

Sabiendo la potencia en CV también se puede obtener el momento de torsión de salida tras poner la reductora:

$$37Kw = 50 CV \quad Mt_{salida} = \frac{N \cdot 716}{n_{salida}} \quad Mt_{salida} = \frac{50 \cdot 716}{500} = 72 Kgf \cdot m$$

Por lo tanto, tras poner la reductora obtendremos estos datos:

	Datos actuales	Datos anteriores
<b><math>n_{Nominal}</math></b>	500 r.p.m	1480
<b><math>Mt_{Nominal}</math></b>	717 Nm	239 Nm
<b><math>P_{Nominal}</math></b>	37 Kw	37 Kw

## 1.2 Cálculos eléctricos circuito prensadora

### 1.2.1 Corrección del factor de potencia del motor de la prensadora.

El motor eléctrico trifásico será alimentado en estrella, el cliente pide que el factor de potencia sea de 0,95 por lo que se procede a corregir dicho factor ya que este motor tiene un factor de potencia de 0,87

$$\cos \varphi_{actual} = 0,87$$

$$\cos \varphi_{deseado} = 0,95$$

$$\varphi_{actual} = \cos^{-1}(0,87) = 29,5413$$

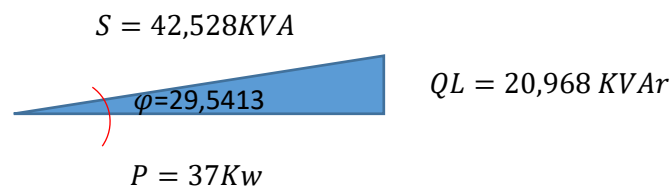
$$\varphi_{actual} = \cos^{-1}(0,95) = 18,1948$$

Procedemos a hallar la potencia reactiva actual:

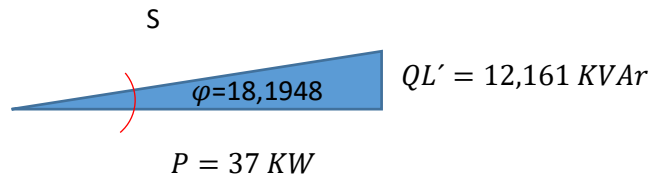
La potencia activa queda en fase por lo que procedemos a calcular la potencia reactiva producida por las bobinas del motor:

$$\tan \varphi = \frac{\text{opuesto}}{\text{adyacente}} = \frac{Q_L}{P} \quad Q_L = \tan \varphi \cdot P = \tan(29,5413) \cdot 37 \times 10^3 = 20968,5587 \text{ VAr}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{37 \times 10^3^2 + 20968,5587^2} = 42528,58396 \text{ VA} == 42,528 \text{ KVA}$$



$$Q_L' = \tan\varphi \cdot P = \tan(18,1948) \cdot 37 \times 10^3 = 12161,26 \text{ VAr} == 12,161 \text{ KVar}$$



“ $Q_L'$ ” Realmente será el resultado final de restar  $Q_L$  y  $Q_C$  (porque es el triángulo que deseamos) por ello en el nuevo triángulo al introducir el condensador esta pasará a ser “ $Q_T$ ” (Potencia reactiva total).

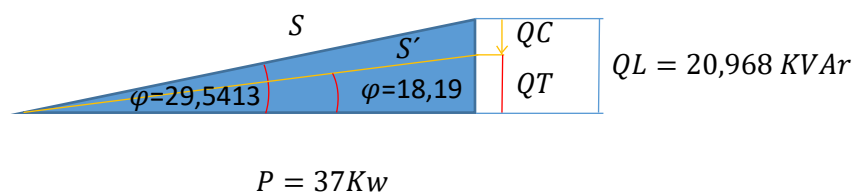
Por tanto el valor que tiene que restar en sentido contrario al vector de potencia reactiva de la bobina “ $Q_L$ ” será:

$$Q_C = Q_L - Q_T$$

$$Q_C = 20,9685587 - 12,161 = 8,8075545 \text{ KVar}$$

$$\frac{8,8075745}{3} = 2,93586 \text{ KVar aportará cada condensador}$$

En el nuevo triángulo  $Q_L' = Q_T$



Se puede observar que el factor de potencia corregido será gracias a la potencia reactiva del condensador, es decir la potencia reactiva capacitiva, por ello como podemos obtener su resultado a través de la resta entre  $Q_L$  y  $Q_T$  podemos calcular los parámetros de dicho condensador.

$$P = V \cdot I \quad Q = V \cdot I$$

El motor estará configurado para funcionar en estrella, por ello los condensadores posicionados en estrella recibirán 220V cada uno, teniendo en cuenta que la tensión de línea es de 380 V en trifásica.

$$I_c = \frac{Q_c}{V} = \frac{2,93586 \times 10^3}{220} = 13,448 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{V_c}{Z} \quad I_c = \frac{V_c}{X_c} \quad X_c = \frac{V_c}{I_c} \quad X_c = \frac{220}{13,448} = 16,4858 \Omega$$

$$\omega = 2\pi f \quad C = \frac{1}{\omega \cdot X_c}$$

Teniendo en cuenta que la frecuencia de la red es de 50 Hz:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 16,4858} = 193,081 \mu F$$

La potencia aparente será:

$$S = \sqrt{37 \times 10^3^2 + 12,161 \times 10^3^2} = 38,947271 \text{ KVA}$$

La corriente que circulará con el condensador puesto será:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{37 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,92} = 64,32 \text{ A}$$

La corriente que circulaba sin el condensador era:

$$I_L = \frac{37 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,92} = 70,234 \text{ A}$$

El porcentaje reducido será de:

$$\frac{70,232 - 64,32}{70,232} \cdot 100 = 8,42\%$$

Por tanto, se aprecia aumento de eficiencia poco notable, aunque por ello se tenga un aumento de bonificación por tener un mejor factor de potencia.

Los condensadores instalados se realizarán individualmente a cada prensadora debido a que no todas las prensadoras serán encendidas al mismo momento y tampoco es seguro que todas estén trabajando en el mismo momento (según demanda).

Por tanto la instalación de dichos condensadores se realizará para todas las prensadoras.

### 1.2.2 Cálculo de sección y caída de tensión

Para realizar el cálculo en una línea trifásica utilizaremos las siguientes ecuaciones.

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot R_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión compuesta (V)

$R_L$  = Resistencia de la línea ( $\Omega$ )

$I_L$  = Intensidad eficaz por la línea (A)

$\cos\varphi$  = Factor de potencia de la carga

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_L \cdot \cos\varphi}{\Delta V}$$

Donde:

$S$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$\rho$  = Resistividad del conductor ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )

$L$  = Longitud de la línea (m)

$I_L$  = Intensidad eficaz por la línea (A)

$\cos\varphi$  = Factor de potencia de la carga

$\Delta V$  = Caída de tensión compuesta (V)

Se realizará un cableado desde el motor de cada prensadora hacia el cuadro de protección, el largo que se le dará a todas las prensadoras será de 30 metros (aun sobrando algo de cable para las que estén más alejadas).

La caída máxima admisible fijada por el reglamento de baja tensión REBT será del 5% (Según ICT-BT-32), pero el cliente establece que no sea mayor del 2%.

La caída de tensión de una línea trifásica será:

$$\Delta V = \frac{380}{100} \cdot 2\% = 7,6 \text{ V}$$

$$I_{arranque} = \frac{37 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,92} \cdot 1,25 \text{ veces} = 80,40 \text{ A}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 30 \cdot 80,40 \cdot 0,95}{7,6} = 8,8776 \text{ mm}^2$$

Nos dirigimos a tabla y buscamos la sección a partir de la I<sub>max</sub> calculada:

1. Sección dentro del cuadro eléctrico:

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 35mm<sup>2</sup>.  
Por tanto el cable de cada fase será un H07V-K 35mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

2. Sección de la manguera del cuadro al motor:

Siendo E (manguera aérea o sobre bandeja), PVC3 obtenemos una sección de 25mm<sup>2</sup>  
Por tanto la manguera será RV-K 4G25 mm<sup>2</sup> fuera del cuadro eléctrico.

\*Tabla A.52-1 bis (Intensidades admisibles en amperios al aire, 40°C)

### 1.2.3 Elección de condensadores

La capacidad de cada condensador puesto en estrella será:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 16,4858} = 193,081 \mu F$$

193,081 uF cada uno, de modo que ajustándonos a los condensadores comerciales serán:

3 unidades de condensadores PhMKP 10KVAr 50 Hz 525 VAC.

La carga se colocará en paralelo donde esté conectado el circuito del motor de la prensadora, este circuito será individual por cada prensadora.

#### 1.2.3.1 Condensador de arranque.

Debido a que al arranque existe un incremento de se estima que la corriente de arranque será 6 veces la corriente nominal por lo que el condensador deberá oponerse para reducirla en el tiempo de arranque del motor.

#### 1.2.3.2 Descarga de los condensadores

Los condensadores se descargarán a través de la misma resistencia interna de los cables de los motores.

### 1.2.3.3 Contactor de los condensadores

La intensidad de línea de los condensadores en estrella será de 13,448 A, por lo que el contactor será de carácter especial para conexión de condensadores (con unidad de precarga).

La intensidad nominal del contactor será de 14 A mínimo, 400VAC y superior a 3KVAR.

Referencia del contactor: MC-9b AC400Vac 50/60Hz 1a1b 3P

### 1.2.4 Ruidos de la línea.

Debido a que no existe una presencia de armónicos la instalación no necesita un reactor de desintonía por lo que se obvia este paso.

### 1.2.5. Elección de protecciones

Las protecciones atenderán a la intensidad máxima que puede circular por los conductores, protegiendo a estos antes de que lleguen a su intensidad máxima.

1. Interruptor Diferencial (F1):  
 Calibre: 100 A  
 Sensibilidad: 300 mA  
 Clase: AC  
 Tiempo de disparo: 2x Sensibilidad (I<sub>Δn</sub>)  
 Número de polos: Tetrapolar
  
2. Interruptor Magnetotérmico (Q1):  
 Calibre: 80 A  
 Poder de corte: 10KA  
 Curva: D
  
3. Contactores (KM1, KM2):  
 Calibre: 95 A  
 Poder de corte: 1100 A  
 Poder de cierre: 1100 A
  
- KM3:  
 Calibre: 95 A  
 Potencia máxima a 380-400 V: 9,7 kVAr
  
- KMRT1:  
 Calibre: 95 A  
 Poder de corte: 1100 A  
 Poder de cierre: 1100 A
  
4. Relé térmico (RT1):  
 Calibre: 62 - 73 A  
 Poder de corte: 50 KA  
 Intensidad de disparo magnético: 1120 A  
 Potencia del motor: 37 kW

Deberá realizarse una conexión del motor trifásico sin relé térmico hasta superar el

tiempo del pico de corriente para que este relé térmico no abra el circuito. El que lo haga será el contactor KMRT1.

## 2. Cintas transportadoras.

### 2.1 Cálculos mecánicos

A continuación, se muestra el motor que traen las cintas de serie, uno de estos motores se sustituirá por su mal funcionamiento por uno exactamente igual.

La conexión de este motor será en estrella a 400 V en estrella.

	Nombre	$V_{nominal}$	$\lambda/\Delta$	$n_{Nominal}$	$Mt_{Nominal}$	$P_{Nominal}$	$I_N$	$\varphi$	$\eta$
<b>Motor de serie</b>	SIMOTICS GP - 71 M - IM B5 - 2p	400 V	$\lambda$	2770 r.p.m	1,3 Nm	0,37 kW	0,95A	0,81	69,5%
<b>Motor nuevo</b>	SIMOTICS GP - 71 M - IM B5 - 2p	400 V	$\lambda$	2770 r.p.m	1,3 Nm	0,37 kW	0,95A	0,81	69,5%

La elección de este motor para la cinta se justifica con una herramienta de cálculo que es la siguiente:

#### Cálculos para aplicación de banda transportadora

Unidad

Seleccione la unidad
 ☐ Imperial
 ☒ Métrico

Carga y guía lineal

Masa total de las cargas y cinta transportadora  $m = 33,3$  kg

Coeficiente de fricción de la banda y la guía lineal  $\mu =$  Others ⓘ

Ingrese el coeficiente de fricción  $\mu = 1$

Especificaciones de la polea conductora

Diámetro de la polea conductora  $D_p = 20$  mm

Masa e la polea de transmisión  $m_p = 5$  kg/pc

***Sí no está seguro del weight***

Longitud de la polea conductora  $L_p = 20$  mm

Material de la polea conductora  $\rho =$  Acero

Cantidad de poleas conductoras  $n = 1$  pc ⓘ

Eficiencia  $\eta = 80$  %

## Fuerza externa

 $F_A = 1$  N

## Banda de transmisión y poleas o engranajes (deje los campos en blanco si se utiliza una estructura de acoplamiento directo)

Diámetro del círculo de paso (PCD) o diámetro de la polea principal (engranaje)

 $D_{p1} = 10$  mm

Masa de la polea principal (engranaje)

 $m_{p1} = 5$  kg*Si no está seguro del masa*

Espesor de la polea principal (engranaje)

 $L_{p1} =$  mm

Material de la polea principal (engranaje)

 $\rho_{p1} =$  Seleccione

Diámetro del círculo de paso (PCD) o diámetro de la polea secundaria (engranaje)

 $D_{p2} = 35$  mm

Masa de la polea secundaria (engranaje)

 $m_{p2} = 8$  kg*Si no está seguro del masa*

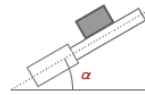
Espesor de la polea secundaria (engranaje)

 $L_{p2} =$  mm

Material de la polea secundaria (engranaje)

 $\rho_{p2} =$  Seleccione

## Posición del mecanismo

Ángulo del mecanismo  $\alpha = 0$  °

## Otros requerimientos

- ☐ Es necesario mantener la carga incluso después de que se desconecte el suministro de energía.  
→ Se necesita un freno electromagnético.
- ☐ Es necesario mantener la carga después de que el motor se detenga, pero no es necesario mantenerla después de que se desconecte el suministro de energía.

## Condiciones de operación

☒ Operación a velocidad fija  
(Complete los siguientes campos)

Velocidad de operación  $V_1 = 500$  mm/sAceleración / Desaceleración  $t_1 = 5$  s

☐ Operación a velocidad variable

☐ Operación de posicionamiento (Complete los siguientes campos)

## Precisión de Detención

Precisión de Detención  $\pm 50$  mm

## Factor de seguridad

Factor de seguridad 1.5



The following is the estimated requirements. Please contact 1-800-468-3982 ( from overseas 1-847-871-5931 ) for assistance or questions.

#### Sizing Results

Carga de inercia	$J_L$	=	4.5474e-4	[kg · m <sup>2</sup> ]
Velocidad requerida	$V_m$	=	1671	[r/min]
Par requerido	$T$	=	1.777	[N · m]
Par de aceleración	$T_a$	=	1.5915e-2	[N · m]
Carga de par	$T_L$	=	1.169	[N · m]
Required Stopping Accuracy	$\Delta\theta$	=	1003	[deg]
Otros requerimientos				

To print the calculation report, click [Full Report](#)  
To view the motor selection tips, click [Tips](#)

Por tanto, los valores obtenidos para elegir el motor eléctrico son:

$n_{necesario}$	$Mt_{necesario}$
1671 r.p.m	1,777 Nm

$$Mt_{necesario} = 1,777 \text{ Nm} = 0,181204 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$$

El motor elegido de serie cumple con la potencia necesaria para obtener dichos valores priorizando el par necesario a las revoluciones por minuto.

$$N = \frac{0,181204 \cdot 1671}{716} = 0,4228 \text{ CV} = 0,3109 \text{ kW}$$

Para obtener dicho par y velocidad se requiere de una potencia de 0,3109 kW, el motor que facilita Siemens más cercano es de 0,37 kW, por lo que no sobrá potencia, de esta manera obtendremos el par necesario y más velocidad para la cinta.

$$0,37 \text{ kW} = 0,50306 \text{ CV}$$

Para calcular la reductora que tenemos que ponerle se realizan los siguientes cálculos:

$$0,50306 = \frac{0,181204 \cdot n_{salida}}{716}$$

$$n_{salida} = \frac{0,50306 \cdot 716}{0,181204} = 1987,76495 \text{ r.p.m}$$

$$i = \frac{2770}{1987,76495} = 1,3935/1$$

Por tanto, con una reductora con esta relación de transmisión podremos obtener valores cercanos a los necesarios sin quedarnos cortos de par.

Aproximaremos la reductora a la comercial más cercana debiendo guardar la siguiente premisa:

$$i_{teórica} < i_{comercial} \text{ --- } Mt_{real} \text{ será favorable}$$

$$i_{teórica} > i_{comercial} \text{ --- } M_{t_{real}} \text{ será desfavorable}$$

Por ello debemos aproximar a la relación de transmisión siguiente mayor.

## 2.2 Cálculos eléctricos circuito cinta transportadora.

Al tener estos motores una potencia activa reducida el cliente no pide realizar una corrección del factor de potencia, los motores eléctricos se conectarán en estrella, con este conexionado se obtiene el par y revoluciones necesarias para desempeñar su función.

### 2.2.1 Cálculo de sección y caída de tensión

Los motores tendrán una manguera trifásica con tierra que será de un largo de 30 metros y la caída de tensión máxima admitida será de un 2%.

$$\Delta V = \frac{400}{100} \cdot 2\% = 8 \text{ V}$$

$$I_{arranque \text{ línea motor cinta } 1} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot 1,25 \text{ veces}$$

$$I_{arranque \text{ línea motor cinta } 1} = \frac{370}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,81 \cdot 0,695} \cdot 1,25 = 1,1858 \text{ A}$$

$$S_{circuito \text{ cinta } 1} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 30 \cdot 1,1858 \cdot 0,81}{8} = 0,1060 \text{ mm}^2$$

Los cálculos realizados valen de la misma manera para la cinta 2 ya que es un circuito idéntico.

$$I_{arranque \text{ línea motor cinta } 1} = I_{arranque \text{ línea motor cinta } 2}$$

$$S_{circuito \text{ cinta } 1} = S_{circuito \text{ cinta } 2}$$

Hallamos la sección para el circuito de cada cinta por tablas \*Tabla A.52-1 bis (Intensidades admisibles en amperios al aire, 40°C):

1. Sección dentro del cuadro eléctrico:

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>. Por tanto el cable de cada fase será un H07V-K 1,5mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

2. Sección de la manguera del cuadro al motor:

Siendo E (manguera aérea o sobre bandeja), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>

Por tanto la manguera será RV-K 4G1,5 mm<sup>2</sup> fuera del cuadro eléctrico.

### 3. Sección dentro del cuadro sumando la corriente de los dos motores:

Para calcular la suma de corrientes de dos motores idénticos con mismo factor de potencia podremos sumar sus características ya que sus vectores se dirigen en el mismo sentido con el mismo valor.

$$I_{\text{arranque suma de 2 motores idénticos}} = \frac{P \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot 1,25 \text{ veces}$$

$$I_{\text{arranque suma de 2 motores idénticos}} = \frac{370 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,81 \cdot 0,695} \cdot 1,25 = 2,3716 \text{ A}$$

El factor de potencia se conserva ya que el ángulo en el triángulo de potencias sigue siendo el mismo, QL y P aumentan proporcionalmente al doble por añadirle el segundo motor, solo en este caso es posible obtener la intensidad de arranque sumando una corriente del mismo valor (la del motor idéntico).

Buscamos por tablas y al haber sumado una corriente tan pequeña en comparación con los amperajes mostrados en la tabla no se aprecia cambio alguno en las secciones, no obstante se calcula la sección sin tablas:

$$S_{\text{suma de 2 circuitos con motores}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 30 \cdot 2,3716 \cdot 0,81}{8} = 0,2121 \text{ mm}^2$$

Por tanto la sección del cable que soportará la suma de las dos corrientes del motor será la misma el cable de cada fase será un H07V-K 1,5mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

#### 2.2.2. Elección de protecciones

Las protecciones atenderán a la intensidad máxima que puede circular por los conductores, protegiendo a estos antes de que lleguen a su intensidad máxima.

1. Interruptor Diferencial (F2):  
 Calibre: 100 A  
 Sensibilidad: 300 mA  
 Clase: AC  
 Tiempo de disparo: 2x Sensibilidad (I<sub>An</sub>)  
 Número de polos: Tetrapolar
2. Interruptor Magnetotérmico (Q2, Q3):  
 Calibre: 6 A  
 Poder de corte: 10kA  
 Poder de cierre: 7,5 kA  
 Curva: C

3. Contactores (KM4, KM5):  
 Calibre: 6 A  
 Poder de corte: 110 A  
 Poder de cierre: 110 A
  
4. Relé térmico (RT2, RT3):  
 Calibre: 1- 1,6 A  
 Poder de corte: 100 kA  
 Intensidad de disparo magnético: 22,5 A  
 Potencia del motor: 0,37 kW

### 3. Actuadores.

#### 3.1 Cálculos mecánicos.

En este apartado no nos centraremos ya que en la propia instalación se encuentran preparados dichos actuadores por lo que no concierne a esta parte del proyecto.

#### 3.2 Cálculos eléctricos

Se encuentran 3 actuadores en la instalación. Estos son los siguientes:

- Compuerta para latas de aluminio
- Desplazador de latas a la cinta
- Desplazador de cubos de latas a la cinta.

Estos actuadores poseen en común motores de la misma marca, pero de distintas características, por ello la corriente total del circuito de los actuadores no podrá sumarse algebraicamente, sino que deberá ser vectorialmente por poseer vectores de diferentes valores y direcciones.

A continuación, se muestran los motores que están ya preparados en la instalación así, como sus características.

	<i>Nombre</i>	$V_{nominal}$	$\lambda$ / $\Delta$	$n_{Nominal}$	$Mt_{Nominal}$	$P_{Nominal}$	$I_N$	$\varphi$	$\eta$
<b>Motor compuerta latas</b>	SIMOTICS GP - 71 M - IM B5 - 2p	400 V	$\lambda$	725 r.p.m	19,8 Nm	1,5 kW	4,65A	0,63	74,1%
<b>Motor desplazador de latas</b>	SIMOTICS GP - 71 M - IM B5 - 2p	400 V	$\Delta$	730 r.p.m	52 Nm	4 kW	10A	0,67	81,9%
<b>Motor desplazador de cubos</b>	SIMOTICS GP - 71 M - IM B5 - 2p	400 V	$\Delta$	730 r.p.m	52 Nm	4 kW	10A	0,67	81,9%

Al tener estos motores una potencia activa reducida el cliente no pide realizar una corrección del factor de potencia, con este conexionado se obtiene el par y revoluciones necesarias para desempeñar su función.

### 2.2.1 Cálculo de sección y caída de tensión

Los motores tendrán una manguera trifásica con tierra que será de un largo de 50 metros y la caída de tensión máxima admitida será de un 2%.

#### 2.2.1.1 Circuito motor compuerta latas

$$\Delta V = \frac{400}{100} \cdot 2\% = 8 \text{ V}$$

$$I_{\text{arranque motor compuerta latas}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot 1,25 \text{ veces}$$

$$I_{\text{arranque motor compuerta latas}} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,63 \cdot 0,741} \cdot 1,25 = 5,7972 \text{ A}$$

$$S_{\text{circuito motor compuerta latas}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 50 \cdot 5,7972 \cdot 0,63}{8} = 0,67212 \text{ mm}^2$$

Hallamos la sección para el circuito de cada cinta por tablas \*Tabla A.52-1 bis (Intensidades admisibles en amperios al aire, 40°C):

#### 4. Sección dentro del cuadro eléctrico:

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>. Por tanto el cable de cada fase será un H07V-K 1,5mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

#### 5. Sección de la manguera del cuadro al motor:

Siendo E (manguera aérea o sobre bandeja), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>. Por tanto la manguera será RV-K 4G1,5 mm<sup>2</sup> fuera del cuadro eléctrico.

#### 2.2.1.1.1 Elección de protecciones circuito motor compuerta latas

Las protecciones atenderán a la intensidad máxima que puede circular por los conductores, protegiendo a estos antes de que lleguen a su intensidad máxima.

1. Interruptor Magnetotérmico (Q4):  
 Calibre: 6 A  
 Poder de corte: 10 kA  
 Poder de cierre: 7,5 kA  
 Curva: C
2. Contactores (KM6, KM7):  
 Calibre: 6 A  
 Poder de corte: 110 A  
 Poder de cierre: 110 A
3. Relé térmico (RT4):  
 Calibre: 4 – 6,3 A  
 Poder de corte: 100 kA  
 Intensidad de disparo magnético: 78 A  
 Potencia del motor: 2,2 kW

#### 2.2.1.2 Circuito motor desplazador de latas y cubos de latas

$$\Delta V = \frac{400}{100} \cdot 2\% = 8 \text{ V}$$

$$I_{\text{arranque motor desplazador latas}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot 1,25 \text{ veces}$$

$$I_{\text{arranque motor desplazador latas}} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,67 \cdot 0,819} \cdot 1,25 = 13,1519 \text{ A}$$

$$S_{\text{circuito motor desplazador latas}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 50 \cdot 13,1519 \cdot 0,67}{8} = 1,62 \text{ mm}^2$$

Hallamos la sección para el circuito de cada cinta por tablas \*Tabla A.52-1 bis (Intensidades admisibles en amperios al aire, 40°C):

1. Sección dentro del cuadro eléctrico:

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>. Como el motor tiene una corriente de pico de 13,15 A podría instalarse dicha sección pero el magnetotérmico para proteger la instalación más próximo es de 16A y el menor más próximo es de 10A, si se pusiera un 10 A coincidiría justo con la intensidad nominal del motor por lo que el magnetotérmico posiblemente abriría el circuito en varias ocasiones, por ello se aumentará la sección a 2,5 para que el cable aguante 17,5 A y protegeremos dichos cables con una partura de circuito a los 16A

Por tanto el cable de cada fase será un H07V-K 2,5mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

## 2. Sección de la manguera del cuadro al motor:

Siendo E (manguera aérea o sobre bandeja), PVC3 obtenemos una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> siendo justo el amperaje máximo 16 A, lo que quedaría muy justo con un magnetotérmico de 16A. por ello se aumenta la sección a 2,5 mm<sup>2</sup>

Por tanto la manguera será RV-K 4G2,5 mm<sup>2</sup> fuera del cuadro eléctrico.

Los cálculos realizados valen de la misma manera para los dos desplazadores ya que es un circuito idéntico.

$$I_{\text{arranque línea motor desplazador latas}} = I_{\text{arranque línea motor desplazador cubos de latas}}$$

$$S_{\text{circuito desplazador de latas}} = S_{\text{circuito desplazador cubos de latas}}$$

$$I_{\text{arranque suma de 2 motores idénticos}} = \frac{P \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot 1,25 \text{ veces}$$

$$I_{\text{arranque suma de 2 motores idénticos}} = \frac{4000 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,67 \cdot 0,819} \cdot 1,25 = 26,3039 \text{ A}$$

El factor de potencia se conserva ya que el ángulo en el triángulo de potencias sigue siendo el mismo, QL y P aumentan proporcionalmente al doble por añadirle el segundo motor, solo en este caso es posible obtener la intensidad de arranque sumando una corriente del mismo valor (la del motor idéntico).

### 2.2.1.2.1 Elección de protecciones circuito motor desplazador de latas y cubos de latas

Las protecciones atenderán a la intensidad máxima que puede circular por los conductores, protegiendo a estos antes de que lleguen a su intensidad máxima.

#### 1. Interruptor Magnetotérmico (Q5, Q6):

Calibre: 16 A

Poder de corte: 10 kA

Poder de cierre: 7,5 kA

Curva: C

#### 2. Contactores (KM8, KM9, KM10, KM11):

Calibre: 18 A

Poder de corte: 300 A

Poder de cierre: 145 A

Tensión de circuito de control: 24VCC

#### 3. Relé térmico (RT5):

Calibre: 9 - 14 A

Poder de corte: 100 kA

Intensidad de disparo magnético: 170 A

Potencia del motor: 5,5 kW

### 2.2.1.3 Cálculo de corriente y sección total de circuito actuadores.

Se debe realizar la suma de corriente de los dos motores desplazadores idénticos y del motor de compuerta latas, el cual es diferente a los otros dos por ello se procede a realizar una suma vectorial.

$$I_{\text{arranque motor compuerta latas}} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,63 \cdot 0,741} \cdot 1,25 = 5,7972 \text{ A}$$

$$I_{\text{arranque suma de 2 motores desplazadores}} = \frac{4000 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,67 \cdot 0,819} \cdot 1,25 = 26,3039 \text{ A}$$

Se procede a sumar la corriente de los dos motores:

1. Motor compuerta latas:

$$P = 1500 \text{ W} \quad \varphi = \cos^{-1}(0,63) = 50,9498$$

$$\cos\varphi = 0,63 \quad \tan\varphi = \frac{Q_L}{P}$$

$$Q_L = \tan\varphi \cdot P = \tan(50,9498) \cdot 1500 = 1849 \text{ VAr}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} = \sqrt{1500^2 + 1849^2} = 2380,9244 \text{ VA}$$

2. Motores desplazadores:

$$P = 4000 \text{ W} \quad \varphi = \cos^{-1}(0,67) = 47,9329$$

$$\cos\varphi = 0,67 \quad \tan\varphi = \frac{Q_L}{P}$$

$$Q_L = \tan\varphi \cdot P = \tan(47,9329) \cdot 4000 = 4432 \text{ VAr}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} = \sqrt{4000^2 + 4432^2} = 5970,144387 \text{ VA}$$

3. Suma de motores:

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{motor compuerta}} + (P_{\text{motor desplazadores}} \cdot 2 \text{ motores})$$

$$P = 1500 + (4000 \cdot 2) = 9500 \text{ W} \quad \cos\varphi = \frac{P}{S}$$

$$Q_{L \text{ Total}} = Q_{L \text{ Motor compuertas}} + Q_{L \text{ Motor desplazador 1}} + Q_{L \text{ Motor deslazaor 2}}$$

$$Q_{L \text{ Total}} = 1849 + (4432 \cdot 2) = 10713 \text{ VAr}$$

$$S_{\text{total}} = \sqrt{P_{\text{Total}}^2 + Q_{L \text{ Total}}^2} = \sqrt{9500^2 + 10713^2} = 14318,462 \text{ VA}$$



$$\cos\varphi = \frac{9500}{14318,462} = 0,6634$$

$$I_{\text{línea circuito actuadores}} = \frac{9500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,6634} \cdot 1,25 = 20,6693 \text{ A}$$

$$I_{\text{pico línea circuito actuadores}} = \frac{9500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,6634} \cdot 1,25 = 25,836 \text{ A}$$

#### 2.2.1.4 Elección de diferencial y sección de conductor

$$S_{\text{circuito motor desplazador latas}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 50 \cdot 25,836 \cdot 0,6634}{8} = 3,154 \text{ mm}^2 \text{ mm}^2$$

Hallamos la sección para el circuito de cada cinta por tablas \*Tabla A.52-1 bis (Intensidades admisibles en amperios al aire, 40°C):

1. Sección dentro del cuadro eléctrico:

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 6mm<sup>2</sup>.  
Por tanto el cable de cada fase será un H07V-K 6mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

2. Interruptor diferencial (F3):

Calibre: 100 A

Sensibilidad: 300 mA

Clase: AC

Tiempo de disparo: 2x Sensibilidad (I<sub>Δn</sub>)

Número de polos: Tetrapolar

#### 4. Circuito de control

El circuito de control estará formado principalmente por un PLC Siemens LOGO! 24VCC que controlará a los contactores, este será alimentado por una fuente de alimentación externa a 24V.

##### 4.1 Datos técnicos PLC

Los datos técnicos básicos del PLC son los siguientes:

Nombre	Tensión de entrada	Corriente nominal	Interruptor magnetotérmico recomendado	Tensión de salida	Número de entradas + módulo DM8/DM16 24	Número de salidas + módulo DM8 24/DM16 24
Logo! 24CE, 8ED (4EA)/4 SD, 400 bloques	20,4 a 28,8 VDC	1,3 A	$\geq 16$ curva B $\geq 10$ curva C	24 V DC	8Entradas +4Entradas	4Salidas +4Salidas+4salidas

#### 4.2 Datos técnicos sensores

A continuación, se muestran los datos de los sensores:

Nombre	Rango	Alimentación	Consumo	Tipo de salida	Salidas aplicables
<b>Sensor fotoeléctrico retro-reflectivo</b>	12 m	12 a 240 VAC, 50/60 Hz	< 2 W	Salida libre de tensión a relé NO y NC	Resistivas y pequeñas inductivas 3A/30 DC

Nombre	Rango	Alimentación	Corriente operacional	Consumo	Salidas
<b>Sensor de presión Turck</b>	Hasta 1011971 Kgf/m <sup>2</sup>	18 a 33 VDC	0,25 A	6 W	NO/NC, PNP/NPN

#### 4.3 Datos técnicos Finales de carrera

Los finales de carrera serán:

Nombre	Corriente operacional a 24 VDC	Frecuencia de conmutación	Resistencia de contactos
<b>Final de carrera con palanca de rodillo ajustable</b>	2,8 A	3600 ciclos/h	<25 mohmios

#### 4.4 Cálculo de fuente de alimentación

A continuación, se calcula la fuente de alimentación:

$$P_{\text{línea}} = P_{\text{sensores}} + P_{\text{PLC}} = (2 + (6 \cdot 2)) + (24 \cdot 1,3) = 45,2 \text{ W}$$

$$I_{\text{línea}} = \frac{P_{\text{línea}}}{V_{\text{línea}}} = 1,8833 \text{ A}$$

$$P_{\text{Fuente de alimentación}} = 50 \text{ W}$$

$$P_{\text{Fuente de alimentación comercial omron trifásica}} = 120 \text{ W}$$

Nombre	$P_n$	$I_{\text{máx}}$	$V_{\text{alimentación}}$	$V_{\text{salida}}$	$\eta$	$\cos\varphi$
Fuente de alimentación omron S8VK-T12024 carril DIN	120W	5 A	380 a 480 VAC	24 VDC	93%	0,9

#### 4.5 Cálculo de sección

A continuación, se calcula la sección de línea:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 0,9}{8} = 0,0828 \text{ mm}^2$$

Siendo B1 (conductor unipolar bajo tubo), PVC3 obtenemos una sección de 1,5mm<sup>2</sup>.

Por tanto, el cable de cada fase será un H07V-K 1,5mm<sup>2</sup> dentro del cuadro eléctrico.

#### 4.6 Elección de protecciones circuito de control

Las protecciones atenderán a la intensidad máxima que puede circular por los conductores, protegiendo a estos antes de que lleguen a su intensidad máxima.

1. Interruptor Magnetotérmico (Q5, Q6):  
Calibre: 10A  
Poder de corte: 10 kA  
Poder de cierre: 7,5 kA  
Curva: C
2. Interruptor diferencial (F3):  
Calibre: 25A  
Sensibilidad: 30 mA  
Clase: AC  
Tiempo de disparo: 2x Sensibilidad (I<sub>An</sub>)  
Número de polos: Tetrapolar