



# VAME

AUTOMATION FOR RICE  
PROCESSING AND PACKAGING

# Optimización del Proceso de Paletizado en Línea de Producción de Arroz

9/11/2025

—

Keyner Andres Rodriguez Galeano Nicolas Cubillos Rondon

VAME S.A. – Desarrollo de Paletizadora de Sacos de Arroz

“Por DEFINIR DIRECCION”

## I. Descripción de su empresa

**VAME S.A.** es una empresa dedicada al desarrollo de soluciones mecatrónicas e industriales orientadas a la optimización de procesos productivos. Su enfoque principal está en la **automatización de líneas de empaquetado y paletizado**, con especial atención en la industria agroalimentaria. A través del diseño y la integración de sistemas inteligentes, VAME busca aumentar la eficiencia operativa, reducir tiempos de producción y garantizar la seguridad y calidad en cada etapa del proceso.

El equipo de VAME está conformado por profesionales en **ingeniería mecatrónica**, comprometidos con la innovación tecnológica y la mejora continua. La empresa combina conocimiento técnico, diseño funcional y precisión mecánica para ofrecer proyectos personalizados que se adaptan a las necesidades específicas de cada cliente. Su filosofía de trabajo se basa en la colaboración interdisciplinaria y en la aplicación de metodologías de ingeniería moderna.

Con una visión centrada en el futuro de la automatización industrial, **VAME S.A.** aspira a consolidarse como un referente nacional en **tecnología aplicada al sector agroindustrial**, promoviendo la transición hacia fábricas más inteligentes, sostenibles y productivas. Cada desarrollo representa no solo una solución técnica, sino también un paso hacia la integración plena entre la ingeniería y la productividad agrícola.

## II. Descripción del proceso y planteamiento de la secuencia

### Secuencia Operativa del Sistema de Paletizado de Arroz

#### 1. Toma y posicionamiento del saco vacío

El ciclo inicia cuando el sistema recoge un saco vacío de arroz. Una ventosa montada sobre un eje deslizante vertical descende hasta hacer contacto con el saco y asegurar la sujeción por vacío. Luego, el mecanismo eleva el saco y lo posiciona en orientación vertical.

#### 2. Apertura del saco

Para abrir la boca del saco, el sistema utiliza dos subsistemas coordinados:

- **Cuatro cilindros electroneumáticos** equipados con ventosas laterales que sujetan y tensan el material para generar la apertura inicial.
- **Un mecanismo tipo tijera**, accionado por un cilindro electroneumático, que expande la boca del saco hasta alcanzar la apertura requerida para el llenado.

#### 3. Traslado a la estación de llenado

Con el saco ya abierto, el conjunto se desplaza automáticamente a la estación de dosificación. Allí, una boquilla de llenado introduce el arroz mediante una válvula electroneumática que regula el flujo del producto.

Un **sensor de peso** verifica que el saco alcance los **50 kg** exactos. Una vez cumplido el valor objetivo, la válvula se cierra automáticamente.

#### 4. Descarga del saco lleno a la banda transportadora

Un actuador electroneumático empuja el saco lleno hacia la banda transportadora que lo llevará a las estaciones posteriores.

#### 5. Compactación inicial (Tercera estación)

El saco llega a un sistema compacto de rodillos accionados por un motor trifásico y un tren de engranajes. Estos rodillos comprimen el saco para mejorar su geometría y facilitar su manipulación en etapas posteriores.

## 6. Orientación alternada de los sacos (Cuarto estación)

Los dos primeros sacos pasan sin intervención.

A partir del tercer saco, un cilindro neumático lo detiene y un servomotor realiza una **rotación de 90°**, alternando la orientación entre sacos. Este patrón de rotación permite formar capas más estables en la estiba.

## 7. Desplazamiento lateral hacia la quinta estación

Al llegar los sacos —dos orientados verticalmente o tres en posición horizontal, según el ciclo— dos cilindros electroneumáticos los trasladan lateralmente hacia la siguiente estación.

## 8. Formación y nivelación de la capa (Sexta estación)

En esta estación, **tres cilindros electroneumáticos** compactan y alinean los cinco sacos que conforman una capa.

Un motor acciona el mecanismo que deposita esta capa sobre la estiba en formación. Cada nivel se construye con cinco sacos correctamente posicionados.

## 9. Elevación de la estiba

Una **tijera hidráulica de doble efecto** eleva la estiba a medida que se añaden nuevos niveles, manteniendo la altura de trabajo constante.

## 10. Transporte final de la estiba

Una banda transportadora accionada por un motor con arrancador suave lleva la estiba terminada hacia la zona de despacho, donde un operario la recoge y la traslada a los camiones.

### III. Cálculos de las bandas transportadoras

Las bandas 1-3-8 tendrán una misma longitud y ancho, por lo cual, se procede a hacer el cálculo de las tres.

Se obtienen unos datos de la banda, los cuales son los siguientes

$F_x$	0.035 N
$F_y$	0.042 N
L	19.4997 ft
$L_c$	120.7746 ft
H	0 ft
c	103 T/h
s	255.48 ft/min
Q	13.4253 lb/ft
G	30
$Q_n$	13.441
k	0,38

Usando las siguiente formulas.

$$Tx = F_x L_c G$$

$$Ty = F_y L_c G$$

$$Tz = HQ$$

$$Te = Tx + Ty + Tz$$

$$T_2 = kTc$$

$$T1 = Te + T2$$

$$Tu = 8.966$$

Con eso se obtienen los siguientes datos para dichas bandas, 1-3-8

$T_x$	126.8133 Nm
$T_y$	68.1003 Nm
$T_1$	268.9808 Nm
$T_e$	194.9136 Nm
$T_2$	74.0672 Nm
$T_u$	8.966 Nm
$L$	10.49992 ft
$L_c$	120.7746 ft
$HP_m$	1.51 HP
$\tau$	5.013 lbft
$H_P$	1.68 HP

Para la banda 4

$T_x$	122.6448 Nm
$T_y$	65.8617 Nm
$T_1$	260.139 Nm
$T_e$	188.5065 Nm
$T_2$	71.6325 Nm
$T_u$	8.6713 Nm
$L$	3.281 ft
$L_c$	116.8046 ft
$HP_m$	1.46 HP
$\tau$	4.834 lbft
$H_P$	1.62 HP

Para la banda 5

$T_x$	124.729 Nm
$T_y$	66.981 Nm
$T_1$	264.5598 Nm

$T_e$	191.71 Nm
$T_2$	72.8498 Nm
$T_u$	8.8787 Nm
$L$	6.8401 ft
$L_c$	118.7897 ft
$HP_m$	1.48 HP
$\tau$	4.844 lbft
$H_P$	1.64 HP

Para la banda 6

$T_x$	138.5609 Nm
$T_y$	74.4084 Nm
$T_1$	293.8983 Nm
$T_e$	212.9698 Nm
$T_2$	80.9285 Nm
$T_u$	8.8187 Nm
$L$	30.8414 ft
$L_c$	131.9628 ft
$HP_m$	1.65 HP
$\tau$	5.461 lbft
$H_P$	1.83 HP

Para la banda 2 (teniendo en cuenta la inclinación que es de 21 grados y va a 1760 rpm.

$T_x$	133.0654 Nm
$T_y$	71.4577 Nm
$T_1$	423.8319 Nm
$T_e$	307.1246 Nm
$T_2$	116.7073 Nm
$T_u$	14.1277 Nm
$L$	21.3255 ft
$L_c$	126.729 ft
$HP_m$	2.377 HP
$\tau$	7.878 lbft
$H_P$	2.64 HP

Banda 7

$T_x$	123.7877 Nm
$T_y$	66.4722 Nm
$T_1$	262.5504 Nm
$T_e$	140.2539 Nm
$T_2$	72.2965Nm
$T_u$	8.7517 Nm
$L$	5.2496 ft
$L_c$	117.8873 ft
$HP_m$	1.47 HP
$\tau$	4.864 lbft
$H_P$	1.63 HP

## IV. Cálculos actuadores neumáticos

Para elegir los cilindros neumáticos que se van a utilizar se tienen en cuenta cuanta debe ser la carrera del cilindro, la fuerza que va a realizar para determinar de dicha manera su diámetro. Para cilindros que trabajan con neumática trabajarán con una presión de 6 bar.

Se tiene la siguiente secuencia neumática

### 1. Cilindro simple (Garcha)

- $A^+ \rightarrow A^-$
- $B^+ \rightarrow B^-$
- $C^+ a_1 \quad C^- a_0$
- $D^+ \quad D^-$

### 2. Cilindro doble vástago / doble efecto

- $A^+ a_1 \quad A^- a_0$

### 3. Cilindro sube gancho

- $A^+ a_1 \quad A^- a_0$
- $B^+ \rightarrow B^-$
- $C^+ \rightarrow C^-$

### 4. Cilindro giro

- $A^+ a_1 \quad A^- a_0$
- $B^+ \rightarrow B^-$

### 5. Cilindro traslador

- $A^+ a_1 \ A^- a_0$
- $B^+ \rightarrow B^-$

## 6. Cilindro compactar

- $A^+ A^-$
- $B^+ a_1 \ B^- a_0$
- $C^+ TA \ C^-$
- $D^+ TA \ D^-$
- $E^+ \rightarrow E^-$
- $F^+ \rightarrow F^-$

## 7. Cilindro empuje

- $A^+ a_1 \ A^- c_0$
- $TA$

## 8. Cilindro hidráulico (varias salidas)

- $A^+ a_1$
- $A^- a_2 A^- a_3 A^- a_4 A^- a_5 A^- a_6 A^- a_7 A^- a_8 A^-$

Para el cilindro de gancho.

$$W = 0.2 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} = 1.962 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 7 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{carrera} = 30 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 4.204 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 2.12 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = \left( 0.012612 \frac{L}{\text{min}} \right) * 4 \text{ cilindros} = 0.0504 \text{ L/min}$$

Para el cilindro vástago doble separa bolsa.

$$W = 2 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} = 19.62 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 2.8028 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$carrera = 30 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 168.1714 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.0189 \text{ m}$$

$$t = 0.7 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = 0.72072 \text{ L/min}$$

Cilindros sube gancho (tres cilindros).

$$W = 5.2 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} = 49.05 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 2.3335 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$carrera = 10 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 140.1428 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.01704 \text{ m}$$

$$t = 0.7 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = 6 \text{ L/min}$$

Cilindros giro con servo (dos cilindros).

$$W = 55 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 539.55 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 3.8539 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$carrera = 270 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 2312.3581 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.07 \text{ m}$$

$$t = 1.2 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = 104.0553 \text{ L/min}$$

Cilindros traslado (dos cilindros).

$$W = 160 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569.6 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 0.0112 \text{ m}^2$$

$$carrera = 400 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 6736.8571 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.1194 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = 537.6 \text{ L/min}$$

Cilindros compactar (tres cilindros).

$$W = 150 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1471.6 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 7 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$carrera = 130 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 4204.2857 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.0944 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{carrera}{t} = 163.8 \text{ L/min}$$

Cilindros de empuje

$$W = 150 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1471.6 \text{ N}$$

$$Hs = 0.35, Fs = 3, A = \frac{F}{p} = 0.021 \text{ m}^2$$

$$carrera = 200 \text{ mm}$$

$$F = Fs * \frac{2}{4Hs} = 12612.8571 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = 0.1635 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$Q = A * \frac{\text{carrera}}{t} = 210 \text{ L/min}$$

## V. Cálculo del servomotor

Para hacer los calculos del servomotor, se tienen los siguientes datos.

Masa (m): 50.0 kg

Gravedad (g): 9.81 m/s<sup>2</sup>

Distancia al eje (r): 0.15 m

Ángulo de giro ( $\theta$ ): 90°

Tiempo de giro (t): 1.0 s

Factor de seguridad (SF): 2.0

Relación de reductora (G): 50:1

Eficiencia ( $\eta$ ): 0.9

Por lo cual se hacen los siguientes calculos para determinar el servomotor.

1) Fuerza peso:  $F = m \cdot g = 490.50 \text{ N}$

2) Par por gravedad:  $T_g = F \cdot r = 73.575 \text{ N} \cdot \text{m}$

3) Momento de inercia:  $I = m \cdot r^2 = 1.1250 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

4) Aceleración angular máxima:  $\alpha = 12.5664 \text{ rad/s}^2$

5) Par por inercia:  $T_i = I \cdot \alpha = 14.137 \text{ N} \cdot \text{m}$

6) Par total:  $T_{tot} = 87.712 \text{ N} \cdot \text{m}$

7) Velocidad angular pico:  $\omega_{peak} = 6.283 \text{ rad/s}$

8) Potencia pico:  $P_{peak} = 551.11 \text{ W}$

9) Par requerido en el motor (con SF y G):  $T_{motor} = 2.12 \text{ N} \cdot \text{m}$

Se utiliza un servomotor con torque continuo mínimo de  $\approx 2.39 \text{ N} \cdot \text{m}$  una reductora planetaria 50:1 de alta eficiencia y freno de retención.

## VI. Cálculo elevador hidráulico tipo tijera

Por cada nivel hay una masa de 250 Kg, teniendo en cuenta todos los sacos de arroz serían una masa total de 2000 Kg.

$$w = 2000 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} = 19620 \text{ N}$$

Se elige una presión de trabajo de 160 bar.

$$F = fs * w = 58860 \text{ N}$$

Ya que se tiene la fuerza y la presión se calcula el área.

$$A = \frac{F}{P} = 3.6788 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

Con el área se calcula el diámetro.

$$D = \left( 4 * \frac{A}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.0684 \text{ m}$$

Se tiene una altura de 1.2 m, 0.15 m por cada nivel

Se decide el volumen por nivel.

$$A_z = 0.5182$$

Con un tiempo de 5 s y n=0.9

$$Q = \frac{V}{t} = 6.6218 \text{ L/min}$$

Se halla la potencia hidráulica de la bomba.

$$P = p * \frac{bomba}{h} = 2.4721333 \text{ kW} = 3.32 \text{ HP}$$

Luego se mira cual será el caudal necesario de la bomba.

$$bomba = Q * 1.4 = 9.2705 \text{ L/min}$$

Se tiene en cuenta la geometría del mecanismo, ya que el cilindro impulsa un elevador tipo tijera, por lo cual se proceden a hacer los cálculos para determinar el tipo de cilindro.

$(a_x, a_y) = (0.05, -0.13) \text{ m}$ ,  $h_{max} = 1.2 \text{ m}$ ,  $h_{min} = 0.1 \text{ m}$ ,  $L = 0.7 \text{ m}$ ,  $r = 0.35 \text{ m}$

$$\phi_{max} = \sin^{-1}\left(\frac{h_{max}}{2L}\right) = 59 \text{ grados}$$

$$\phi_{min} = \sin^{-1}\left(\frac{h_{min}}{2L}\right) = 4.1 \text{ grados}$$

$$s_{max} = \sqrt{(r \cos(\phi_{max}) - a_x)^2 + (r \sin(\phi_{max}))^2} = 0.4685 \text{ m}$$

$$s_{min} = \sqrt{(r \cos(\phi_{min}) - a_x)^2 + (r \sin(\phi_{min}))^2} = 0.3465 \text{ m}$$

$$Carrera = s_{max} - s_{min} = 0.122 \text{ m} = 122 \text{ mm}$$

Para ello se utiliza una bomba de pistones axiales.

## VII. Cálculo de la red neumática y compresor

Se inicia haciendo el calculo de las ventosas que levantan el saco.

$$A = 1.963 * 10^{-3}$$

$$P = -0.75 \text{ bar}$$

$$F = P * T * A = 147.225 \text{ N Por cada ventosa}$$

Se tiene un factor de seguridad de 2.

$$\text{Masa max} = \frac{2}{Fs * g} = 15 \text{ kg}$$

$$Q = 0.9 \text{ l/min}$$

$$Q_{aire} = 3.6 \text{ L/min}$$

Para las ventosas encargadas de abrir el saco.

$$D = 0.035 \text{ m}$$

$$A = 9,621 * 10^{-4}$$

$$P = -0.75 \text{ bar}$$

$$F = P * T * A = 72.1575 \text{ N Por cada ventosa}$$

Se tiene un factor de seguridad de 2.

$$\text{Masa max} = \frac{2}{Fs * g} = 7.36 \text{ kg}$$

$$Q = 0.9 \text{ l/min}$$

$$Q_{aire} = 3.6 \text{ L/min}$$

Se procede a hacer el calculo del compresor a utilizar teniendo en cuenta los cilindros neumáticos y la ventosa

$$n = 0.9$$

$$Q = 1029.4264 \frac{L}{min}$$

$$Qe = Q * 1,4 = 1441.197 \frac{L}{min}$$

$$P = 16013.3 W = 21.4655 Hp$$

Para la red neumática.

Calidad del aire comprimido (sistema de manipulación de bultos):

El aire comprimido utilizado en la manipulación de sacos será acondicionado conforme a ISO 8573-1:2010 [1:2:1]. Se garantiza una concentración de partículas conforme a clase 1, un punto de rocío  $\leq +3^{\circ}C$  (clase 2) y un contenido total de aceite  $\leq 0.1 \text{ mg/m}^3$ . El sistema contará con tratamiento central compuesto por separación inicial de condensados y filtración coalescente, seguido de un secado por refrigeración para controlar la humedad. En los puntos de uso se instalarán filtros coalescentes y de partículas adicionales para proteger ventosas, pinzas y actuadores del paletizado, asegurando una calidad de aire estable y adecuada para operación continua. Si en etapas posteriores se identifica riesgo de exposición indirecta al producto, la filtración podrá reforzarse con elementos finales de mayor eficiencia.

## VIII. Cálculo acometido eléctrica, totalizador, protecciones y dispositivos eléctricos requeridos

Para el primer motor trifásico, el cual mueve las bandas, 1, 2, 3, 4 y 5. Se suman las potencias requeridas para moverlas, lo cual da un resultado de 9.26 Hp. Por ello se usa un motor de 10 Hp de la marca siemens de dos polos, con la cantidad de polos se tiene una velocidad de 3600 RPM, adicional, se tiene el torque de 20.3 Nm. Tiene una velocidad nominal de 3525 RPM. Para determinar las protecciones se requiere determinar la potencia eléctrica.

$$PE = \frac{7.5 \text{ kW}}{0.895} = 8,3799 \text{ kW}$$

Se calcula utiliza la corriente nominal proporcionada por el fabricante que dice que es de 25 A.

Trabajando a 230 Voltios.

Para el arranque sería de aproximadamente un pico de 82.4 A.

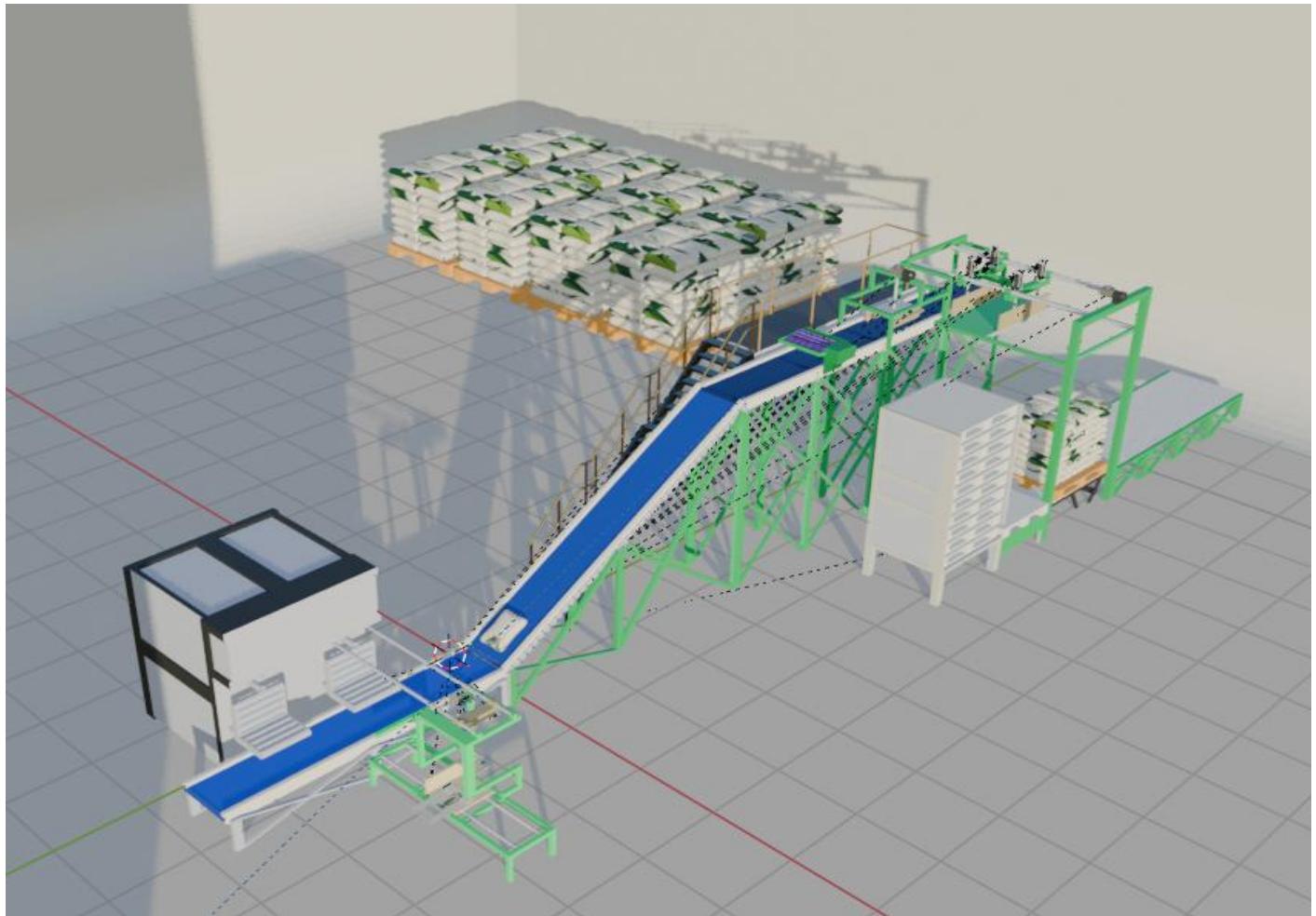
Para el releé térmico es de 1.5 veces la corriente nominal, por lo cual, es de 37.5 A.

Para la protección de corte circuito, es aproximadamente 5 veces la corriente nominal, la cual sería de 125 A, para ello se usa un breaker de ese valor.

Para el calculo del segundo motor, se tiene en cuenta las ultimas tres bandas transportadoras, la cual se necesita una potencia de 6.15 Hp, se usará uno comercial de 7.5 Hp. La corriente sería de 18.8 A, se necesitaría un releé térmico de 28.2 Amperios y un breaker de 94 A. Este lleva un arrancador suave.

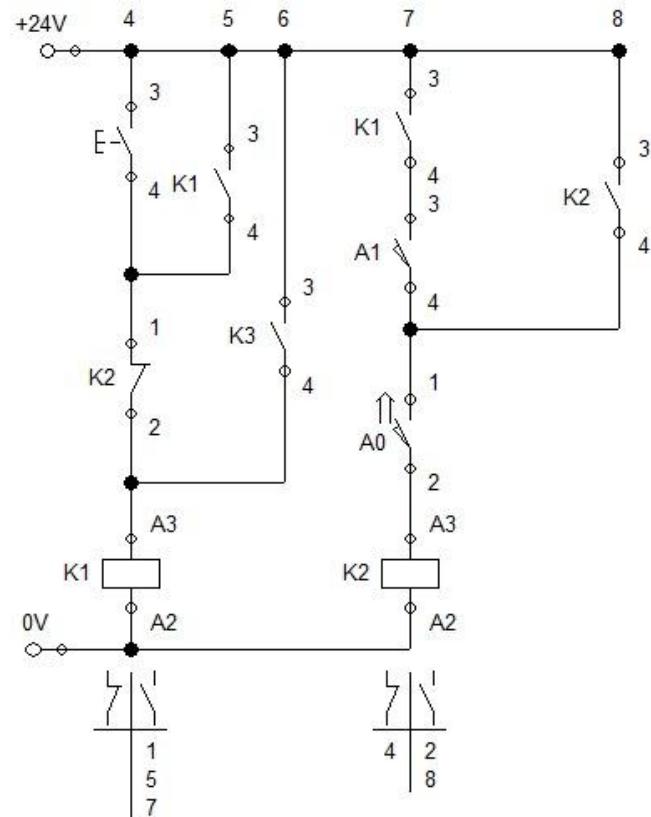
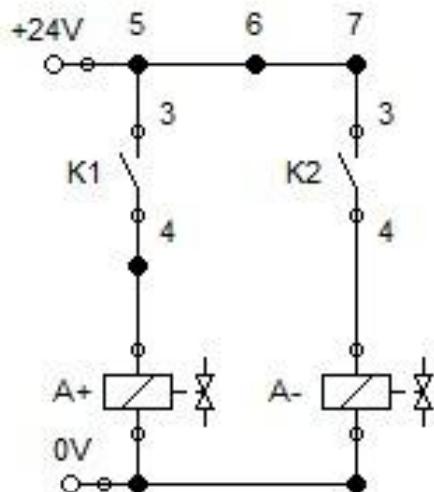
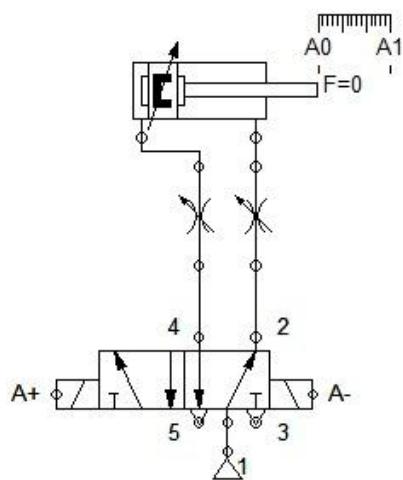
Para el calculo del tercer motor, el cual mueve los rodillos, se va a utilizar un motor de 1 Hp, es un motor pequeño de 3.2 A. El releé es de 4.8 A y el breaker de 16 A.

## IX. CAD del proceso completo

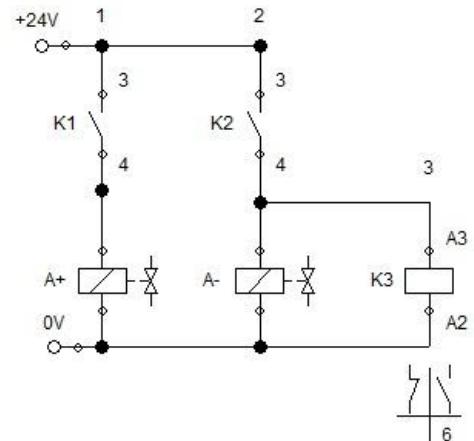
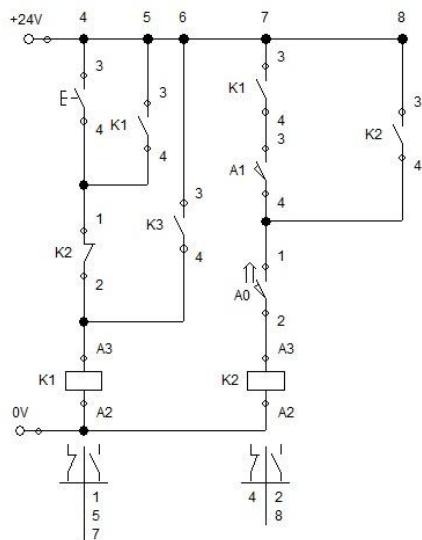
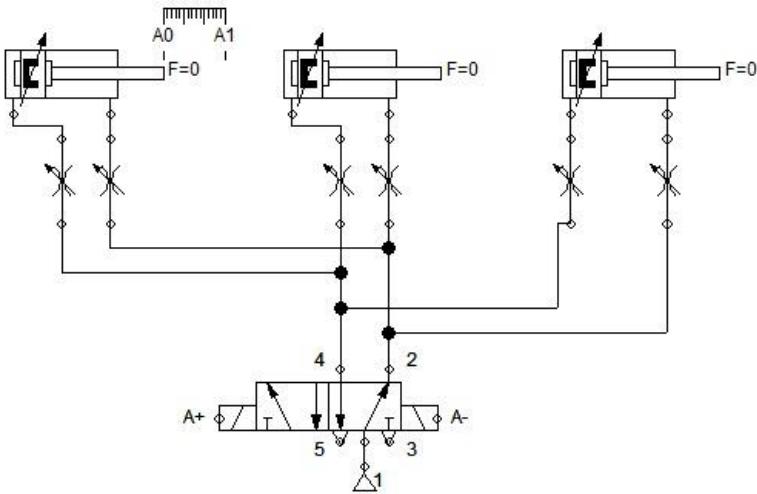


## X. Planos eléctricos

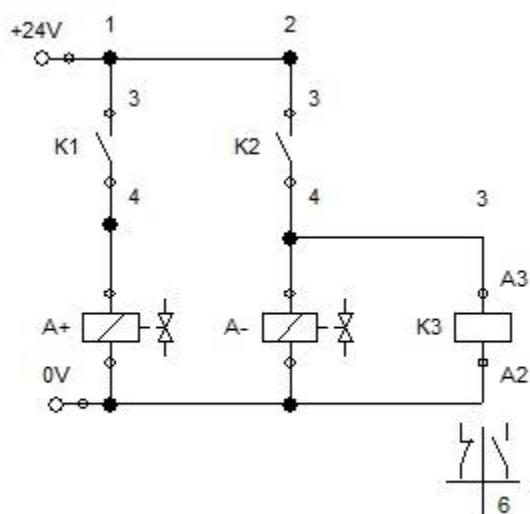
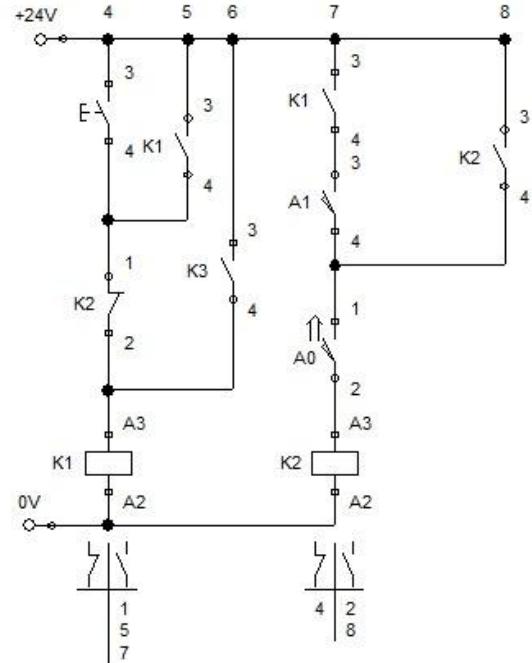
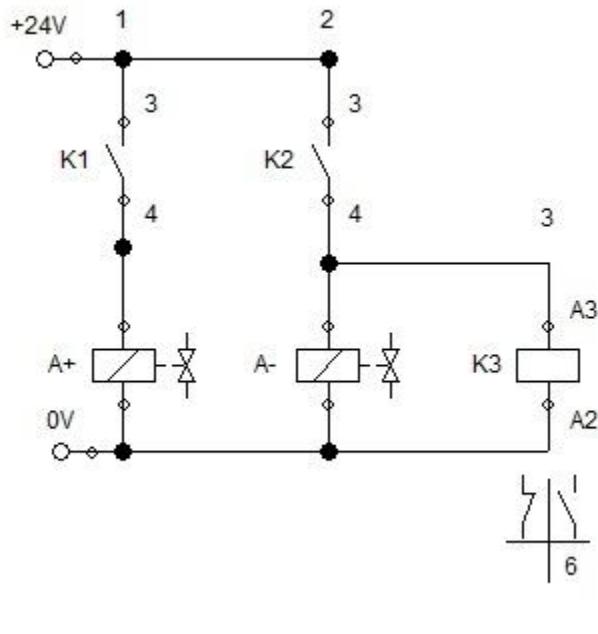
Cilindro vástago doble:



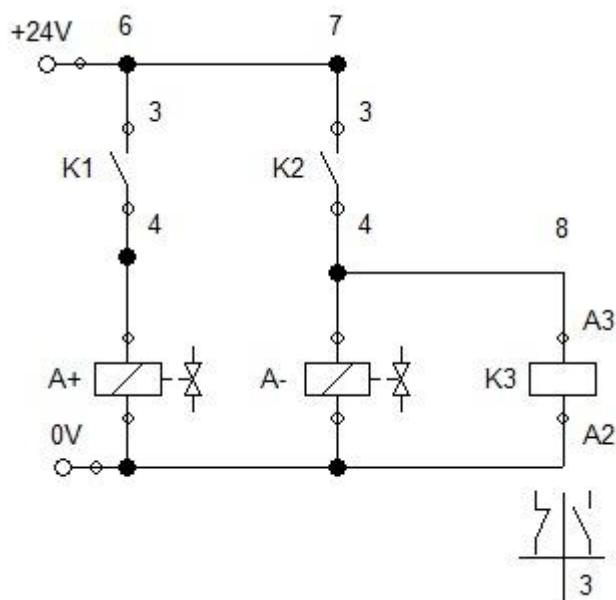
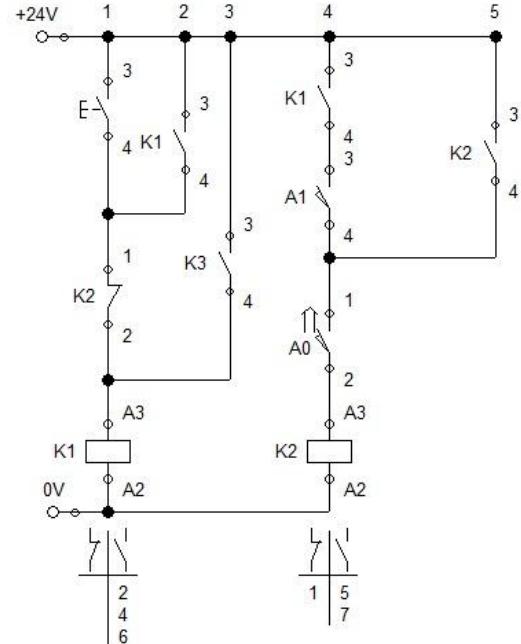
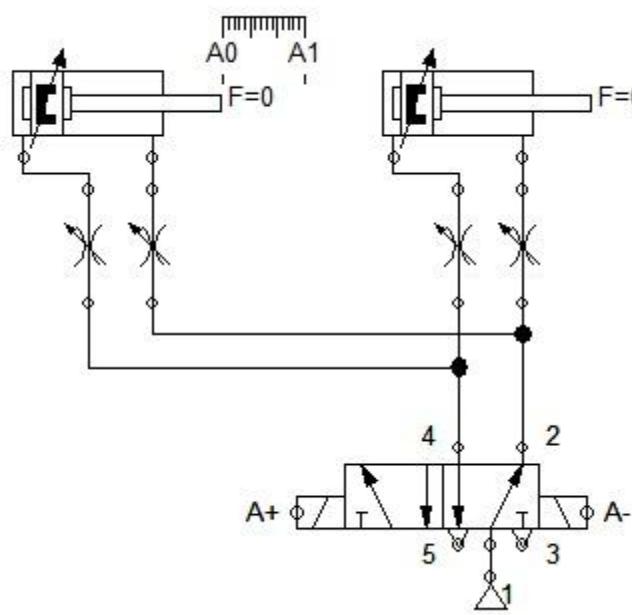
Cilindro sube gancho:



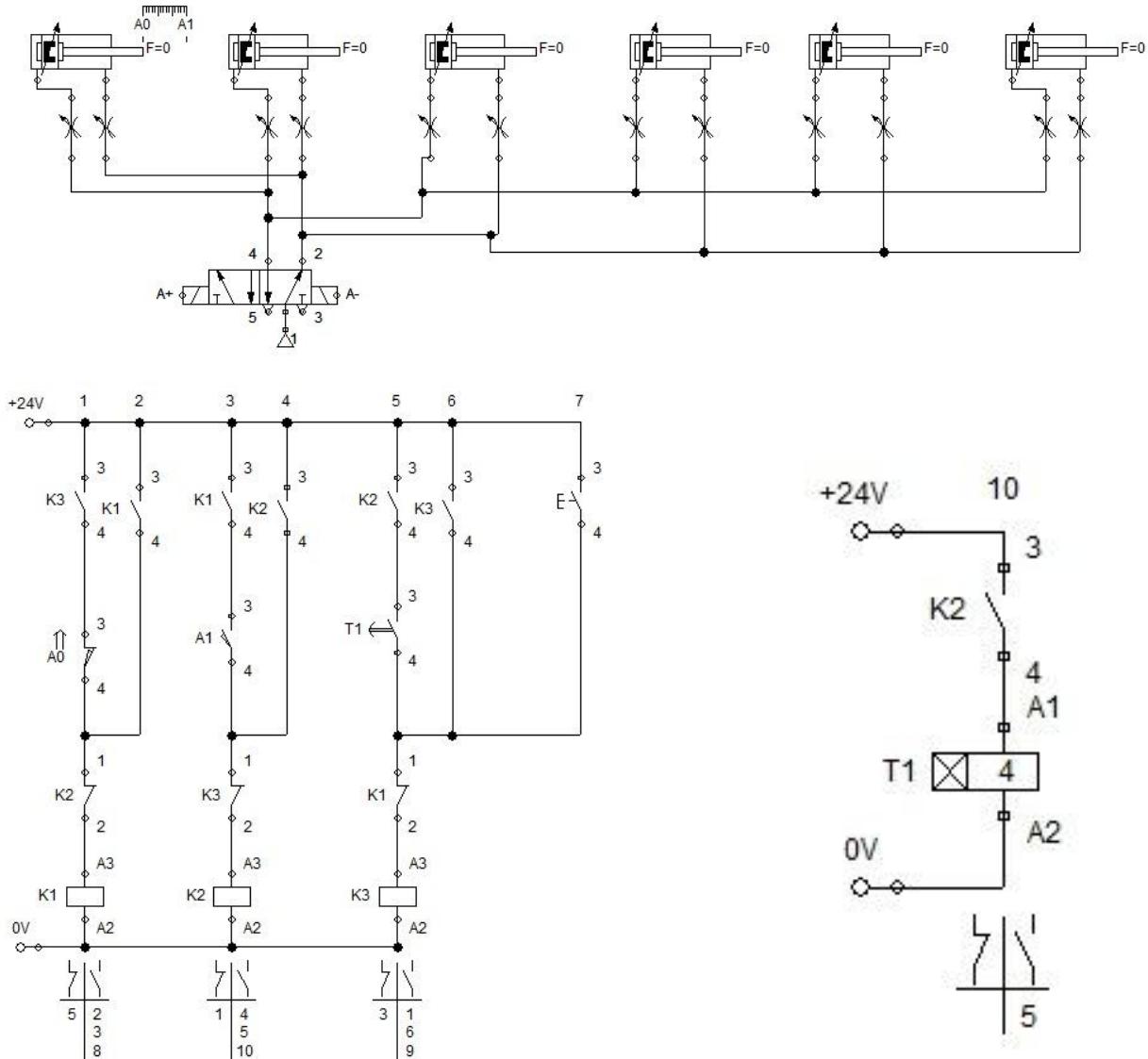
## Cilindro giro:



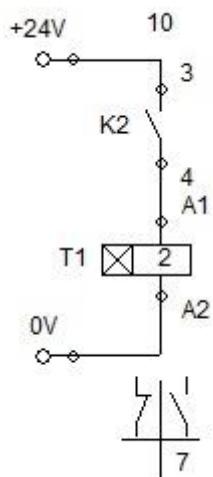
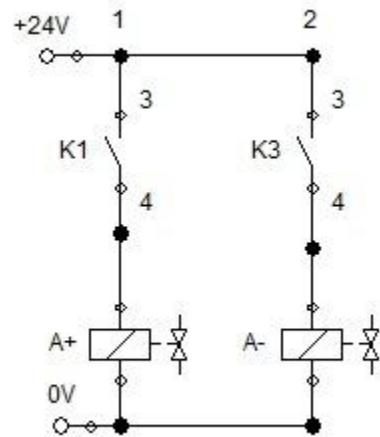
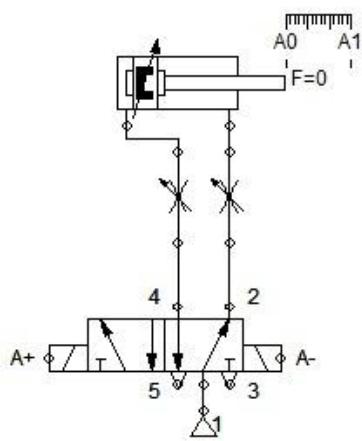
## Cilindro traslado



### Cilindro compactar



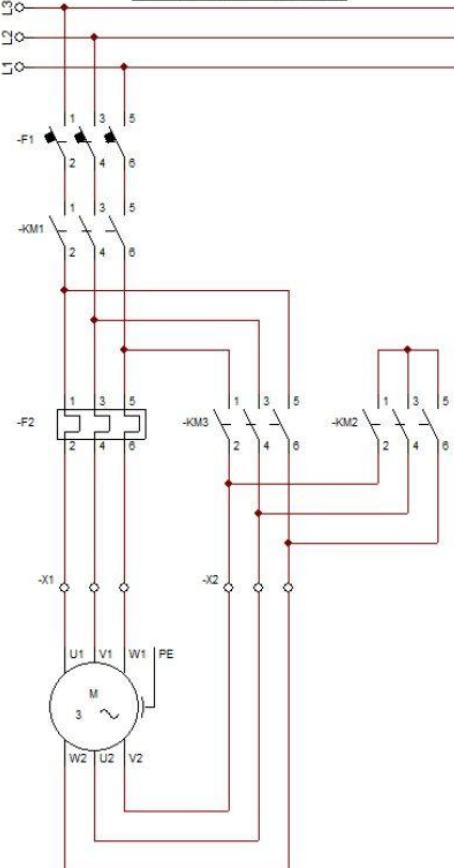
Cilindro empuje:



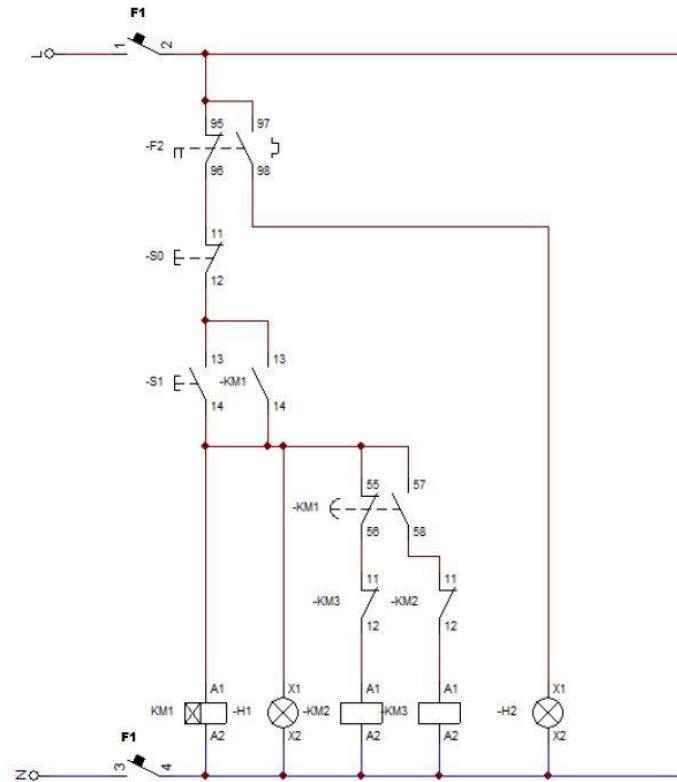
Arranque motor estrella triangulo.

#### ARRANQUE ESTRELLA TRIÁNGULO AUTOMÁTICO

##### CIRCUITO DE FUERZA

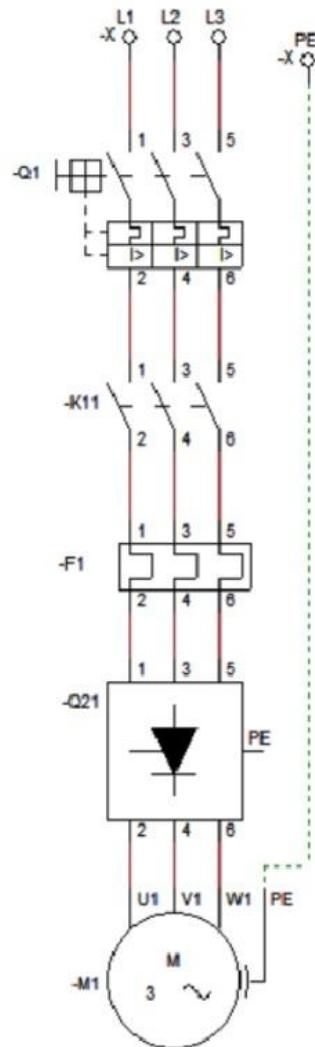


##### CIRCUITO DE MANDO



Motor con arrancador suave

ARRANCADOR SUAVE  
CIRCUITO DE FUERZA



Motor de los rodillos.

Diagrama de Fuerza

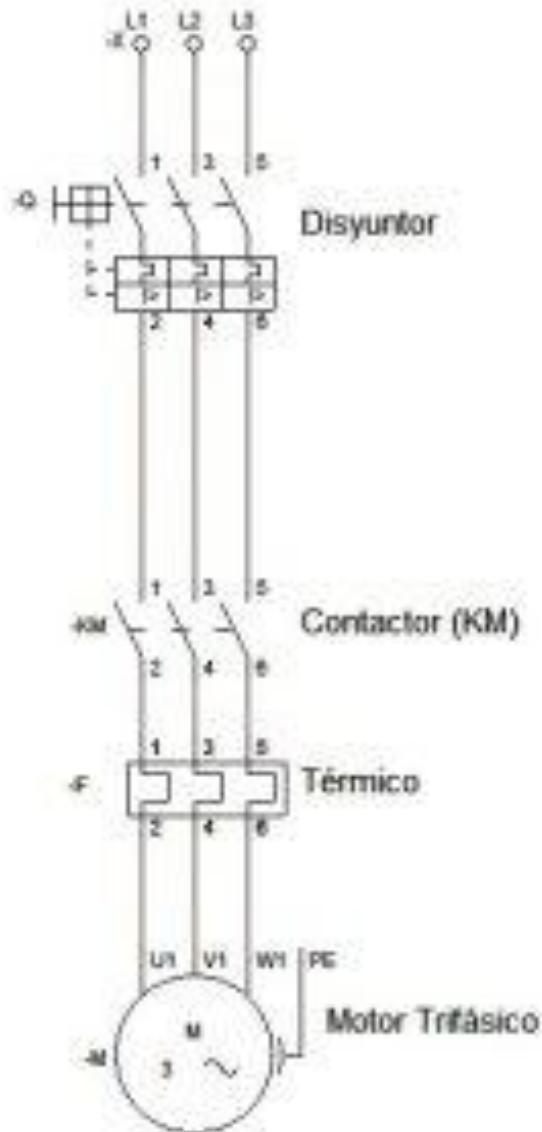


Diagrama de Control



## XI. Presupuesto

Producto	Cantidad	Valor
Filtro Coalescente Primario (5-1 µm)	1	\$ 875.208,98
Filtro Coalescente Alta Eficiencia (0.01 µm)	1	\$ 1.667.366,21
Secador Refrigerativo	1	\$ 4.711.231,32
Drenajes Automáticos	1	\$ 186.214,68
Filtro Regulador	1	\$ 726.237,24
Lubricador (aceite ISO VG 32)	20 L	\$ 668.075,73
Depósito	1	\$ 4.923.895,47
Manómetro	7	\$ 362.896,80
Tubería Principal	10 m	\$ 768.000,00
Mangueras	10 m	\$ 235.600,00
Ventosas	4	\$ 842.439,00
Eyectores	4	\$ 89.364,00
Electroválvulas (5/2)	7	\$ 826.000,00
Sensor de Llenado	1	\$ 146.633,00
Unidad de Mantenimiento	1	\$ 390.000,00
Compresor Neumático	1441,197 L/min	\$ 77.370.807,42
Cilindros Neumáticos	Cilindro simple (Garcha)	\$ 975.700,00
	Cilindro doble vástago / doble efecto	\$ 243.925,00
	Cilindro sube gancho	\$ 731.775,00
	Cilindro giro	\$ 1.110.274,00
	Cilindro traslado	\$ 2.884.182,00
	Cilindro compactar	\$ 4.141.197,00
	Cilindro empuje	\$ 1.529.571,00
Servomotor	MS-130ST-M15015B-22P3	\$ 5.582.814,00
Driver	DS3-22P3-AS	1
Reductora Planetaria 50:1		\$ 183.874,66
Motores	1LE0141-1CA16-4AA4	\$ 2.405.000,00
	1LE0141-1BA86-4AA4	\$ 1.946.000,00
	1LE0141-0DA26-4AA4	\$ 618.000,00
Breaker	125 A	\$ 526.500,00
	100 A	\$ 397.000,00
	16 A	\$ 103.150,00

Releé Termico	38 A	1	\$ 256.900,00
	29 A	1	\$ 236.950,00
	5 A	1	\$ 36.950,00
Bandas Transportadoras	3,2 m	3	\$ 5.359.407,36
	6,5 m	1	\$ 3.628.765,40
	1 m	1	\$ 558.271,60
	2,1 m	1	\$ 1.172.370,36
	9,4 m	1	\$ 5.247.753,04
	1,6 m	1	\$ 893.234,56
Cilindro Hidraulico	Hi-Force HSS506	1	\$ 6.524.210,84
Elevador		1	\$ 4.841.581,59
Compresor Hidraulico	10 L/min	1	\$ 6.140.000,00
Empaquetadora		1	\$ 68.149.134,16
Rodillos Compactadores		1	\$ 48.790.000,00
Alineación		1	\$ 21.970.000,00
Modulo Desplazamiento		1	\$ 16.460.000,00
Bodega		1	\$ 25.000.000,00
		Total	\$ 333.434.461,42

## XII. Cotizaciones de proveedores

Para el caso de la bodega, se eligió la siguiente.

### BODEGA TOBERIN 1.280 M<sup>2</sup>

INFORMACION COMERCIAL	
UBICACIÓN	Toberín, Bogotá
AREA LIBRE DE BODEGA (M <sup>2</sup> )	700
AREA OFICINAS Y SERVICIOS (M <sup>2</sup> )	580
AREA TOTAL (M <sup>2</sup> )	1280
TIPO	Industrial - Logístico
No. DE PISOS DE OFICINAS	2
CONTROL DE ACCESO	NO
PAGO DE PEAJE	NO
VALOR ARRIENDO / M <sup>2</sup>	\$ 25.000.000 + IVA
VALOR VENTA	NA
Bodega con pintura epoxica blanca, altura de 11 mts, entrada doble altura, 75 KVA, parqueadero externo para 5 vehículos.	



De la empresa compascol.