

## TABLA DE CONTENIDOS

### 1. ASPECTOS TÉCNICOS Y DE INGENIERÍA

1.1	VISTA DEL EQUIPO.....	3
1.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	4
1.3	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP).....	6
1.4	DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	7

### 2. ASPECTOS DE USO DEL EQUIPO

2.1	SEGURIDAD E HIGIENE.....	21
2.2	OPERACIÓN DEL EQUIPO.....	23
2.3	APLICACIONES EXPERIMENTALES.....	27
2.4	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA.....	28

### 3. ASPECTOS PEDAGÓGICOS

3.1	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	29
3.2	PRÁCTICAS PROPUESTAS.....	47

### 4. DOCUMENTACIÓN

4.1	GARANTÍA SOBRE NUESTRO PRODUCTO.....	63
4.2	ACTUALIZACIÓN.....	64
4.3	CERTIFICADO DE CONFORMIDAD.....	65
4.4	REPORTE DE PRUEBAS DE OPERACIÓN.....	66

### 5. ANEXOS TÉCNICOS

5.1	RESOLUCIÓN DE LA PRÁCTICA 1: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES	
5.2	BOMBA DOSIFICADORA	
5.3	INDICADOR DE TEMPERATURA	
5.4	ELECTROVÁLVULA	
5.5	CONTROLADOR DE INTERVALOS DE TIEMPO	

### 1.1 VISTA DEL EQUIPO



## 1. Aspectos técnicos y de ingeniería

PS – DA – 690 / DES

### 1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- ✓ Unidad piloto completamente instrumentada escala laboratorio.
- ✓ Montada sobre estructura en perfil de aluminio reforzado tipo industrial con ruedas.
- ✓ Compuesta de una unidad de proceso y un gabinete de control, ambas unidades están interconectadas entre sí formando una sola instalación.
- ✓ Tanque de alimentación de mezcla fabricado en polietileno de alta densidad con capacidad de 20 litros.
- ✓ Columna de destilación empacada, fabricada en vidrio con diámetro nominal de dos pulgadas. Con tomas de temperatura y muestreo en puntos estratégicos. Altura de la columna; 100 cm
- ✓ Columna de destilación de platos, fabricada en vidrio con diámetro nominal de dos pulgadas. Con tomas de temperatura y muestreo en puntos estratégicos. Altura de columna; 100 cm.
- ✓ Columna de destilación de campanas de burbujeo, fabricada en vidrio con diámetro nominal de dos pulgadas. Con tomas de temperatura y muestreo en puntos estratégicos. Altura de la columna; 100 cm
- ✓ Sistema estructural de intercambio de columnas, las tres están montadas sobre un riel corredizo para facilitar el mantenimiento, la operación y el intercambio de las mismas.
- ✓ Bomba dosificadora de alimentación de mezcla para destilación con control digital de flujo.
- ✓ Pichancho de material cerámico para bomba dosificadora
- ✓ Mantilla de calentamiento para hervidor de destilación. Potencia de calentamiento con dos resistencias de 780 Watts cada una.
- ✓ Hervidor para columna de destilación, de 10 litros de capacidad, fabricado en vidrio borosilicato, resistente a choques térmicos, con boca central con diámetro de dos pulgadas, bocas laterales para alimentación y toma de temperatura.
- ✓ Los sensores de temperatura son tipo Pt 100 de tres hilos con indicador digital montado sobre tablero de control.
- ✓ Válvulas de muestreo a lo largo de las columnas de destilación.
- ✓ Tubería de acero inoxidable 316 diámetro de ¼ de pulgada.
- ✓ Enfriador tipo serpentín fabricado en vidrio borosilicato para productos de fondos de destilación.
- ✓ Tanque receptor de fondos de destilación, fabricado en vidrio, con capacidad de dos litros, brida y tapas superior e inferior.
- ✓ Válvula de vaciado de tanque receptor de fondos fabricada en acero inoxidable.
- ✓ Sistema de reflujo para columna de destilación fabricado en vidrio borosilicato.
- ✓ Electroválvula para control automático de reflujo.
- ✓ Condensador para productos ligeros de destilación, tipo serpentín fabricado en vidrio borosilicato.
- ✓ Enfriador de productos ligeros de destilación, tipo serpentín fabricado en vidrio borosilicato.
- ✓ Bridas necesarias, empaques de teflón.
- ✓ Dos tanques receptor de productos ligeros de destilación, fabricado en vidrio borosilicato, con capacidad de dos litros.
- ✓ Tanque para recibir productos ligeros de destilación, fabricado en HDPE con capacidad de 20 litros.
- ✓ Tubería de acero inoxidable, diámetro nominal ¼ de pulgada.
- ✓ Tubería de acero inoxidable, diámetro nominal ½ pulgada.
- ✓ Tubería flexible de PTFE, diámetro nominal ½ pulgada.
- ✓ Tubería de alimentación de agua de enfriamiento fabricada en PVC cedula 80 con diámetro nominal de ½ pulgada para suministro en condensador y enfriador en sistema de destilación.
- ✓ Rotámetro para medición de agua de enfriamiento en destilación, rango de medición de 30 a 300 litros por hora.

4

## 1. Aspectos técnicos y de ingeniería

PS – DA – 690 / DES

- ✓ Válvula de regulación de flujo de alimentación de agua de enfriamiento al sistema de destilación. Tipo compuerta.
- ✓ Sensor de temperatura en hervidor de columna de destilación.
- ✓ Dos sensores de temperatura distribuidos a lo largo de la columna de destilación empacada.
- ✓ Tres sensores de temperatura distribuidos a lo largo de la columna de destilación de platos.
- ✓ Tres sensores de temperatura distribuidos a lo largo de la columna de destilación de campanas de burbujeo.
- ✓ Sensor de temperatura en reflujo de columna de destilación.
- ✓ Sensor de temperatura en la entrada de agua de enfriamiento del condensador de la columna de destilación.
- ✓ Sensor de temperatura en la salida de agua de enfriamiento del condensador de la columna de destilación.
- ✓ Control de temperatura de precalentamiento de la mezcla.
- ✓ Precalentador de mezcla.
- ✓ Válvulas y accesorios necesarios para operación del equipo, fabricados en acero inoxidable, teflón y PVC industrial, Para uso rudo.

5

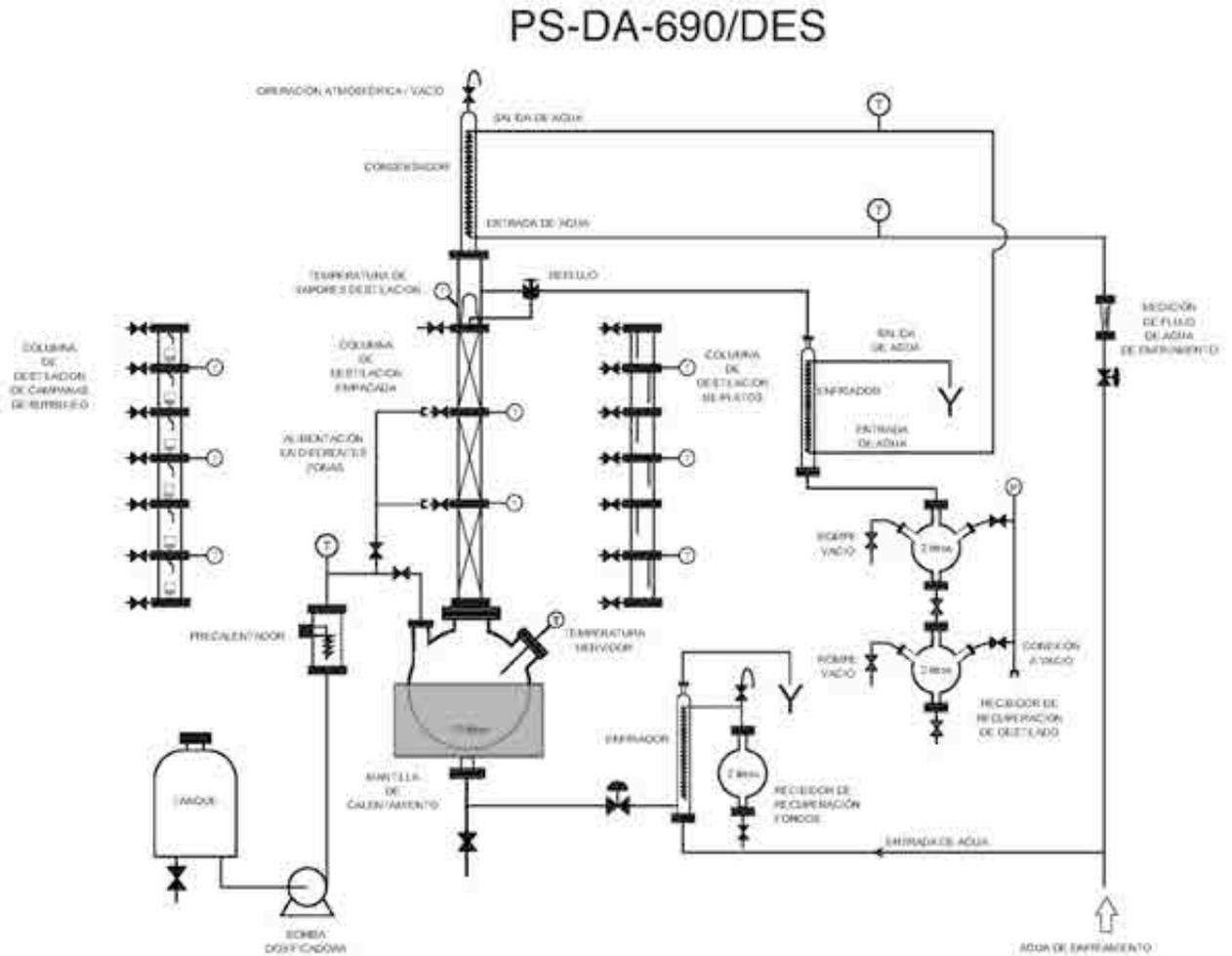
### **GABINETE DE CONTROL TIPO INDUSTRIAL NEMA 4 X**

- ✓ Indicador luminoso amarillo de tablero energizado.
- ✓ Interruptor general
- ✓ Botón tipo hongo de paro de emergencia
- ✓ Botones pulsadores con foco luminoso verde para arranque de las resistencias y bomba.
- ✓ Botones pulsadores con foco luminoso rojo para el paro de las resistencias y bomba.
- ✓ Contactor de protección y arranque para la bomba.
- ✓ Perilla de regulación de intensidad de calentamiento de las resistencias.
- ✓ Protectores termomagnéticos para protección de resistencias.
- ✓ Portafusibles de protección para indicador digital.
- ✓ Indicadores digitales de temperatura.
- ✓ Temporizadores para control de reflujo.
- ✓ Cableado por medio de canaleta y con números de identificación.
- ✓ Clemas de conexión.
- ✓ Componentes eléctricos montados sobre riel.

### **DIMENSIONES APROXIMADAS DEL EQUIPO:**

- ✓ Largo: 240 cm.
- ✓ Profundidad: 70 cm.
- ✓ Altura: 220 cm.

### 1.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)





**Generatoris S.A. de C.V.**

EQUIPOS PILOTO PARA CAPACITACIÓN Y ENSEÑANZA

## DIAGRAMA ELÉCTRICO

# EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

PS-DA-690/DES

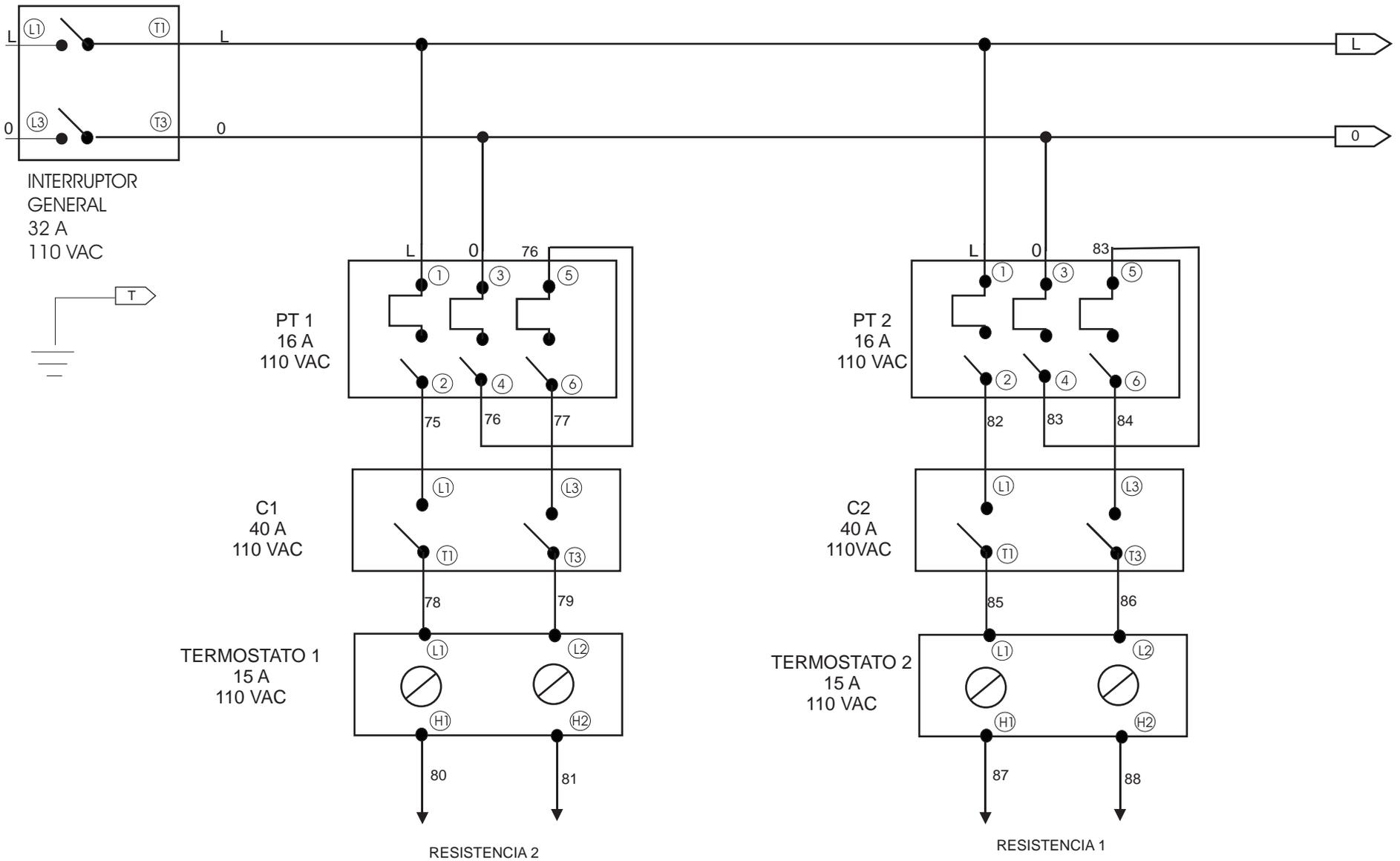
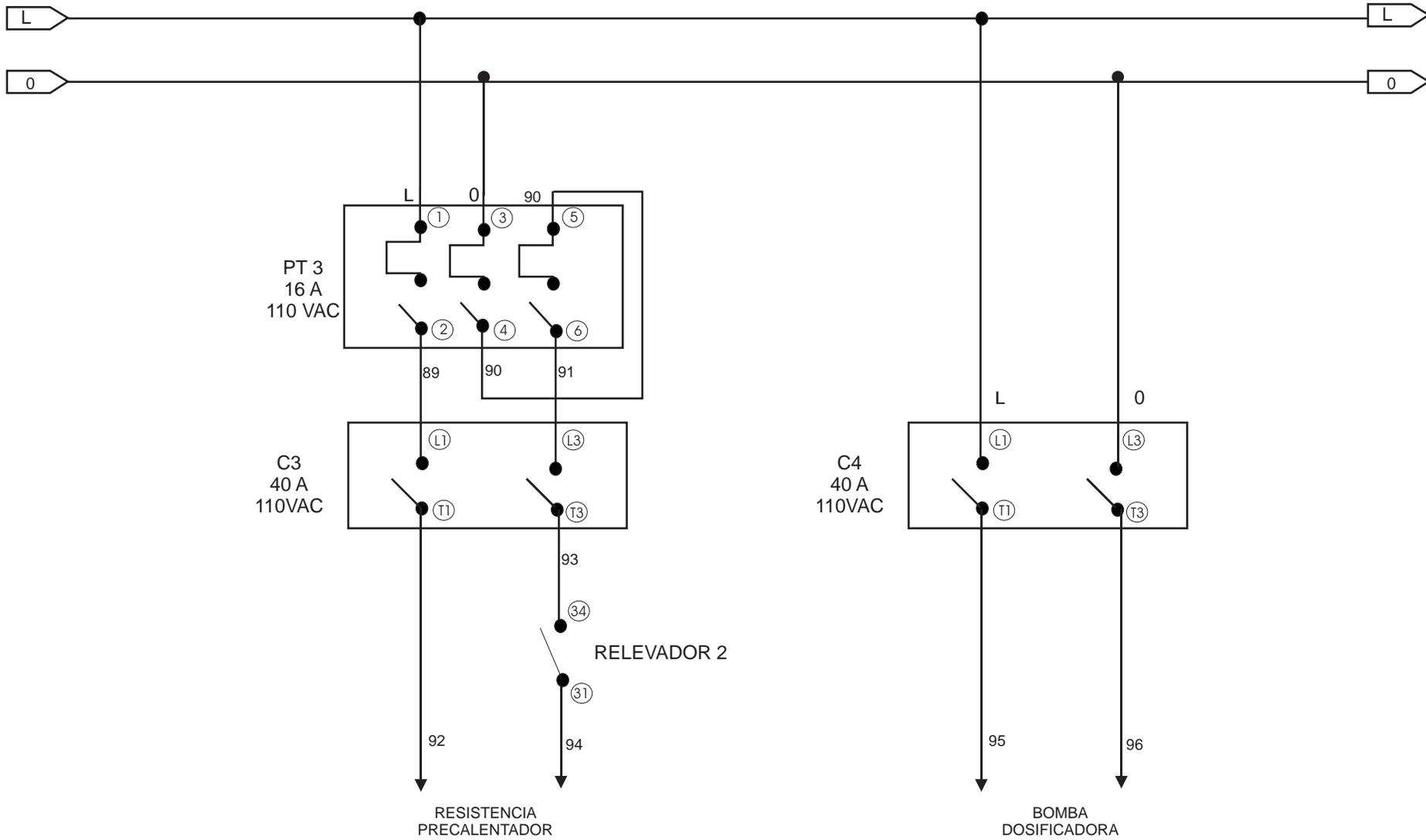


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO: PS-DA-690/DES No. DE SERIE: GEN-0412-246

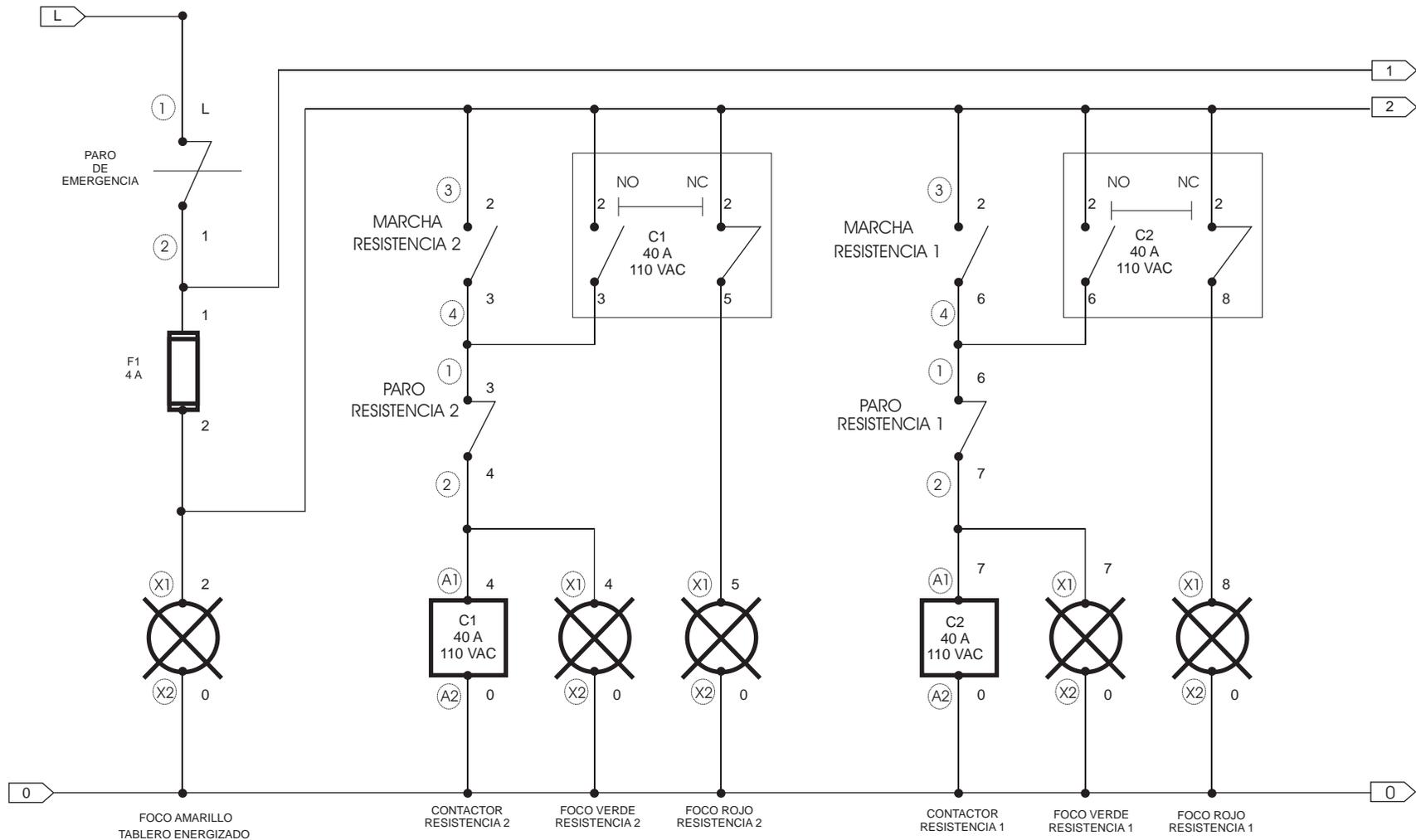
TENSIÓN:	PROTECCIÓN:	SECCIÓN:	POTENCIA 1
110 VAC	32 A	REVISIÓN:	01
ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR	FECHA: AGOSTO/2012	AUTORIZÓ:	ALFONSO RODRIGUEZ
		HOJA:	1/13



**DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:**  
 EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
 CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO:	PS-DA-690/DES	No. DE SERIE:	GEN-0412-246
---------	---------------	---------------	--------------

TENSIÓN:		PROTECCIÓN:		SECCIÓN:	POTENCIA 2
110 VAC		32 A		REVISIÓN:	01
ELABORÓ:		FECHA:		AUTORIZÓ:	
FERNANDA SALAZAR		AGOSTO/2012		ALFONSO RODRIGUEZ	
				HOJA:	2/13

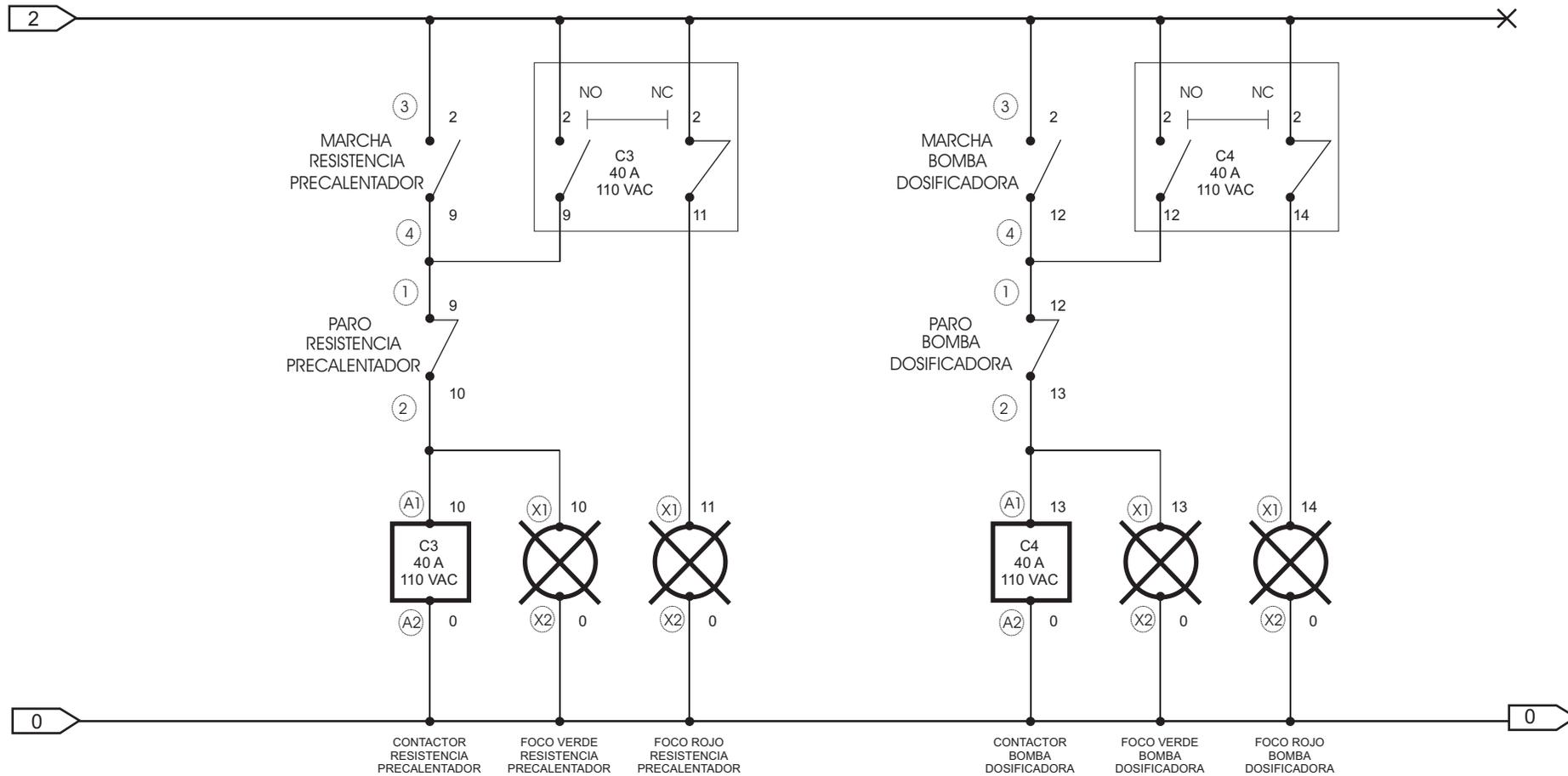


**DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:**  
 EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
 CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE: GEN-0412-246

TENSIÓN:		PROTECCIÓN:		SECCIÓN:	AUXILIARES 1
110 VAC		32 A		REVISIÓN:	01
ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR		FECHA: AGOSTO/2012		AUTORIZÓ: ALFONSO RODRIGUEZ	
				HOJA:	3/13



**DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:**  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO: PS-DA-690/DES      No. DE SERIE: GEN-0412-246

TENSIÓN:		PROTECCIÓN:		SECCIÓN:	AUXILIARES 2
110 VAC		32 A		REVISIÓN:	01
ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR		FECHA: AGOSTO/2012		AUTORIZÓ: ALFONSO RODRIGUEZ	
				HOJA:	4/13

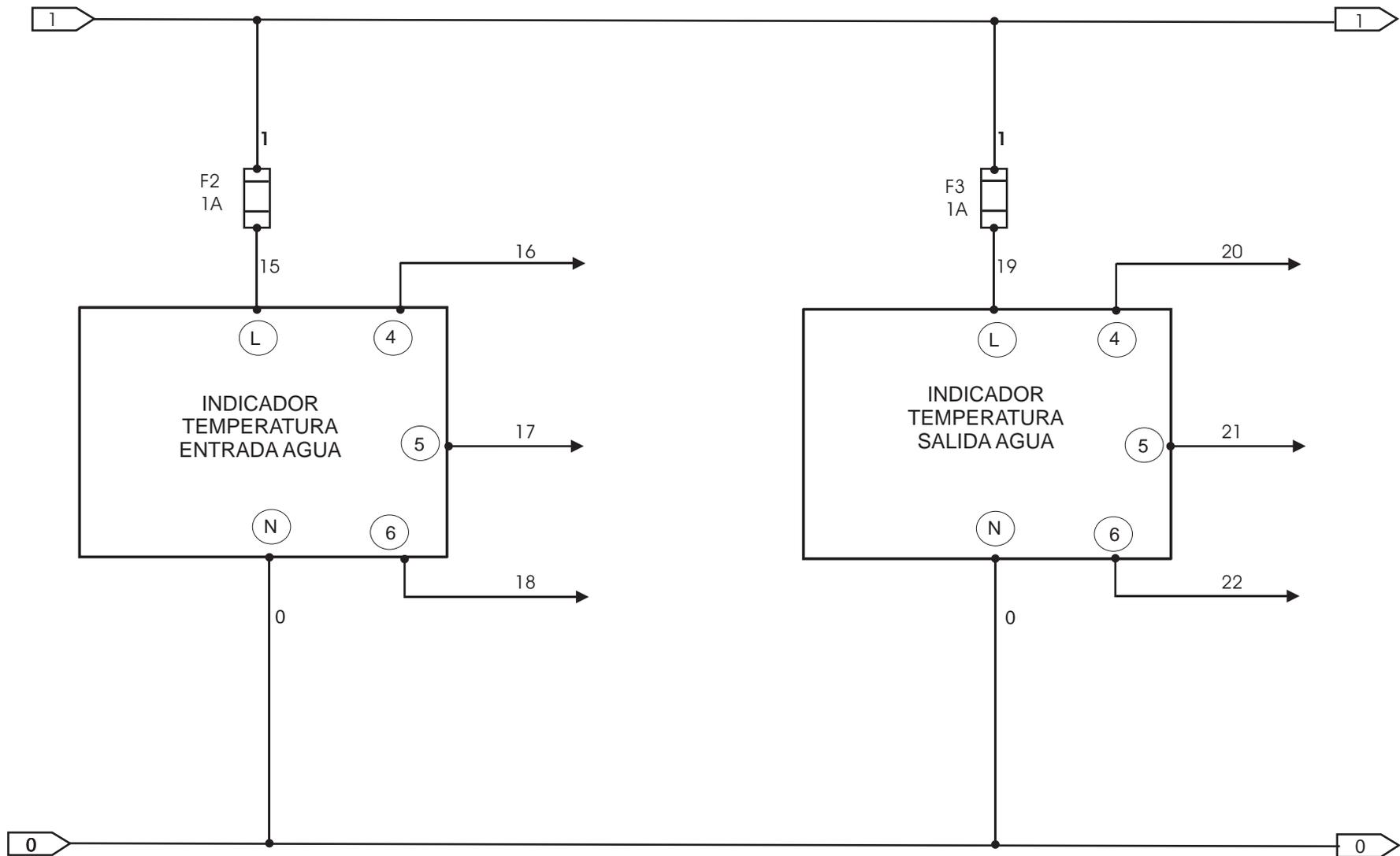


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 1

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE:

GEN-0412-246

ELABORÓ:

FERNANDA SALAZAR

FECHA:

AGOSTO/2012

HOJA:

5/13

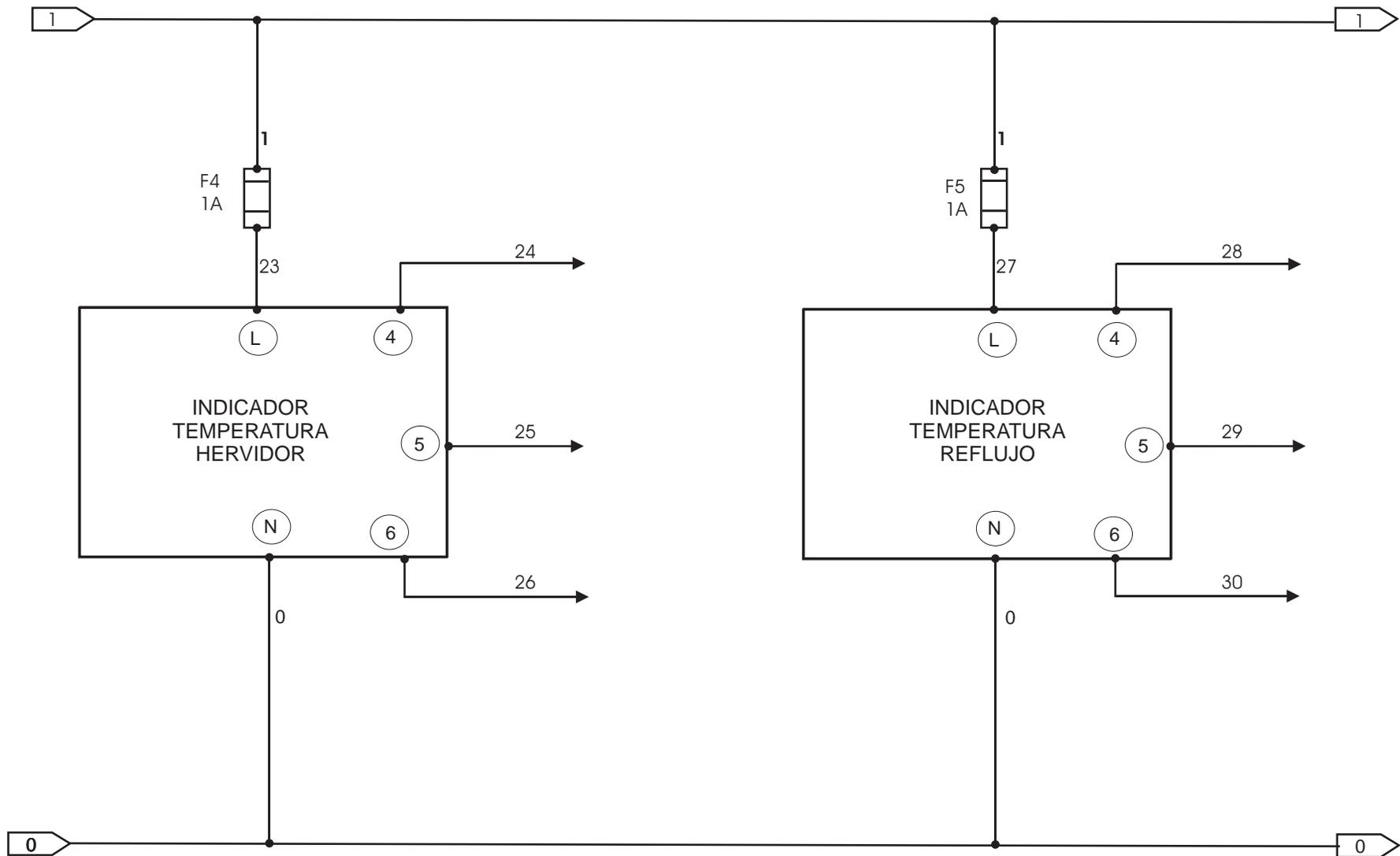


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 2

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE:

GEN-0412-246

ELABORÓ:

FERNANDA SALAZAR

FECHA:

AGOSTO/2012

HOJA:

6/13

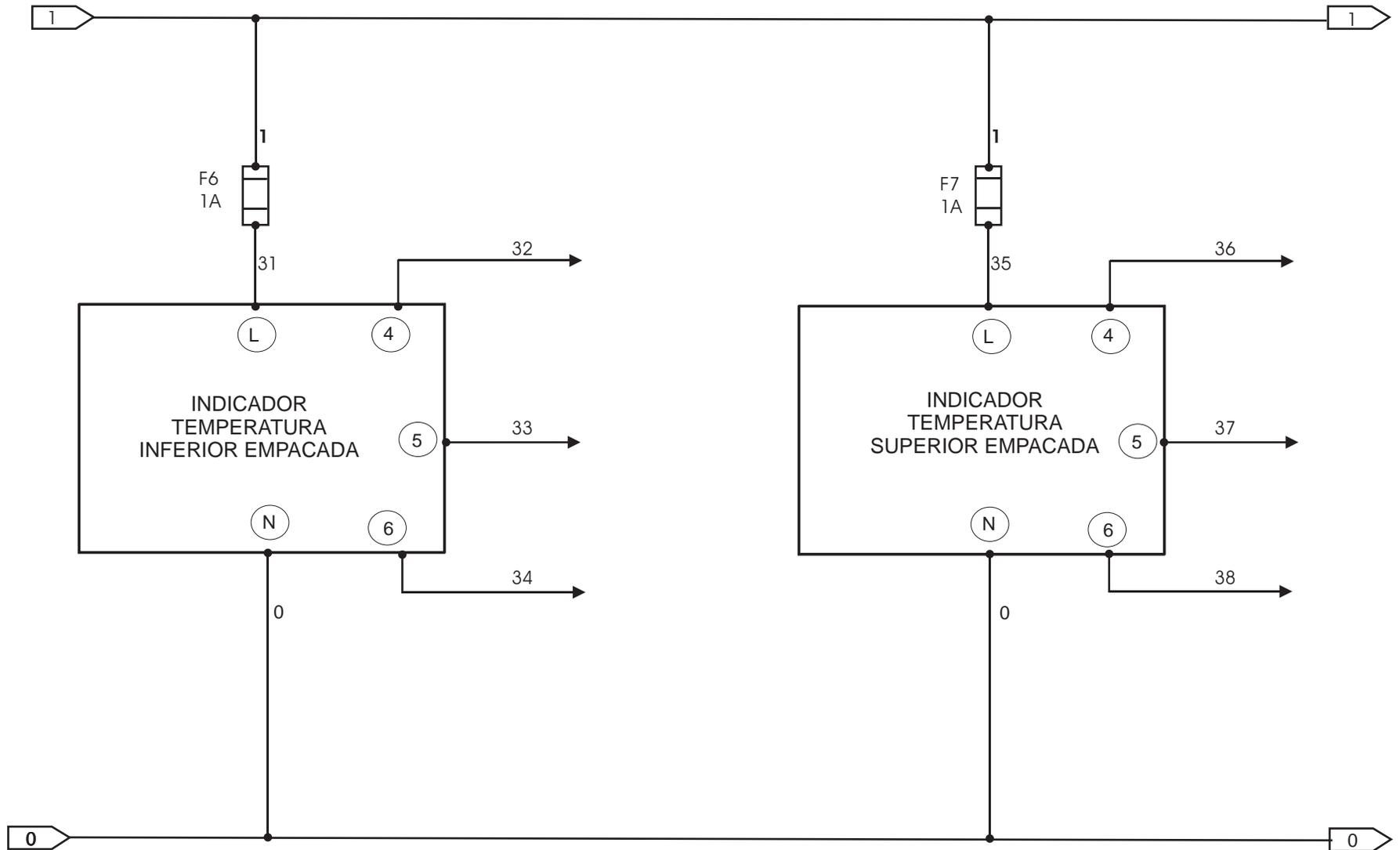


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 3

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE: GEN-0412-246

ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR

FECHA: AGOSTO/2012

HOJA: 7/13

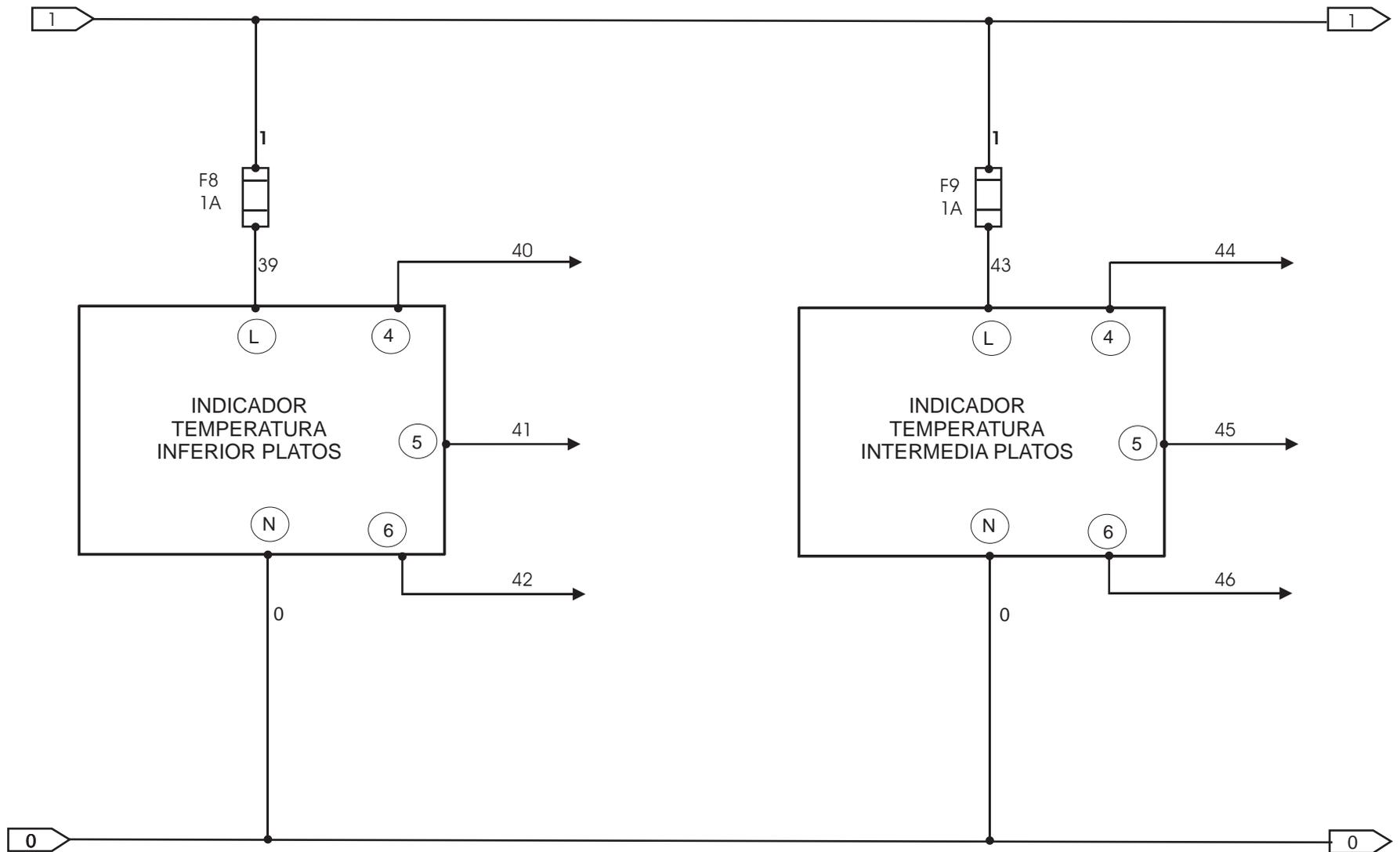


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 4

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE:

GEN-0412-246

ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR

FECHA:

AGOSTO/2012

HOJA:

8/13

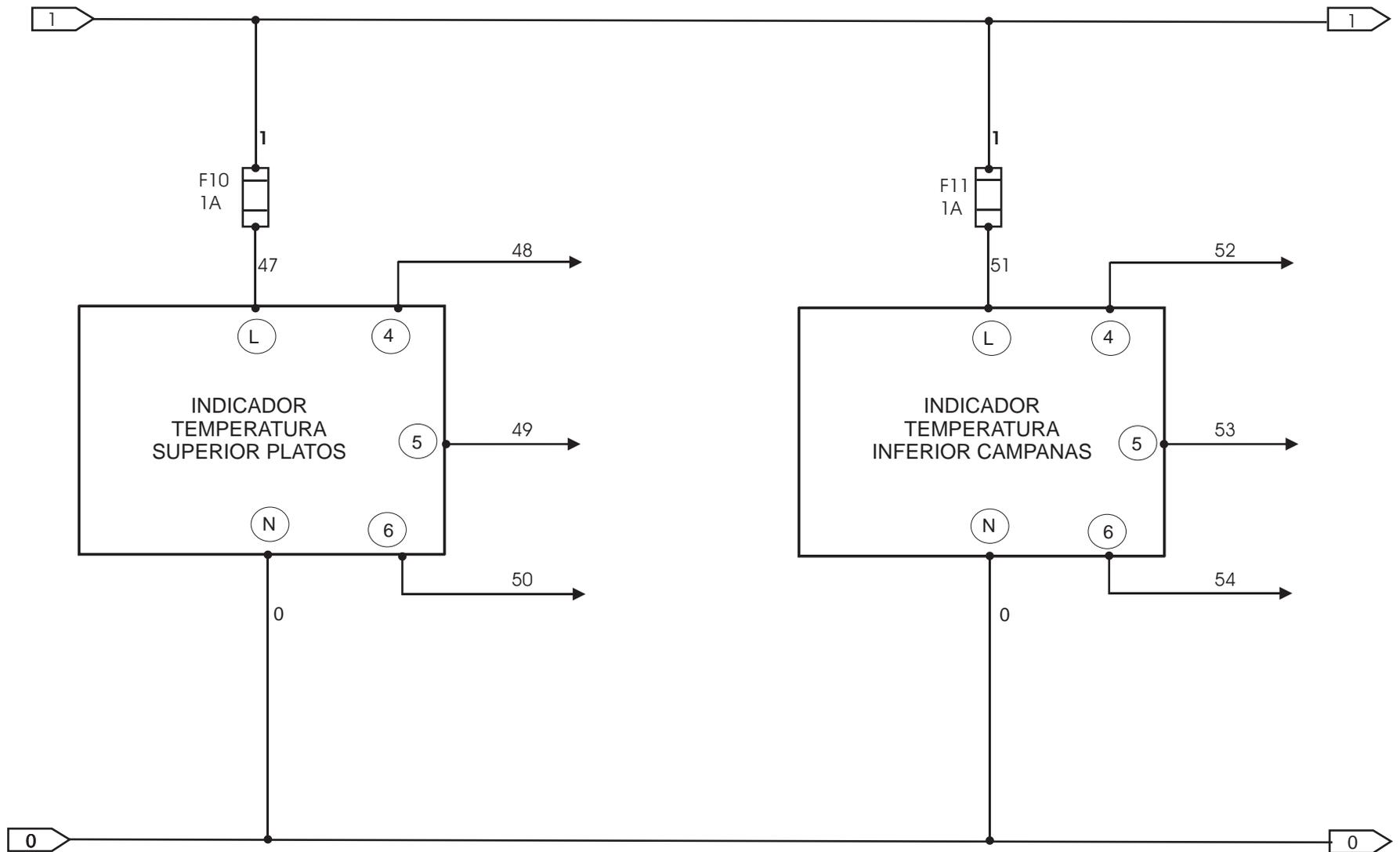


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 5

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE:

GEN-0412-246

ELABORÓ:

FERNANDA SALAZAR

FECHA:

AGOSTO/2012

HOJA:

9/13

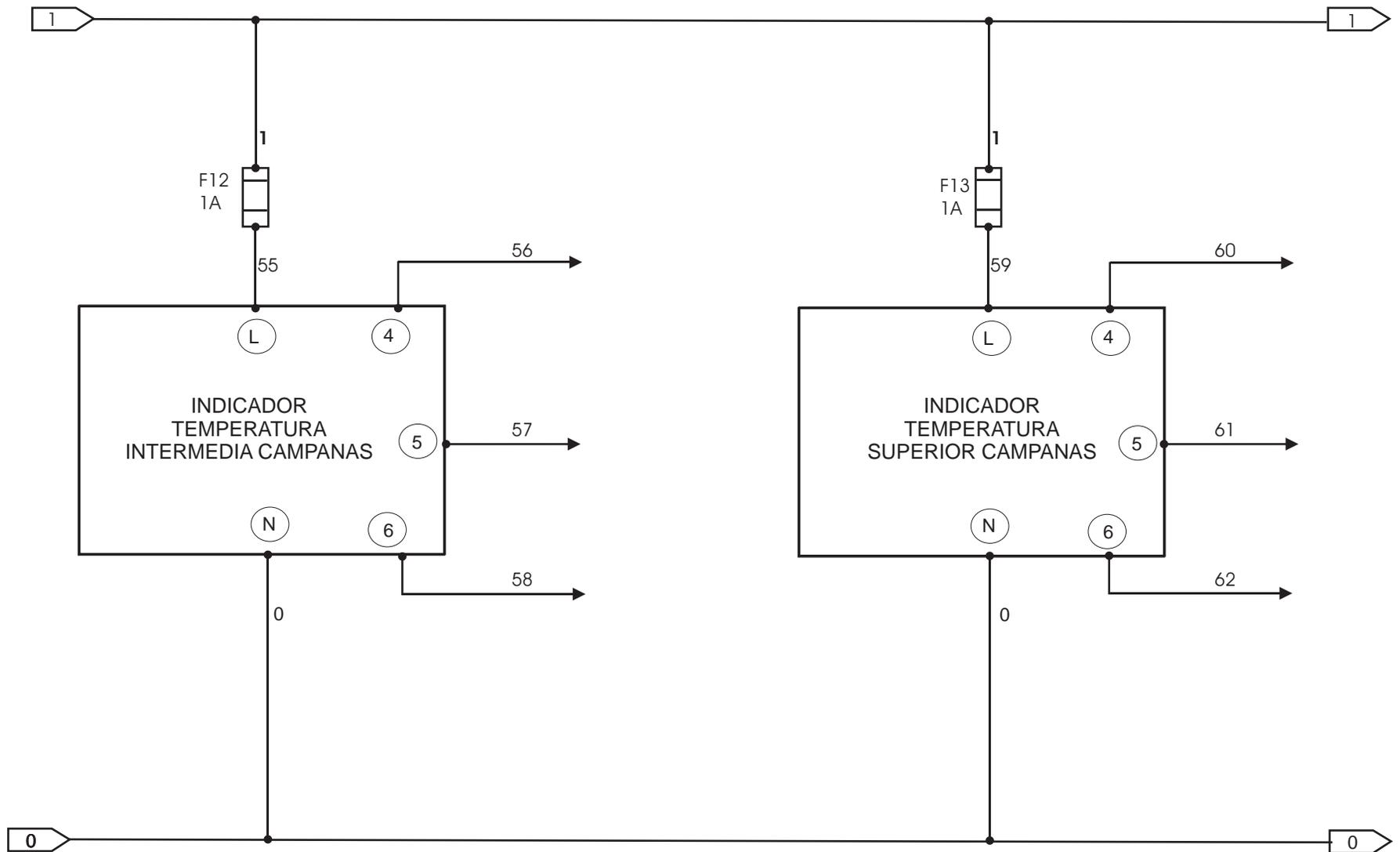


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

INDICADORES 6

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

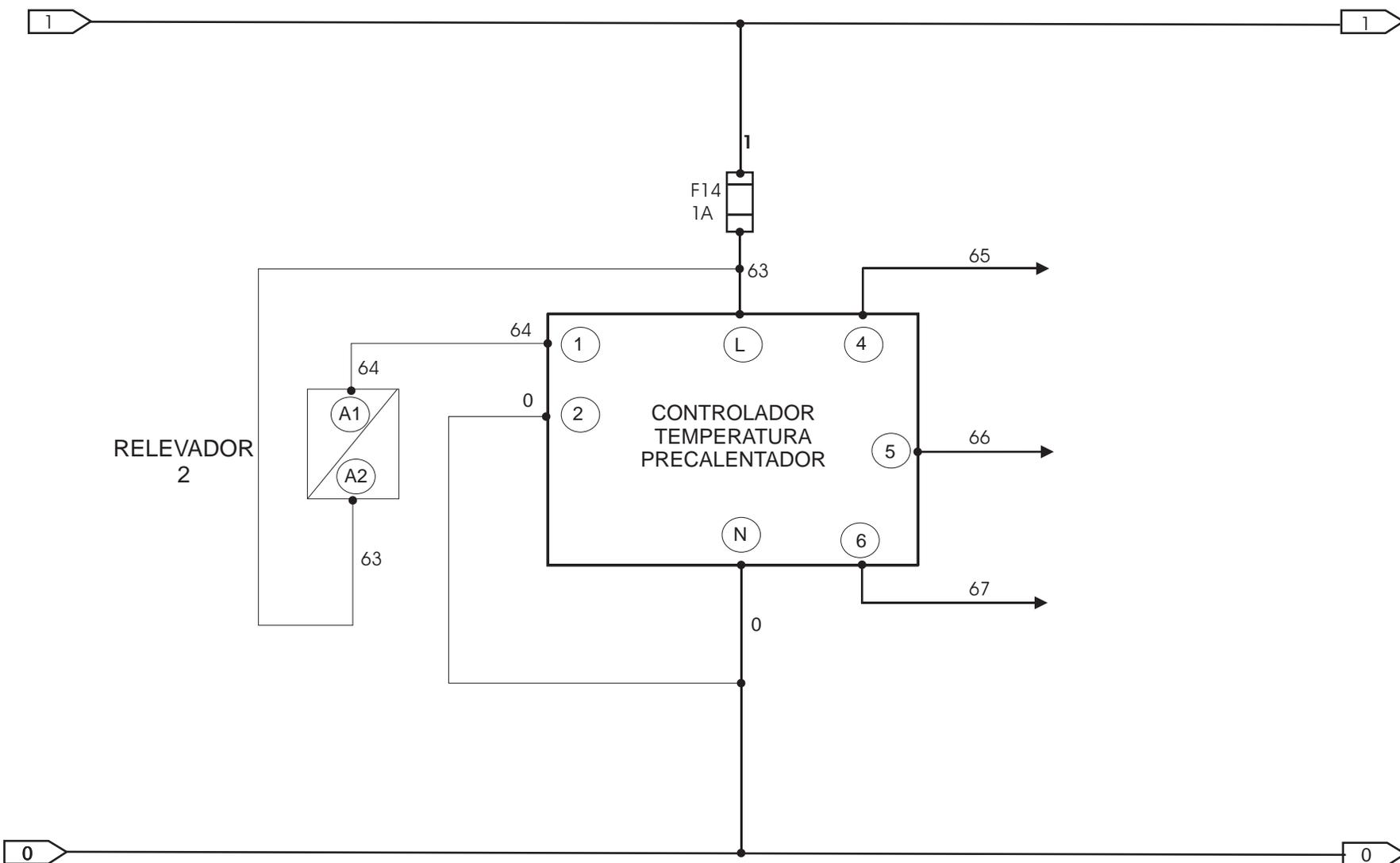
MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE: GEN-0412-246

ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR

FECHA: AGOSTO/2012

HOJA: 10/13



**DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:**  
 EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
 CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO:	PS-DA-690/DES	No. DE SERIE:	GEN-0412-246
---------	---------------	---------------	--------------

TENSIÓN:		PROTECCIÓN:		SECCIÓN:	INDICADORES 7
110 VAC		32 A		REVISIÓN:	01
ELABORÓ:		FECHA:		AUTORIZÓ:	
FERNANDA SALAZAR		AGOSTO/2012		ALFONSO RODRIGUEZ	
				HOJA:	11/13

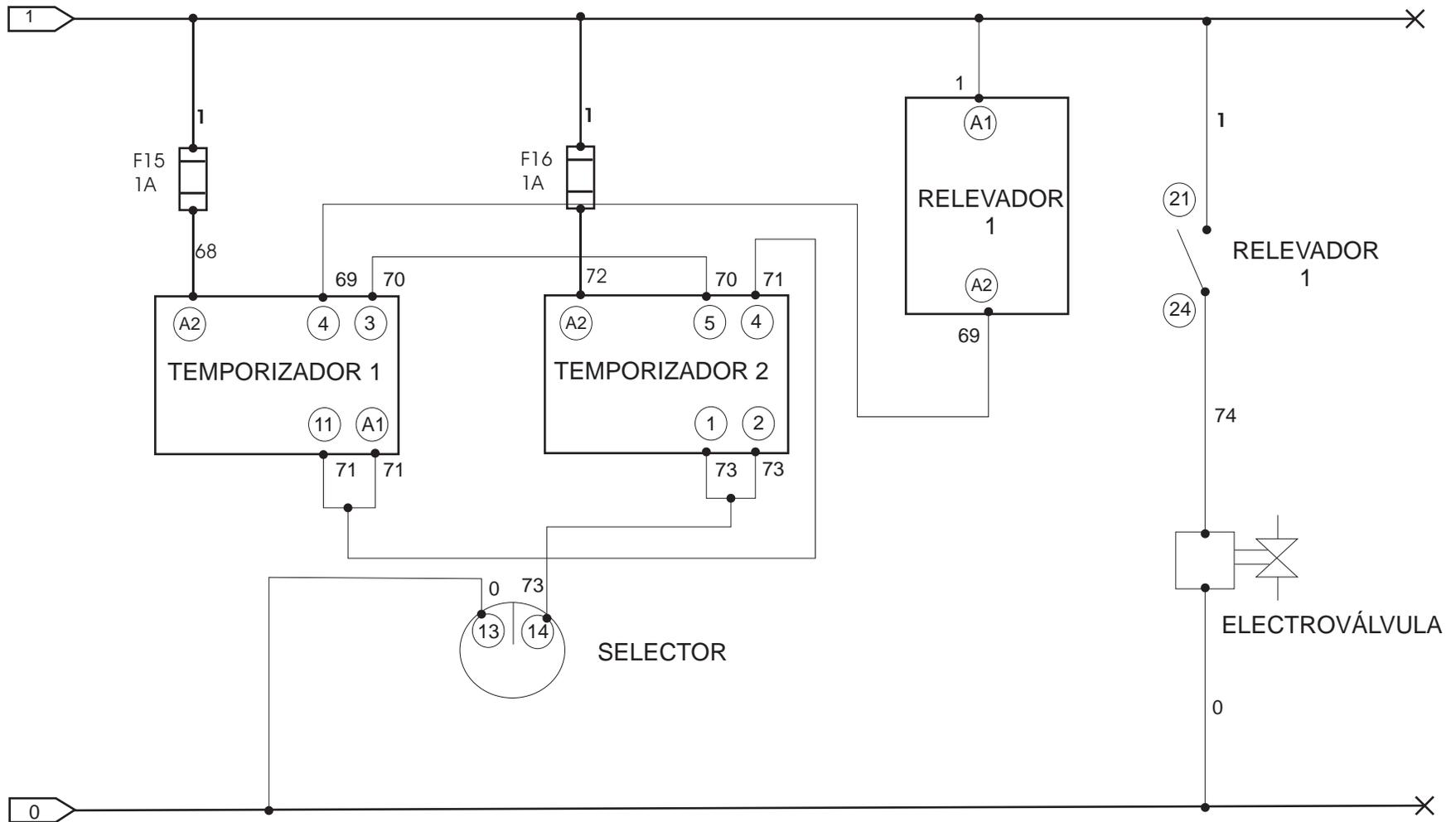


DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

MODELO: PS-DA-690/DES No. DE SERIE: GEN-0412-246

TENSIÓN:

110 VAC

PROTECCIÓN:

32 A

SECCIÓN:

INDICADORES 8

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

ELABORÓ:

FERNANDA SALAZAR

FECHA:

AGOSTO/2012

HOJA:

12/13

T	L	O	T	80	81	T	87	88	T	92	94	95	96	16	17	18
ALIMENTACIÓN GENERAL			RESISTENCIA 2			RESISTENCIA 1			RESISTENCIA PRECALENTADOR			BOMBA DOSIFICADORA		INDICADOR DE TEMPERATURA ENTRADA AGUA		

20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	38	40	41	42
INDICADOR DE TEMPERATURA SALIDA AGUA			INDICADOR DE TEMPERATURA HERVIDOR			INDICADOR DE TEMPERATURA REFLUJO			INDICADOR DE TEMPERATURA INFERIOR EMPACADA			INDICADOR DE TEMPERATURA SUPERIOR EMPACADA		INDICADOR DE TEMPERATURA INFERIOR PLATOS			

44	45	46	48	49	50	52	53	54	56	57	58	60	61	62	65	66	67	74	0	T
INDICADOR DE TEMPERATURA INTERMEDIA PLATOS			INDICADOR DE TEMPERATURA SUPERIOR PLATOS			INDICADOR DE TEMPERATURA INFERIOR CAMPANAS			INDICADOR DE TEMPERATURA INTERMEDIA CAMPANAS			INDICADOR DE TEMPERATURA SUPERIOR CAMPANAS			CONTROLADOR DE TEMPERATURA PRECALENTADOR		ELECTROVÁLVULA			



DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL EQUIPO:  
EQUIPO PARA ESTUDIO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN  
CON COLUMNAS INTERCAMBIABLES (TRES COLUMNAS MONTADAS)

TENSIÓN:

PROTECCIÓN:

SECCIÓN:

CLEMAS

110 VAC

32 A

REVISIÓN:

01

AUTORIZÓ:

ALFONSO RODRIGUEZ

MODELO: PS-DA-690/DES

No. DE SERIE: GEN-0412-246

ELABORÓ: FERNANDA SALAZAR

FECHA: AGOSTO/2012

HOJA: 13/13

## 2.1 SEGURIDAD E HIGIENE

Seguridad e higiene son los procedimientos, técnicas y elementos que se aplican en los centros de trabajo y laboratorios, para el reconocimiento, evaluación y control de los agentes nocivos que intervienen en los procesos y actividades, con el objeto de establecer medidas y acciones para la prevención de accidentes o enfermedades, a fin de conservar la vida, salud e integridad física de las personas, así como evitar cualquier posible deterioro al lugar.

21

A continuación se enumeran algunas normas que se deben de acatar dentro del laboratorio cuando se esté manejando el equipo.

- ✓ Todas las actividades que se realicen con este equipo deberán estar supervisadas por el personal responsable. Siempre que el equipo se opere es necesario revisar que la puerta del gabinete de control se encuentre cerrada. Si hay necesidad de abrirla, el gabinete debe estar desenergizado.
- ✓ Es obligatorio que todos los operadores sigan las normas de seguridad e higiene, indicadas en el reglamento interno del laboratorio.
- ✓ Es importante drenar el sistema de enfriamiento del equipo una vez que haya finalizado la experimentación.
- ✓ Debe revisarse que la estructura del equipo esté fija con los frenos puestos colocados en las llantas.
- ✓ Si no se tiene conocimiento de algún componente interno del gabinete no intente retirarse.
- ✓ Asegurarse que el nivel de la solución en el hervidor se encuentra por arriba de la mantilla de calentamiento para evitar riesgo de choque térmico.
- ✓ Verificar que la válvula de descarga del hervidor se encuentre cerrada.
- ✓ Verificar que las válvulas de muestreo de la columna utilizada se encuentren cerradas.
- ✓ Verificar que la válvula de fondos del hervidor esté cerrada.
- ✓ Permitir el enfriamiento de la columna cuando se requiera hacer el cambio por la otra.
- ✓ Evitar tocar la tuerca unión de las columnas al dejar de trabajar con ellas puesto que puede tener una alta temperatura.

#### UNIDAD DE CALENTAMIENTO

- ✓ La unidad de calentamiento puede causarle quemaduras.
- ✓ Se debe de probar en frío la unidad de calentamiento para que verificar que no existen fugas. En caso de fugas apagar el equipo.
- ✓ Nunca deberá prenderse la unidad sin supervisión.
- ✓ Es importante no tocar los nipples de las columnas, ni la mantilla, ni la tubería que transporta el fluido caliente mientras se esté operando el equipo.

22

#### RIESGO DE CHOQUE TERMICO

- ✓ El riesgo de choque térmico existe cuando se somete a calentamiento el recipiente de vidrio sin líquido y una vez caliente se agregan sustancias frías. Para evitarlo; agregar las sustancias antes de iniciar el calentamiento. El máximo choque térmico es de 20 °C.

#### COMPONENTES DE VIDRIO

- ✓ Es importante verificar en todo momento que la presión en el interior de los componentes de vidrio borosilicato no sea superior a 4 kg/cm<sup>2</sup> ya que esta es la presión máxima de operación.

## 2.2 OPERACIÓN DEL EQUIPO

### SERVICIOS AUXILIARES

1. Verificar que el equipo se encuentre conectado a 120 VAC, a una fase.
2. Verificar que la protección de corriente del equipo sea superior a 25 A.
3. Verificar la disposición del drenaje.
4. Verificar que se tenga suministro de agua de la red.

23

### ENERGIZADO DEL GABINETE DE CONTROL

5. Asegurarse que el botón tipo hongo de paro de emergencia de media vuelta esté en la posición adecuada, es decir, no presionado; de lo contrario dar media vuelta para liberarlo.
6. Verificar que estén hacia arriba cada switch de los protectores termomagnéticos, en el interior del gabinete.
7. Colocar el interruptor general en la posición ON.

### EQUIPO EN OPERACIÓN

1. Seleccionar columna a utilizar, empacada, de campanas o de platos y disponer de ella en la posición correcta, ya alineada apretar las tuercas unión de la parte superior e inferior de la columna elegida.
2. Con la bomba dosificadora alimentar la solución contenida en el tanque hasta el precalentador. El procedimiento de calibración de la bomba dosificadora se indica al final de este apartado.
3. Una vez rebasada la resistencia dar marcha a ésta y regular su temperatura con su perilla.
4. El hervidor se irá alimentando con la solución del precalentador, así mismo en el caso de la columna de platos y la de campanas de burbujeo, se pueden seleccionar uno o dos platos de alimentación mediante las válvulas a la salida del precalentador.
5. En el caso del hervidor también hay que esperar a rebasar el nivel de la resistencia para dar marcha al calentamiento, esto se da con las resistencias 1 y 2, su regulación es mediante una perilla, cada resistencia cuenta con una propia.
6. Alcanzado el volumen deseado de solución a destilar se debe dar paro a la bomba dosificadora y a la resistencia del precalentador con los botones rojos de paro correspondientes que se encuentran en el gabinete de control. Una vez alcanzada la temperatura de ebullición es conveniente bajar y regular la intensidad de calentamiento en el hervidor mediante las perillas.
7. Cuando se desee alimentar en "plato teórico", el precalentamiento es indispensable. Para ello es necesario ajustar primero el set *point* en el control localizado en el gabinete de control. Este controlador muestra dos valores; el indicado en números en color rojo, es el valor de temperatura actual en el precalentador, los números en color verde, representan el valor de temperatura al que se quiere alimentar la solución. Para variar este valor es

necesario presionar una vez el botón que tiene la flecha apuntando hacia la izquierda, aparecerá en el display el valor que se va a modificar y la palabra set. Con las flechas que apuntan hacia arriba y hacia abajo debe modificarse el valor de temperatura. Confirmar el valor presionando nuevamente el botón de la flecha.

8. Cuando se presenten las primeras trazas de destilado, se debe iniciar el suministro de agua de enfriamiento en el condensador.
9. Una vez que haya vapores en la columna, es necesario controlar la intensidad de calentamiento en el hervidor para evitar que la columna se inunde. El control se hace manual con las perillas reguladoras en el gabinete de control. Una operación adecuada es cuando en la base de los platos (perforados y campanas de burbujeo) se aprecia un espejo de líquido burbujeando, y el excedente de ese líquido regresa a la etapa anterior a través del tubo bajante.
10. Si se desea empezar a obtener producto de destilación; se recomienda abrir la válvula que suministra agua al enfriador.
11. El producto de la destilación se deposita balón TB-10 y se va obteniendo de acuerdo al intervalo de tiempo programado en los temporizadores, los cuales controlan la apertura y el cierre de la electroválvula. También se pueden obtener muestras a diferentes alturas de la columna mediante las válvulas montadas a lo largo de ella.
12. Para recolectar el producto se debe abrir la válvula de descarga de los balones en Y.
13. Es posible monitorear la temperatura en 13 puntos del equipo.

#### PARO DEL EQUIPO

14. Para detener la operación se deben presionar los botones rojos de paro localizados en el gabinete.
15. El suministro de agua debe continuar debido a que el proceso de destilación aún no termina.
16. Cuando se alcance la temperatura ambiente es recomendable dejar de alimentar agua de enfriamiento.
17. Abrir la válvula del serpentín que se halla debajo del hervidor.
18. Realizar la descarga del hervidor mediante la válvula anterior.
19. Enfriar los fondos del hervidor en el balón inmediato al serpentín anterior.
20. Si por alguna razón se tiene que detener la experimentación de emergencia debe presionarse el hongo de paro de emergencia y automáticamente todos los componentes que estén funcionando dejarán de hacerlo.
21. Una vez terminada la experimentación, y los componentes hayan sido apagados se debe colocar el interruptor general en la posición OFF. Con esto deben quedar apagados tanto los indicadores como los botones del gabinete.



### Procedimiento de calibración de la bomba dosificadora

Esta es una breve guía para la operación y calibración de una bomba dosificadora. Tienen que seguirse al pie de la letra los pasos a continuación descritos, y así se garantiza un funcionamiento adecuado de la bomba. Se sugiere leer completa esta guía antes de hacer operaciones de programación.

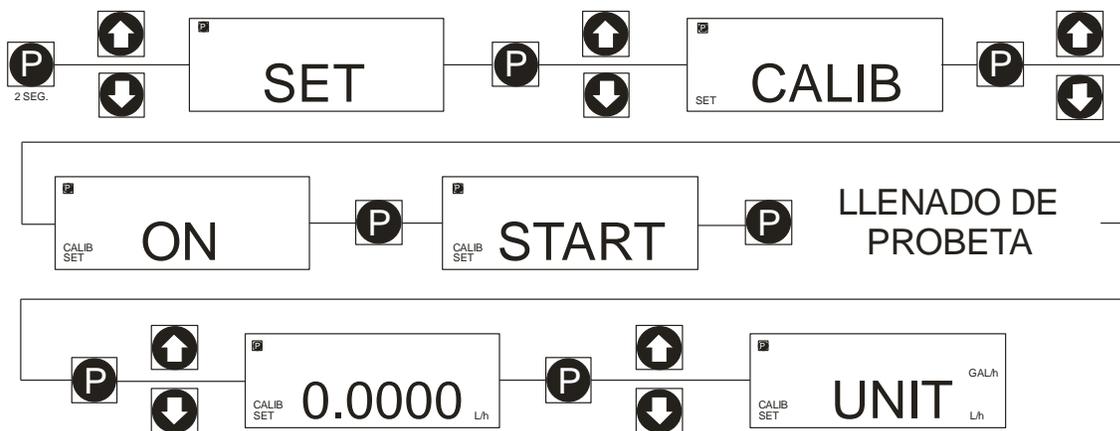
25

1. Verificar que esté encendida la bomba, de lo contrario accionarla con el botón correspondiente en el gabinete de control.
2. Las carátulas de las bombas dosificadoras por lo regular están compuestas por cinco botones y una perilla reguladora; del lado izquierdo están los botones de encendido y apagado de la bomba (STOP/START) y el de cambio individual de dígitos (i) que en sí, proporciona información de los datos de programación de la bomba. Al centro está el botón (P) mediante el cual se puede acceder al menú de programación y confirmar datos. A la derecha se encuentran las flechas de desplazamiento para modificación de valores numéricos. En la carátula también hay una pantalla digital y tres indicadores luminosos. El rojo, nos indica que la bomba tiene un problema grave y es probable que no pueda operar; el amarillo, es señal de alarma, si durante la operación se mueve algún parámetro de programación, este botón se activará indicándonos que no se está trabajando en la condiciones previamente seleccionadas; el verde, siempre estará activo cuando la bomba opere correctamente
3. Para programar la bomba, estando ésta encendida; es necesario pulsar el botón (P) durante 6 segundos hasta que en la pantalla aparezca la palabra MODE.
4. Con la palabra MODE en la pantalla, pulsar la flecha de desplazamiento superior (↑) hasta que en la pantalla esté la palabra SET.
5. Pulsar el botón (P) y aparecerá la palabra AUX.
6. Presione cuantas veces sea necesario el botón de desplazamiento superior (↑) hasta que en la pantalla se vea la palabra CALIB.
7. Confirmar con el botón (P). Aparecerá la palabra ON.
8. Confirmar nuevamente con el botón (P). Aparecerá la palabra START.
9. Antes de poner la bomba a funcionar, es necesario contar con una probeta graduada de aproximadamente 200 mL colocada en la manguera de descarga. Esta manguera debe desconectarse de la bomba. En la succión, debe revisarse

que la válvula tipo pichanca o manguera de succión esté sumergida en el tanque contenedor de agua.

10. Pulsar el botón (P). Iniciar la succión del agua.
11. Cuando se tenga un volumen de agua considerable, pulsar el botón (P) nuevamente para detener el suministro de agua.
12. El volumen de agua será medido directamente en la probeta. Este volumen es el que se tiene que indicar en la pantalla haciendo uso de las flechas de desplazamiento.
13. Cuando se tenga en la pantalla el volumen, presionar el botón (P).
14. Con la flecha de desplazamiento superior (↑) especificar unidades y confirmar con el botón (P).

### Representación gráfica de la calibración



### 2.3 APLICACIONES EXPERIMENTALES

- ✓ Estudio de una columna de destilación empacada.
- ✓ Estudio de una columna de destilación de platos.
- ✓ Estudio de una columna de destilación de campanas de burbujeo.
- ✓ Balances de materia y energía en una columna de destilación empacada.
- ✓ Balances de materia y energía en una columna de platos.
- ✓ Balances de materia y energía en una columna de campanas de burbujeo.
- ✓ Estudio del efecto de la operación de reflujo en el proceso de destilación.
- ✓ Eficiencia de una columna de destilación y comparativo con distintos tipos de columnas.
- ✓ Estudio del efecto de la presión en la temperatura de ebullición de la mezcla.
- ✓ Estudio de la alimentación a distintos platos.
- ✓ Estudio de la temperatura de precalentamiento de la mezcla.

## 2.4 MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

El Programa o Plan de Mantenimiento Preventivo se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

28

Para una mayor durabilidad del equipo se recomienda tener en cuenta estos puntos:

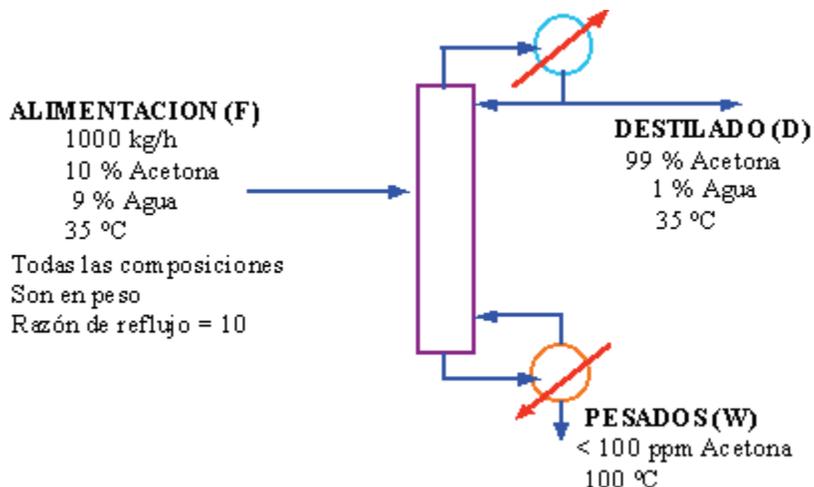
- ✓ Es necesario limpiar el equipo una vez que se ha terminado la experimentación.
- ✓ El equipo requiere poco mantenimiento y la limpieza es realmente fácil.
- ✓ En general los componentes de la unidad son de tipo industrial y no requieren de mantenimiento en un periodo largo de tiempo.
- ✓ Si la unidad o alguna de sus secciones no fuera utilizada por un periodo de tiempo superior a una semana, es recomendable realizar una limpieza y asegurarse de dejar las tuberías vacías y el hervidor.
- ✓ La limpieza exterior se puede hacer con un trapo húmedo, generalmente lo que es necesario remover es simplemente polvo. No limpiar con solventes.
- ✓ GABINETE DE CONTROL: Cada vez que sea necesaria una revisión eléctrica, es indispensable estar seguros que el cuadro de control se encuentra NO ENERGIZADO. Colocar el interruptor general en OFF. Bajar la pastilla de alimentación principal localizada en el tablero de distribución eléctrica del laboratorio.
- ✓ IMPORTANTE: Tener cuidado de mantener siempre el cableado eléctrico en el interior de las canaletas, dejar siempre las tapas.
- ✓ Se recomienda no usar algún solvente para la limpieza del gabinete de control ni sobre los rótulos que presente el equipo.

### 3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### Balance de materia y energía

Balance sin reacción química. Estimar las cantidades de vapor y agua requeridas para la columna de destilación mostrada en la figura.

29



En la planta se dispone de vapor seco saturado a 25 psig (276 kN/m<sup>2</sup>), el agua de enfriamiento puede aumentar su temperatura en 30 °C. La columna opera a 1 bar.

Solución:

Balance de materiales

Es necesario hacer un balance de materiales para determinar los flujos de productos en el tope y el fondo.

Balance de acetona, despreciando las pérdidas de acetona en el fondo.

$$100 \times 0,1 = D \times 0,99$$

$$\text{Destilado, } D = 101 \text{ kg/h}$$

$$\text{Pesados, } W = 1000 - 101 = 899 \text{ kg/h}$$

Balance de energía

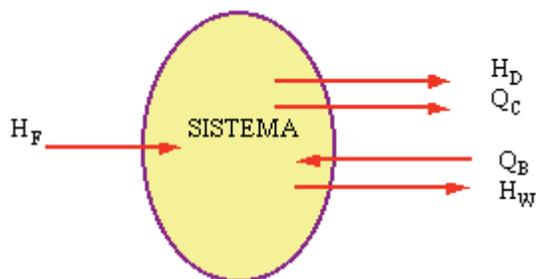
Las energías cinética y potencial de las corrientes del proceso son pequeñas y pueden despreciarse.

Tomando los límites del primer sistema que incluyan al hervidor y al condensador.

Entradas: calor que entra al hervidor  $Q_B$  + calor sensible de la alimentación  $H_F$

Salidas: enfriamiento para el condensador  $Q_C$  + calor sensible de los productos del tope y el fondo  $H_D + H_W$ .

30



Las pérdidas de calor desde el sistema serán pequeñas si la columna y los intercambiadores están aislados convenientemente (típicamente menor a 5 por ciento) y será despreciado.

Bases: 25 °C, 1 h.

Capacidades caloríficas promedio:

Acetona 25 °C a 35 °C = 2,2 kJ/kg K

Agua 25 °C a 100 °C = 4,2 kJ/kg K

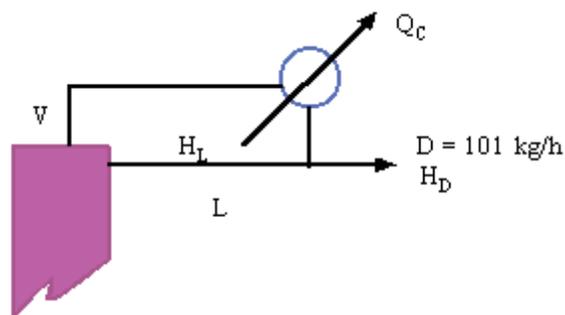
Capacidades caloríficas promedio de las corrientes:

Alimentación, 10 por ciento de acetona =  $0,1 \times 2,2 + 0,9 \times 4,2 = 4,00$  kJ/kg K

Tope, 99 por ciento de acetona, tomado como acetona, 2,2 kJ/kg. K

Pesados, como agua, 4,2 kJ/kg K

$Q_C$  debe determinarse mediante un balance alrededor del condensador y hervidor.



Razón de reflujo  
 $R = L/D = 10$

$$L = 10 \times 101 = 1010 \text{ kg./h}$$

$$V = L + D = 1111 \text{ kg./h}$$

De los datos para la ebullición de una mezcla con 99 por ciento de acetona 1 por ciento de agua = 56.5 °C

Al estado estacionario: entradas = salidas

$$H_V = H_D + H_C + Q_C$$

$$Q_C = H_V - H_D - H_L$$

Asumiendo condensación completa

Entalpía del vapor  $H_V = \text{calor latente} + \text{calor sensible}$

Aquí hay dos caminos para calcularla entalpía específica del vapor a su punto de ebullición.

- (1) Calor latente de vaporización a la temperatura base + calor sensible para calentar el vapor hasta el punto de ebullición.
- (2) Calor latente de vaporización al punto de ebullición + calor sensible para llevar el líquido al punto de ebullición.

Teniendo valores del calor latente de acetona y agua como funciones de la temperatura, se usará el segundo método.

Calor latente de acetona a 56,5 °C (330 K) = 620 kJ/kg.