ser tal que no impida el arranque de los motores, desconexión de los contactores, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la instrucción ITC-BT-07, en función de los conductores de fase o polares de la instalación.

## **Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

### Pliego de Condiciones

La protección contra sobrecargas para todos los conductores, incluyendo fases y neutro se hará con interruptores magnetotérmicos de corte omnipolar, con la curva térmica de corte para la protección de sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección de cortocircuitos.

La protección mediante contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas: protección por aislamiento de las partes activas, protección por medio de barreras o envolventes según la UNE 20324 y mediante el uso de dispositivos de corriente diferencial o residual tal como muestra el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### **2.2.4.-Medidas y métodos de resguardo**

Los métodos y medidas de resguardo se detallan en la Norma ISO 14119 y se aplicarán atendiendo a esta. El documento referido a la parte mecánica y estructural de la máquina aborda este tema con una mayor profundidad.

#### **2.2.5.-Reglamentos y normas de ejecución**

La instalación del equipo y las obras que se tengan que realizar se harán de acuerdo a lo especificado en:

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos laborales del 10/11/1995.

Real Decreto 486/1997 sobre Seguridad y salud en el trabajo del 23/04/1997.

Real Decreto 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

Real Decreto 1215 /1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

### **2.3.-PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

Dado que el presente documento se trata de un anteproyecto que el propietario debe ratificar para dar comienzo a los trabajos el pliego de condiciones particulares se detallará una vez haya sido aceptada esta propuesta.

#### **Art.1.- PAGOS**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director.

#### **Art.2.-DEMORA DE PAGOS**

Se rechazará toda solicitud de resolución de contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## **Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

### Pliego de Condiciones

#### Art.3.-ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- I. Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- II. Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- III. Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### Art.4.-ACOPIO DE MATERIALES

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales, maquinaria o aparatos de obra que la propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guarda y protección será responsable el Contratista.

#### Art.5.-INCREMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencias Facultativas).

#### Art.6.-PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio de técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

Si hay falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el técnico y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determina. Si subsiste la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a precios unitarios de la fecha del contrato.

# **Diseño de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

## **3. PRESUPUESTOS**

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Presupuestos

## ÍNDICE DE PRESUPUESTOS

---

---

3.1.- Cuadro de Precios 1: Mano de Obra.....	60
3.2.- Cuadro de Precios 2: Materiales.....	60
3.3.- Cuadro de Precios 3: Precios Unitarios.....	63
3.4.- Cuadro de Precios 4: Precios Descompuestos .....	63
3.5.- Cuadro de Precios 5: Presupuesto de Ejecución Material.....	66
3.6.- Cuadro de Precios 6: Presupuesto de Ejecución por Contrata .....	67
3.7.- Cuadro de Precios 7: Presupuesto Base de Licitación .....	67

### 3.1.- Cuadro de Precios 1: Mano de Obra

Código	Ud	Descripción	Medición
		Mano de obra	
MO01	h	Técnico Superior Electricista.	90
MO02	h	Técnico Superior Mecánico.	55
MO04	h	Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.	300

### 3.2.- Cuadro de Precios 2: Materiales

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Materiales			
V01	u	"Butterfly valve 4K" hidráulicas del fabricante Praher Plastic de 65mm de DN con actuador neumático para evacuación agua residual.	1	147.36	147.36
V02	u	"2-way ball valve M1" hidráulicas con actuador neumático del fabricante Praher Plastic de 25 mm de DN para regulación de caudal del desinfectante.	1	197.16	197.16
V03	u	"2-way ball valve M1" hidráulicas con actuador neumático del fabricante Praher Plastic de 30 mm de DN para regulación caudal agua.	1	202.23	202.23
V04	u	Electroválvulas neumáticas VSVA ISO 15218 con configuración 5/2.	4	53.75	215.00
V05	u	Válvulas de estrangulación/antirretorno GRLO-M5 de Festo.	2	44.37	88.74
V06	u	Válvula reguladora de presión con manómetro LRMA-1/8-QS-4 de la compañía Festo.	1	47.24	47.24
M01	u	Motorreductor Siemens D87.1 de ejes coaxiales con el siguiente código de referencia: 2KJ1100-CE13-K1. Para movimiento rotatorio del tornillo de Arquímedes.	1	240.00	240.00

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Presupuestos

M02	u	Motorreductor Siemens D87.1 de ejes coaxiales con el siguiente código de referencia: 2KJ1105-HF13-T1. Para movimiento rotatorio del mecanismo de agitación.	1	370.00	370.00
M03	u	Cinta Transportadora con Motorreductor helicoidad de 0,09 KW y 400V cinta.	1	1650.00	1650.00
M04	u	Compresor de aire de la compañía Aircraft. Modelo AirBoy Silence 40 OF PRO; número 2000080 de 250W. Para la alimentación de aire comprimido a válvulas y pistón.	1	496.00	496.00
M05	u	Bomba hidráulica de diafragma. Modelo Triplex Hi-Flow Range para el vertido de desinfectante.	1	133.06	133.06
S01	u	Sensores ultrasonidos de nivel Pointek ULS200 de la compañía Siemens.	1	393.00	393.00
S02	u	Celdas de carga para el depósito principal. Modelo WL230 SB-S SA de la compañía Siemens a compresión.	1	363.60	363.60
S03	u	Celdas de carga para el depósito secundario. Modelo WL260 SP-S SB de la compañía Siemens a felxión.	1	56.87	56.87
S04	u	Aparato para sensorizar la temperatura de la sala donde se realice el proceso. Sensor de habitación de la compañía Siemens. Modelo QFA2020.	1	21.90	21.90
C01	m	Cable multipolar 4x 2'5mm2 de Cu recubierto de PVC. IC-VOV de Telecnor y elementos adicionales.	10	2.03	20.34
C02	m	Cable multipolar 3x6mm2 de Cu recubierto de PVC. IC-VOVMV de Telecnor y elementos adicionales.	10	2.64	26.38
C03	m	P.A.Tubo corrugado protector para cables de 16mm y accesorios de sugención correspondiente.	30	0.29	8.55

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Presupuestos

C04	m	P.A. Manguera para aire comprimido de Festo de 4mm de diámetro y accesorios como racores y elementos de unión Y sugención.	7	0.76	5.32
C05	m	P.A. Tubería Hidráulica de 30mm de diámetro de la marca Guangha y elementos para la instalación hidráulica.	3	0.70	2.10
C06	u	Cilindro neumático ISO 15552 50 mm de carrera máxima y 32 m de DN de SMC-Corporation	1	44.80	44.80
A01	u	PLC SIMATIC S7-200 de la marca Siemens.	1	291.60	291.60
A05	u	Módulo de entradas y salidas digitales de la marca Siemens SIMATIC S7-200 6ES7223-1PH22-0XA0.	1	501.30	501.30
A06	u	Cable As-Interface de la compañía H07-VK de LappGroup	1	12.00	12.00
A07	u	Cable Profibus S7-200 MPI PPI 6GK de la compañía MLLSE	1	30.65	30.65
A08	u	Programa DMELECT 2008	1	242.00	242.00
N01	u	Presóstato PEV-1/4-B(-OD) de la compañía Festo.	1	79.40	79.40
N02	u	Equipo de purificación y mantenimiento del aire comprimido MSB-FRC de Festo con manómetro incorporado.	1	69.93	69.93
I01	u	Interruptores magnetotérmicos de IN 16A de la empresa MAXGE	5	5.45	27.25
I02	u	Interruptores magnetotérmicos de IN 25A de la empresa MAXGE	1	6.14	6.14
I03	u	Interruptores diferenciales de IN 25A y sensibilidad 30mA de la empresa MAXGE	6	26.00	156.00
I04	u	Batería de condensadores DE 380-450V y 5 KVAr con escalones de 2,5+2,5 de la empresa WARELECT	1	554.97	554.97
I05	u	Armario estanco metálico de la marca Fanatel con número de referencia 96972.	1	54.80	54.80

### 3.3.- Cuadro de Precios 3: Precios Unitarios

Cuadro de precios unitarios por unidad de obra				
Nº	Descripción unidad de obra	Medición	Precio	Importe
1	(h) Elaboración de planos para instalación	90	17.63	1,586.51
2	(h) Instalación red de Baja Tensión adicional	65	72.91	4,739.15
3	(h) Montaje de la instalación hidráulica adicional	30	49.05	1,471.50
4	(h) Montaje de la instalación neumática	30	44.53	1,335.90
5	(h) Instalación de instalación automática y sensores	25	94.55	2,363.75
6	(h) Estudio y Programación del sistema	60	16.24	974.59
Horas totales		300	<b>Importe Total</b>	<b>12,471.40</b>

### 3.4.- Cuadro de Precios 4: Precios Descompuestos

Los precios descompuestos indican los precios para cada unidad de obra por hora e incluyendo los costes indirectos. Se tienen en cuenta para su elaboración las cantidades de materiales y de mano de obra.

		Elaboración de planos para instalación		Horas 90	
Código	Descripción	Medición por ud de obra		Precio	Importe/h
MO04	Graduado en GITI.	1	h	15.77	15.77
A08	Programa DMELECT 2008	0.5	u	242	1.34
Importe antes de C.Ind				17.11	
Costes indirectos				0.03	0.51
<b>Importe total</b>				<b>17.63</b>	

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Presupuestos

Instalación red de Baja Tensión adicional			Horas	65
Código	Descripción	Medición por ud de obra	Precio	Importe/h
MO01	Técnico Superior Electricista.	1 h	9.12	9.12
MO04	Graduado en GITI.	1 h	15.77	15.77
M01	Motor para tornillo de Arquímedes.	1 u	240.00	3.69
M02	Motor para mecanismo de agitación.	1 u	370.00	5.69
M03	Motorreductor helicoidad/Cinta	1 u	1650.00	25.38
C01	Cable multipolar 4x 2'5mm2.	1 u	20.34	0.31
C02	Cable multipolar 3x6mm2 .	1 u	26.38	0.41
C03	Tubo corrugado cables y accesorios.	0.85 u	8.55	0.11
I01	Interruptores magnetotérmicos de 16A.	1 u	27.25	0.42
I02	Interruptores magnetotérmicos de 25A.	1 u	6.14	0.09
I03	Interruptores diferenciales de IN 25A y sensibilidad 30mA.	1 u	26.00	0.40
I04	Batería de condensadores DE 380-450V y 5 KVAr con escalones de 2,5+2,5 de la empresa WARELECT	1 u	554.97	8.54
I05	Armario estanco estanco metálico .	1	54.80	0.84
Importe antes de C.Ind			70.78	
Costes indirectos			0.03	2.12
Importe total			72.91	

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Presupuestos

Montaje de la instalación hidráulica adicional		Horas		30	
Código	Descripción	Medición por ud de obra		Precio	Importe/h
MO02	Técnico Superior Mecánico	1	h	9.12	9.12
MO04	Graduado en GITI.	1	h	15.77	15.77
V01	Válvula de mariposa 30mm DN.	1	u	147.36	4.91
V02	Válvula de bolas de 25mm de DN.	1	u	197.16	6.57
V03	Válvula de bolas de 30mm de DN.	1	u	202.23	6.74
M05	Bomba hidráulica de diafragma.	1	u	133.06	4.44
C05	Tubería Hidráulica.	1	u	2.1	0.07
Importe antes de C.Ind				47.62	
Costes indirectos				0.03	1.43
<b>Importe total</b>				<b>49.05</b>	

Montaje de la instalación neumática		Horas		30	
Código	Descripción	Medición por ud de obra		Precio	Importe/h
MO02	Técnico Superior Mecánico.	1	h	9.12	9.12
MO04	Graduado en GITI.	1	h	15.77	15.77
N01	Presóstato	1	u	79.4	2.65
N02	Equipo de purificación de aire	1	u	69.93	2.33
C04	Manguera para aire comprimido y equipo adicional	1	u	5.13	0.17
V04	Electroválvulas ISO 15218.	1	u	215	7.17
V05	Válvulas de estrangulación.	1	u	88.74	2.96
V06	Válvula reguladora de presión.	1	u	47.24	1.57
C06	Cilindro neumático	1	u	44.80	1.49
Importe antes de C.Ind				43.23	
Costes indirectos				0.03	1.30
<b>Importe total</b>				<b>44.53</b>	

## Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.

### Presupuestos

Instalación de instalación automática y sensores			Horas	25
Código	Descripción	Medición por ud de obra	Precio	Importe/h
MO01	Técnico Electricista.	1 h	9.12	9.12
MO04	Graduado en GITI.	1 h	15.77	15.77
S01	Sensor de nivel.	1 u	393.00	15.72
S02	Celdas de carga depósito principal.	1 u	363.00	14.52
S03	Celdas de carga depósito secundario.	1 u	57.87	2.31
S04	Sensor de temperatura.	1 u	21.90	0.88
A01	PLC SIMATIC S7-200.	1 u	291.60	11.66
A05	Módulo de I/O digitales.	1 u	501.30	20.05
A06	Cable As-Interface.	1 u	12.00	0.48
A07	Cable Profibus S7-200.	1 u	30.65	1.23
C03	tubo corrugado cables y accesorios.	0.15 u	8.55	0.05
Importe antes de C.Ind			91.79	
Costes indirectos			0.03	2.75
Importe total			94.55	

Estudio y Programación del sistema			Horas	60
Código	Descripción	Medición por ud de obra	Precio	Importe/h
MO04	Graduado en GITI.	1 h	15.77	15.77
Importe antes de C.Ind			15.77	
Costes indirectos			0.03	0.47
Importe total			16.24	

### 3.5.- Cuadro de Precios 5: Presupuesto de Ejecución Material

Según el artículo 67 RD 982/1987 es el presupuesto directo que engloba la suma de los precios de cada unidad obra definidas en un proyecto.

Presupuesto de ejecución material	
Descripción unidad de obra	Importe
(h) Elaboración de planos para instalación	1,586.51
(h) Instalación red de Baja Tensión adicional	4,739.15
(h) Montaje de la instalación hidráulica adicional	1,471.50
(h) Montaje de la instalación neumática	1,335.90
(h) Instalación de instalación automática y sensores	2,363.75
(h) Estudio y Programación del sistema	974.59
Importe Total	12,471.40

### **3.6.- Cuadro de Precios 6: Presupuesto de Ejecución por Contrata**

Presupuesto de ejecución por contrata		
Descripción	Importe (€)	
Presupuesto total de ejecución material	12,471.40	
Gastos Generales (13%)	1,621.28	
Beneficio Industrial (6%)	748.28	
<b>Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>	<b>14,840.96</b>	<b>CATORCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA MIL EUROS CON NOVENTA Y SEIS</b>

### **3.7.- Cuadro de Precios 7: Presupuesto Base de Licitación**

Presupuesto Base de Licitación		
Descripción	Importe (€)	
Presupuesto de Ejecución por Contrata	14,840.96	
IVA (21%)	3,116.60	
<b>Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>17,957.56</b>	<b>DIECISIETE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS</b>



# **Diseño de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

## **3. PLANOS**

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Planos

## ÍNDICE DE PLANOS

---

---

PLANO I: Grafcet para la automatización .....	72
PLANO II: Instalación Electro-Neumática.....	78
PLANO III: Plano instalación Baja Tensión.....	81
ANEXO IV: Plano Estructural.....	83

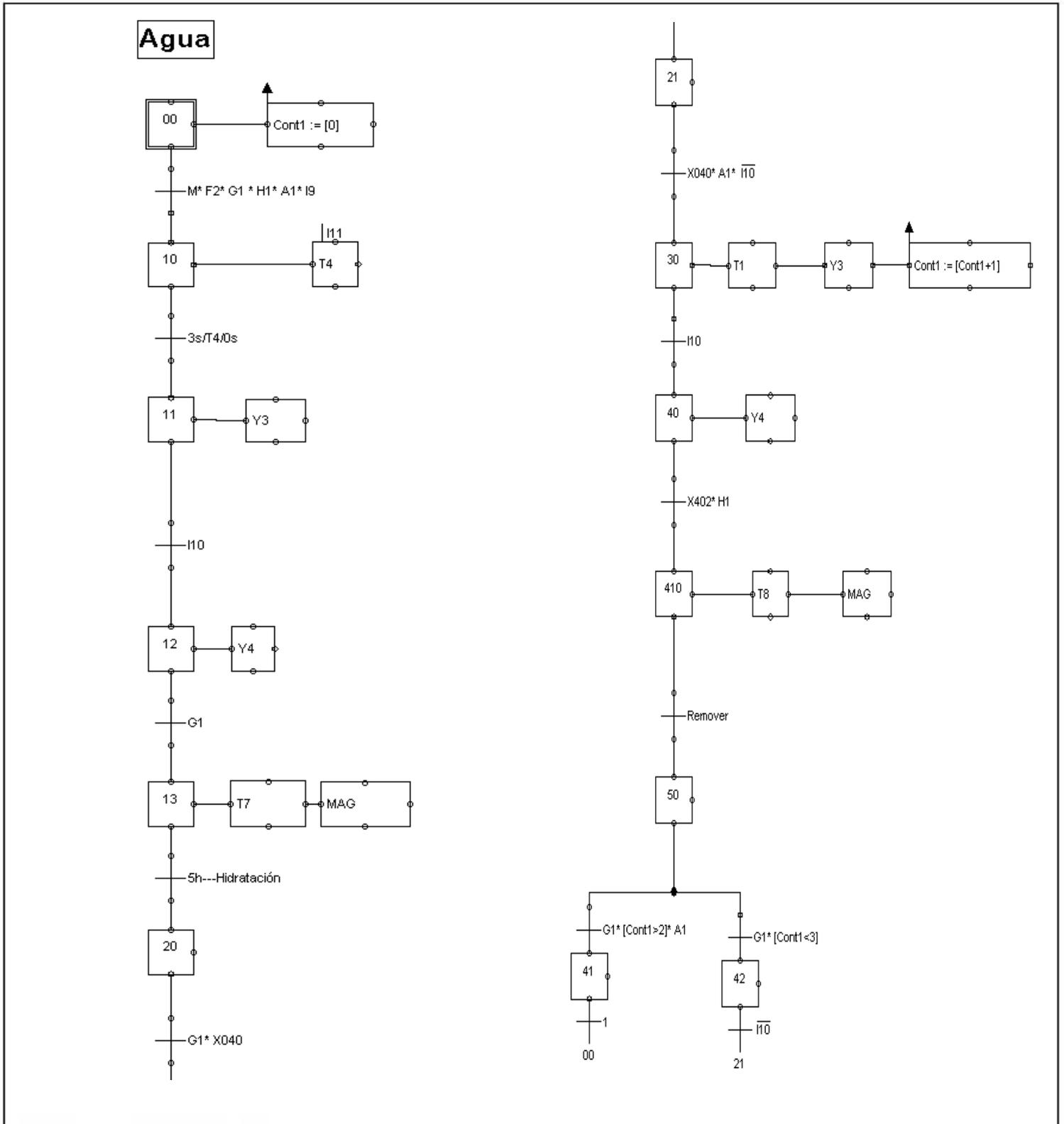
## **PLANO I: Grafcet para la automatización**

Los siguientes Grafcet están desarrollados con el programa FluidSim de Festo en su versión 4.2 pneumatics siguiendo la norma IEC60848. El funcionamiento del sistema deberá seguir estas directrices, aunque alterando los temporizadores según se dispone a continuación:

<b>VARIABLE EN GRAFCET</b>	<b>VALOR</b>
Hidratación	5 h
Remover	3 min
Vertido desinfectante	60 s
T5 (Desaguar)	2 min
Tiempo de descarga depósito 2	50 s

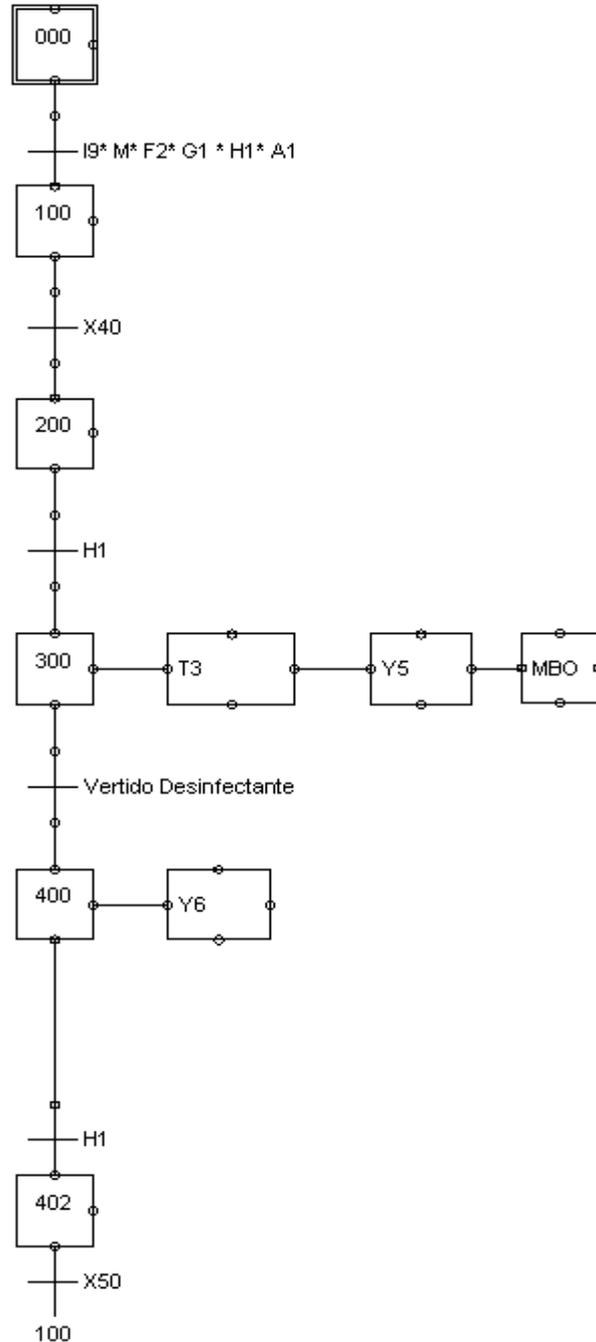
Los valores de la tabla anterior se han calculado en el apartado Anexo I y son valores mayorados ya que dichos cálculos están hechos de forma aproximada.

Consultar sección 1.9.2- “Variables de entrada y salida”- para obtener el significado de las distintas variables dispuestas en los diagramas.



<b>TRABAJO FIN DE GRADO:</b>		<b>AUTOR: Ignacio Moreno</b>	
<b>Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio</b>		<b>06/09/2017</b>	
<b>PLANO:</b> <b>1</b>	<b>Graficet para el control de la apertura y cierre de la válvula de agua sanitaria</b>		<b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> 

### Desinfectante



TRABAJO FIN DE GRADO:

**Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio**

AUTOR: **Ignacio Moreno**

**06/09/2017**

PLANO:

**2**

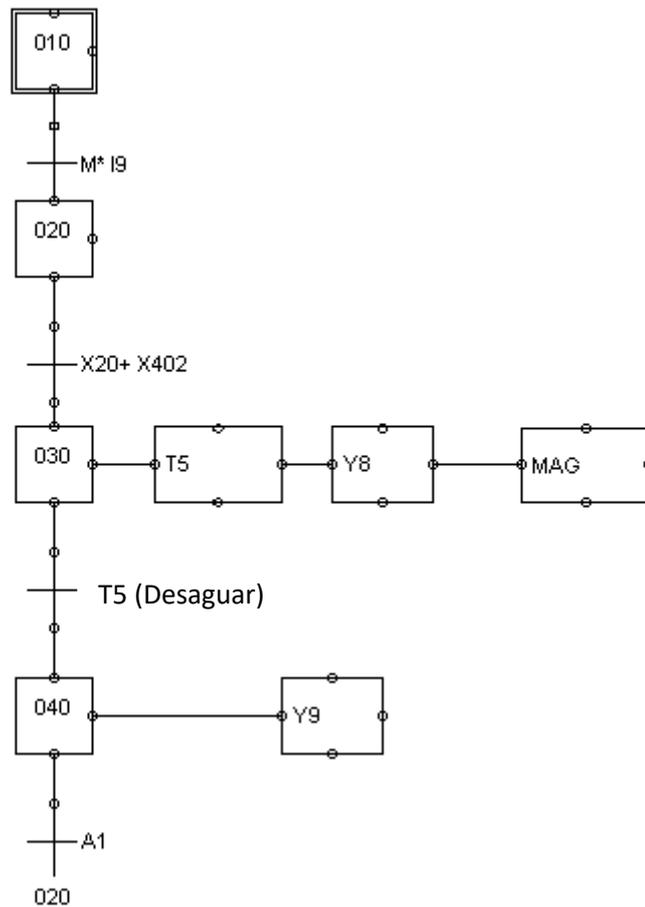
**Graficet para el control de la apertura y cierre de la válvula del desinfectante**



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



### Desagüe



TRABAJO FIN DE GRADO:

**Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio**

AUTOR: **Ignacio Moreno**

**06/09/2017**

PLANO:

**3**

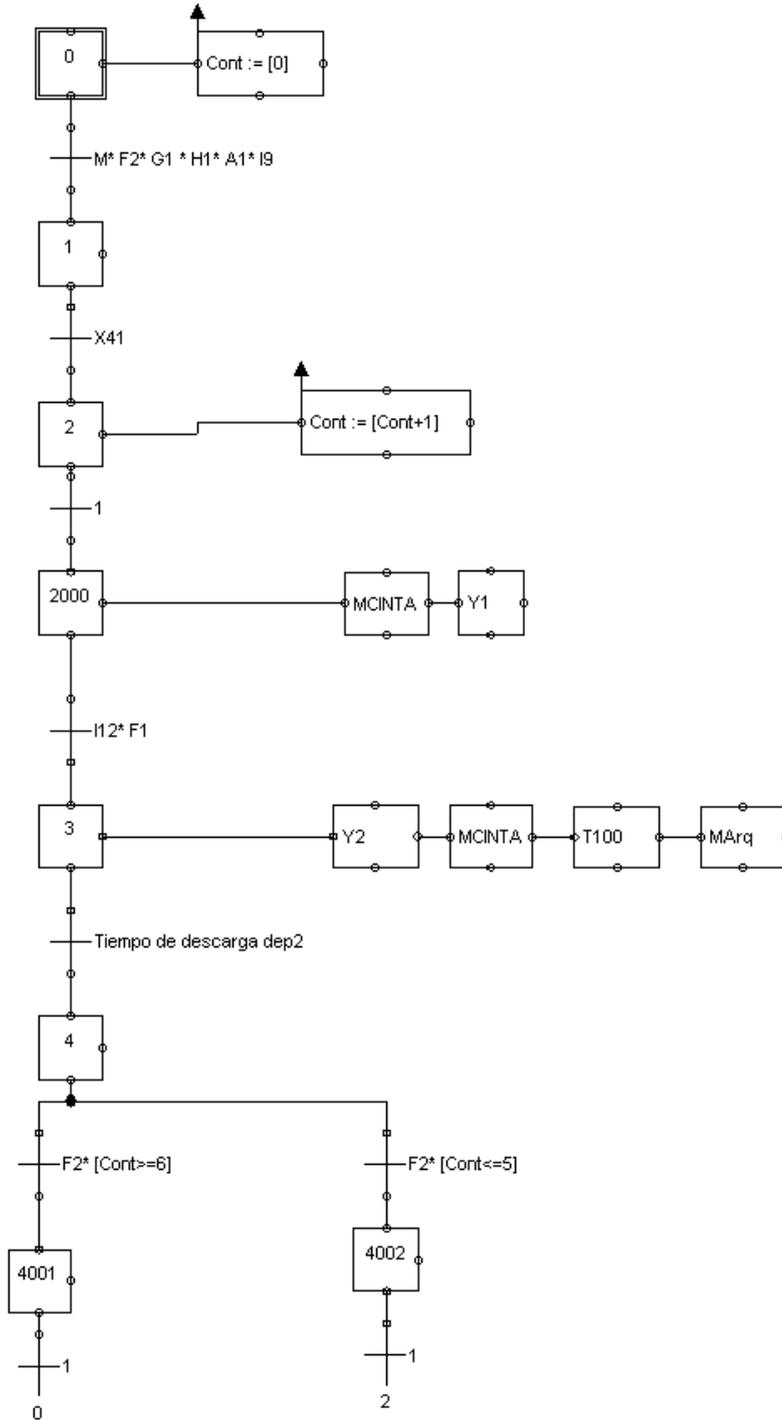
**Grafset para el control de la apertura y cierre de la válvula de agua residual**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Pistón**



TRABAJO FIN DE GRADO:

**Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio**

AUTOR: **Ignacio Moreno**

**06/09/2017**

PLANO:

**4**

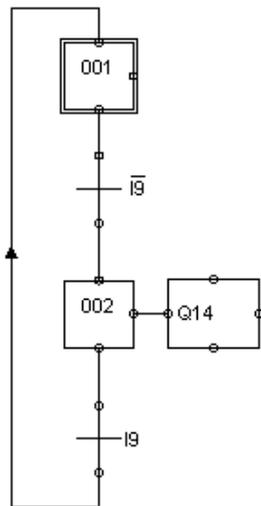
**Graficet para el control de la apertura y cierre del pistón de la compuerta**



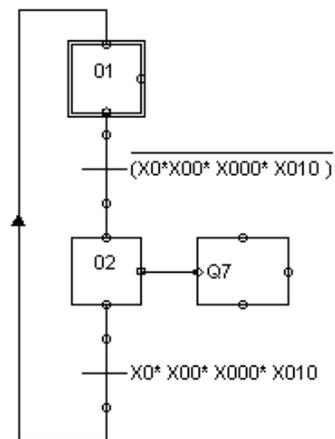
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Temperatura sala**



**Luz**



TRABAJO FIN DE GRADO:

**Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio**

**AUTOR: Ignacio Moreno**

**06/09/2017**

PLANO:

**5**

**Graficets de emergencia por temperatura inadecuada y presión inadecuadas**



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

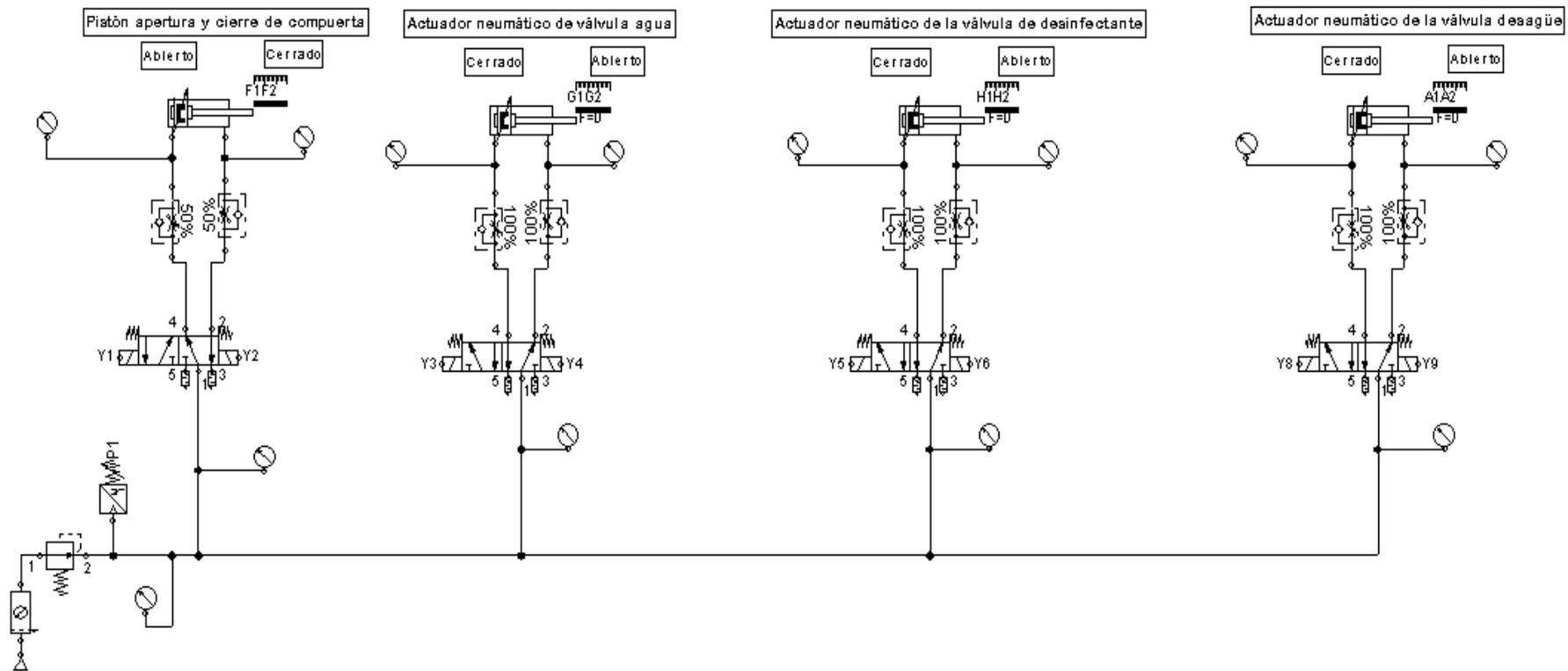


## **PLANO II: Instalación Electro-Neumática**

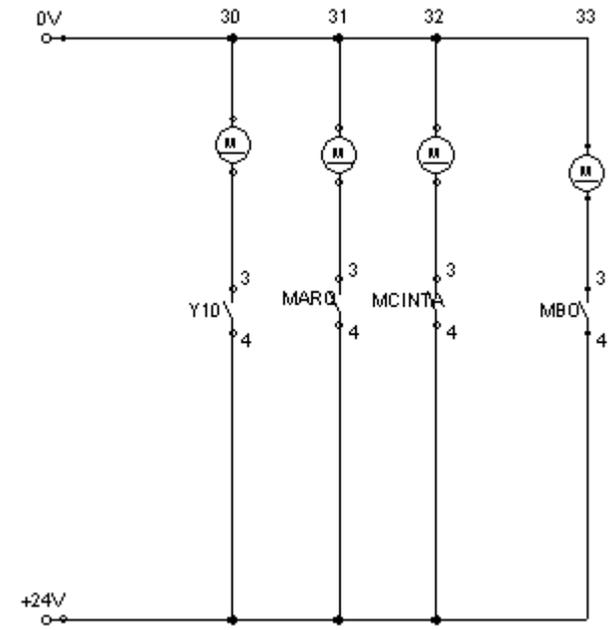
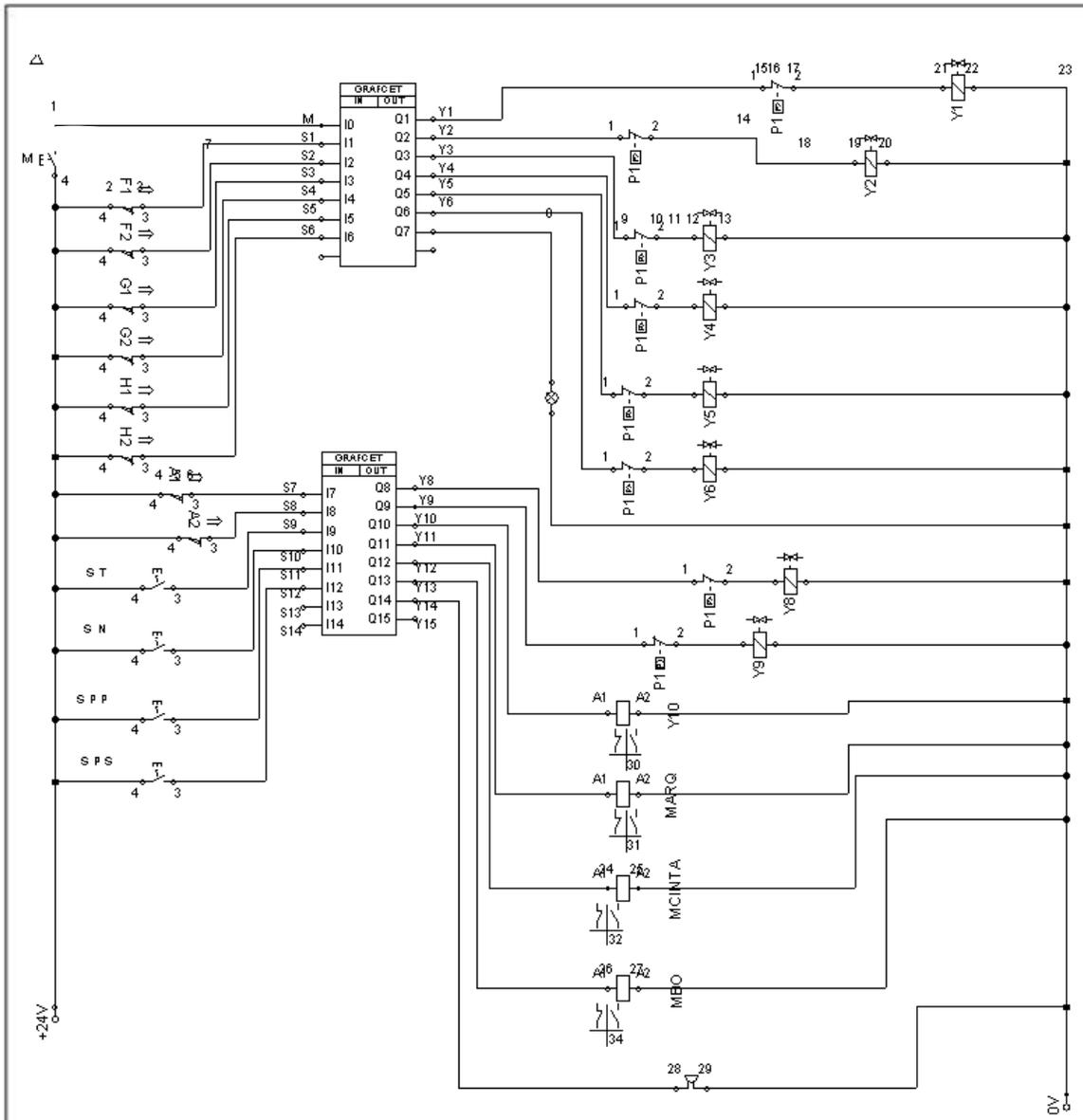
Se adjunta la instalación electroneumática encargada de propiciar el movimiento de las válvulas hidráulicas para su apertura y cierre. Consta de válvulas 5/2 neumáticas, equipo de medida y mantenimiento de aire y sistema de seguridad por un posible aumento repentino de la presión. Los Grafcet de automatización expuestos tratan de controlar este circuito neumático.

También se adjunta una instalación que, mediante pulsadores e interruptores, trata de simular el comportamiento del sistema tal como si fueran sensores y motores. Estos accionadores simulan cuándo cada una de estos elementos se encuentra encendido o apagado o dando señal o no.

Dichos planos se han realizado con el programa FluidSim de Festo en su versión 4.2 Pneumatics.



TRABAJO FIN DE GRADO: <b>Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio</b>		AUTOR: <b>Ignacio Moreno</b>	
		06/09/2017	
PLANO: <b>6</b>	<b>Plano de la instalación neumática</b>		

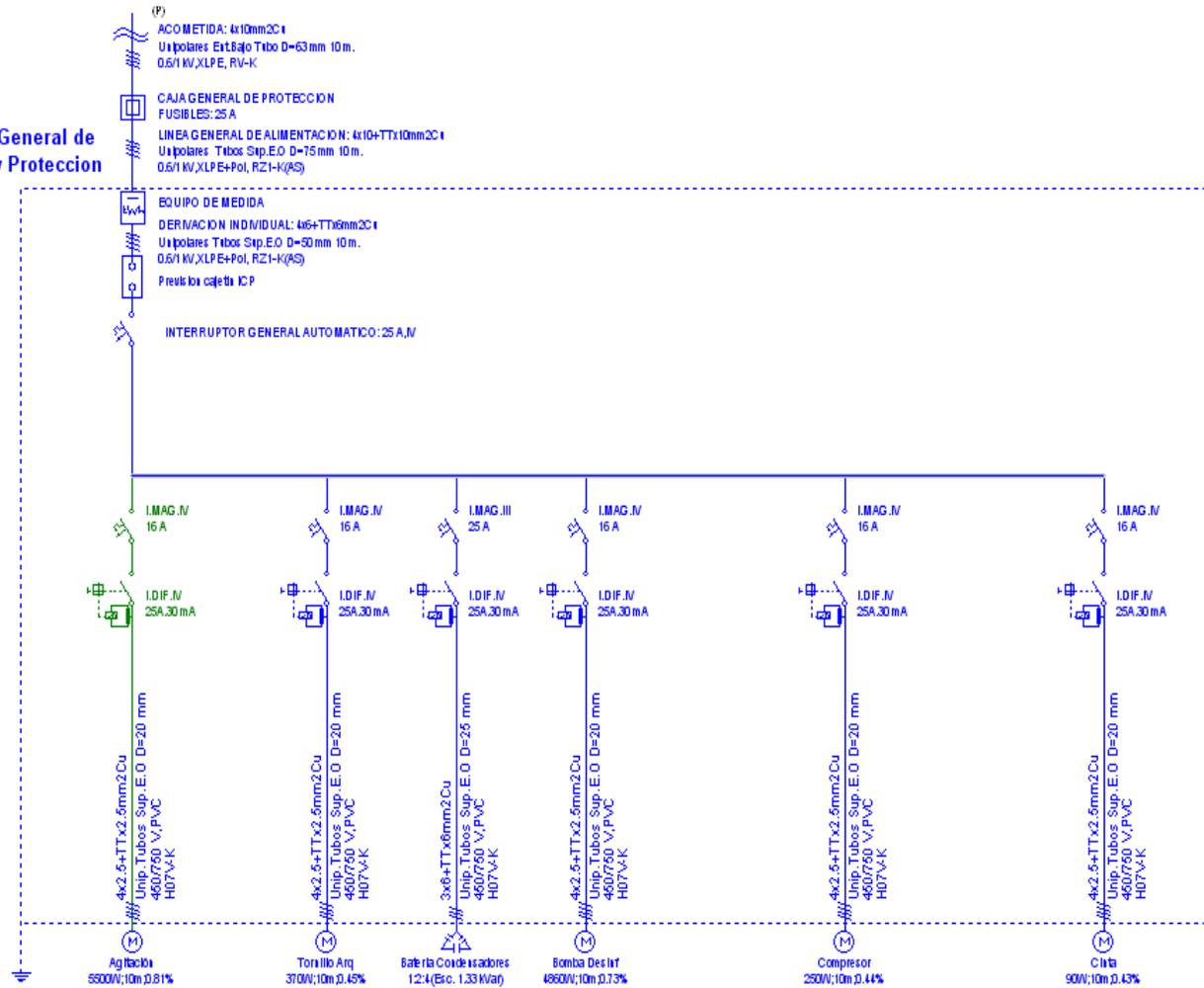


<b>TRABAJO FIN DE GRADO:</b> <b>Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio</b>		<b>AUTOR: Ignacio Moreno</b>	
		<b>06/09/2017</b>	
<b>PLANO:</b> <b>7</b>	<b>Plano eléctrico asociado al neumático y a los grafkets</b>		

### **PLANO III: Plano instalación Baja Tensión**

Se adjunta el plano realizado con el programa DMELECT de la instalación de baja tensión incluyendo la protección en las distintas derivaciones, en la acometida y en el cuadro general extraído a partir de los cálculos realizados en el apartado anterior.

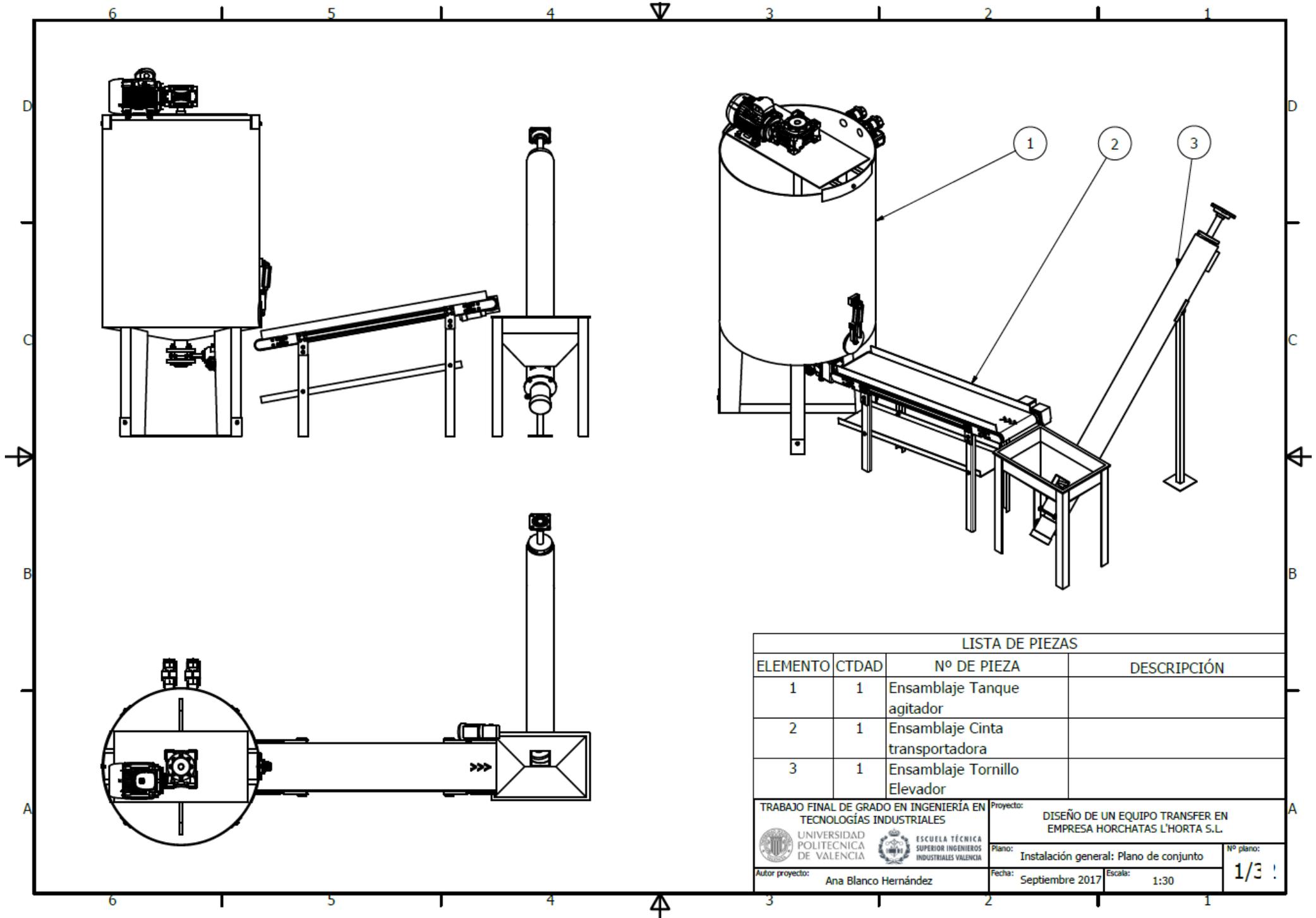
**Cuadro General de Mando y Protección**



<b>TRABAJO FIN DE GRADO:</b> <b>Diseño y automatización de un equipo transfer de una empresa del sector alimenticio.</b>		<b>AUTOR: Ignacio Moreno</b>	
		<b>06/09/2017</b>	
<b>PLANO:</b> <b>8</b>	<b>Instalación de Baja Tensión</b>		
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	

## **ANEXO IV: Plano Estructural**

Se adjunta dicho plano perteneciente al documento relacionado con este proyecto relativo al diseño estructural realizado por Ana Blanco Hernández. Es interesante fijarse en este diseño pues a él irían conectados los distintos elementos seleccionados.



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Ensamblaje Tanque agitador	
2	1	Ensamblaje Cinta transportadora	
3	1	Ensamblaje Tornillo Elevador	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto: DISEÑO DE UN EQUIPO TRANSFER EN EMPRESA HORCHATAS L'HORTA S.L.	
 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	
Autor proyecto: Ana Blanco Hernández		Fecha: Septiembre 2017	Escala: 1:30
			Nº plano: 1/3 !

# **Diseño de un equipo transfer en HORCHATA S.L.**

## **4. ANEXOS**

**Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.**

Anexos a la Memoria

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

---

---

ANEXO I: Cálculos para selección de equipo.....	88
ANEXO II: Cálculo instalación Baja Tensión.....	100
ANEXO III: Diagrama de Estado de I/O del Sistema .....	108

## **ANEXO I: Cálculos para selección de equipo**

Los cálculos desarrollados en el siguiente apartado son únicamente cualitativos para seleccionar los componentes que se encuentran disponibles en el mercado.

### **Dimensiones de depósito principal:**

$$\text{Diámetro} = D_{Dep\_princ} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = H_{Dep\_princ} = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{Volumen depósito} = V_{dep\_princ} = \pi \left(\frac{1}{2}\right)^2 1.4 = 1100 \text{ l} = 1.1 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen útil} = V_{dep\_princ\_u} = V_{dep\_princ} 0.85 = 935 \text{ l} = 0.935 \text{ m}^3$$

El volumen útil es aquel que se llena de granos de horchata y agua. Es menor que el volumen total del depósito principal ya que aplicamos una reducción de seguridad debido al espacio ocupado por las palas más un volumen extra debido a la altura del vórtice generado a la agitación del fluido y el volumen de cloro que debemos introducir. Se ha estimado que es un 15% del total.

### **Densidad de la chufa**

Se procede a su estimación mediante cálculos estimados a partir de datos recogidos en el trabajo de campo.

$$\text{Masa de chufa a introducir} = m_{chufa} = 500 \text{ Kg}$$

$$\text{Volumen de agua} = Vol_{agua} = 600 \text{ l} \rightarrow m_{agua} = 600 \text{ Kg}$$

$$\text{Volumen chufa} = Vol_{chufa} = 850 - 600 = 250 \text{ l} = 0.250 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad chufa} = \rho_{chufa} = \frac{500 \text{ kg}}{250 \text{ l}} = 2 \frac{\text{Kg}}{\text{l}}$$

Este parámetro será de vital importancia para definir las otras magnitudes que vamos a considerar.

### **Electroválvula del desinfectante**

Seleccionamos una válvula con  $D_{val} = 30 \text{ mm}$  de diámetro.

Al ser una bebida refrescante que se elabora a temperatura ambiente la legislación es estricta respecto a la prevención de la proliferación de gérmenes; luego nos indican que se introduce un 2% de líquido desinfectante (Cloro) por cantidad de agua introducida.

$$\text{Litros de cloro} = Vol_{cl} = 600 (2\% \text{ cloro}) = 12 \text{ l}$$

## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

Fijamos un tiempo de vertido de  $t=1$  min (si viésemos que este resultado nos lleva a un caudal y velocidad poco coherentes procederíamos a reestimarlos).

$$\frac{Vol_{cl} m^3}{t s} = \pi(R_{val})^2 v \rightarrow \frac{12 \cdot 10^{-3} m^3}{60 s} = \pi \left( \frac{25 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 v$$

Despejando de la anterior ecuación la velocidad del fluido entonces:

$$v = 0.41 \frac{m}{s}$$

$$Q = \frac{12 \cdot 10^{-3} m^3}{60 s} = 12 \frac{l}{min}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ seg}$$

La magnitud a introducir en el temporizador del autómatas debe ser la calculada aumentándola el tiempo que tarda la válvula en abrirse.

### **Electroválvula de desagüe**

Hemos de evacuar 600 l de agua por un agujero de  $D_{valv} = 65$ mm de diámetro.

Ahora podemos calcular la velocidad del fluido y luego el tiempo. Veremos si los resultados son coherentes. Este tiempo es el  $t_2$  escrito en los diagramas grafset en el anexo I de programación.

$$\frac{Vol_{agua} m^3}{t s} = \pi \left( \frac{D_{valv}}{2} \right)^2 v \rightarrow t = 46.7 s$$

Calculamos la velocidad de vaciado del agua mediante la ecuación de Torricelli.

$$\text{Velocidad de vaciado del agua} = v = \sqrt{2gH_{ag}} = 3.869 \text{ m/s}$$

Cálculo de la altura del agua (hasta sensor capacitivo uno).

$$600 \cdot 10^{-3} m^3 = \pi \left( \frac{1}{2} \right)^2 h_{agua} \rightarrow h_{agua} = 0.764 m$$

Cálculo de la altura de chufa.

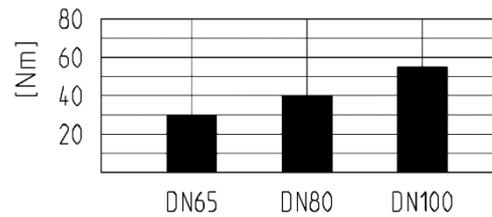
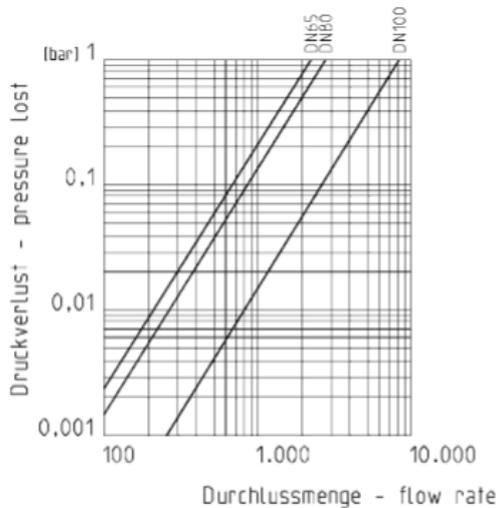
$$250 \cdot 10^{-3} m^3 = \pi \left( \frac{1}{2} \right)^2 h_{chufa} \rightarrow h_{chufa} = 0.318 m$$

$$h_{ag} + h_{chufa} = 1.032 m \rightarrow h_{libre} = 0.318 m$$

Hay que tener en cuenta que el hecho de que haya granos de chufa y que el proceso de agitación esté en funcionamiento puede retardar el tiempo de liberación del agua residual. Con lo cual, incluso para asegurarnos que la cantidad de agua en la chufa a transferir al depósito secundario es la menor posible asignaremos un tiempo de 100 s.

Teniendo en cuenta los cálculos realizados y consultando la sección de "Elección de Equipo" se dispone la comprobación de la correcta elección del mismo.

Pressure – loss - diagram



Nos daría 770,87 l/min lo que supondría una pérdida de presión de 0,7 bar. El par máximo que habría que ejercer sobre la válvula para asegurar su conmutación sería 40 Nm que lo garantizamos mediante la aplicación de aire comprimido a 6 bar.

El par calculado teórico, sin tener en cuenta coeficientes de rozamiento émbolo de cilindro estándar elegido sería:

$$T = 0.6 \cdot 10^6 \text{ Pa} * \frac{(32 \cdot 10^{-3})^2 \pi}{4} \text{ m}^2 = 482.54 \text{ Nm}$$

Con un rendimiento interno del cilindro por rozamiento de 0,9 nos daría un par de 434 Nm lo que nos asegura una apertura y cierre de la válvula de mariposa instantánea.

### Electroválvula de agua

Proceso a seguir homólogo al de la electroválvula de cloro ya que sabemos el volumen de agua que queremos introducir, fijando el tiempo podemos obtener caudal y velocidad. Por último, analizaremos si el resultado es coherente comparándolo con un catálogo de productos.

El tiempo estima es de 5 min que se corresponderá con t1 escrito en los diagramas grafcet en el anexo I de programación.

$$Vol_{agua} = 600l$$

$$\frac{Vol_{ag} \text{ m}^3}{t \text{ s}} = \pi(R_{val})^2 v \rightarrow \frac{600 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{5 \cdot 60 \text{ s}} = \pi \left( \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 v$$

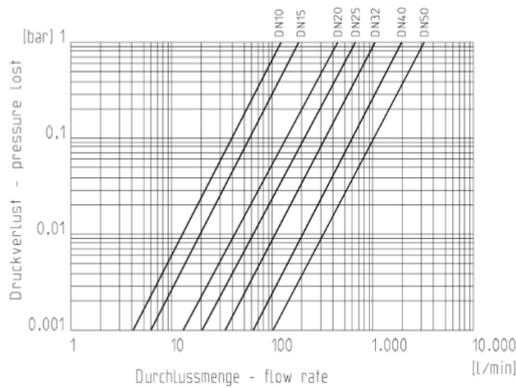
$$v = 1.0186 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

$$Q = 2 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s} = 2 \frac{l}{s}$$

Teniendo en cuenta los cálculos realizados y consultando la sección de "Elección de Equipo" se dispone la comprobación de la correcta elección del mismo.



Cómo tenemos un caudal de 120 l/min con lo cual podemos elegir una válvula de 30 mm de diámetro teniendo una pérdida de presión de 0,1 bar.

### **Cilindro neumático**

Dado que es una compuerta plana alojada en la parte inferior del depósito, las presiones (relativas) sobre la misma que ejerce la chufa con agua estáticamente, es decir, sin tener en cuenta el proceso de agitación, se puede modelar como un prisma de presiones trapezoidal descompuesto en un triángulo rectángulo y un rectángulo.

$$F_1 = \frac{\gamma D D}{2} D$$

$$F_2 = \gamma h_1 D D$$

$$\gamma_{chufa a remojo} \equiv \text{Peso específico de chufa a remojo} = 20000 \frac{Kp}{m^3}$$

$$\gamma_{agua} \equiv \text{Peso específico de agua} = 10000 \frac{Kp}{m^3}$$

$$h_{chufa} = 0.318 \text{ m}$$

$$h_{agua} = 0.764 \text{ m}$$

$$D \equiv \text{Diámetro del orificio} = 0.15 \text{ m}$$

$$h_1 \equiv \text{Distancia entre la lámina libre de líquido y el centro de gravedad del orificio} = 1.6936 \text{ m}$$

Aplicando prisma de presiones hidrostáticas sobre la trampilla por donde saldrá la chufa hidratada podemos estimar la presión que haría falta aportar.

$$F_T = F_1 + F_2$$

$$F_T = \frac{\gamma_{chufa a remojo} D^3}{2} + (\gamma_{chufa a remojo} h_{chufa a remojo} + \gamma_{agua} h_{agua}) D^2$$

$$F_T = 348.75 \text{ N}$$

$$A_{\text{orificio}} = \pi \frac{D^2}{4} = 0.0176 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{neumática}} = \frac{F_T}{A_{\text{orificio}}} = 19815.34 \text{ Pa} \quad P^* = 0.20 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 1.2 \text{ bar}$$

## **Compresor**

Se procede a dimensionar el compresor a partir del cilindro seleccionado. Como se ha mencionado anteriormente, el aire del cilindro pistón estará a una presión superior a los 1.2bar manométricos teóricos calculados en el apartado anterior ya que las presiones mínimas disponibles en catálogos son de 6 bar nominales.

Estimación frecuencia de utilización.

La compuerta se abrirá y cerrará 6 veces por ciclo de horchata, que considerando todos los procesos que se tienen en cuenta hacemos una estimación de duración de 5 horas.

$$n = \frac{6 \text{ ciclos}}{5 \text{ h}} = \frac{1.2 \text{ ciclos}}{\text{h}} = 0.02 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}}$$

$$P_{\text{Compresión}} = 6 \text{ bar.}$$

$$P_{\text{absorción}} = P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ bar}$$

También tenemos las dimensiones geométricas del cilindro compresor que hemos seleccionado.

$$S_{\text{max}} \equiv \text{carrera máxima} = 500 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{\text{cilindro}} = 32 \text{ mm} \quad \emptyset_{\text{vástago}} = 12 \text{ mm}$$

Se calcula la fuerza que ejercerá el pistón tanto en avance como en retroceso.

$$F_{\text{ideal}} = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa} \left( \frac{\pi \cdot 0.032^2}{4} \right) = 562.97 \text{ N} \quad (\text{rendimiento} = 1)$$

$$F_{\text{ideal}} = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa} \left( \frac{\pi \cdot 0.032^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0.012^2}{4} \right) = 483,805 \text{ N} \quad (\text{rendimiento} = 1)$$

Para determinar el consumo de aire se tendrán en cuenta las dos cámaras, tanto la de avance como la de retroceso.

$$S_{\text{necesaria}} = \frac{160 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi}{4} = 250 \text{ mm}$$

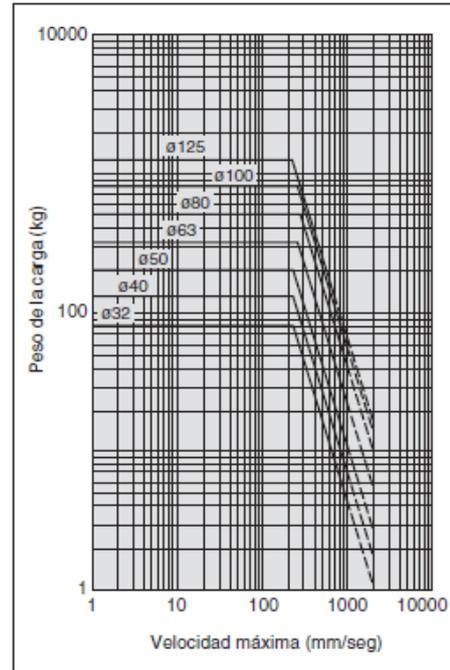
$$\text{Vol}_{\text{ciclo}} = 0.25 \pi \left( \frac{2 \cdot 0.032^2}{4} - \frac{0.012^2}{4} \right) = 3.23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{250 \text{ mm}}{2 \text{ s}} = 125 \text{ mm/s}$$

Con la hoja de catálogo, para una velocidad de acción del cilindro determinada y un diámetro elegido podemos ver la masa admisible que es capaz de mover. Recordar que en el caso la masa serían 34.8 kg.

En nuestro caso sería de diámetro 32mm y una velocidad en torno a 125 mm/s lo que, según el gráfico de la derecha nos proporcionaría una masa admisible de 100 Kg que, efectivamente, es mayor a lo calculado en el apartado anterior de 34.8 Kg.

**Energía cinética admisible**



Consumo de cada maniobra.

$$Q = 0.02 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}} 3.23 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} = 6.46 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Aplicación de Boyle-Mariotte.

$$\begin{aligned} P_{atm} Q_{atm} &= P_{man} Q_{man} \rightarrow Q_{atm} \\ &= \frac{(6 \cdot 10^5 + 10^5) 6.46 \cdot 10^{-6}}{10^5} \\ &= 4.522 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 0.045 \frac{\text{l}}{\text{min}} \end{aligned}$$

Vemos como, efectivamente, el caudal es muy bajo ya que la frecuencia de accionamiento del dispositivo es muy baja.

La potencia del cilindro será de.

$$W_{cilindro} = P Q = 6 \cdot 10^5 6.46 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \frac{1 \text{min}}{60 \text{s}} = 0.0646 \text{ W}$$

La potencia requerida del compresor para comprimir el aire a temperatura constante es la siguiente.

$$W_{compresor} = P_1 V_1 \ln \frac{P_1}{P_2} = 10^5 3.23 \cdot 10^{-4} \ln \frac{6 \cdot 10^5}{10^5} = 58 \text{ W} = 78 \text{ Hp}$$

**Bomba de membrana para desinfectante**

$$Q = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 720 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Si se tiene en cuenta que el cloro diluido en agua es un fluido cuya viscosidad no influye en el caudal trasegado no aplicamos un coeficiente de reducción por caudal.

Con unas pérdidas del 95% tenemos un caudal útil de:

$$Q_u = \frac{720}{0.95} = 758 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 2.103 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

**Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

Anexos a la Memoria

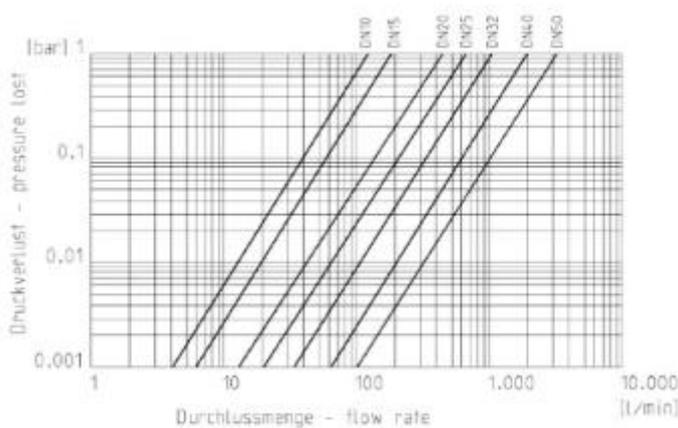
Se procede a hacer Bernoulli entre la mínima lámina de agua libre del depósito de cloro diluido en agua y el punto por donde se vierte el desinfectante en el depósito principal. Tendremos en cuenta la energía cinética fluido, aunque no ocasionará casi pérdidas, y despreciaremos la energía elástica ya que la presión es la misma en ambos puntos.

$$\frac{v_{dep}^2}{2g} + \frac{P_{dep}}{\gamma_{ag}} + z_{dep} + \Delta H_{bomba} = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{ag}} + z_1 + H_{valvula} + H_{fricción}$$

$$\Delta H_{bomba} = \frac{v_1^2}{2g} + \Delta Z_{1-dep} + H_{valvula} + H_{fricción}$$

Calculamos el término referido a la válvula. Los datos de caída (pérdida) de presión en la válvula se toman de la válvula de bolas elegida.

**Pressure loss diagram**



Tomando  $Q_u=12.64$  l/min calculado en las líneas precedentes podemos averiguar la caída de presión intersectando con la recta DN25.

$$\Delta P_{valvula} = 0.001 \text{ bar} = 100 \text{ Pa}$$

$$A_{valv} = \frac{\pi 0.025^2}{4} = 4.91 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$K_v = \frac{Q_u}{\sqrt{\Delta P_{valvula}}} = \frac{2.103 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{100}} = 2.103 \cdot 10^{-5}$$

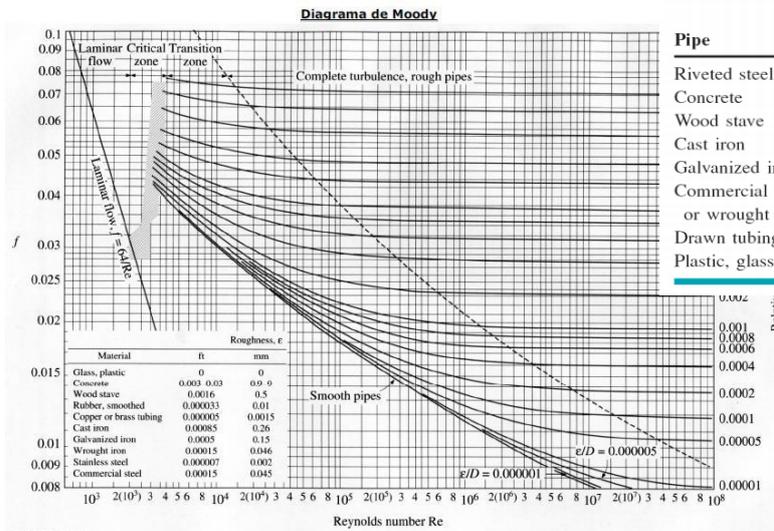
$$K_v = \sqrt{\frac{2gA^2}{\gamma_{ag}k}} = 2.106 \cdot 10^{-5} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.81 \cdot (4.91 \cdot 10^{-4})^2}{10000 k}} \rightarrow k = 1.06$$

$$H_{valv} = k \frac{v^2}{2g} = 0.14 \frac{0.41^2}{2 \cdot 9.81} = 9.1 \cdot 10^{-3} \text{ mca}$$

Desarrollo del cálculo de pérdidas por fricción en la tubería. Dado que es una tubería de PVC, con una rugosidad muy pequeña se aventura a asegurar que estas pérdidas, como las anteriores no serán significativas para el cálculo.

$$Re = \frac{\rho_{agua} v_{agua} D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0.41 \cdot 0.025}{0.001 \text{ Pa s}} = 10250$$

**TABLE 8.1**  
Equivalent Roughness for New Pipes [From Moody (Ref. 7) and Colebrook (Ref. 8)]



Pipe	Equivalent Roughness, $\epsilon$	
	Feet	Millimeters
Riveted steel	0.003-0.03	0.9-9.0
Concrete	0.001-0.01	0.3-3.0
Wood stave	0.0006-0.003	0.18-0.9
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Commercial steel or wrought iron	0.00015	0.045
Drawn tubing	0.000005	0.0015
Plastic, glass	0.0 (smooth)	0.0 (smooth)

Según el diagrama de Moody, para el cálculo del factor de fricción de la tubería, y teniendo en cuenta que será de plástico, con lo cual se considera un tubo liso utilizamos la relación de Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re} = 6.24 \cdot 10^{-3} \rightarrow H_{fric\_tubo} = \frac{v^2 f L_{tub}}{D_{tub} 2g} = 5.13 \cdot 10^{-3} mca$$

Como pérdidas localizadas podemos estimar:

$$\frac{R}{D} = \frac{0.03}{0.025} = 1.2 \quad \frac{\epsilon}{D} = \frac{0}{0.025} = 0$$

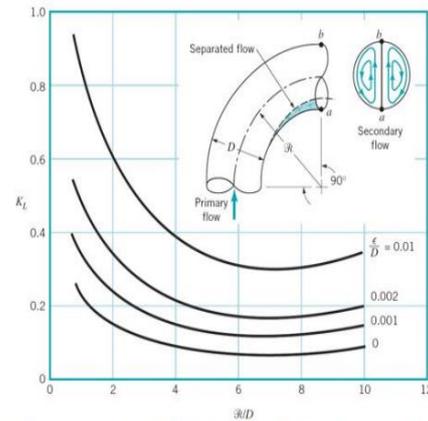
$$K_L = 0.2$$

$$H_{fric\_loc} = 0.2 \frac{0.41^2}{2 \cdot 9.81} = 1.71 \cdot 10^{-3} mca$$

$$H_{fric} = H_{fric\_tubo} + H_{fric\_loc} = 7 \cdot 10^{-3} mca$$

$$\Delta H_{bomba} = \frac{0.41^2}{2 \cdot 9.81} + 2.4 + 9.1 \cdot 10^{-3} + 7 \cdot 10^{-3} = 2.43 mca$$

$$P_{bomba} = Q_u \gamma_{agua} \Delta H_{bomba} = 10000 \cdot 2.43 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 4.86 W$$



Características del flujo en un doblez de tubo de 90°, asociado con el coeficiente de pérdidas  $K_L$  (Ref. 5).

Teniendo en cuenta los cálculos realizados y consultando la sección de "Elección de Equipo" se dispone la comprobación de la correcta elección del mismo.

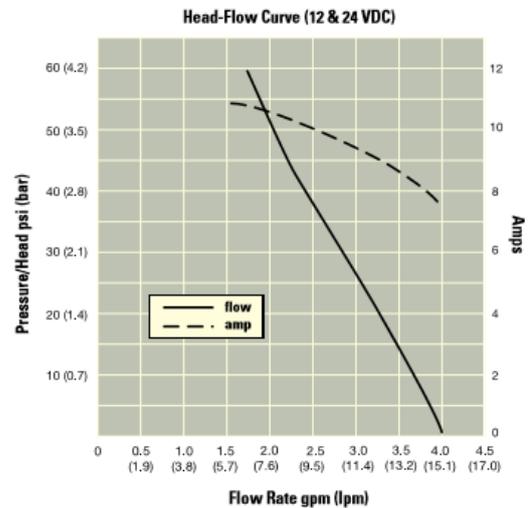
## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

### SPECIFICATIONS

Pump Design	3 chamber diaphragm
Motor Design	Permanent magnet DC
Voltages	12, 24 VDC, 110VAC, 230VAC
Pump Rating	IP 54 (splash proof)
Amp Draw	5 amps @ 10 psi for 12 VDC 3 amps @ 10 psi for 24 VDC 9 amps @ 10 psi for 12 VDC 6 amps @ 10 psi for 24 VDC 9 amps @ 40 psi for 12 VDC 6 amps @ 40 psi for 24 VDC
Pump Head	Polypropylene
<b>ELASTOMERS</b>	
Diaphragm	Santoprene™
Check valves	Viton, EPDM
Max. Flow Rate	4 GPM (15.1 LPM)
Max. Pressure	60 psi (4.1 bar) switch cutoff 50 psi (3.4 bar) max running pressure
Max. Liquid Temp	40° F (4° C) Min*, 140° F (60° C) Max*
Duty Cycle	Intermittent**
Weight	5.05 lbs (2.29 kg) max.
Wiring Options	Standard 18 AWG leads
Port Size inlet / outlet	3/4" (19 mm), 3/8" (9.52 mm) NPTF
* Consult your local ITT Flojet representative for higher fluid temperature options	
** Consult your local ITT Flojet representative for continuous duty application	

INST. SHEET #81000-417



La bomba trabajará con un caudal de 12l/min cómo se ha expresado en los cálculos realizados y con una presión, consultando la gráfica, de 1.4 bar aproximadamente. Recaltar que el motor está integrado en la bomba y es de DC, imanes permanentes como figura en las especificaciones de la derecha.

### Motor tornillo de Arquímedes

$$P = G L g \quad Q = v s \rho$$

$$v = \frac{p n}{60} \rightarrow v = \frac{0.075m \cdot 110 \frac{rev}{min}}{60 \frac{s}{min}} = 0.1375m/s$$

$$S = \pi \frac{0.22^2}{4} = 0.0176 m^2$$

$$\rho_{chufa} = 2 \frac{kg}{l} = 2 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

$$G = 0.1375 \cdot 0.0176 \cdot 2 \cdot 10^3 = 4.84 kg/s$$

$$P = 4.84 \cdot 1.85 \cdot 9.81 = 87.8387 W$$

D ≡ Diámetro exterior del tornillo de Arquímedes = 0.15 m

p ≡ Paso de hélice en m = 75 mm

f ≡ Coeficiente de forma del material a transportar= 1.6

v ≡ Velocidad del fluido

L ≡ Longitud del tornillo de Arquímedes = 1.85m

## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

W  $\equiv$  Potencia absorbida por el eje en CV

G  $\equiv$  Caudal másico

Diámetro del tornillo (mm.)	Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70	30
200	160	110	80	65	30
300	140	100	70	60	25
400	120	90	60	55	25
500	100	80	50	50	25
600	90	75	45	45	25

(\*) Ver las distintas clases de material definidas en el apartado 5.

n (n,  $\gamma$ ,  $\mu$ , D)  $\equiv$  Velocidad de giro del eje del tornillo de Arquímedes máxima = 110 rpm

K  $\equiv$  Coeficiente de inclinación del caudal = 0.78

$$P_{incl} = G H g = 4.84 \cdot 1.2 \cdot 9.81 = 56.97 \text{ W}$$

$$P_T = \frac{(P + P_{incl})}{K} f = \frac{145}{0.78} \cdot 1.6 = 297.16 \text{ W} = 0.3 \text{ KW}$$

Una vez seleccionado el motor del tornillo de Arquímedes podemos calcular muy cualitativamente el tiempo que tardaría en vaciarse los 50 Kg de granos de chufa hidratada del depósito secundario.

$$t_{descarga} = \frac{m_{chufa}}{G K} f = \frac{50 \text{ Kg}}{4.84 \cdot 0.78} \cdot 1.6 = 21.22 \text{ s}$$

### **Estimación de la vibración del motor-vibrador (motor con excéntrica)**

Según catálogo, para un motor con excéntrica utilizado para el transporte de sustancias la vibración ha de ser lineal de unas 1000 a 1500 rpm.

Para estos rpm:

e  $\equiv$  oscilación/amplitud vibratoria en mm

## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

La expresión que nos determina la amplitud vibratoria viene determinada.  
El resultado de esta expresión debe ser validada por la tabla precedente.

$$e = 5 \frac{n W_m}{n M_{mot} + M_{VM}} = 1.63$$

$W_m \equiv$  Momento dinámico en Kgcm obtenido en tablas = 15.44 Kgcm

$M_{mot} \equiv$  Peso del motor=11.8 Kg

$M_{VM} \equiv$  Peso de la máquina vibrante sin motor y vacía = 35.325 Kg

$n \equiv$  número de motores vibratorios=1

$Vol_{canaleta} = L e W + 2 h e' L = 4.5 \cdot 10^{-3} m^3$

$L \equiv$  Longitud = 1,5 m

$e' \equiv$  Espesor = 0.005 m

$W \equiv$  Anchura = 0.20 m

$h \equiv$  Altura = 0.20m

$\rho \equiv$  densidad del acero inoxidable =  $7.85 \frac{g}{cm^3} = 7850 \frac{Kg}{m^3}$

rpm	e (mm)	
	Mín.	Máx.
3,600	0.3	0.6
3,000	0.3	0.8
1,800	1.2	2.2
1,500	1.4	2.6
1,200	2.5	4.0
1,000	3.0	5.2
9,00	3.5	5.5
750	3.5	6.0

### **Motor agitador depósito principal**

$N \equiv$  velocidad de eje = 50 rpm

$D \equiv$  diámetro desde el centro de del eje de rotación al extemo de la pala = 0.8 m

$$\rho_{chufa a remojo} = 2000 \frac{Kg}{m^3}$$

$\mu \equiv$  viscosidad dinámica = 800 Pa s

(Obtenida mediante tablas de elementos granulados de clase II)

$\mu_{max} = 1000 Pa s$

La viscosidad dinámica del agua con los granos de chufa es un parámetro difícilmente calculable de forma teórica, luego, habría que recurrir a un ensayo experimental. Se ha elegido una pala tipo ancla debido a que asegura una mayor limpieza del depósito cuando trabajamos con sustancias viscosas como pueden ser los granos de chufa hidratados. Evitando así que se adhieran a las paredes del depósito. Según bibliografía este tipo de palas son requeridas para fluidos de hasta  $\mu_{max}$ . Por consiguiente elegimos un parámetro menor que este orientativo,  $\mu$ .

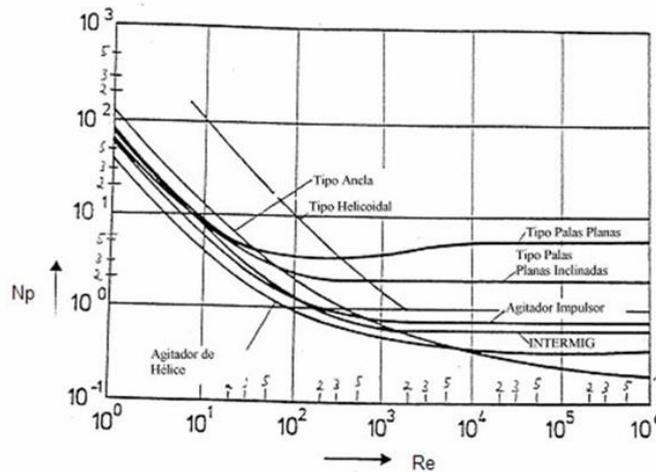
**Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

Anexos a la Memoria

$$Re = \frac{N D^2 \rho_{chufa a remojo}}{\mu} = \frac{50}{60} \frac{0.8^2 \cdot 2000}{800} = 9.46 \approx 10 \text{ (m\u00e1ximo para que sea laminar)}$$

Cuando  $Re < 10$  el flujo es laminar, que precisamente es el que genera este tipo de palas elegidas.

$N_p \equiv$  factor de potencia extra\u00eddo de gr\u00e1ficas a partir de  $Re$



$$N_p = \frac{P}{N^3 D^5 \rho} = 10.5 \rightarrow P = 10.5 \frac{50^3}{60^3} 2000 \cdot 0.85^5 = 5392.25 \text{ W}$$

$$T = \frac{P}{N} = \frac{5392.25}{\frac{50}{60} \cdot 2 \pi} = 1029.84 \text{ Nm}$$

## **ANEXO II: Cálculo instalación Baja Tensión**

### **Fórmulas**

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

### **Fórmula Conductividad Eléctrica**

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### **Fórmulas Sobrecargas**

$I_b \leq I_n \leq I_z$

$I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

### **Fórmulas compensación energía reactiva**

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

$U$  = Tensión compuesta (V).

$w = 2 \times \pi \times f$ ;  $f = 50$  Hz.

$C$  = Capacidad condensadores (F);  $c \times 1000000$  ( $\mu$ F).

### **DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

Agitación	5500 W
Tornillo Arq	370 W
Bomba Desinf	4860 W
Compresor	250 W
Cinta	90 W
TOTAL....	11070 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 11070

- Potencia Máxima Admisible (W): 13856

### **Cálculo de la ACOMETIDA**

- Tensión de servicio: 400 V.

## Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.

### Planos

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 11070 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5500 \times 1.25 + 5570 = 12445 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 12445 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 22.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 76.8 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 30.56

$e(\text{parcial}) = 10 \times 12445 / 53.35 \times 400 \times 10 = 0.58 \text{ V.} = 0.15 \%$

$e(\text{total}) = 0.15\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 11070 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5500 \times 1.25 + 5570 = 12445 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 12445 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 22.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.65

$e(\text{parcial}) = 10 \times 12445 / 49.95 \times 400 \times 10 = 0.62 \text{ V.} = 0.16 \%$

$e(\text{total}) = 0.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 25 A.

### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 11070 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5500 \times 1.25 + 5570 = 12445 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 12445 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 22.45 \text{ A.}$$

## Diseño y automatización de un equipo transfer en la empresa HORCHATA S.L.

### Planos

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.76  
 $e(\text{parcial})=10 \times 12445 / 48.73 \times 400 \times 6 = 1.06 \text{ V.} = 0.27 \%$   
 $e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

### Cálculo de la Línea: Agitación

- Tensión de servicio: 400 V.  
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 0.92  
- Potencia a instalar: 5500 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $5500 \times 1.25 = 6875 \text{ W.}$

$I = 6875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 0.92 = 13.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.93  
 $e(\text{parcial})=10 \times 6875 / 48.7 \times 400 \times 2.5 \times 0.92 = 1.53 \text{ V.} = 0.38 \%$   
 $e(\text{total})=0.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### Cálculo de la Línea: Tornillo Arquímedes

- Tensión de servicio: 400 V.  
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0; R: 0.92  
- Potencia a instalar: 370 W.  
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$

$I = 462.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 0.92 = 0.91 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

## **Diseño de un equipo Transfer en empresa HORCHATA S.L.**

Anexos a la Memoria

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial})=10 \times 462.5 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 0.92 = 0.1 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### **Cálculo de la Batería de Condensadores**

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

Suministro: Trifásico.

Tensión Compuesta: 400 V.

Potencia activa: 12445 W.

CosØ actual: 0.8.

CosØ a conseguir: 1.

Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 9.33

Gama de Regulación: (1:2:4)

Potencia de Escalón (kVAr): 1.33

Capacidad Condensadores (µF): 8.84

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).

1. Primera salida.
  2. Segunda salida.
  3. Primera y segunda salida.
  4. Tercera salida.
  5. Tercera y primera salida.
  6. Tercera y segunda salida.
  7. Tercera, primera y segunda salida.
- Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

### **Cálculo de la Línea: Batería Condensadores**

- Tensión de servicio: 400 V.

## Diseño de un equipo Transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia reactiva: 9333.75 VAR.

$$I = C_{Re} \times Q_c / (1.732 \times U) = 1.5 \times 9333.75 / (1.732 \times 400) = 20.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.96

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 9333.75 / 49.37 \times 400 \times 6 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### Cálculo de la Línea: Bomba Desinf

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4860 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4860 \times 1.25 = 6075 \text{ W.}$

$$I = 6075 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 10.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.53

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 6075 / 49.62 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.22 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### Cálculo de la Línea: Compresor

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.

## Diseño de un equipo Transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$ .

$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.03

$e(\text{parcial}) = 10 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.06 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

### Cálculo de la Línea: Cinta

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf. o Emp. Obra

- Longitud: 10 m;  $\cos j$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 90 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$90 \times 1.25 = 112.5 \text{ W}$ .

$I = 112.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.2 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40

$e(\text{parcial}) = 10 \times 112.5 / 51.52 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.02 \text{ V} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

**Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:**

**Diseño de un equipo Transfer en empresa HORCHATA S.L.**

Anexos a la Memoria

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.T (%)	Dimen. Tubo
ACOMETIDA	12445	10	4x10Cu	22.45	76.8	0.15	0.15	63
LINEA GRAL ALIMENT.	12445	10	4x10+TTx10Cu	22.45	54	0.16	0.16	75
DERIVACION IND.	12445	10	4x6+TTx6Cu	22.45	40	0.27	0.42	50
Agitación	6875	10	4x2.5+TTx2.5Cu	13.48	18.5	0.38	0.81	20
Tornillo Arq	462.5	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.91	18.5	0.02	0.45	20
Bateria Condensadores	12445	10	3x6+TTx6Cu	20.21	32	0.2	0.62	25
Bomba Desinf	6075	10	4x2.5+TTx2.5Cu	10.96	18.5	0.31	0.73	20
Compresor	312.5	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	18.5	0.02	0.44	20
Cinta	112.5	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.2	18.5	0.01	0.43	20

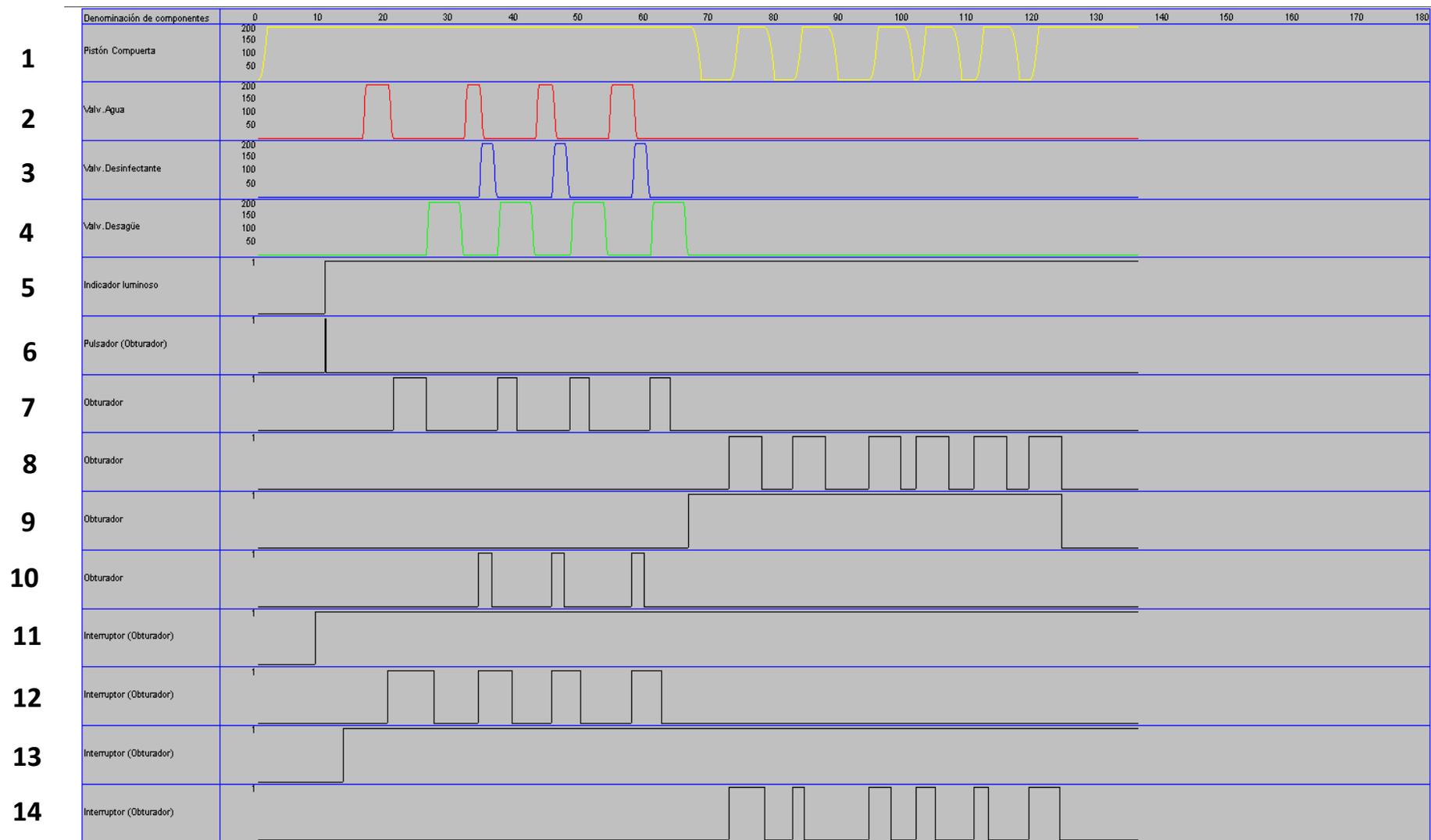
## **ANEXO III: Diagrama de Estado de I/O del Sistema**

Para información del significado de la numeración de las distintas gráficas conviene consultar el apartado 1.9.3 del documento “MEMORIA”.

Se trata de una simulación donde los tiempos de los distintos estados no tienen por qué parecerse a la realidad. A destacar del gráfico la secuencia de los distintos estados de sensores y accionadores.

## Diseño y automatización de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.

Anexos a la Memoria



# **Diseño de un equipo transfer en empresa HORCHATA S.L.**

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

Gómez-Senent Martínez, E. (1997). *El proyecto. Diseño en ingeniería*. Valencia: Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

García, E. (1999). *Automatización de procesos industriales*. Valencia: Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

Roger Folch, J. | Riera Guasp, M. | Roldán Porta, C. (2010). *Tecnología Eléctrica*. Madrid: Síntesis D.L.

Arregui, F. | Cabrera Rochera, E. | Cobacho, R | Gómez. | Soriano, J. (2011). *Apuntes de mecánica de Fluidos*. Valencia.

Siemens S.A. (2007). *Catálogo general de SD03: Motores eléctricos*.

Praher Plastic S.A. *Technical Data Electrovalves*. <https://www.praher-plastics.com>

Siemens S.A. *Technical Data Industrial Automation Systems*. <https://www.siemens.com/global/en/home/products/automation/systems.html>

Maxge S.A. *Technical Data*. <http://www.maxge.cn/company.asp>