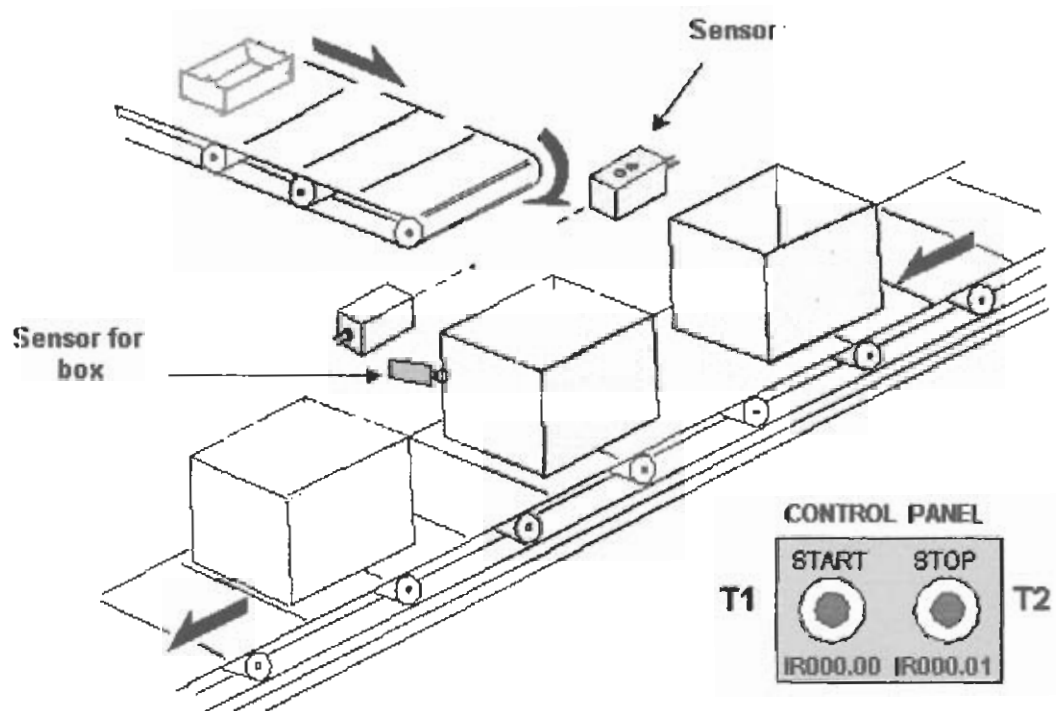


PROCESO DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATE



ÍNDICE

Introducción

Esquema del proceso

Entradas y salidas

Funcionamiento

Nota del cambio realizado

Temporizadores y contadores

Grafcet

Estados

Tratamiento posterior

Transiciones

Anexo conectores



INTRODUCCIÓN

El automatismo realizado es un proceso industrial de fabricación de chocolate. El proceso se realiza en distintas etapas: en una primera cinta el molde del chocolate se moverá pasando por la válvula de vertido de chocolate, posteriormente pasará por el vertido de almendras y finalmente se posicionará debajo del molde que le dará la forma y lo enfriará; cuando llegue al final de la primera cinta, caerá en la caja y el proceso se repetirá hasta que esta caja contenga 10 chocolates. El proceso, entonces, pasará a la segunda cinta donde la caja será transportada hasta el final de la cinta, pudiendo ser recogida por un operario o volver y esperar a que otra caja esté completa. Por lo tanto, se necesitarán 2 cintas transportadoras, 2 válvulas de vertido de producto, un molde que baja y a la vez que enfría el chocolate, le da su forma, un robot que transporta la caja a la segunda cinta y los sensores.

La primera cinta transportadora es en la que se realizan las acciones de cada uno de los chocolates y es una cinta que se moverá siempre en el mismo sentido. La segunda es una cinta de acumulación de cajas con un máximo de 5 cajas y, por lo tanto, necesita que su movimiento pueda ser tanto a la derecha como a la izquierda. Este tipo de motor que permite el movimiento en ambos sentidos también es el utilizado en el molde que lo enfría ya que baja y sube. En el momento inicial, el molde está arriba, por lo que el sensor que está activado es el de fin de carrera de arriba.

Según lo explicado veremos como necesitaremos que un operario apriete el pulsador de puesta en marcha, otro que coloque las cajas en su sitio y un tercero que las recoja al final. También se podría considerar que el mismo operario realiza las 3 funciones.

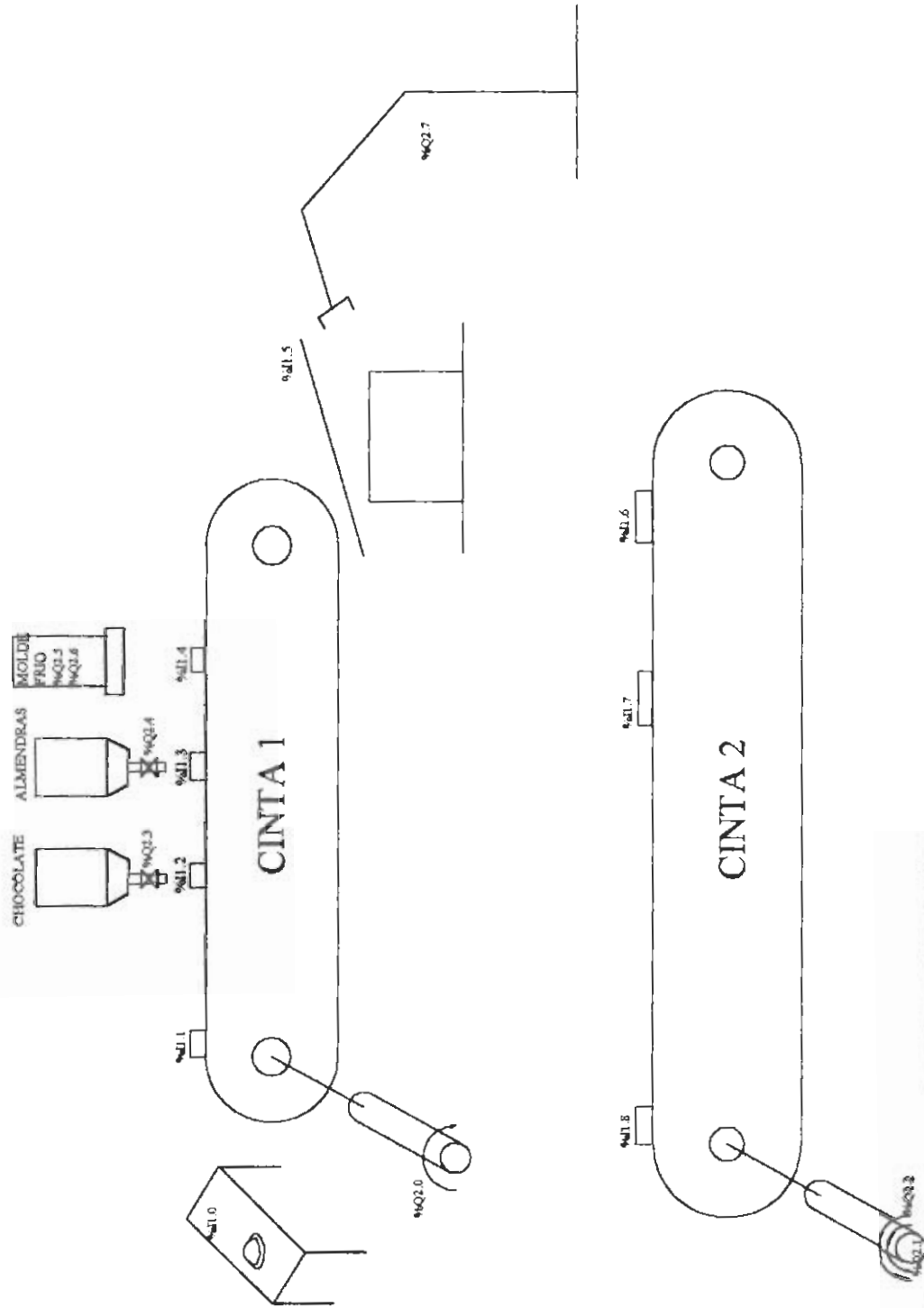
haja

Hemos contemplado tanto la posibilidad de que sólo exista un molde en la primera cinta como varios, en el primer caso, mientras se va realizando cada acción para ese molde las demás están en espera no perdiéndose producto. Mientras que si hay varios moldes en la primera cinta, las acciones correspondientes a cada molde se realizarán **simultáneamente y se esperarán** para volver a mover la cinta **1 sólo cuando todas las acciones hayan sido realizadas**. De esta manera, puede existir **moldes en las tres fases de** esta cinta o en cualquier posición de la cinta ya que siempre se realizarán las 3 etapas en cada chocolate.

En este trabajo explicaremos todas las entradas y salidas que tiene el automatismo, su funcionamiento y los sensores, temporizadores y contadores que hemos empleado para su funcionamiento.



ESQUEMA DEL PROCESO



ENTRADAS Y SALIDAS

ENTRADAS

%I1.0 Pulsador de puesta en marcha

%I1.1 Sensor de presencia

%I1.2 Sensor de presencia

%I1.3 Sensor de presencia

%I1.4 Sensor de presencia

%I1.5 Sensor de presencia

%I1.6 Sensor de presencia

%I1.7 Sensor de presencia

%I1.8 Sensor de presencia

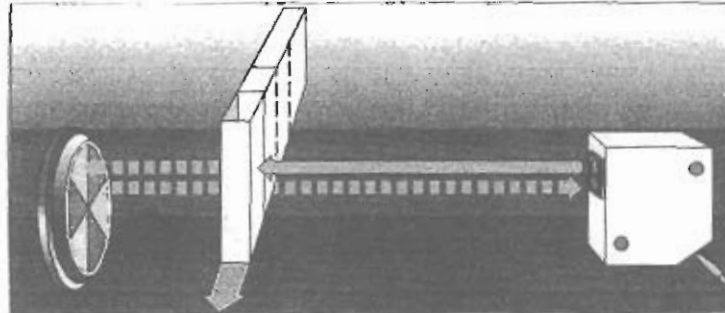
%I1.9 Sensor de fin de carrera

%I1.10 Sensor de fin de carrera

El sensor %I1.0 es un sensor de contacto que lo que hace es iniciar el proceso industrial.

Los sensores desde el %I1.1 hasta el %I1.8 son sensores de presencia ópticos ya que los capacitivos, aunque también sean adecuados para el caso de querer detectar objetos de cualquier tipo de material, son totalmente inadecuados para distancias superiores a los 40mm siendo así preferible una detección con sensores ópticos.

Cogemos un ejemplo de sensor de presencia óptico que sería válido para este proceso, ya que tiene un alcance de hasta 2 metros y tiene una instalación y manejo sencillos:



El %I1.2, %I1.3 e %I1.4 tienen como función parar la cinta 1 al detectar un molde en estas posiciones. El sensor %I1.5 es una barrera que activa el contador, aumentando en una unidad el número de chocolates que hay dentro de la caja. Los sensores %I1.6, %I1.7 e %I1.8 están colocados en la cinta 2. El primero activa el movimiento de la cinta 2 hacia la izquierda, el %I1.7 desactiva el movimiento de la cinta 2 cuando ésta se está moviendo hacia la derecha y el %I1.8 hace que la cinta deje de moverse hacia la izquierda y cuando ya hay 5 cajas en la cinta activa la alarma.

Los sensores %I1.8 e %I1.9 son sensores de contacto de fin de carrera del molde que da forma y enfría al chocolate. El %I1.9 es el de fin de subida y el %I1.10 el de fin de bajada.

SALIDAS

- %Q2.0 Mover cinta 1
- %Q2.1 Mover cinta 2 hacia la izquierda
- %Q2.2 Mover cinta 2 hacia la derecha
- %Q2.3 Echar chocolate
- %Q2.4 Echar almendras
- %Q2.5 Bajar molde
- %Q2.6 Subir molde
- %Q2.7 Robot
- %Q2.8 Alarma

La salida %Q2.0 es un motor que se mueve en un solo sentido y que se activa inicialmente con el sensor de presencia %I1.1. (Ver anexo conectores)

Las salidas %Q2.1 y %Q2.2 son las respuestas del motor de la cinta 2 ya que se puede mover en ambos sentidos. (Ver anexo conectores)

%Q2.3 y %Q2.4 son válvulas que se abren al activarse los sensores %I1.2 e %I1.3 respectivamente y se cierran transcurridos 5 segundos.

%Q2.5 y %Q2.6 son las respuestas de un motor similar al de la cinta 2 ya que también se puede mover en ambos sentidos. (Ver anexo conectores)

%Q2.7 es el robot que transporta la caja a la cinta 2.

La salida %Q2.8 es una alarma que suena si la cinta 2 ya tiene 5 cajas y el operario no las recoge.

FUNCIONAMIENTO DE LA FÁBRICA

El proceso comienza pulsando el botón de arranque (%I1.0) Una vez pulsado el sistema **espera** a que un operario coloque el **primer** molde al comienzo de la cinta 1, que será detectado por un sensor de presencia (%I1.1) Este sensor pone en marcha la cinta 1 (conectando M1). Nuestro molde avanzará con la cinta y llegará a la posición de llenado de chocolate, donde será detectado por el sensor %I1.2. En ese momento **la cinta** se detendrá y se abrirá la válvula del producto que se **mantendrá abierta** durante 50 ms. Pasado este tiempo la válvula se cerrará y se pondrá en marcha de nuevo la cinta 1. Esta seguirá en marcha hasta que el molde llegue a la posición de llenado de almendras (sensor %I1.3). En esta posición la cinta parará y se abrirá la válvula durante 50ms para echar las **almendras**. Al acabar este tiempo, la válvula cerrará y la cinta 1 volverá a ponerse en marcha.

La mezcla de chocolate y las almendras deberá ser enfriada y estampada con la ayuda de un émbolo de estampación frío para obtener la forma de onzas deseada en las tabletas.

Cuando nuestro molde es detectado por el sensor %I1.4 la cinta se detendrá e **inmediatamente** bajará el émbolo hasta la posición determinada por el sensor %I1.9. **Durante** 50 ms este émbolo se mantendrá en contacto con el chocolate. Una **vez** pasado este tiempo el émbolo subirá hasta su posición final detectada por el sensor de contacto %I1.10 que dará señal para desconectar MS. Este émbolo frío bajará **gracias** a la conexión MB (%Q2.5) y subirá **hasta su** posición de reposo **gracias** a la conexión de MS(%Q2.7).

Una vez que el émbolo vuelve a su sitio se pone en marcha de nuevo la cinta 1, que transporta nuestra tableta ya terminada. Sólo resta su recogida.

Al final de la cinta 1 existe un sensor óptico %I1.5 que detecta la caída de la tableta a una caja. Este sensor no está relacionado con ninguna acción concreta, sólo actúa de contador de tabletas para llenar las cajas.

Cada caja estará compuesta por 3 tabletas, por lo que cuando el contador asociado a este sensor llegue a 3 se activará el robot. Este robot se encarga de recoger la caja y llevarla hasta la cinta 2.

La misión de esta segunda cinta es actuar como acumulador de cajas.

Al comienzo de esta cinta existe un sensor de presencia %I1.6 que cuando detecta una caja da señal para el desplazamiento de la cinta a la izquierda (conexión MI).

La caja se moverá hasta llegar al final de la cinta dónde hay otro sensor %I1.8 que detendrá el avance de la cinta. Si la caja que está al final de la cinta no es recogida por un operario en un tiempo de 50 ms la cinta retrocederá a la derecha (conexión de MD). La caja será llevada hasta una posición situada a la izquierda del sensor %I1.6, donde hay otro sensor %I1.7 que detendrá el avance de la cinta 2.

La cinta 2 está diseñada para acumular como máximo 5 cajas, ya que son las cajas que caben entre los sensores %I1.7 y %I1.8.

Por tanto nuestra primera caja que no ha sido recogida esperará a otras para volver al final de la cinta. Estas cajas (no importa el número, hasta 5 como máximo) podrán ser recogidas al final de la cinta 2 reseteándose el contador correspondiente. Cuando se han llegado a acumular las 5 cajas, tanto el sensor %I1.7 como el %I1.8 estarán activados y es entonces cuando sonará una alarma que avisará al operario de que las cajas deben ser recogidas.

Para volver a poner en marcha el proceso será necesario volver a darle al botón de arranque.

Este sistema no es real y por tanto los tiempos usados en los temporizadores y las cantidades de los contadores son pequeños. El autómata no cambia su funcionamiento al poner otros valores tanto en temporizadores como en contadores.

Además hemos dado por supuesto algunos factores como por ejemplo que siempre haya una caja al final de la cinta 1 puesta allí por un operario.

Para el funcionamiento de los motores de la cinta 1(de un solo sentido), de la cinta 2 (sentido derecha e izquierda) y del émbolo frío (sentido ascendente y descendente) hacemos uso de CONTACTORES

NOTA:

Durante la demostración del funcionamiento del autómata quedó pendiente la corrección de la transición 3- → 4 que garantizaba el correcto funcionamiento de la cinta 1. Tanto en este trabajo como en el diskette adjunto está modificada.



TEMPORIZADORES Y CONTADORES

a. Temporizadores

Los diferentes temporizadores imponen la condición de que transcurra un tiempo determinado para pasar de un estado a otro del sistema. En ocasiones, han de cumplirse condiciones adicionales para el paso de un estado a otro.

Hemos utilizado **8 temporizadores**, todos ellos con retardo a la conexión (T ON) :

- TM0 (5 s) relaciona los estados 2 → 23, correspondientes ambos a la salida %Q2.0. **Garantiza** la correcta puesta en marcha de la cinta 1
- TM1 (5 s) relaciona los estados 3 → 4 (reposo ambos).
- TM5(5 s) relaciona los estados 16 → 1 (reposo ambos).

Los temporizadores **analizados a continuación** son los correspondientes al vertido de chocolate, almendras y al posterior enfriamiento. Los tiempos predeterminados (5 s) son mucho menores a los reales (el tiempo de enfriamiento sería de minutos) pero se han tomado así para la demostración práctica.

- TM2 (5 s) relaciona los estados 6 → 7 (tiempo de vertido de chocolate ~ %Q2.3)
- TM3 (5 s) relaciona los estados 9 → 10 (tiempo de vertido de almendras ~ %Q2.4)
- TM4 (5 s) relaciona los estados 13 → 14 (tiempo de enfriamiento)
A su término se activa %Q2.5.



El último temporizador es el que da tiempo a un operario a recoger las cajas acumuladas al final de la cinta 2. El tiempo establecido es menor que el que correspondería a una situación real.

-TM6 (5 s) relaciona los estados 19→21(tiempo para recogida)

Al finalizar este tiempo se activaría %Q2.2.

-TM7 (5 s) relaciona los estados 19→ 0. Si las cajas han sido recogidas en ese tiempo, %I1.8 se desactivará

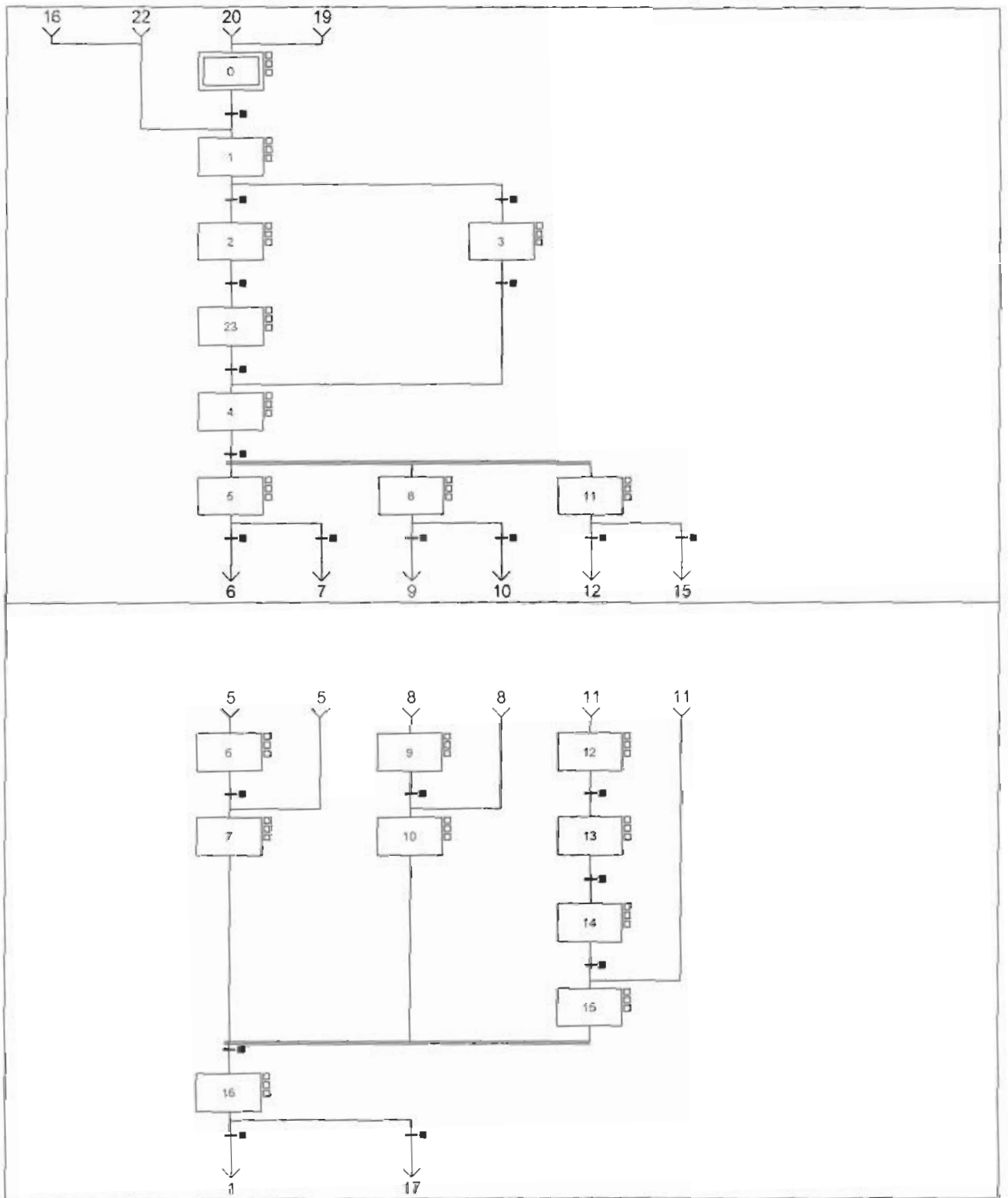
b. Contadores

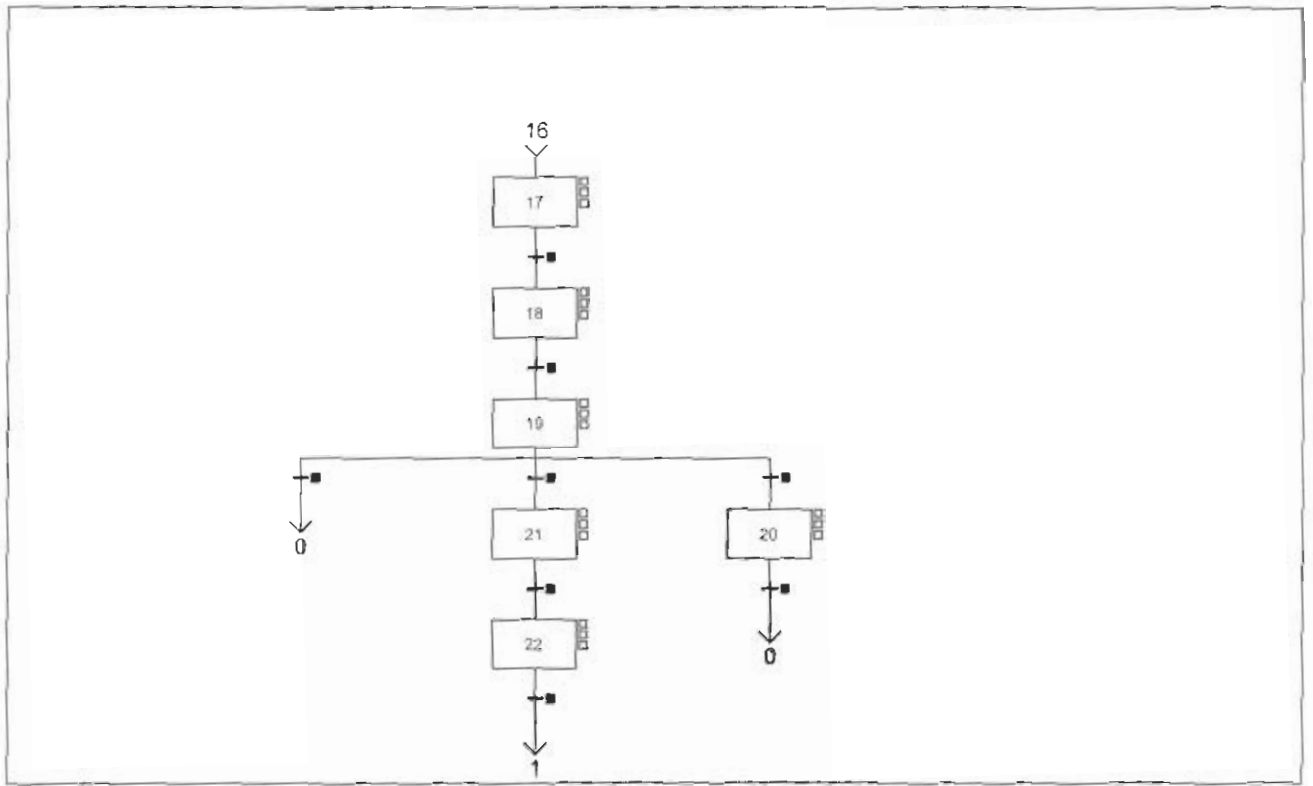
Tenemos dos contadores en nuestro sistema. Los dos son ascendentes, es decir, cuando llegamos a un valor predeterminado por nosotros la salida correspondiente se activa reseteándose el contador.

El primer contador C0 contabiliza el número de tabletas que caen a las cajas. El número predeterminado de tabletas ha sido 3, mucho menor que en la realidad donde este número sería de 20-25 tabletas. El contador se incrementa cada vez que pasa una tableta por el sensor %I1.5. Cuando llegamos al número deseado de tabletas se activará la salida %Q2.7 (activación de robot).

El segundo contador C1 es el asociado al acumulador de cajas. Incrementará su valor desde cero en una unidad cada vez que se active %I1.8. Si recogen las cajas antes de que se cumpla el tiempo establecido por el temporizador correspondiente y el contador no ha alcanzado el valor predeterminado(5), pasamos al estado inicial por lo que será necesario pulsar el botón %I1.0 para seguir con la producción. Cuando el contador C1 llegue a 5 se activará una alarma (%Q2.8) que cesará al recoger todas las cajas, volviéndose así a iniciar del proceso.

GRAFCET





ESTADOS DEL GRAFCET

Estado 2 → Movimiento cinta 1 tras poner molde al inicio de la misma.

Estado 23 → Movimiento cinta 1

Estado 6 → Vertido de chocolate en molde

Estado 9 → Vertido de almendras

Estado 12 → Bajada de émbolo frío

Estado 14 → Subida de émbolo frío

Estado 16 → Movimiento cinta 1 tras enfriar tableta chocolate

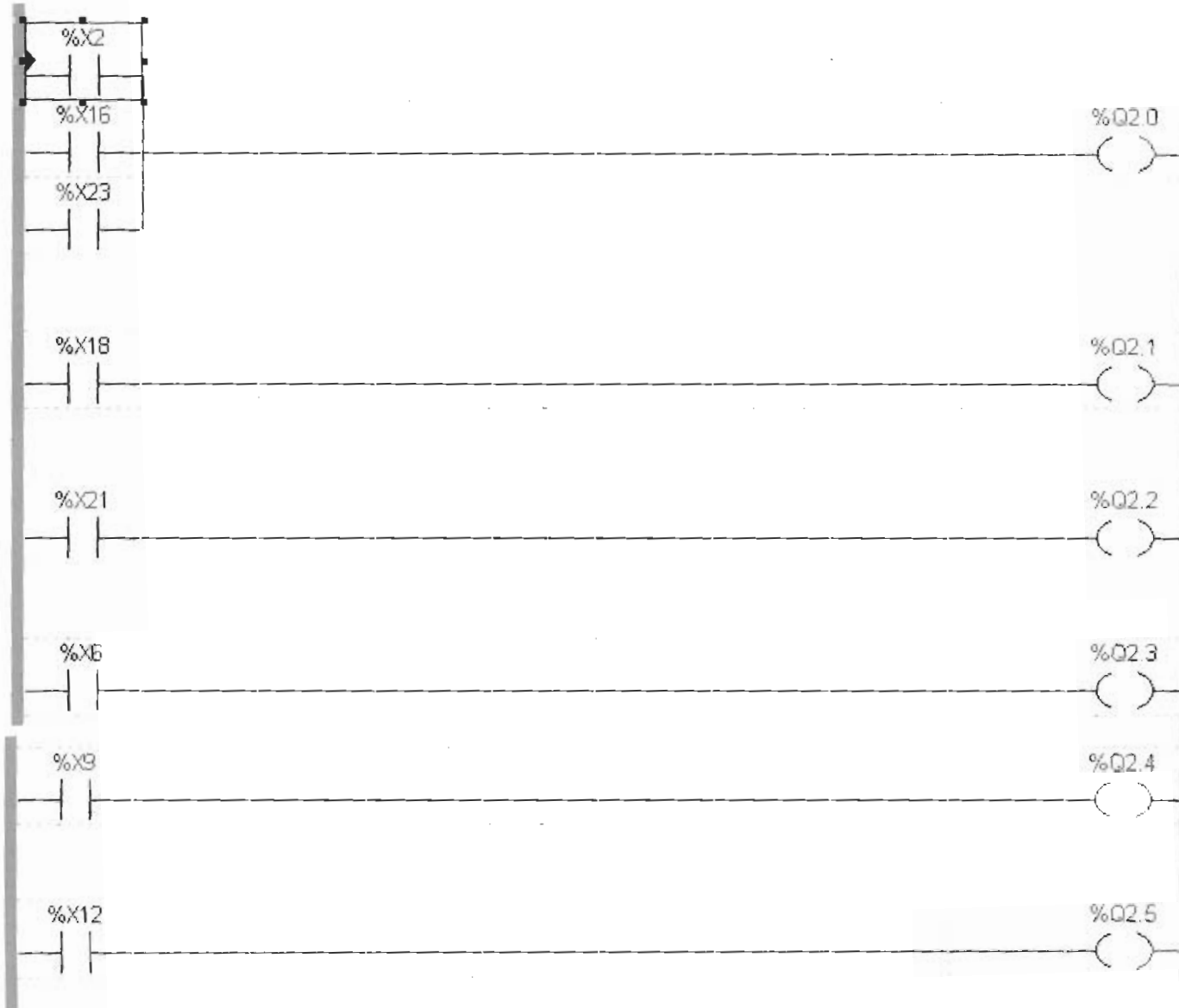
Estado 17 → Activación robot que moverá cajas hasta cinta 2

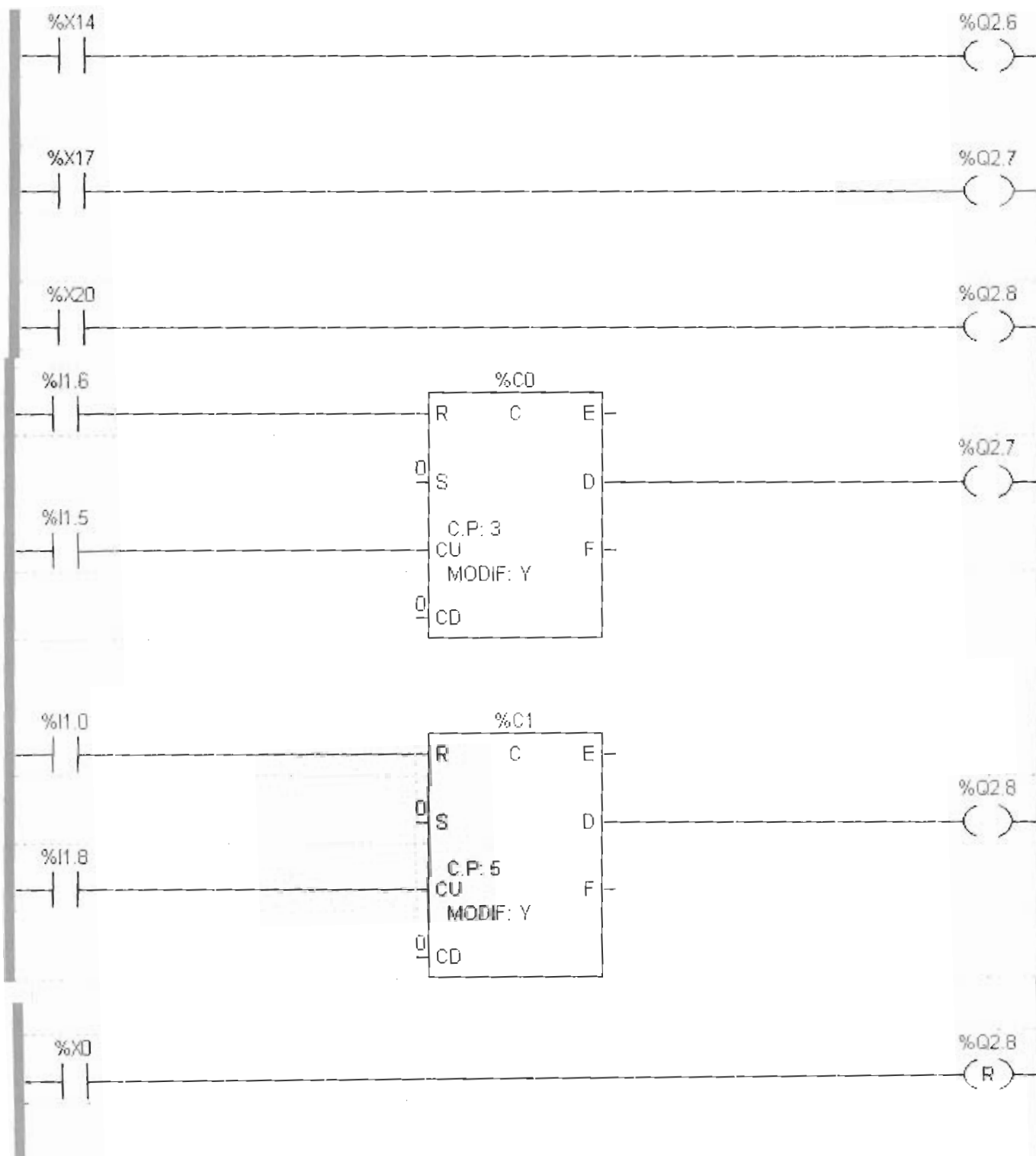
Estado 18 → Movimiento cinta 2 izquierda

Estado 20 → Accionamiento alarma

Estado 21 → Movimiento cinta 2 derecha para acumular más cajas.

TRATAMIENTO POSTERIOR



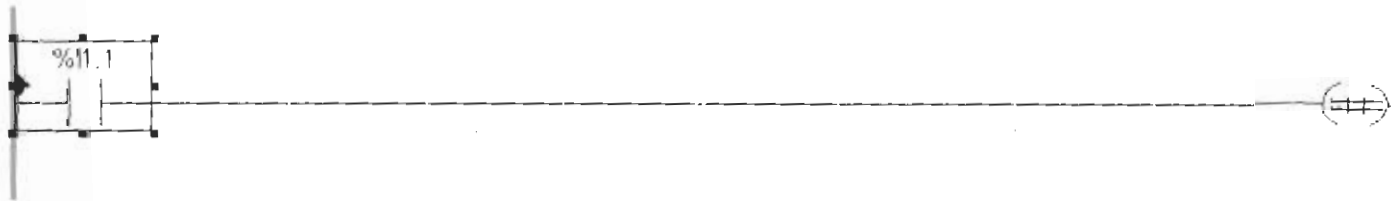


TRANSICIONES

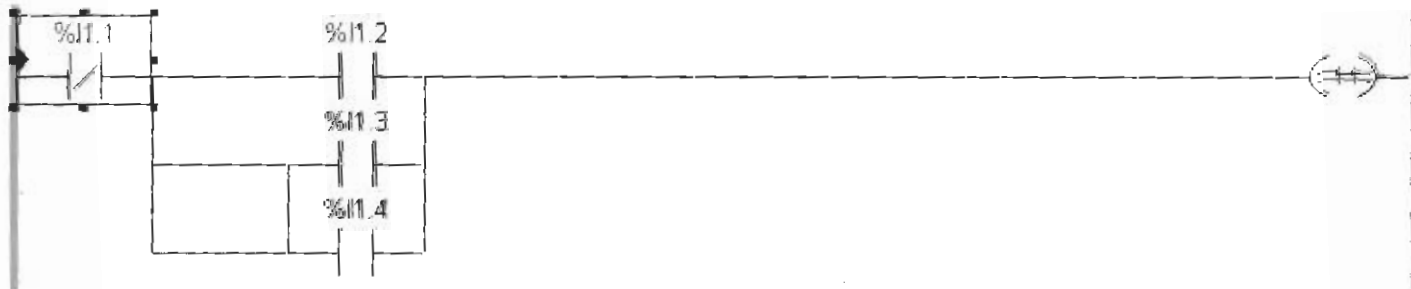
Etapa 0 → 1



Etapa 1 → 2



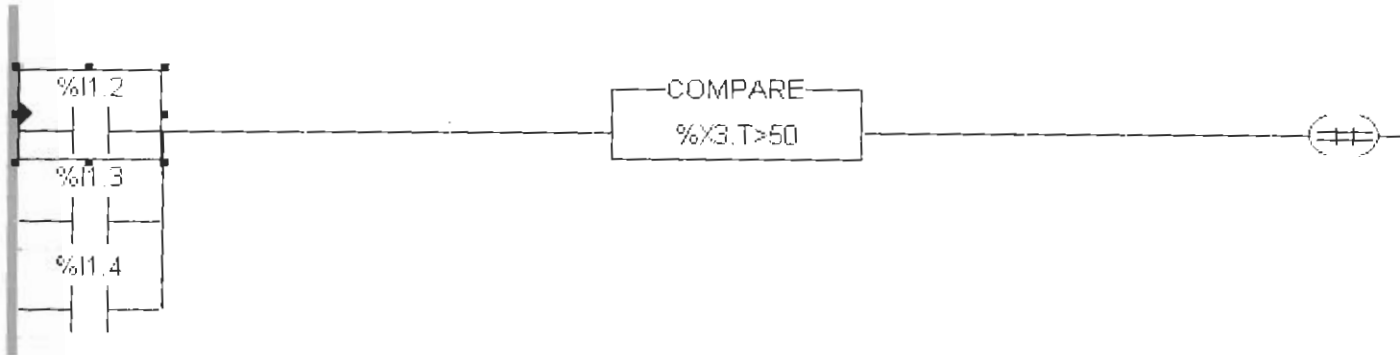
Etapa 1 → 3



Etapa 2 → 23



Etapas 23,3→4



Etapa 5→6



Etapa 5→7



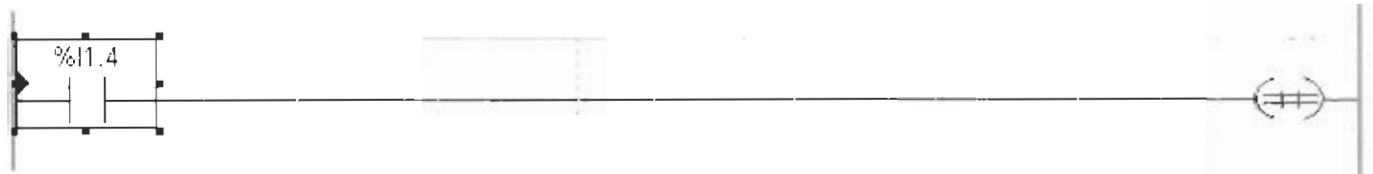
Etapa 8→9



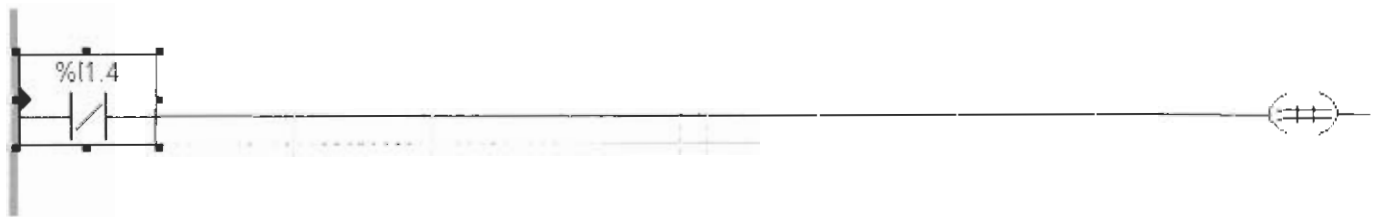
Etapa 8→10



Etapa 11→12



Etapa 11→15



Etapa 6→7



Etapa 9→10



Etapa 12→13



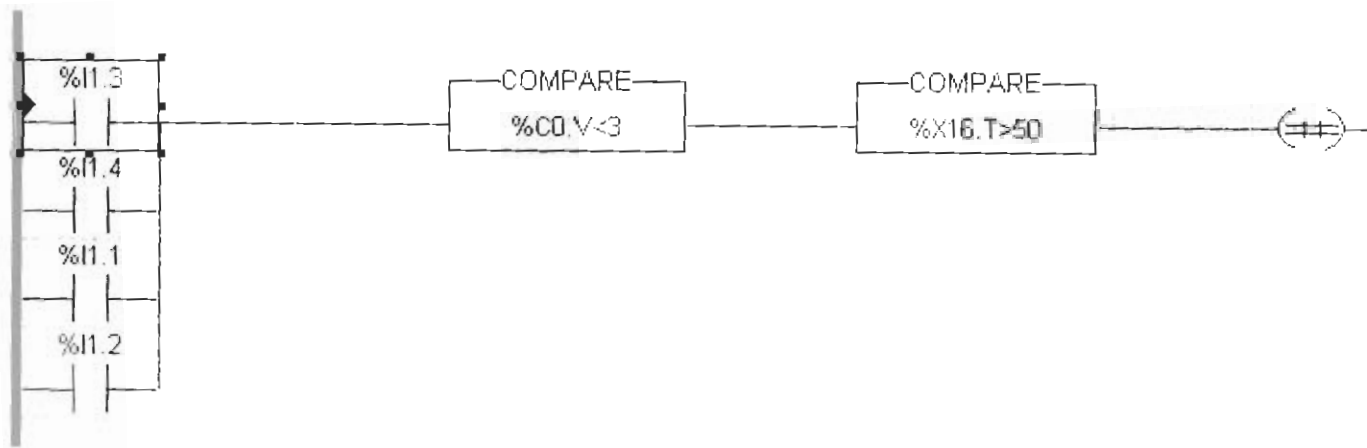
Etapa 13→14



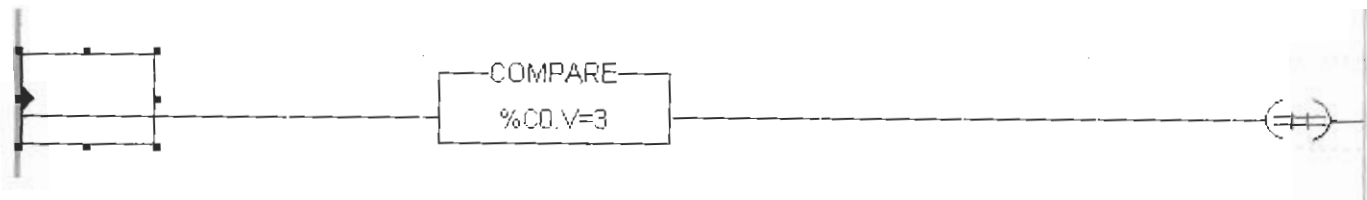
Etapa 14→15



Etapa 16→1



Etapa 16→17



Etapa 17→18



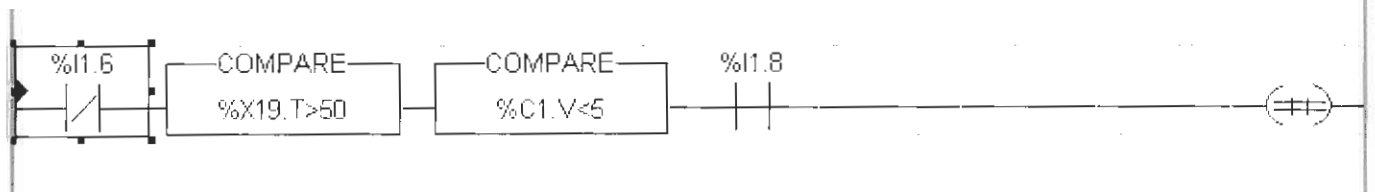
Etapa 18→19



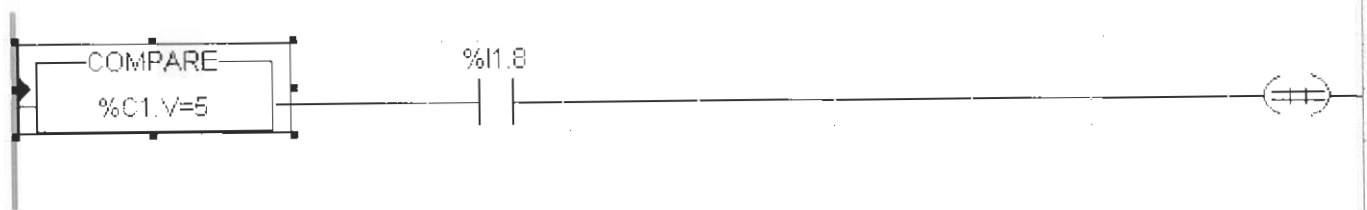
Etapa 19→0



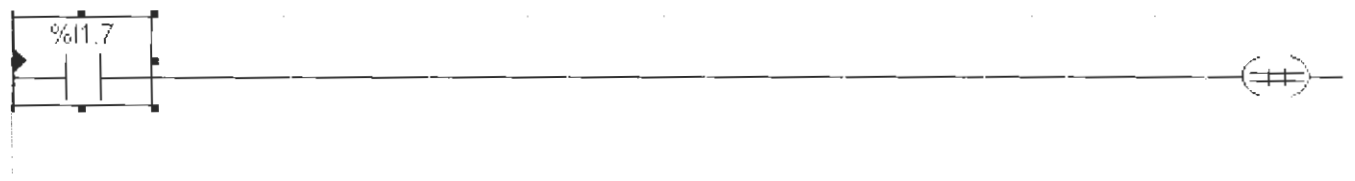
Etapa 19→21



Etapa 19→20



Etapa 21→22



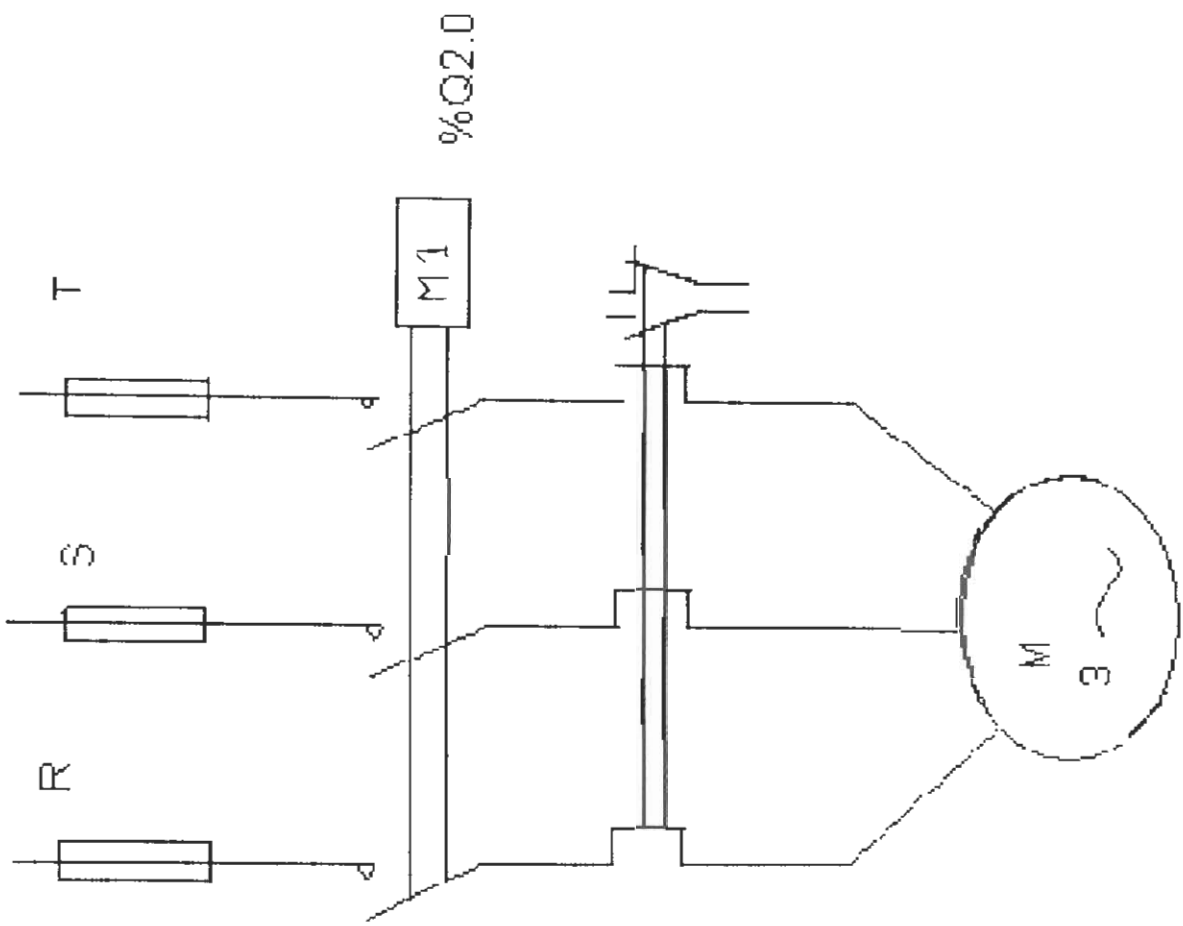
Etapa 20→0



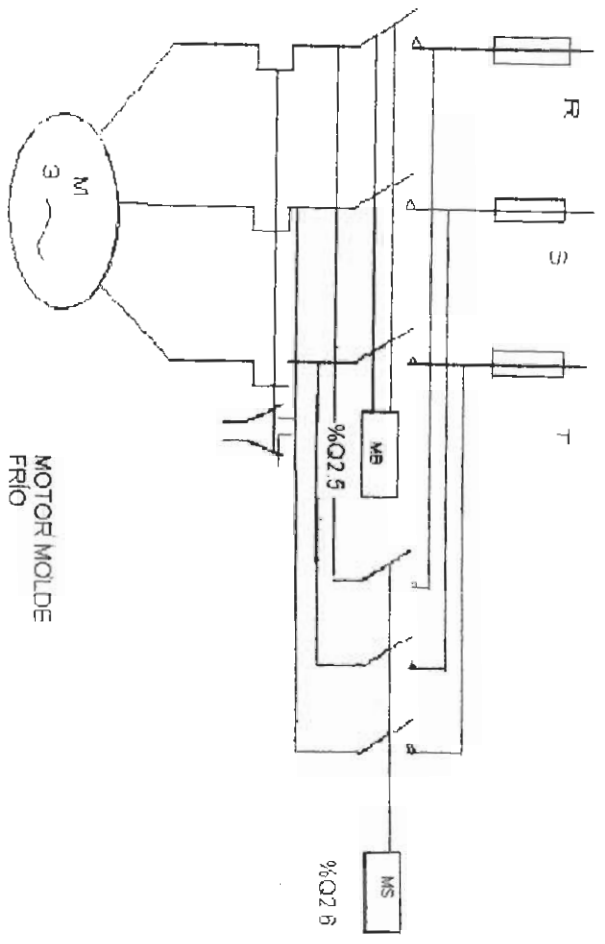
Etapa 22→1



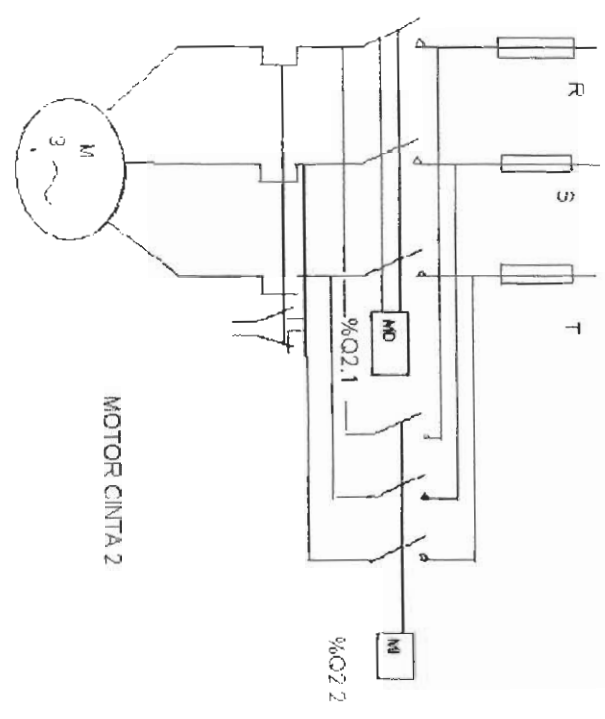
ANEXO CONECTORES



MOTOR CINTA 1



MOTOR MOLDE FRIO



MOTOR CINTA 2