

INTRODUCCIÓN

La manipulación representa una fase esencial en la mayoría de los procesos industriales. En la industria de la manufacturación, las funciones de manipulación son necesarias en cada una de las operaciones de alimentación, carga y descarga de las máquinas que operan en el proceso, en la paletización y elaboración de almacenamiento, etc. Sin embargo, se ha demostrado que la manipulación es necesaria también en la automatización de procesos tan diferentes al industrial como por ejemplo el sector agrícola o médico/farmacéutico.

Las operaciones realizadas en manipulación se descomponen básicamente en los siguientes movimientos: la sujeción de los objetos, la traslación y la rotación de los mismos. Combinando estos movimientos, es posible realizar de modo más o menos complejo, secuencias repetitivas, y desarrollar con ellas sistemas automáticos en líneas de ensamblaje, verificación de piezas, transferencia de palets, etc.

Por otra parte, es notorio que la manipulación representa una fase esencial e imprescindible del proceso. Pero también hay que tener muy en cuenta que estas operaciones no tienen que añadir un coste excesivo en el producto final. Por ese motivo y para minimizar este coste en los diseños actuales, se consideran parámetros como:

- Gran velocidad en las operaciones.
- Dispositivos de gran precisión.
- Bajos tiempos de respuesta.
- Duración elevada de los mecanismos
- Eliminación de mecanizados costosos.
- Diseños compactos ligeros y estéticos.
- Flexibilidad para el cambio de operaciones.
- El coste contenido de los sistemas.

DIFERENTES TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN

Las exigencias, evidentemente varían en cada uno de los casos. Aunque en la mayoría de ellos se trata siempre de problemas en los cuales se requiere desplazar un objeto desde un punto inicial a otro final, ambos prefijados con anterioridad, también hay otros totalmente distintos donde existen trayectorias de desplazamiento más o menos complejas e imponiendo una determinada orientación en el espacio.

Por consiguiente y en función de esta multiplicidad de exigencias, cualquier automatismo para manipular podemos decir que es realizable con los siguientes grupos de dispositivos:

- **Manipuladores.**
- **Robots.**
- **Equipos especiales.**

Analizando de forma particular cada uno de estos dispositivos, se pueden considerar como manipuladores aquellos sistemas capaces de trasladar un objeto desde un punto inicial a otro final, ambos prefijados, sin ningún control de la trayectoria recorrida. Por el contrario, los robots pueden efectuar movimientos continuos no solo garantizando el desplazamiento del objeto, sino también el control de la trayectoria seguida. Por otra parte los equipos especiales son generalmente diseñados para realizar funciones específicas de manipulación. Por ejemplo: sistemas de embalaje para botellas, sistemas para ordenar mercancías de distintos géneros en las cajas correspondientes, traslados de productos de una línea a otra y de un recorrido a otro. Este grupo de equipos especiales representan el ejemplo de una automatización con menos flexibilidad para el cambio de operación y también menos genérica que la ejercida por los manipuladores y robots, puesto que estos no están diseñados específicamente en función de una línea de producción. Por este motivo a la hora de elegir un sistema de manipulación es preciso tener en cuenta las exigencias siguientes.

- **Flexibilidad en el cambio de operación.**
- **Variabilidad de los posicionamientos.**
- **Exigencias para la trayectoria del movimiento.**
- **El coste del sistema**

El último factor puede ser determinante para una solución menos flexible pero más acorde con una automatización de bajo coste.

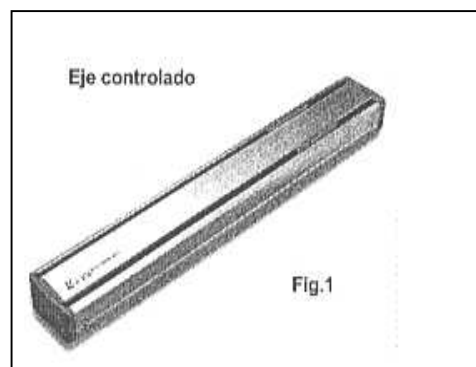
TIPOLOGÍA DE ACCIONAMIENTO

Después de la distinción anterior, hemos de clasificar la forma con la que dichos sistemas consiguen desplazarse, es decir su accionamiento. Estos pueden ser clasificados según:

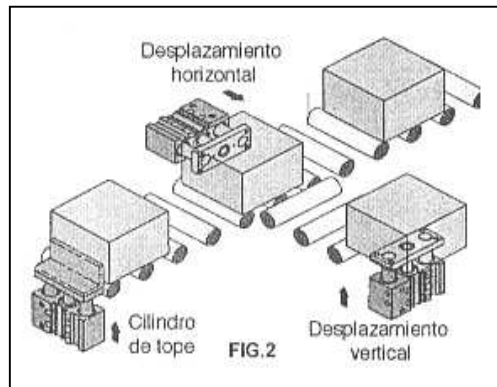
- **Accionamiento electromecánico.**
- **Accionamiento oleodinámico.**
- **Accionamiento neumático.**

Los sistemas electromecánicos están esencialmente constituidos por un motor eléctrico aplicado a una cadena cinemática, de forma que el movimiento rotativo del motor es transformado en un movimiento lineal del actuador por mediación de cremalleras, husillos, correas dentadas etc. Por ejemplo, los ejes controlados (ver fig. 1). Si añadimos al conjunto anterior determinados elementos para la medición del desplazamiento y control de realimentación se obtienen controles sobre su carrera extremadamente precisos.

Estos equipos de accionamiento se encuentran en aplicaciones de manipulación donde se requiere una elevada precisión en posiciones intermedias, un control de la aceleración, deceleración y velocidad, o bien, donde el coste no sea un factor crítico.



Por el contrario, las aplicaciones con accionamientos neumáticos se caracterizan por un alto ritmo de trabajo, precisión y repetibilidad en las posiciones extremas de



carrera pero nunca en posiciones intermedias larga duración y un coste contenido, en comparación con los sistemas anteriores.

Con presiones variables desde 0,5 a 10 bar, los cilindros neumáticos desarrollan fuerzas que pueden ir desde 2kgf. hasta 2500 kgf. con recorridos desde 5mm. hasta 3 m aproximadamente. Estos cilindros sustituyen con gran precisión todas las operaciones ejecutadas habitualmente por un operario: empujar, tirar, punzonar, plegar, fijar, cortar etc. y por este motivo están muy extendidos actualmente en todo tipo de proceso industrial. La fig. 2 muestra un grupo de estos cilindros automatizando un proceso de paletización en un camino de transferencia por rodillos.

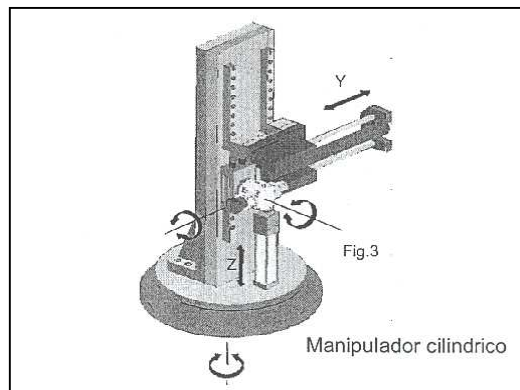
Finalmente, tenemos los accionamientos oleodinámicos que se utilizan generalmente para mover con cierta precisión, cargas elevadas desde 5000 kgf. hasta 300.000 kgf. aproximadamente. Siendo accionados estos actuadores por un fluido prácticamente incompresible, es posible conseguir con ellos movimientos uniformes controlados con precisión (servosistemas). Por este motivo, se utilizan para el posicionado de mesas de trabajo, avance preciso de herramientas de corte, accionamiento de prensas de doblado, estampa y embutición y en todas las aplicaciones que requieran grandes esfuerzos y un control preciso de la fuerza, la velocidad, y la precisión en el posicionamiento.

De todo lo expuesto anteriormente, resulta evidente la importancia de los sistemas neumáticos en el campo de la manipulación y por ese motivo analizaremos a continuación algunos tipos de manipuladores comunes y sus desplazamientos accionados por este tipo de tecnología.

MANIPULADORES NEUMÁTICOS.

Los manipuladores neumáticos representan una solución ideal en la organización y rentabilidad de las líneas de producción en las cuales se requiera un alto ritmo de trabajo, una duración elevada de los componentes y desplazamientos en los ejes de principio a final de carrera sin necesidad de controlar posición intermedia o trayectoria. Su estructura principal se deriva de la combinación de unidades neumáticas estándar, para la rotación, traslación y sujeción del objeto. La arquitectura cinemática es análoga a la de algunos tipos de robots, pero con una tipología que por lo general está simplificada y es menos amplia. Las figuras siguientes muestran algunas configuraciones básicas.

La figura 3 representa el esquema de un manipulador cilíndrico. Con esta denominación pueden clasificarse aquellos dispositivos capaces de girar alrededor de una columna (ángulo) que sirve de apoyo a un brazo deslizante a lo largo de la misma (eje Z) que lleva una guía de deslizamiento con la pinza para la sujeción de la pieza. Esta guía de deslizamiento puede a su vez desplazarse a lo largo del brazo al que esta vinculada (dirección Y) y girar en torno a él.

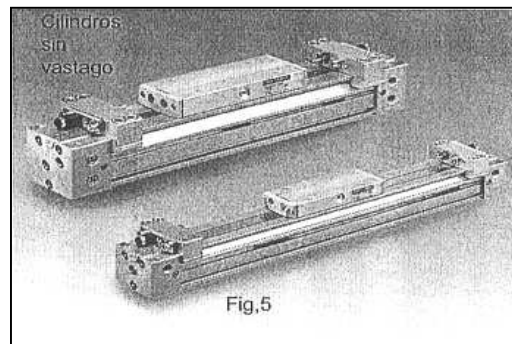
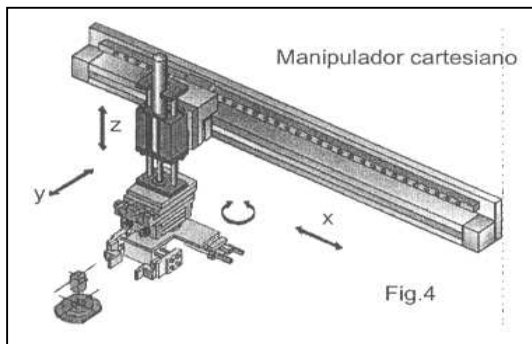


Asimismo, la fig.4 representa un manipulador cartesiano. En este caso, los movimientos de traslación se producen a lo largo de los tres ejes X,Y,Z, mientras que las rotaciones parciales de la pinza se originan solo alrededor del eje Y,Z. Ambos sistemas pueden construirse con actuadores lineales, rotativos y pinzas, de ejecución estándar que están diseñados para su sujeción a la estructura del manipulador del que

van a formar parte con el mínimo trabajo de mecanizado y ensamble originando en consecuencia un ahorro entre un 25 - 35% del coste, en comparación con otros actuadores cuyo diseño es antiguo y no demasiado adecuado para los sistemas empleados hoy en día en manipulación. Estos nuevos componentes neumáticos con un concepto más dinámico, compacto estético y preciso deshecha las soluciones voluminosas, pesadas y mediocres de antaño.

ACTUADORES

Los actuadores neumáticos más típicos utilizados en los diseños que se realizan actualmente en manipulación se pueden clasificar de la siguiente forma:



- **CILINDROS SIN VASTAGO**

Con este tipo de cilindros se construyen la mayoría de los ejes cartesianos de gran carrera y por ello son considerados como elementos de suma importancia en el diseño de un manipulador.

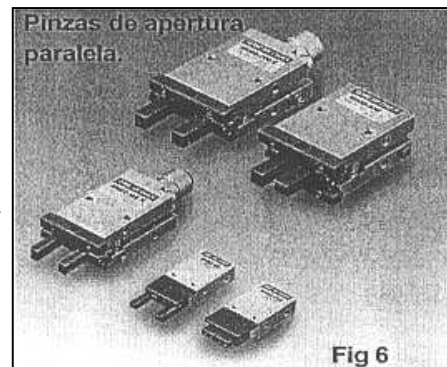
Estos cilindros están constituidos generalmente por un sistema de accionamiento donde se transmite el movimiento del pistón a un carro, utilizando para ello diferentes técnicas de unión entre ambos. Por ejemplo, existen cilindros con acoplamiento magnético del émbolo con respecto al carro. Ello es posible gracias a la colocación de una serie de imanes permanentes dispuestos en el embolo y otros en el carro separando ambos grupos el tubo o camisa del cilindro que evidentemente esta construido con un material amagnético junto con las culatas extremas. La fig.5 muestra otro tipo de cilindros sin vástago. En este tipo el arrastre del carro es mecánico, es decir el pistón y el carro están unidos mecánicamente y ambos se deslizan a lo largo de una ranura que a su vez es obturada por una junta de cierre longitudinal protegida por una banda metálica. Estos

cilindros, con la ayuda de una guía auxiliar (fig.4), forman un conjunto rígido y compacto que ofrece inmejorables condiciones dinámicas y estáticas para el diseño de los ejes incluso con carreras de gran longitud, masas y velocidades de traslación elevadas.

- **ELEMENTOS DE SUJECIÓN**

Uno de los componentes neumáticos mas difundidos en el campo de la manipulación son las pinzas con dedos rígidos cuyo movimiento esta vinculado a un accionamiento rotativo o lineal que abre y cierra los dedos para sujetar o soltar el objeto. Regulando la presión de alimentación de la pinza de forma normal o por sistemas proporcionales es posible controlar el esfuerzo prensil ejercido por los dedos de apriete. Estos componentes pueden subdividirse en los siguientes tipos.

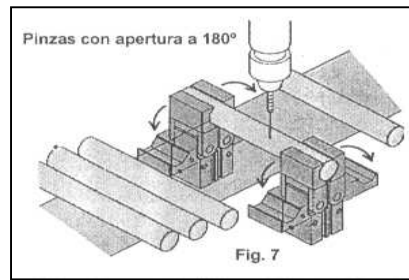
- Pinzas con apertura paralela de los dedos.
- Pinzas con apertura angular de los dedos.
- Pinzas autocentrantes, paralelas, de tres dedos, etc.
- Pinzas con apertura a 180°



Naturalmente, para la selección de estos componentes se deben tener en cuenta algunos factores imprescindibles que garantizan su funcionamiento correcto, tales como

- La resistencia del objeto a sujetar.
- La fuerza prensil.
- La fricción entre los dedos.
- El espacio necesario.
- La aceleración y deceleración del movimiento de traslación, etc., etc.

SMC conocedor de la importancia de estos componentes en todos los procesos de manipulación dispone en la actualidad de una gran gama con diferentes familias, tamaños y formas de accionamiento, como el que se muestra en la figura 7.

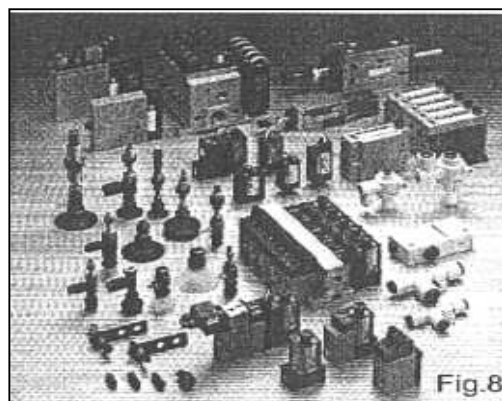


- **SISTEMAS DE VACIO**

Otra de las técnicas de sujeción en los manipuladores es mediante vacío. En este caso las pinzas se sustituyen por ventosas como elementos finales del manipulador, y el aire comprimido por vacío, producido generalmente por eyectores, como fuente de energía.

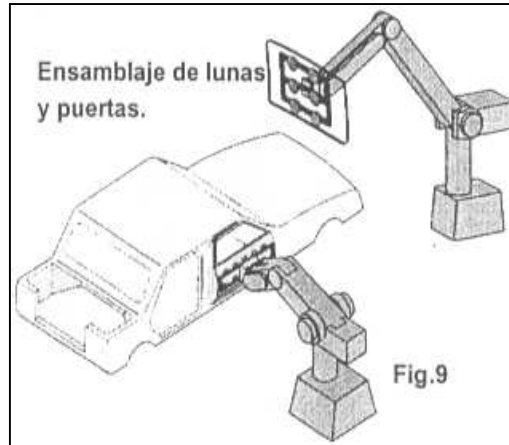
Actualmente los diseños de eyectores más compactos, su rendimiento, la limpieza que ofrece este medio y la economía de los mismos han colaborado a incrementar el uso de estos sistemas. Por otra parte están también los desarrollos novedosos referentes a las ventosas, en cuanto a formas y materiales. La utilización del vacío como medio de sujeción, frente a otros sistemas radica principalmente en los siguientes puntos:

- **Simplicidad de los componentes básicos.**
- **Fácil posicionamiento de la ventosa contra el objeto.**
- **Altas frecuencias de trabajo.**
- **Fácil adaptación a superficies diversas sin necesidad de mecanizados adicionales.**



La fig. 8 muestra un amplio abanico de posibilidades de estos componentes.

Aplicación típica de sujeción por vacío en el ensamblaje de lunas y puertas en la industria del automóvil.



- **ACTUADORES ROTATIVOS**

Son elementos imprescindibles en toda automatización.

Con estos componentes se realiza el posicionamiento del objeto a manipular dentro de un giro angular. Existen varios modelos y diferentes tipos de accionamiento, piñón-cremallera, doble piñón cremallera, y paleta.

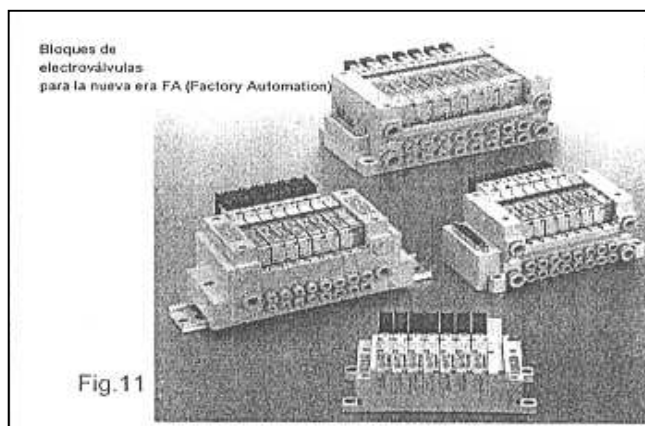
SMC ha dado comienzo a una segunda generación en el campo de los actuadores rotativos. Según la fig.10 se muestra un nuevo diseño en el cual está comprendido el mecanismo de giro (doble piñón cremallera) en el interior de una mesa de construcción robusta y compacta.

El ángulo de giro es regulable de 0-190° por mediación de tornillos o amortiguadores hidráulicos. Asimismo también dispone de manera visible de una graduación externa para lectura del ángulo. SMC dispone también de actuadores que son capaces de combinar movimientos de traslación y rotación a la vez o de forma independiente integrados en un solo conjunto. Todos estos actuadores, son capaces de trasladar masas y absorber momentos de cierta importancia con precisión y suavidad.

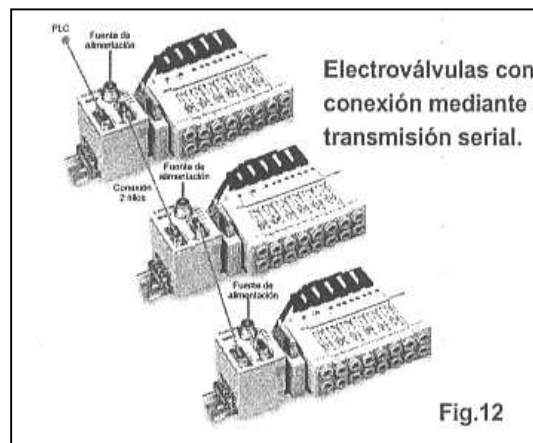


• **ELECTRO VÁLVULAS**

Después de analizar los actuadores, el diseño moderno de manipuladores queda completado por una amplia gama de electroválvulas. Estas electroválvulas han sido especialmente diseñadas para cumplimentar los requisitos exigidos en manipulación. Sus elevadas prestaciones, referente a tiempos de respuesta entre 10 y 20 ms., el gran caudal de paso en relación con su tamaño, la duración con 200 millones de ciclos o más y sus múltiples tipos de conexión eléctrica y neumática ofrecen las mayores garantías en las aplicaciones más exigentes y con las condiciones de trabajo mas duras.



El mando de electroválvulas mediante transmisión señal reduce de manera significativa los costes de cableado eléctrico y disminuye el espacio necesario para el montaje del sistema de control. Los sistemas abiertos de buses para DeviceNet, Interbus y Profibus así como otros de tipo cerrado con diferentes fabricantes de autómatas y la propia concepción de los sistemas de transmisión a dos hilos permite un ahorro importante de tiempo y mano de obra para la instalación y también de costes de material eléctrico. La fig.12 muestra uno de estos sistemas.



CONCLUSIONES

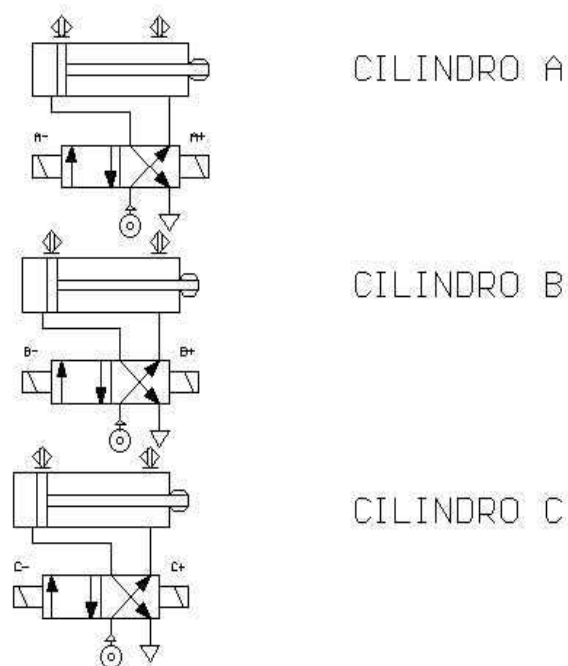
De todo lo expuesto aquí se pueden sacar algunos conceptos fundamentales- en manipulación existen varios tipos de desplazamiento, cada uno de ellos con un papel y un campo de acción propio, manipuladores, robots y equipos especiales. Para cada uno de los modelos citados se pueden adaptar diversas soluciones de accionamiento electromecánico, oleodinámico, neumático, en base a las exigencias de trabajo, espacio necesario, velocidad, precisión y coste. La flexibilidad, la actualización constante con nuevos diseños, la velocidad de trabajo y el bajo coste de los componentes han incrementado notablemente la difusión de la neumática en cada sector y su evolución hacia múltiples productos específicos. Ha permitido satisfacer las exigencias cada vez mayores de la automatización industrial. De esta forma, han nacido varios modelos de manipuladores cilíndricos, cartesianos etc. construidos todos ellos con elementos neumáticos especialmente diseñados para estos fines, con notable ahorro de mecanizados precisos, guiados adicionales y ensamblajes costosos. La sujeción de los objetos bien sea por sistemas de pinzado o por ventosas y vacío, ofrecen un amplio abanico de posibilidades debido a la gran gama de componentes. Las electroválvulas han evolucionado considerablemente ofreciendo mejores rendimientos, mayor durabilidad, menor espacio de ubicación y una variedad de sistemas de conexión tanto eléctrica como neumática.

De todas formas, la evolución de la neumática es constante y vertiginosa. Por lo tanto, tendremos que estar pendientes de las próximas novedades que surjan en el mercado con la garantía de que ellas nos ofrecerán soluciones adecuadas para cualquier problema de manipulación que tengamos que solventar

Esta etapa, consiste en tres cilindros neumáticos, independientes, con sus respectivas electroválvulas.

Como ejemplo de proceso secuencial para tres cilindros, nosotros proponemos que una vez apretado el botón de “start”, avanza el cilindro A, luego avanza el cilindro B y más tarde el cilindro C. Una vez que están los tres cilindros fuera, procederemos a recogerlos, pero esta vez en orden inverso, esto quiere decir que primero recogeremos el cilindro C, luego el cilindro B, y por último el cilindro A.

Un esquema aproximado de lo que queremos montar sería:



En la figura, vemos una serie de sensores de proximidad que son:

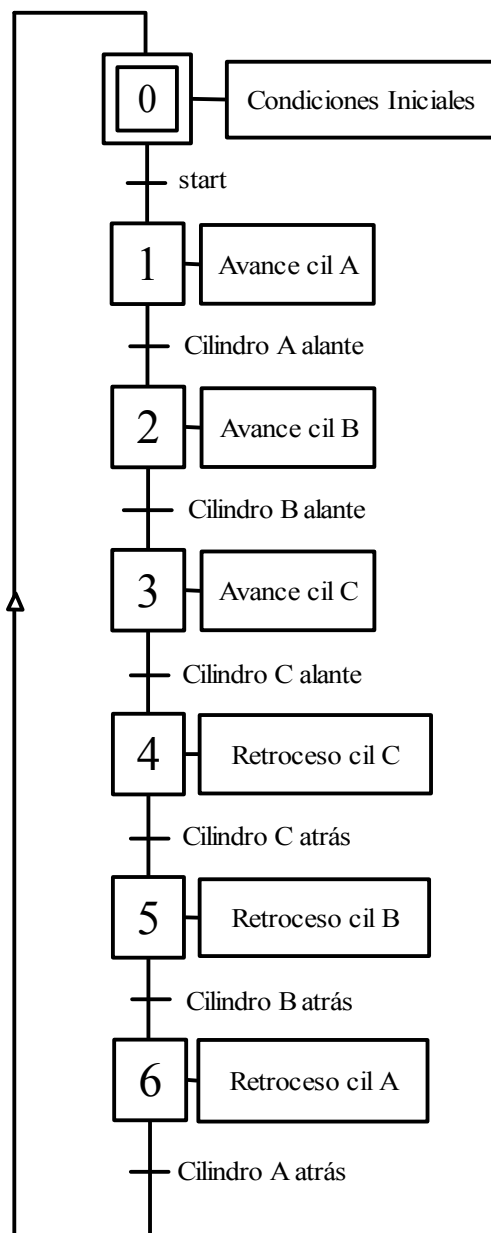
<u>SENSOR</u>	FUNCIÓN
S1	Cilindro A atrás
S2	Cilindro A alante
S3	Cilindro B atrás
S4	Cilindro B alante
S5	Cilindro C atrás

S6

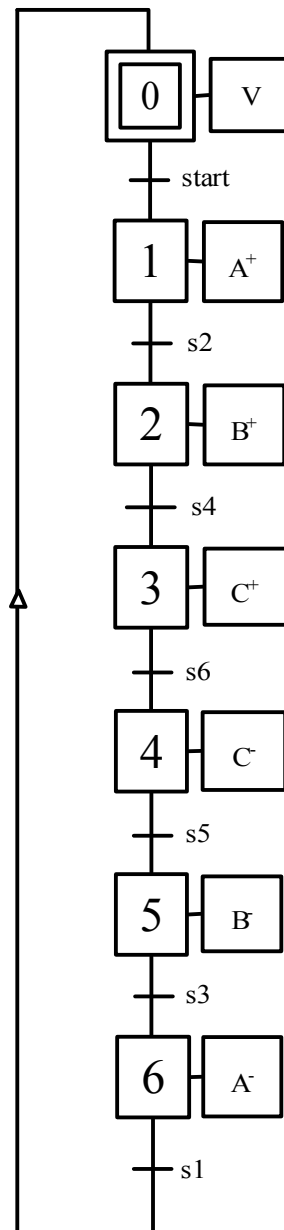
Cilindro C alante

Para poder ver bien lo que pretendemos mostramos a continuación el GRAFCET.

GRAFCET NIVEL I



GRAFCET NIVEL II

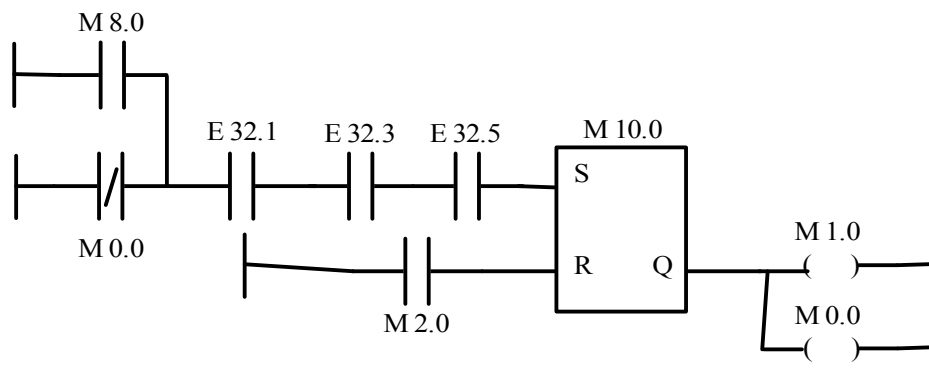


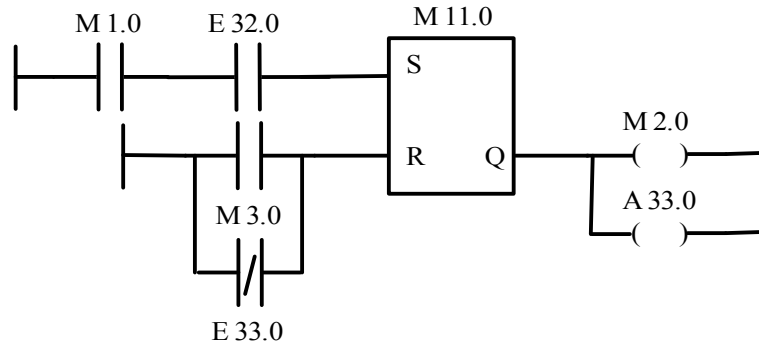
Ahora pasaremos a realizar un pequeño esquema tipo FUP, en el cual se puede observar la programación para un autómata SIEMENS tipo S5.

RELACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA

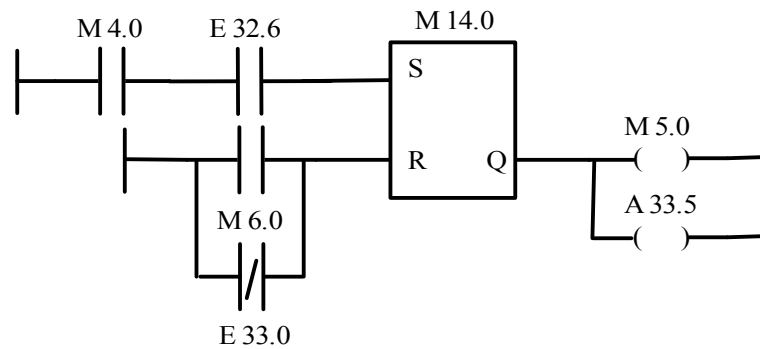
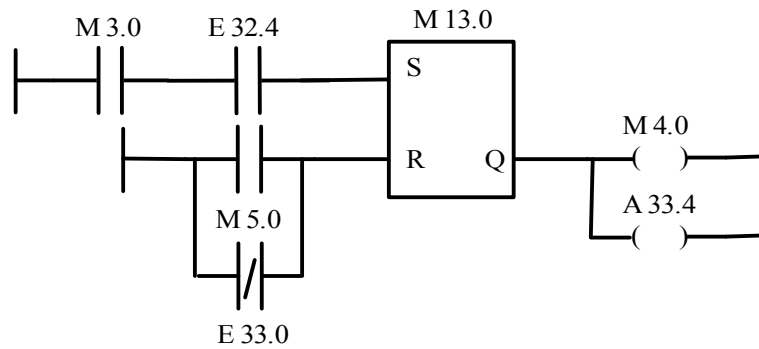
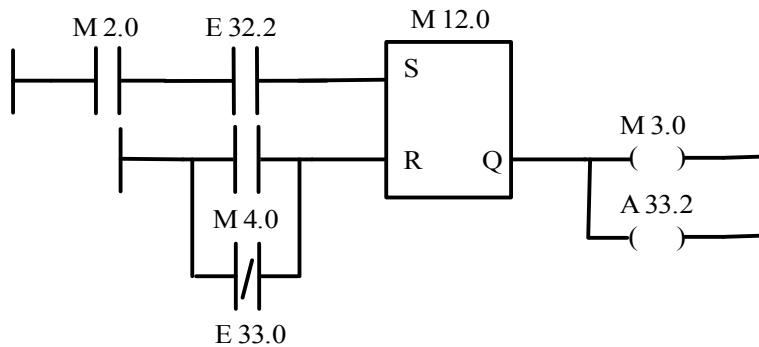
ENTRADA	SISTEMA	SALIDA	ACCIÓN
E 32.0	START	A 33.0	Avance cilindro A
E 33.0	Paro de emergencia	A 33.1	Retroceso cil. A
E 32.1	S1	A 33.2	Avance cilindro B
E 32.2	S2	A 33.3	Retroceso cil. B
E 32.3	S3	A 33.4	Avance cilindro C
E 32.4	S4	A 33.5	Retroceso cil. C
E 32.5	S5		
E 32.6	S6		

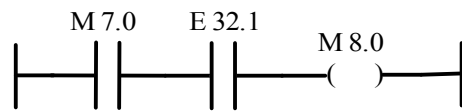
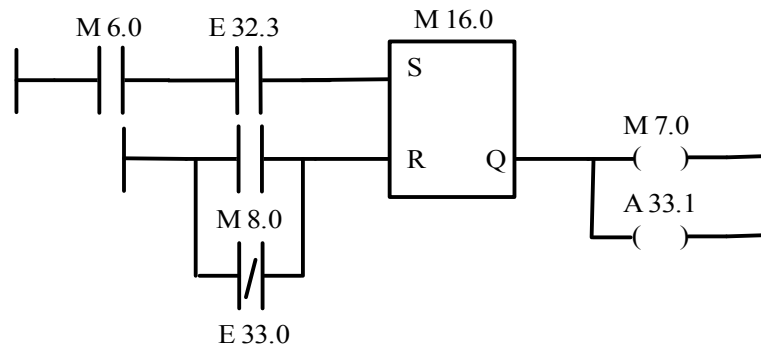
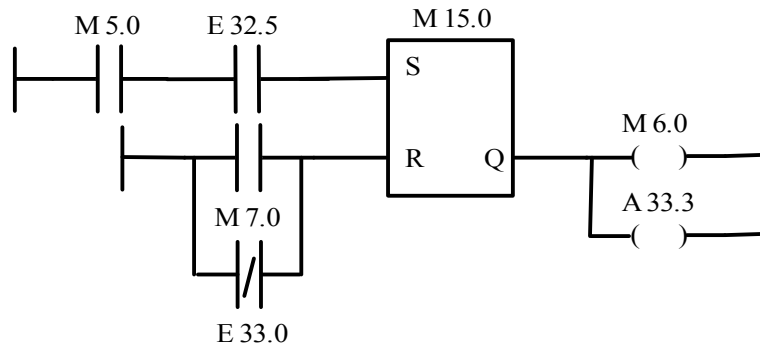
Como principio del programa se ha colocado una marca no remanente, osea que se ejecuta únicamente la primera vez que se inicia el programa. Esto lo hacemos para que el programa sólo se pueda ejecutar si se cumplen las condiciones iniciales, que son que los tres cilindros están en sus posiciones de retroceso:



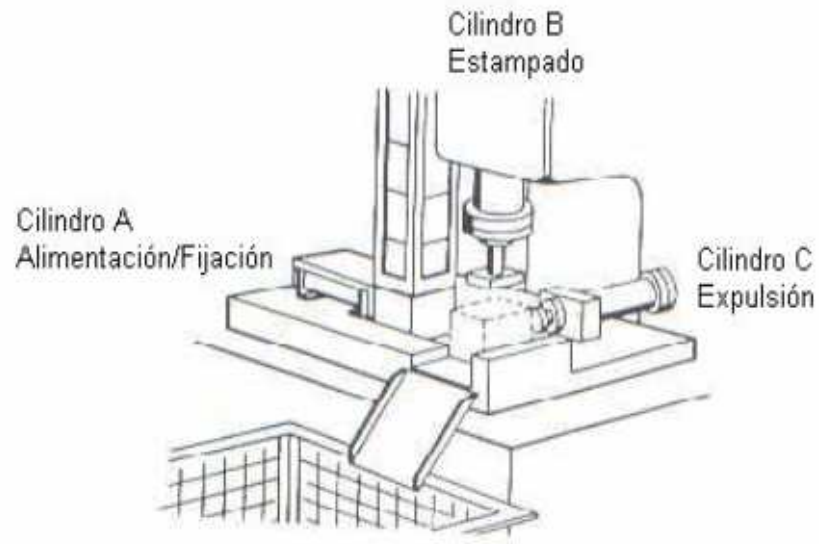


Como podemos observar en este bloque, la parada de emergencia se conecta siempre al reset de la báscula que realiza la acción. También podemos ver que únicamente se ejecuta el programa si se oprime el botón de START.



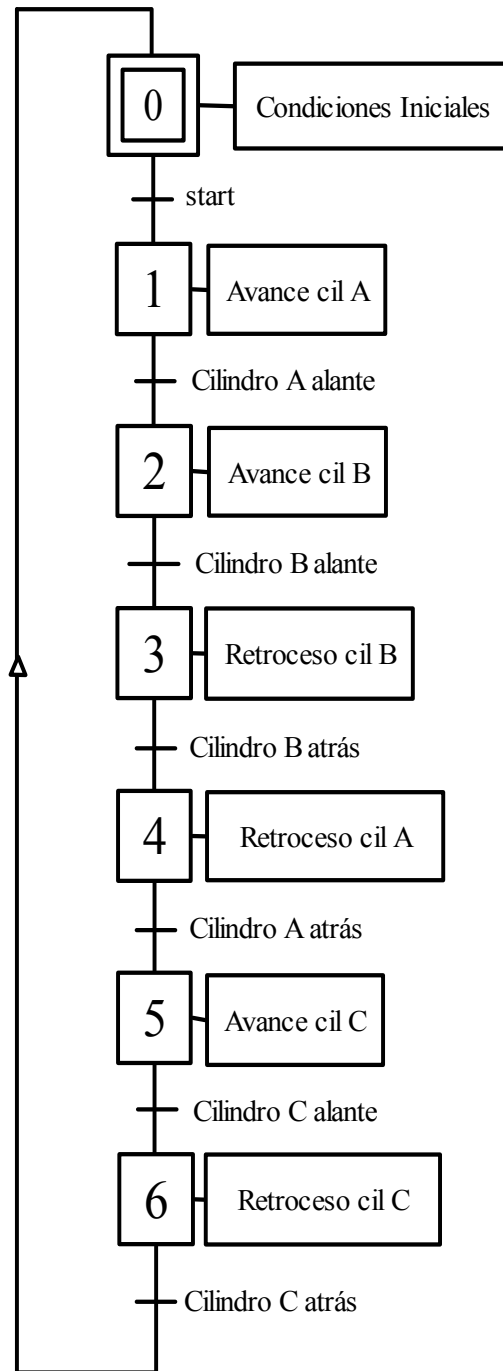


Una posible aplicación real de los tres cilindros es un máquina de estampación de piezas como puede ser la de la figura siguiente:

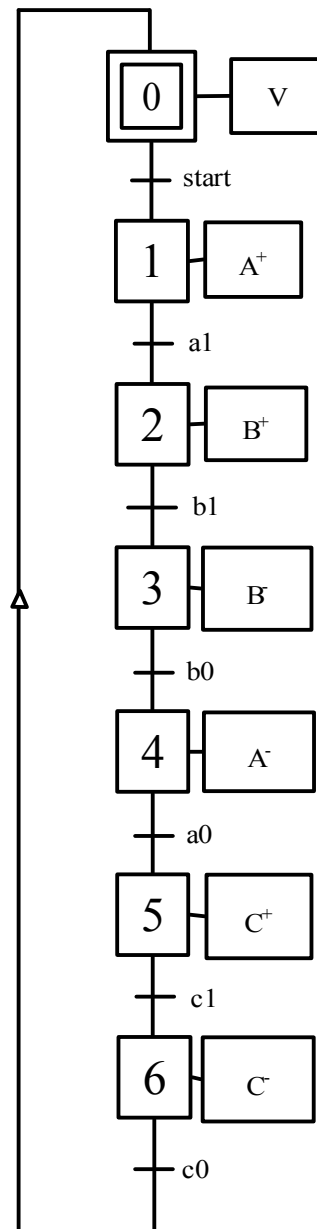


El funcionamiento de esta máquina se puede ver en el graficet adjunto:

GRAFNET NIVEL I



GRAFNET NIVEL II



En este caso hemos preferido realizar la simulación en el programa PNEUSIM (adjunto en el CD del trabajo), con el fichero ROAP.SIM.

La forma de verlo es la siguiente:

- Primero hay que cargar el programa que se encuentra en la carpeta PNEUSIM.
- El programa se carga por medio del fichero PNEUSIM.EXE.

- Con el ratón vamos al menú **fichero**, ponemos recuperar y escogemos el archivo ROAP.SIM
- Para verlo, seleccionamos **zoom todo** en el menú **pantalla**.
- En el menú **simulación**, podemos verlo, paso a paso (cada vez que apretamos el botón del ratón, realiza una acción) o completa.

El funcionamiento del proceso es el siguiente:

Para empezar el proceso, hay que apretar el botón *start*. El cilindro A avanza y coloca la pieza en posición de estampado y la aguanta mientras baja el cilindro B y vuelve a subir. El cilindro A vuelve atrás y el cilindro C expulsa la pieza.

En esta etapa lo que queremos es reconocer el tipo de piezas que cargamos en la bandeja y separarlas según alturas. Esto quiere decir que las piezas que llegan a la bandeja son de tres tipos: metal (blancas), rojas o negras.

Estas piezas son de distintas alturas, y lo que nos interesa es seleccionar las piezas de altura correcta (entre 1.00 y 1.20) y las demás desecharlas.

Para este propósito contamos con un conjunto de actuadores, ya sean neumáticos o eléctricos y una serie de sensores que nos facilitan el trabajo.

El proceso que proponemos es muy sencillo, primero se carga la bandeja con una pieza, escogida al azar entre los tres tipos, mediante los sensores s5, s6, s7, detectamos el tipo de pieza (para el proceso que proponemos, los tres colores realizan el mismo trabajo, pero se podrían haber separado perfectamente y realizar cada color un proceso completamente distinto), y subimos la bandeja hasta el sensor resistivo analógico y medimos la altura de la pieza, siendo la correcta entre 1,00 (una señal de salida de 5 V) y 1,20 (señal de salida de 6V).

Si la pieza medida se encuentra dentro de ese valor, lo que hacemos es retirarla por la parte superior de la maqueta, accionamos el motor de la cinta y esperamos a que se vaya la pieza. Si por el contrario, esa pieza excede o no llega a la altura que queremos, bajamos la bandeja y la evacuamos por la parte inferior de la maqueta.

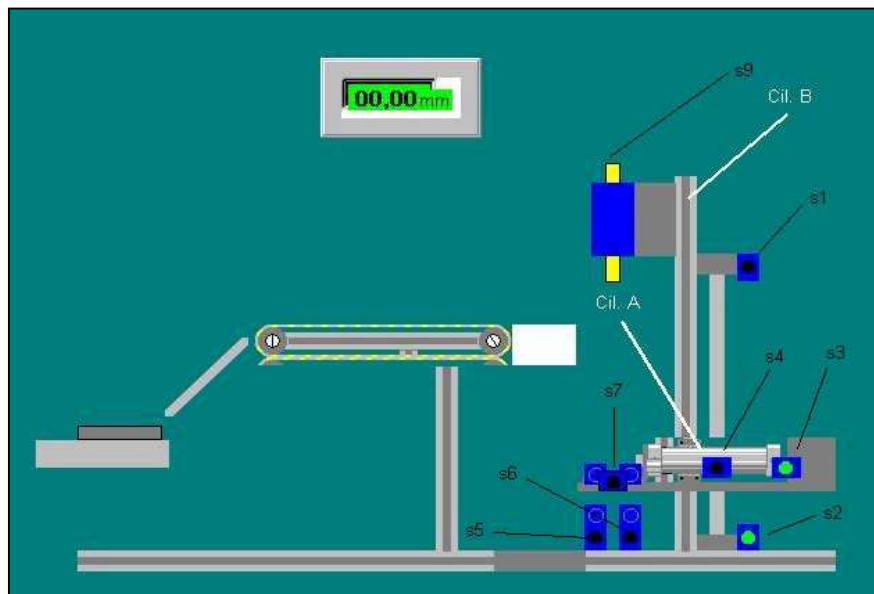
Este módulo, como muchos otros, me permite programar varios procesos, ya que dispongo de tres tipos de piezas con detección de tres tipos de alturas.

Nosotros, lo que nos ha parecido un proceso normal es el de admitir las piezas por alturas y no por color pero se puede perfectamente realizar un proceso, por el cual únicamente se puedan aceptar las piezas de metal (blancas) que sean de altura correcta, etc...

A continuación podemos ver una relación de los elementos que tenemos en esta etapa:

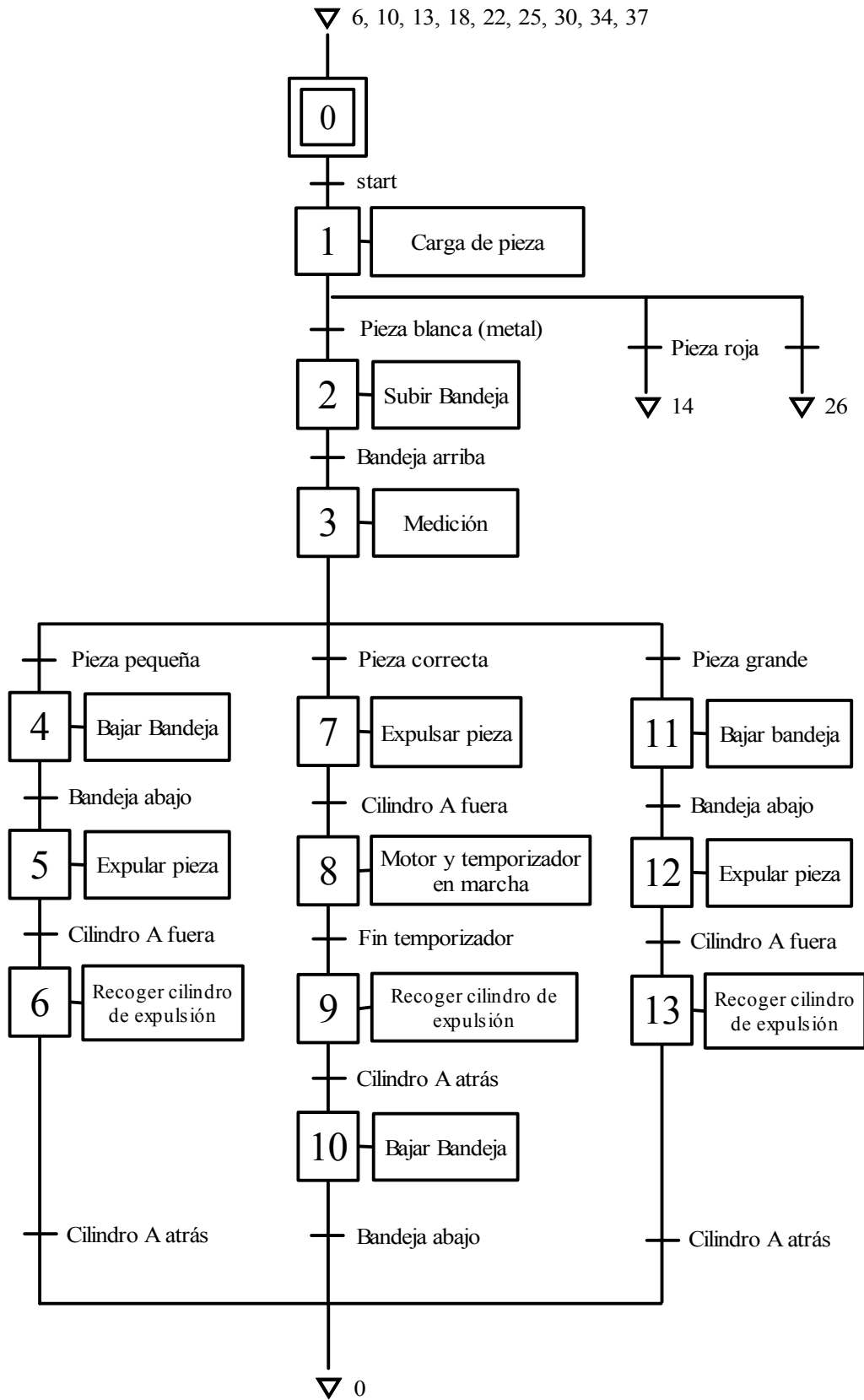
Tipo de elemento	Función	Etiqueta
Cilindro de simple efecto	Expulsar pieza de bandeja	Cilindro A
Cilindro de doble efecto	Subir y bajar bandeja	Cilindro B
Sensor de proximidad	Cilindro B está arriba	S1
Sensor de proximidad	Cilindro B está abajo	S2
Sensor de proximidad	Cilindro A está atrás	S3
Sensor de proximidad	Cilindro A está alante	S4
Sensor inductivo	Detecta pieza de metal	S5
Sensor capacitivo	Detecta cualquier pieza	S6
Sensor óptico	Detecta la pieza negra	S7
Sensor analógico resistivo	Da altura de la pieza	S9
Motor CC	Mueve la cinta de salida	M

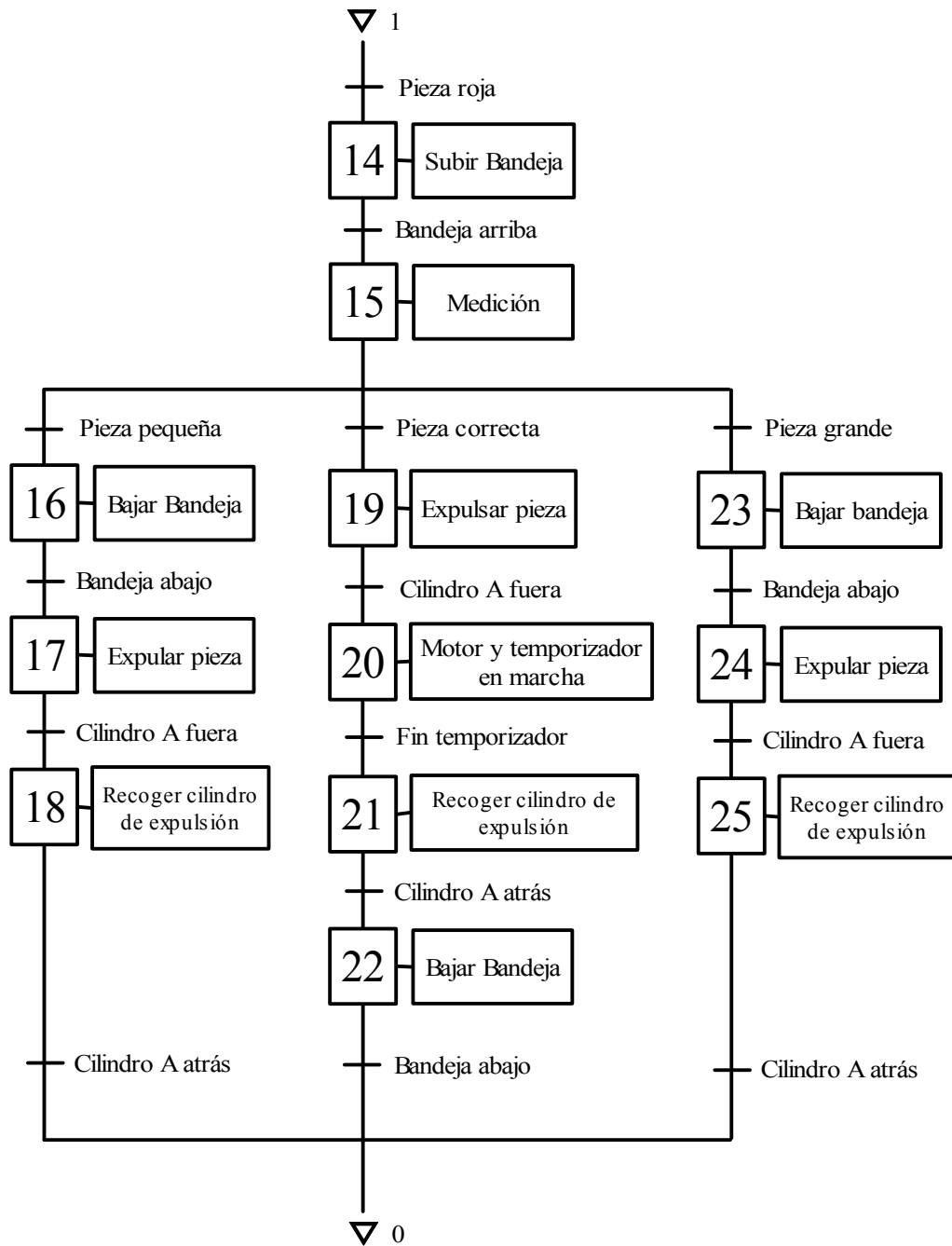
Podemos ver ahora un gráfico donde vemos la distribución de los diferentes actuadores y sensores:

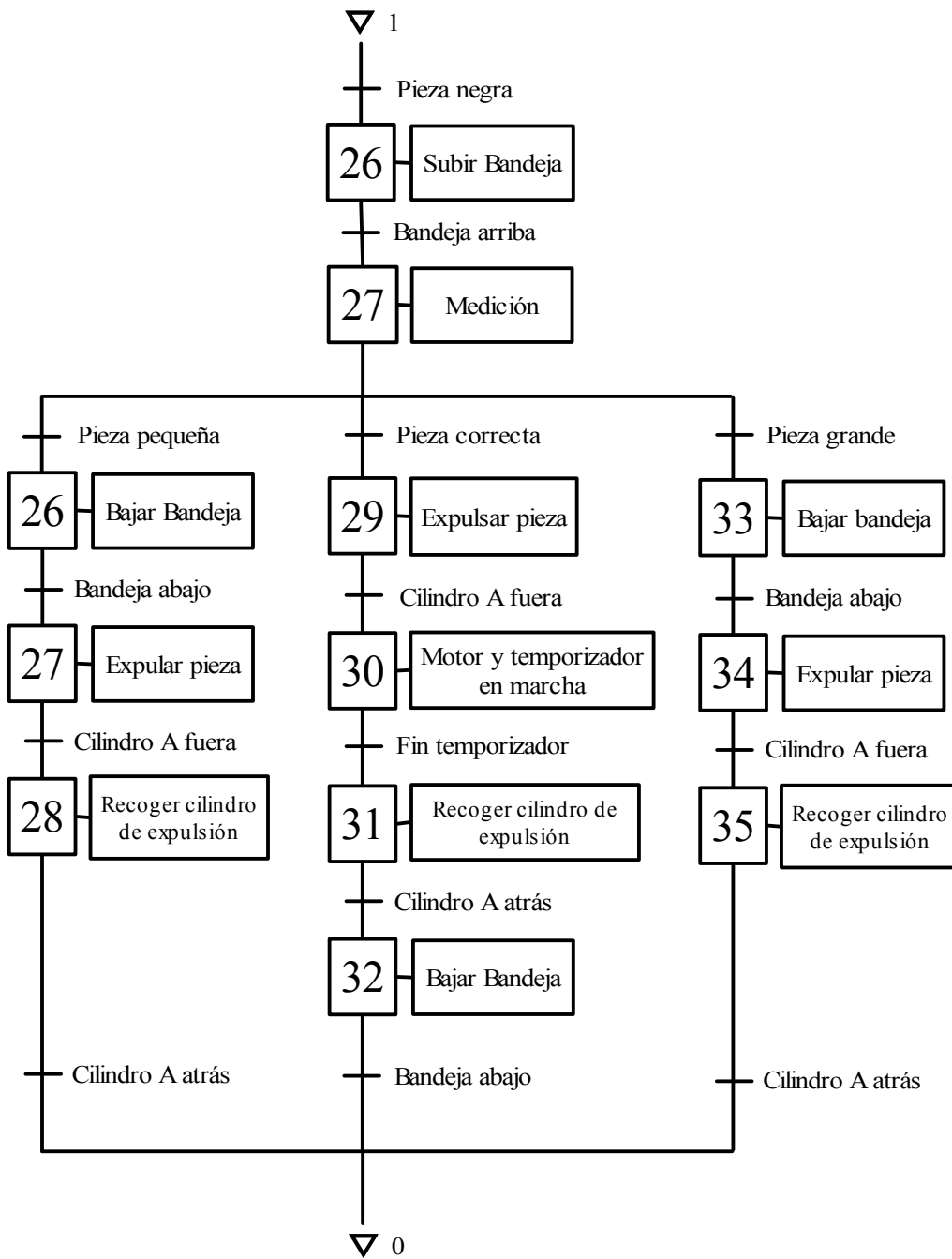


Para un correcto conocimiento del proceso, pasamos a detallar el GRAFCET:

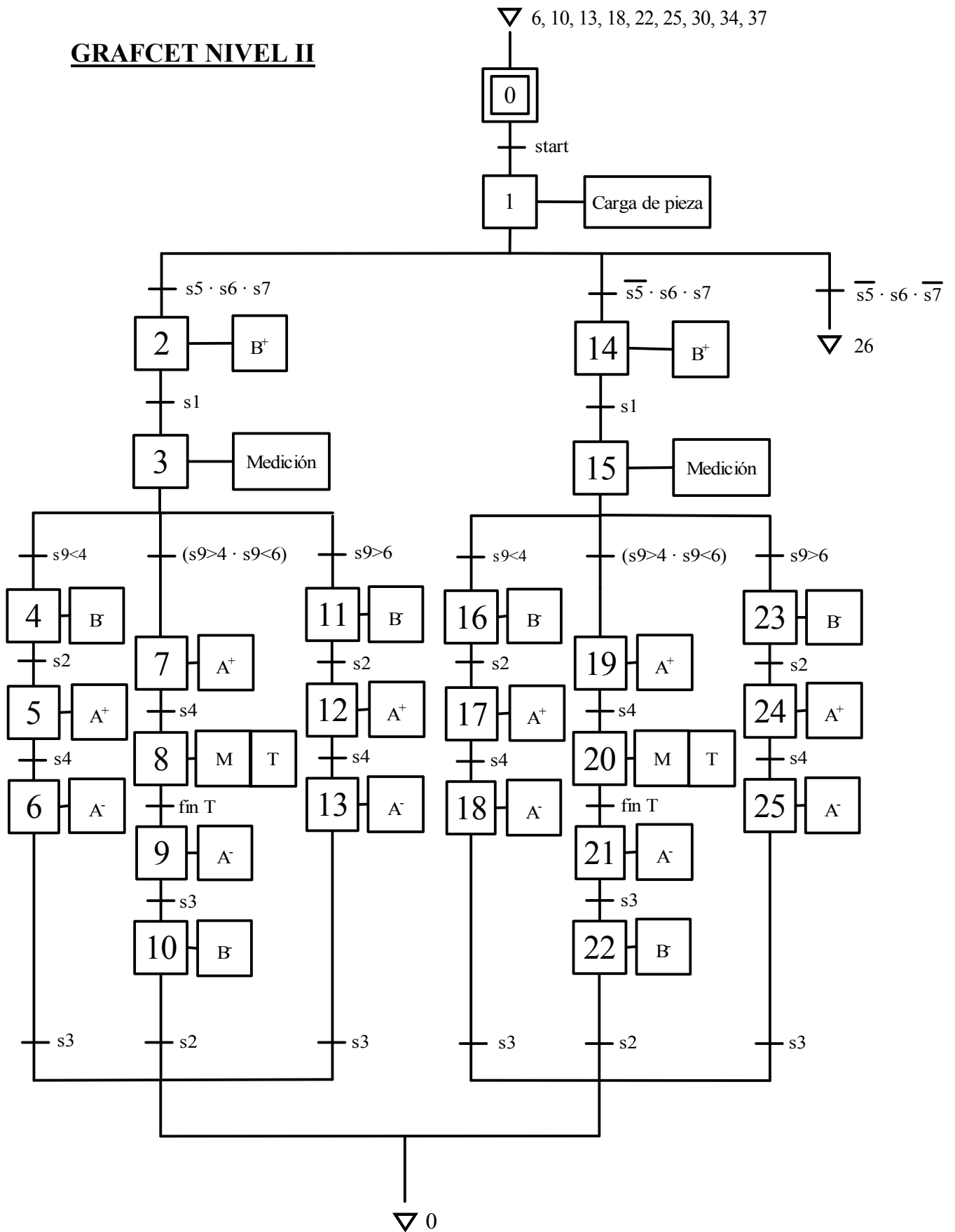
GRAFNET DE NIVEL I:

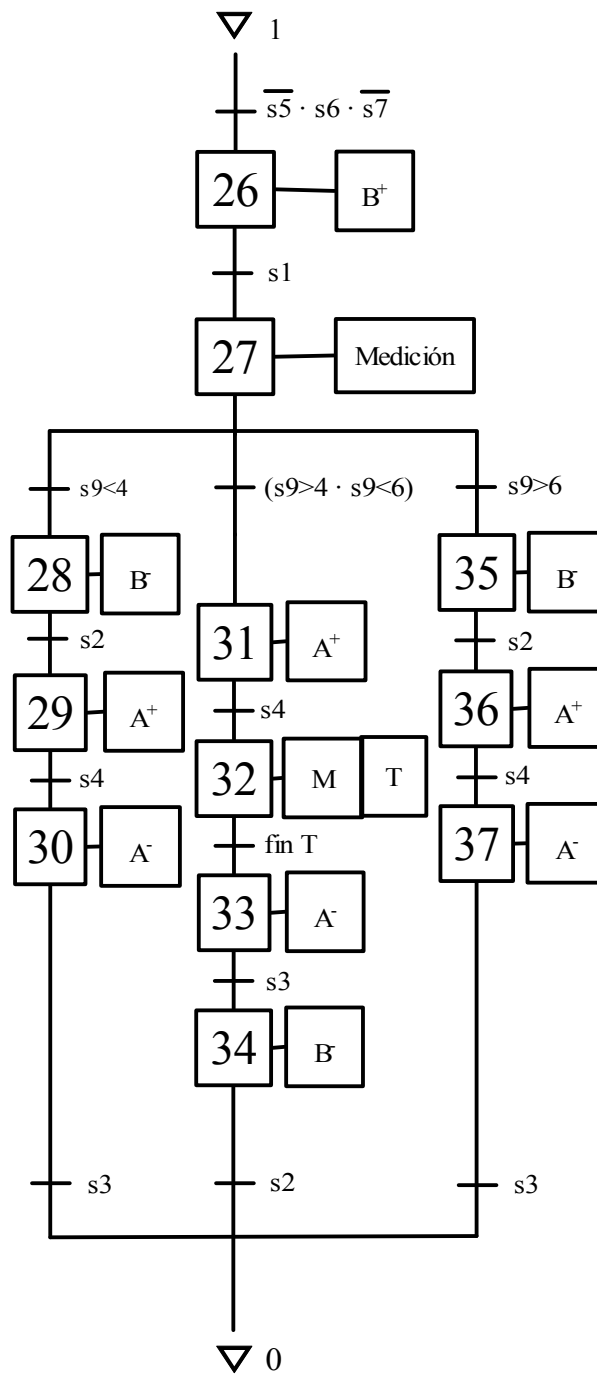






GRAFNET NIVEL II





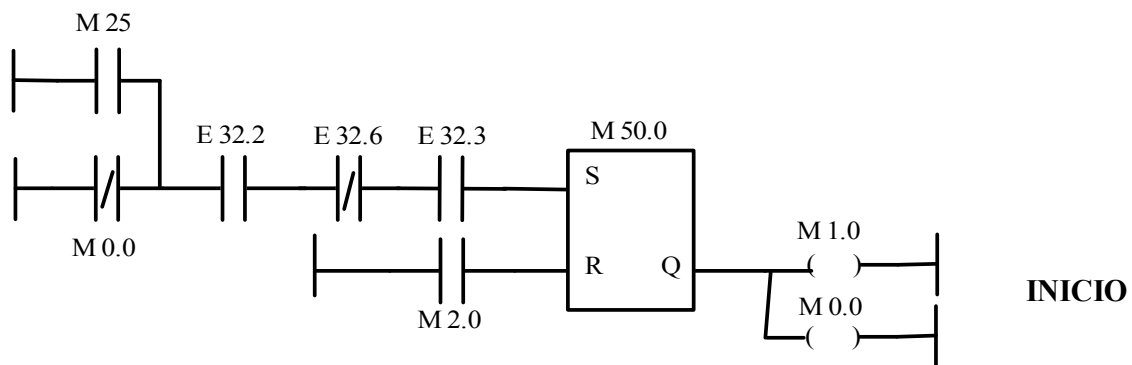
Ahora pasaremos a realizar un pequeño esquema tipo FUP, en el cual se puede observar la programación para un autómata SIEMENS tipo S5.

RELACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA

ENTRADA	SISTEMA	SALIDA	ACCIÓN
E 32.0	START	A 33.0	CIL. B ARRIBA
E 32.1	S1	A 33.1	CIL. B ABAJO
E 32.2	S2	A 33.2	CIL. A FUERA
E 32.3	S3	A 33.3	CIL. A DENTRO
E 32.4	S4	A 33.4	MOTOR CINTA
E 32.5	S5		
E 32.6	S6		
E 32.7	S7		

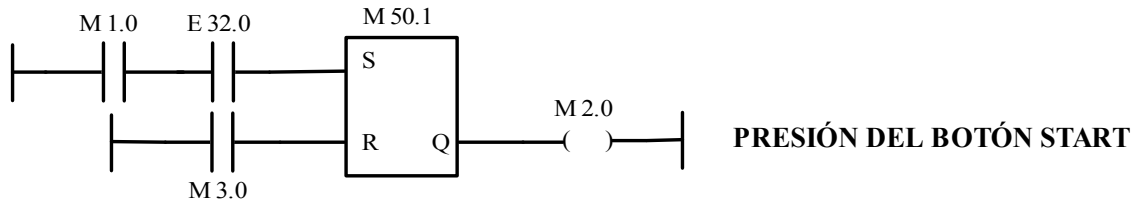
ENTRADA DEL MÓDULO ANALÓGICO

En un principio se ha colocado una etapa con una marca remanente (M 0.0), quiere decir que únicamente se ejecuta la primera vez que se ejecuta, después se ejecutará la etapa mediante la marca M 25.0.

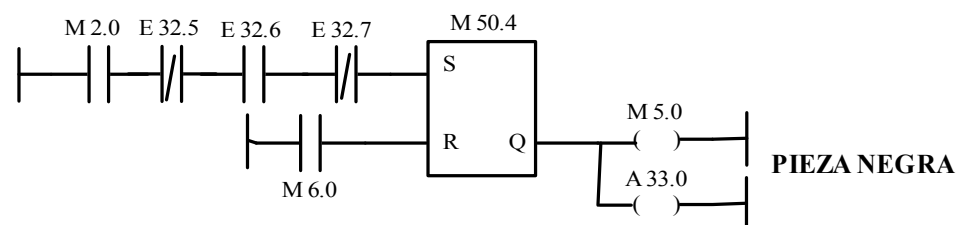
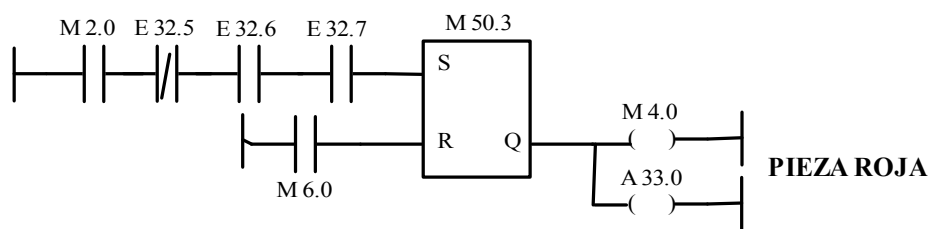
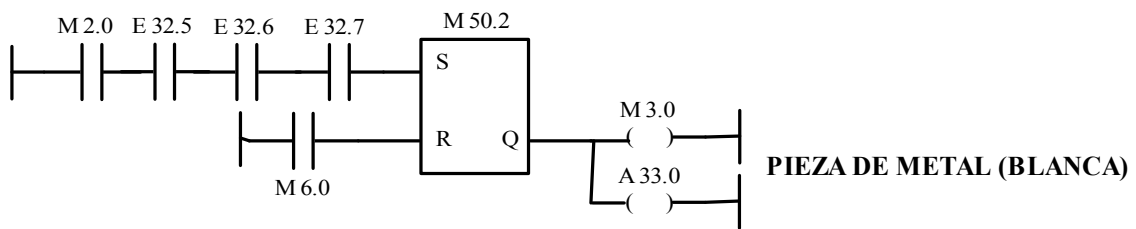


También se puede ver que las condiciones iniciales del sistema son que el cilindro A se encuentre recogido (E 32.3), el cilindro B igual (E 32.2) y que no haya pieza en la bandeja (E 32.6). Una vez que se cumplan estas condiciones, el sistema estará listo para funcionar.

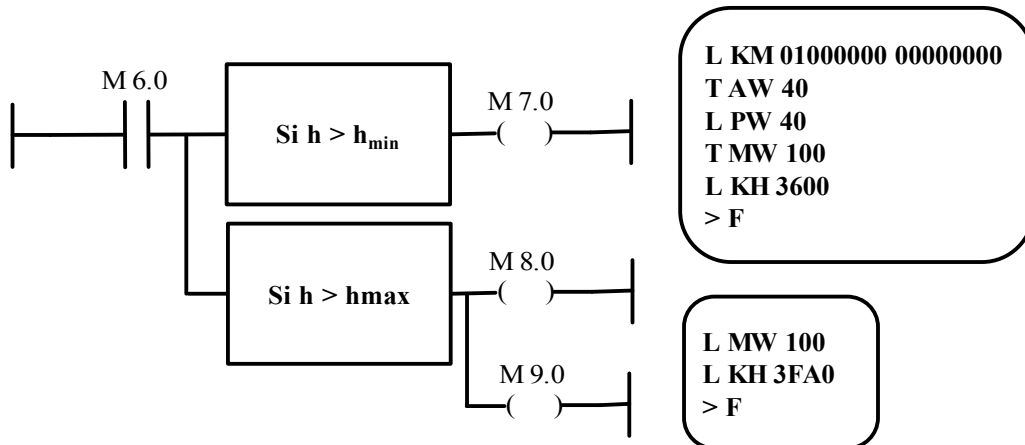
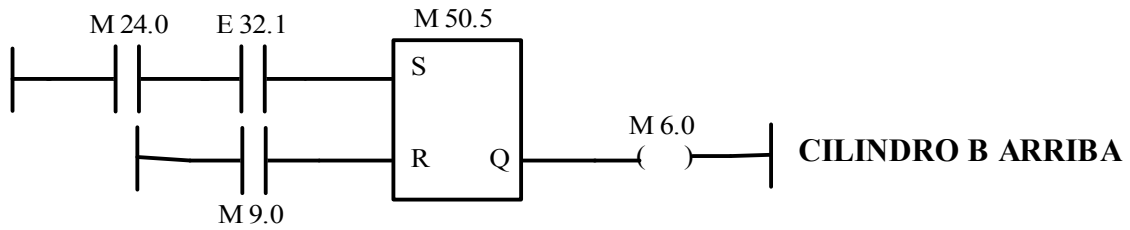
Para que el sistema funcione, necesitamos un arranque de ciclo. Esto, lo solucionamos con un botón de START (E 32.0), y lo representamos en la etapa siguiente.



Una vez que hemos presionado el botón START, esperamos a que los sensores de proximidad nos digan el tipo de pieza que se ha cargado en la bandeja. (En la simulación, la pieza se pone automáticamente al hacer clic con el ratón en el botón de LOAD o en el de RND, pero en un sistema real, se haría manualmente o con la etapa anteriormente descrita).

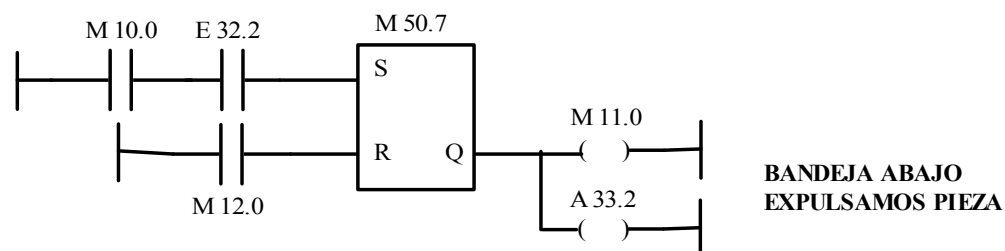
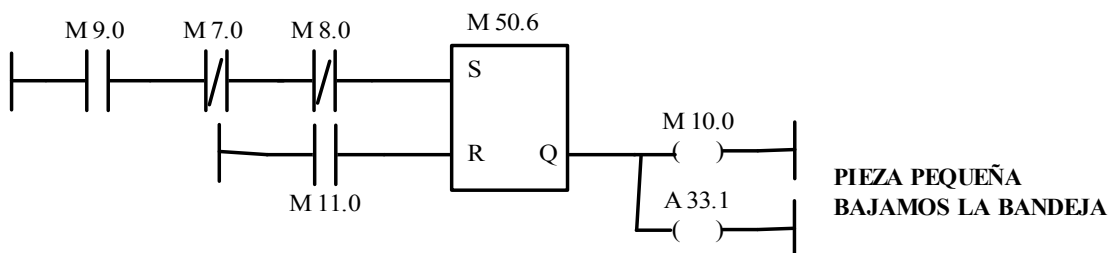


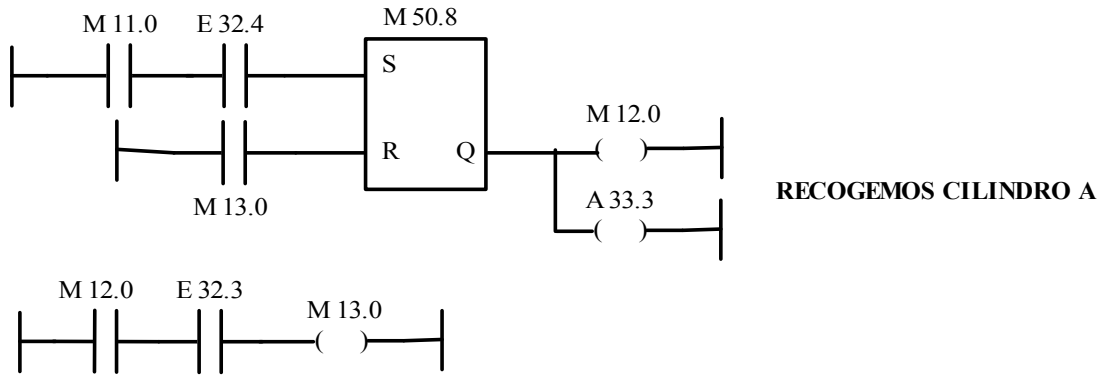
Una vez que sabemos el tipo de pieza que es, pasamos a medir esa pieza, para ello, primero debemos subir la bandeja mediante el cilindro B y esperar la señal de la medición.



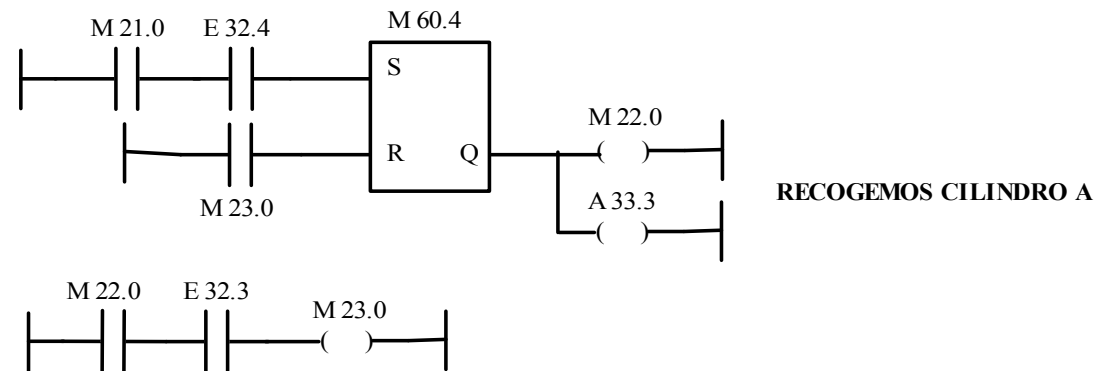
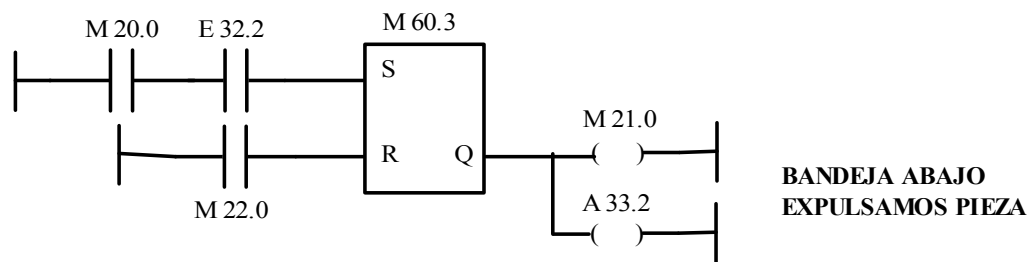
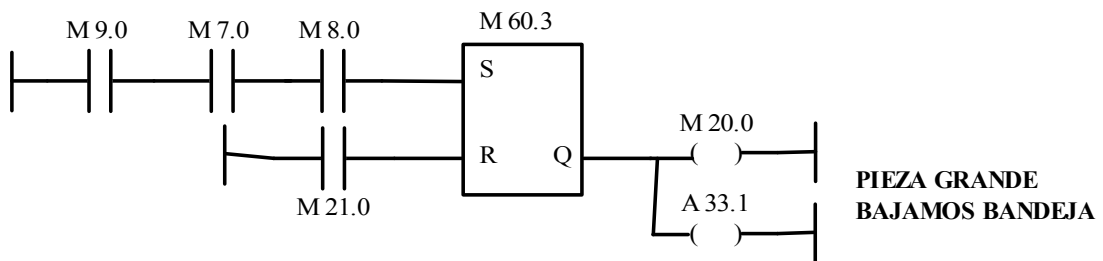
Como podemos observar, tenemos dos bloques que me detectan mediante el sensor resistivo analógico, que está conectado al módulo analógico del autómata, si la pieza es pequeña, grande o intermedia (buena). Los recuadros que se encuentran a la derecha, son el código del programa de detección en AWL.

Una vez sabido esto, el programa separa las piezas “malas” (grandes o pequeñas) y las expulsa, pero para ello debe primero bajar la bandeja y después expulsarla, como vemos a continuación (pieza pequeña).

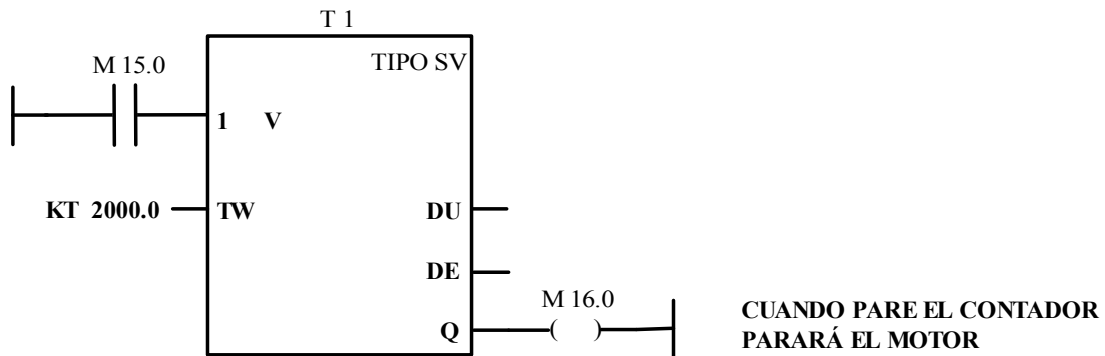
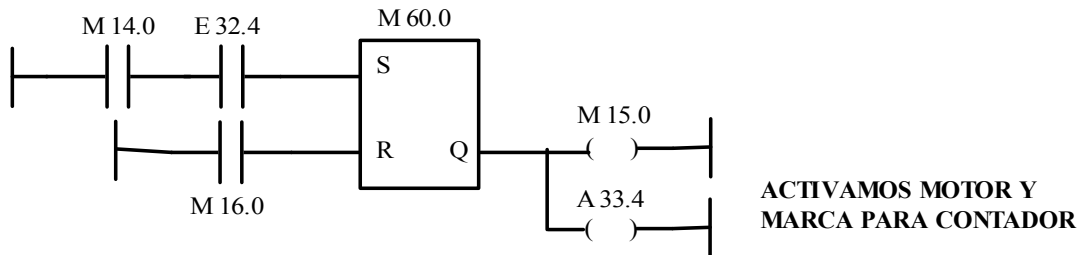
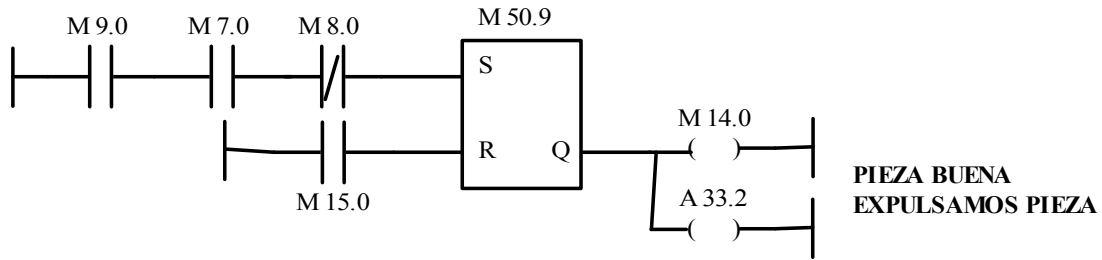


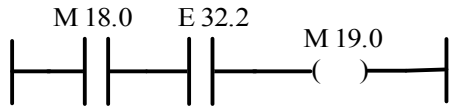
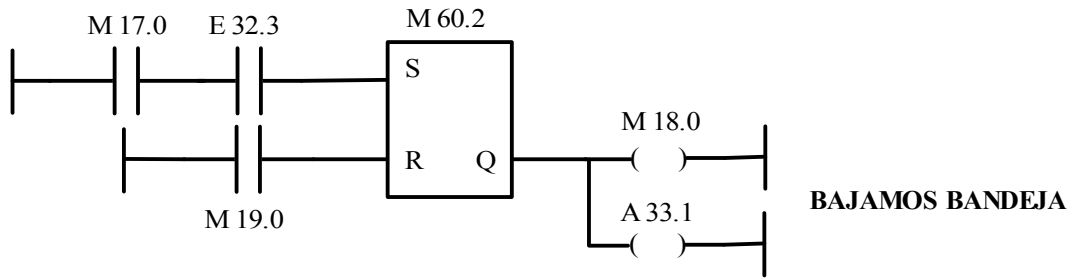


Ahora vemos lo que pasaría con una pieza grande.

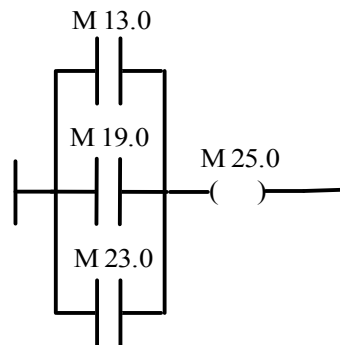
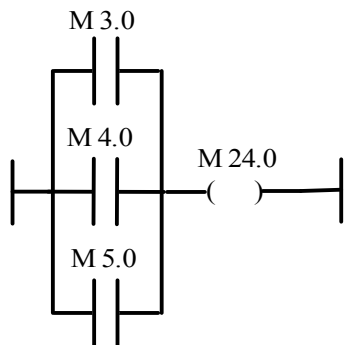


Si la pieza que hemos medido es de medida intermedia, es decir que es una pieza que nosotros consideramos buena, expulsamos la pieza y ponemos en marcha el motor durante 20 segundos, tiempo en el cual tiene que deslizarse por la cinta hasta caer en su lugar de extracción. Una vez transcurrido este tiempo, el autómata para el motor, recoge el cilindro A y baja la bandeja a la posición inicial, donde esperará una nueva pieza.





Hemos tenido que realizar unas funciones OR para que el proceso no se extendiera, ya que siempre es igual, lo único que cambia es si la pieza es blanca (metal), roja o negra.



Lo que pretendemos en esta etapa es desplazar las piezas de la bandeja de la parte superior a otra zona de la maqueta. Para esta parte del proceso no tendremos en cuenta el tamaño de las piezas, o si son blancas, rojas o negras, simplemente cogeremos las piezas y las desplazaremos sin más.

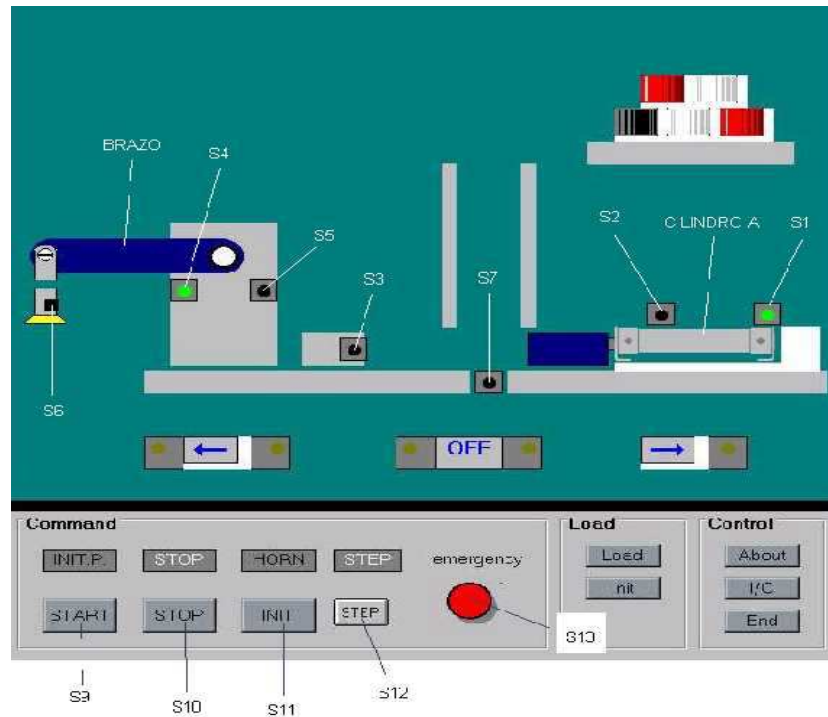
Para realizar nuestro propósito contamos con una serie de sensores y actuadores dispuestos de tal manera que nos permiten obtener los resultados que queremos.

Ahora vamos a explicar el proceso en cuestión. Primero, y una vez cargada la bandeja con las piezas, lo que haremos será desplazar las piezas de la bandeja superior a la parte inferior de la maqueta. Una vez el sensor s7 detecta que tiene pieza, le damos la orden al cilindro A que desplace la pieza. Cuando la pieza llega al final del recorrido, el sensor s3 detecta que hay pieza. Movemos el brazo de la posición de reposo, que está a la izquierda, a la posición donde está esperando la pieza. Cuando el sensor s5 se activa quiere decir que el brazo ha llegado a la parte derecha. Una vez allí lo que tenemos que hacer es activar el vacío para que el brazo “coja” la pieza. Cuando la coge (sensor S6 activado), desplazamos el brazo a la izquierda y soltamos la pieza desactivando el vacío.

Relación de elementos que tenemos en esta etapa

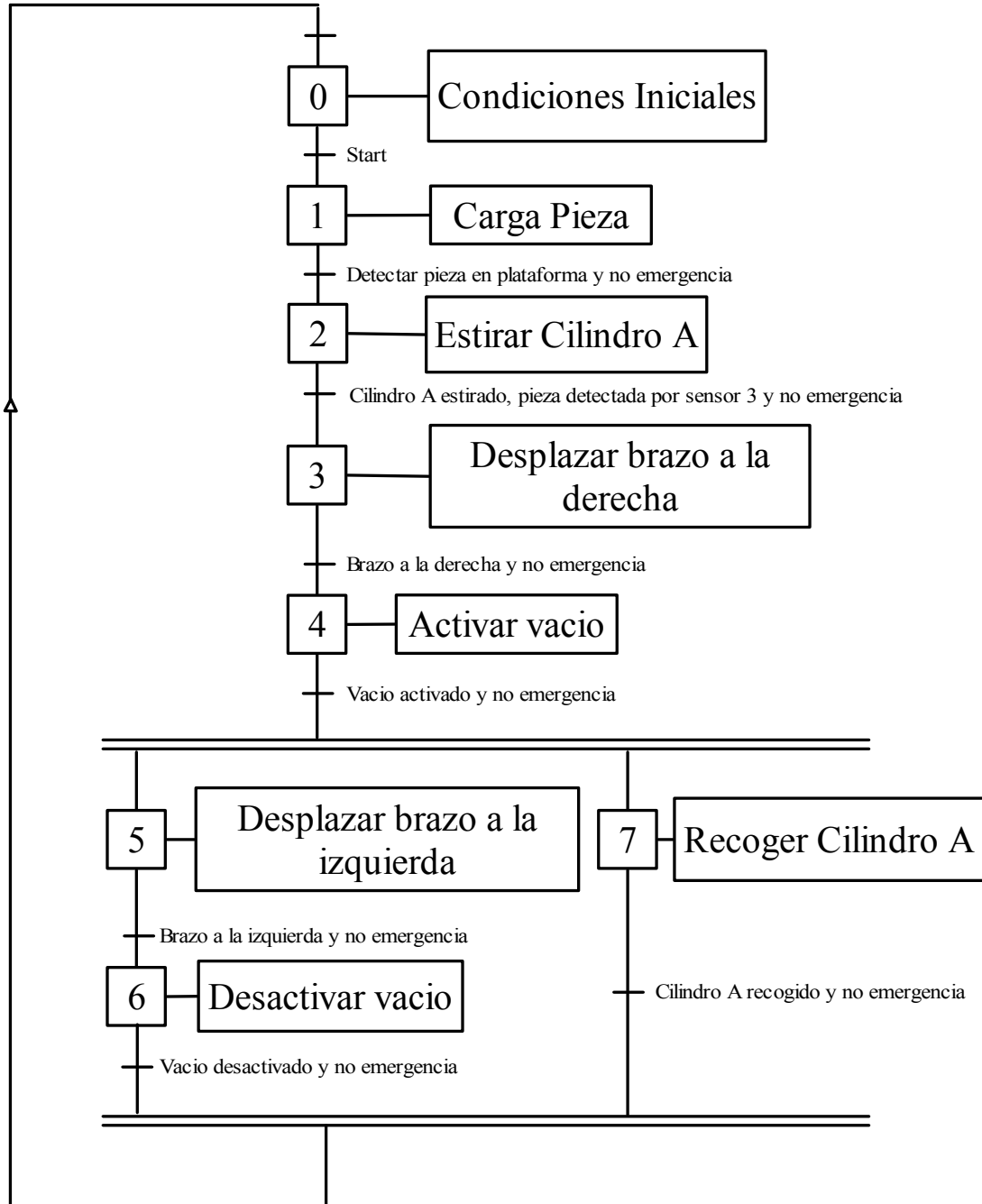
Tipo de elemento	Función	Etiqueta
Cilindro de doble efecto	Desplazar la pieza para que la pueda “coger” el brazo	Cilindro A
Brazo	“Coger” la pieza y expulsarla por la parte izquierda de la maqueta	Cilindro B
Sensor de proximidad	Detectar que el cilindro A está recogido	S1
Sensor de proximidad	Detectar que el cilindro A está estirado	S2
Sensor de proximidad	Detectar que la pieza ha llegado al final de su recorrido	S3
Sensor de proximidad	Detectar que el brazo está a la izquierda	S4
Sensor de proximidad	Detectar que el brazo está a la derecha	S5
Sensor de proximidad	Detectar que la pieza está cogida	S6
Sensor de proximidad	Detectar que hay pieza en la parte inferior de la maqueta	S7
Botón START	Para poner en funcionamiento el proceso	S9
Botón STOP	Para parar el proceso	S10
Botón INIT	Para inicializar el proceso	S11
Botón EMERGENCY	Para detener el proceso si se produce alguna anomalía	S13

Veamos ahora un esquema de la distribución de los elementos de que disponemos:

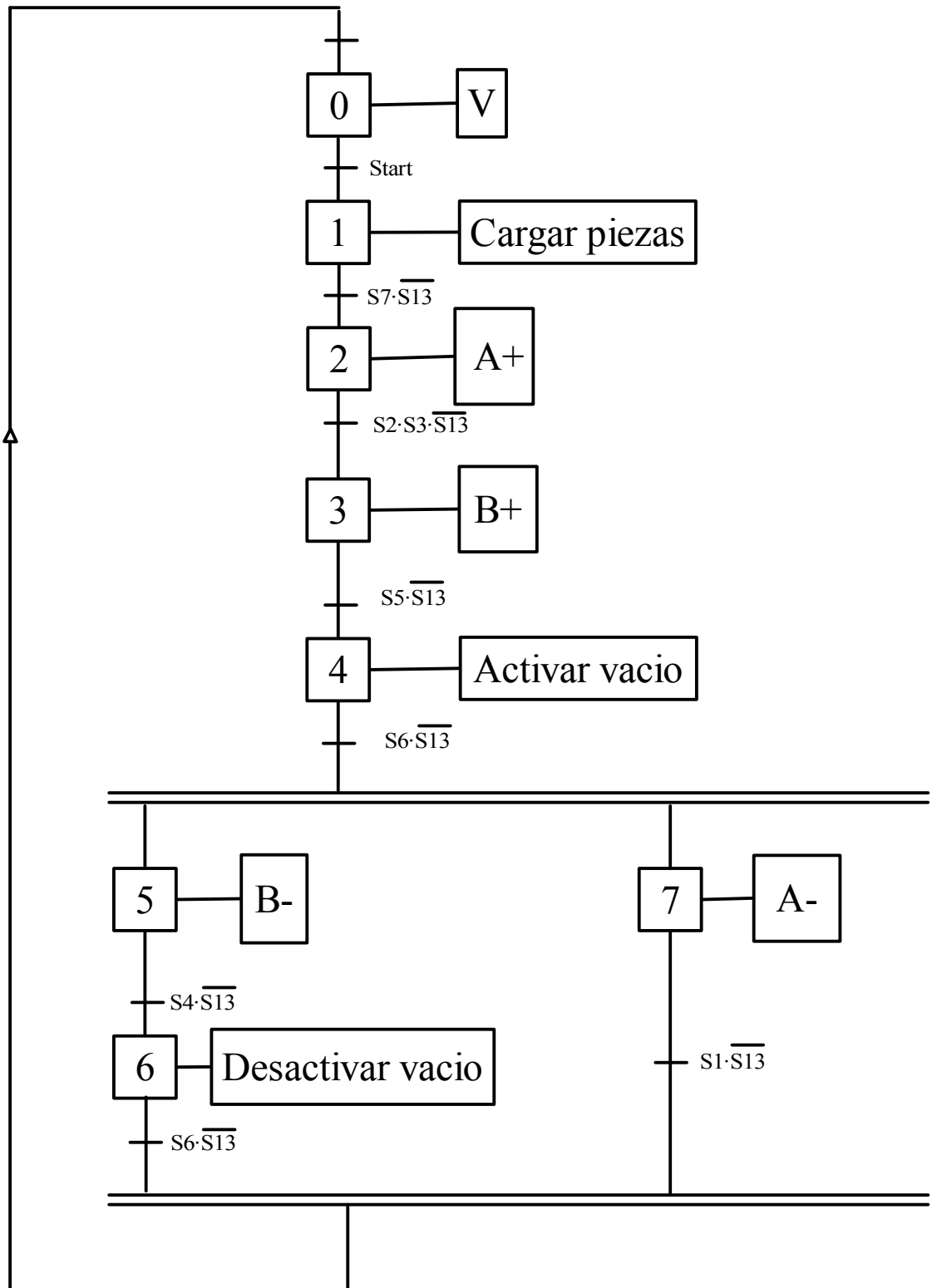


Veamos ahora los graficets de primer y segundo nivel del proceso:

GRAFNET NIVEL I



GRAFNET NIVEL II:

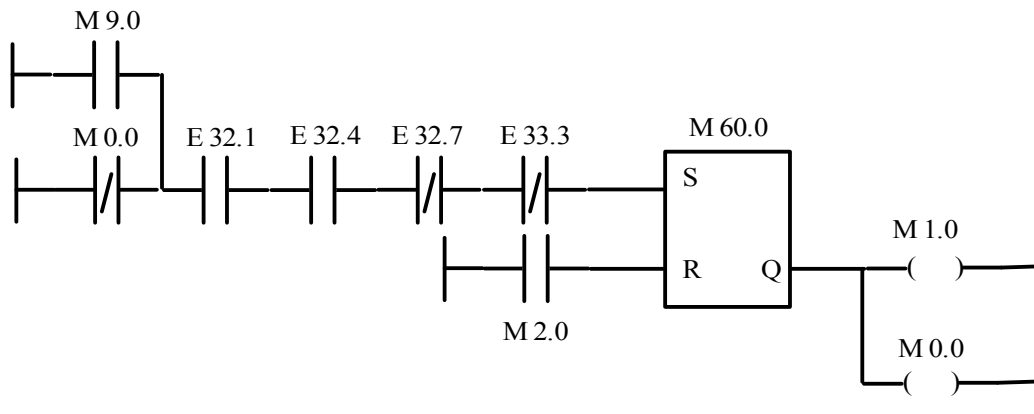


Una vez vistos los graficet, veamos ahora como quedaría en FUP, pero para una mejor comprensión del proceso he aquí una relación de las entradas y salidas del sistema:

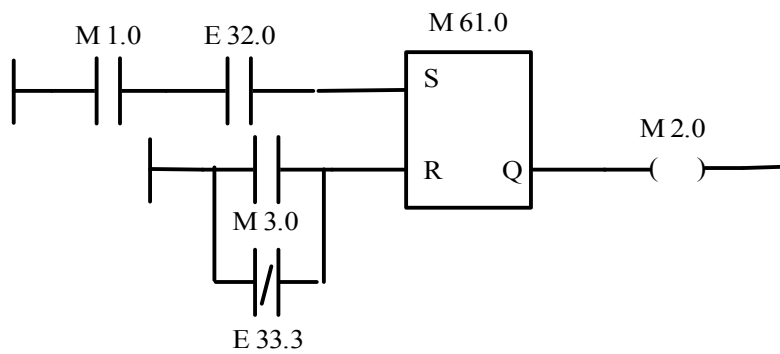
ENTRADA	SISTEMA	SALIDA	ACCIÓN
E 32.1	S1	A 33.0	Avance cil A
E 32.2	S2	A 33.1	Vacío on
E 32.3	S3	A 33.2	Vacío off
E 32.4	S4	A 33.3	Brazo posición coger pieza
E 32.5	S5	A 33.4	Brazo posición soltar pieza
E 32.6	S6	A 33.5	Retroceso cil A
E 32.7	S7		
E 32.0	START		
E 33.3	EMERGENCIA		

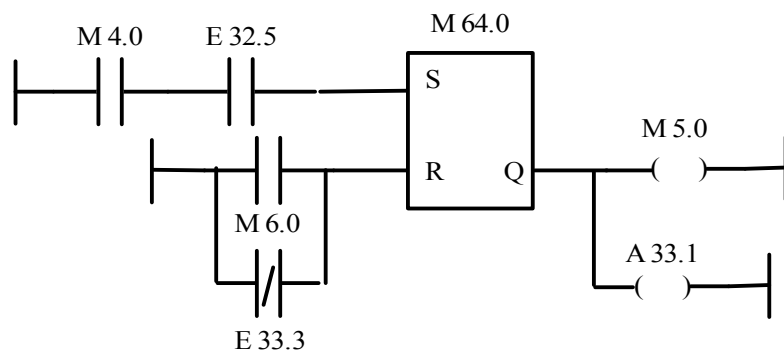
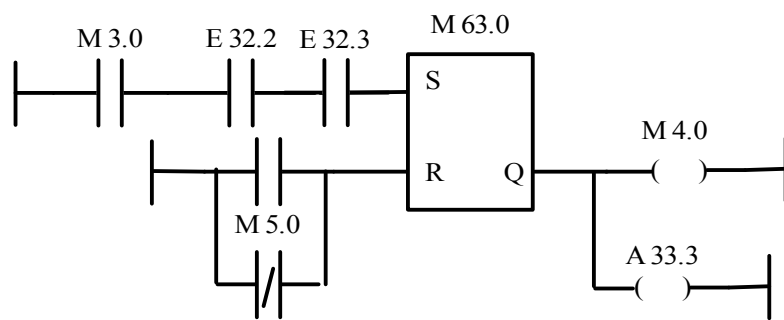
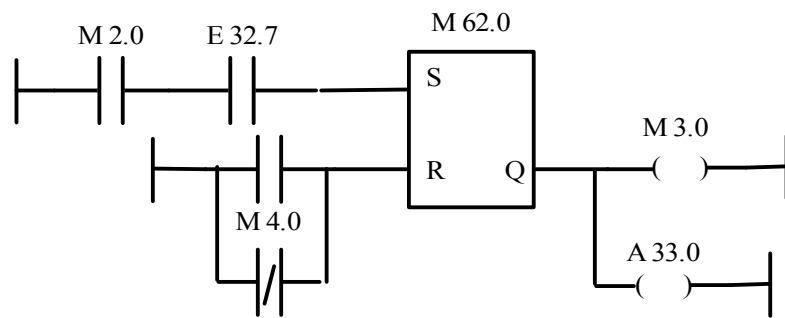
Al principio del programa hemos colocado una marca remanente, la M 0.0, con lo que el programa comenzará a ejecutarse una vez cumplidas las condiciones iniciales, que son:

- Cilindro A en posición encogida.
- Brazo en posición de descarga de pieza.
- Sensor s7 detectando pieza.
- Emergencia desactivada.

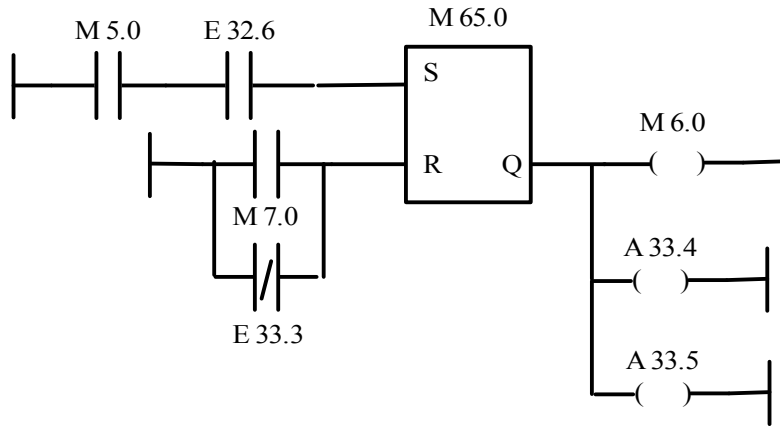


Las siguientes etapas se activarán mediante el sensor y la marca correspondiente, y se desactivarán con la activación de la siguiente marca:

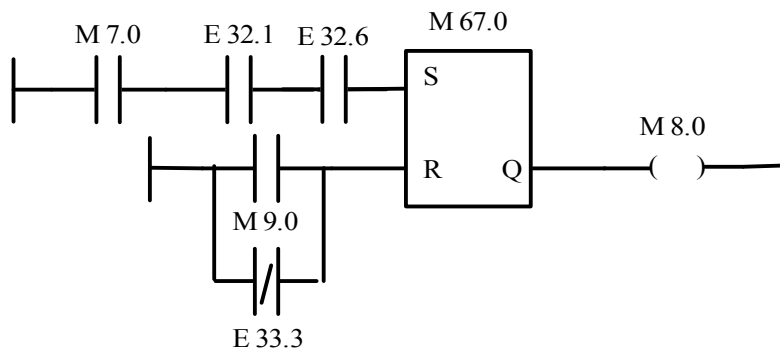
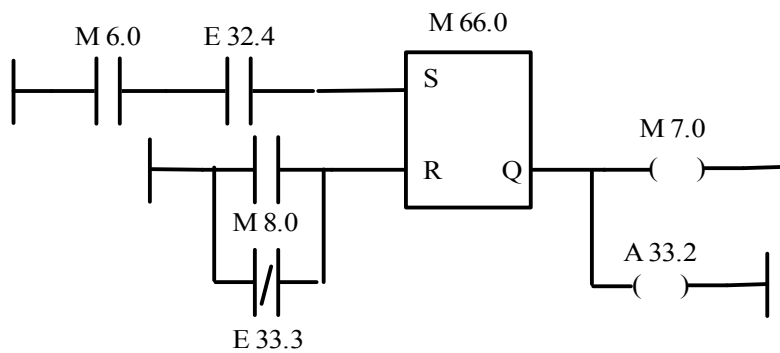




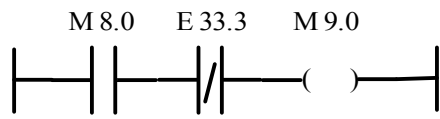
A continuación el proceso entra en una fase de paralelo, con lo que hará dos cosas a la vez, que son recoger el cilindro A y desplazar el brazo hacia la posición de soltar la pieza, esto queda reflejado en el esquema siguiente:



Después de esta etapa, el proceso continua como antes, siendo el esquema FUP similar al del principio:



Para que vuelva a empezar el ciclo haremos:



En la siguiente etapa lo que nos disponemos a realizar es la manipulación de un objeto realizándole operaciones dentro de una mesa o plato giratorio. En esta aplicación hay tres tipos de piezas, pero nosotros hemos decidido simplificarlo a una debido a que la diferenciación de cada pieza es por el color y se trataría igual que en ejemplos anteriores.

Nuestro objetivo en esta aplicación ha sido realizar el control tanto en pleno funcionamiento, es decir, todas las operaciones se realizan a la vez. O funcionamiento por separado, es decir, se puede comprobar el funcionamiento de una parte de la mesa o plato sin tener que realizar todo el ciclo completo.

Además en esta aplicación hemos implementado solo el modo automático como en el resto de las aplicaciones, pero para mejorar todas estas aplicaciones se puede realizar el modo manual o automático a elección del operario.

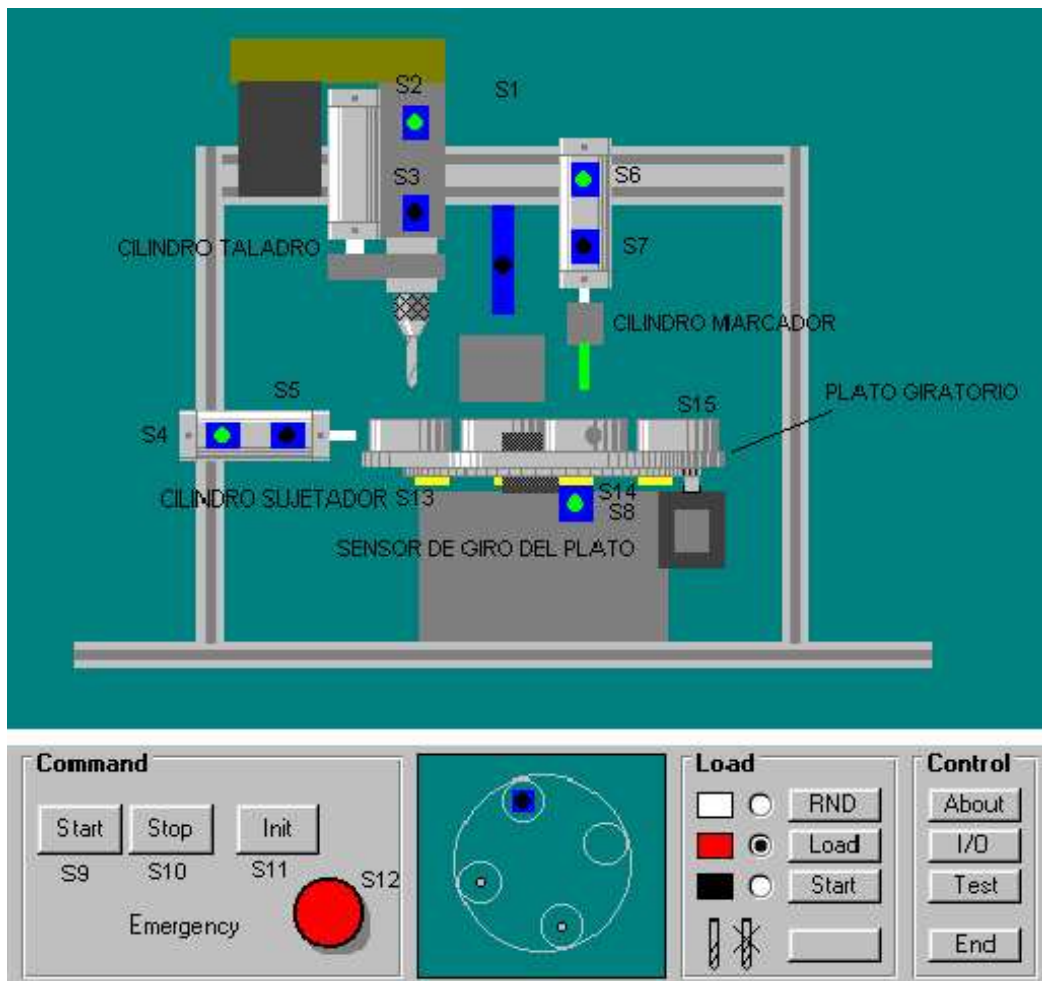
El proceso que se propone a continuación es bastante sencillo: La primera fase, que corresponde con la primera posición del plato giratorio, es la carga de las piezas. La segunda fase es la que corresponde a la sujeción de la pieza y el taladro. La tercera fase corresponde con el marcado de la pieza y la cuarta fase corresponde con la salida de la pieza del plato giratorio.

A continuación podemos observar una relación de los componentes que forman esta aplicación.

Tipo de elemento	Función	Etiqueta
Plato Giratorio	Girar el Plato de Posición en Posición	Plato
Cilindro Doble Efecto	Subir y bajar Taladro	Cilindro Taladro
Cilindro Doble Efecto	Sujetar Pieza	Cilindro Sujetador
Sensor Reed	Detección Posición Cilindros	S2, S3, S4, S5, S6, S7
Cilindro Doble Efecto	Marcar Objeto	Cilindro Marcador
Sensor de Presencia	Detectar pieza	S1

Sensor de Presencia	Detecta Pieza en las Estaciones de la Mesa	S13, S14, S15
Sensor de Presencia	Plato Colocado OK.	S8

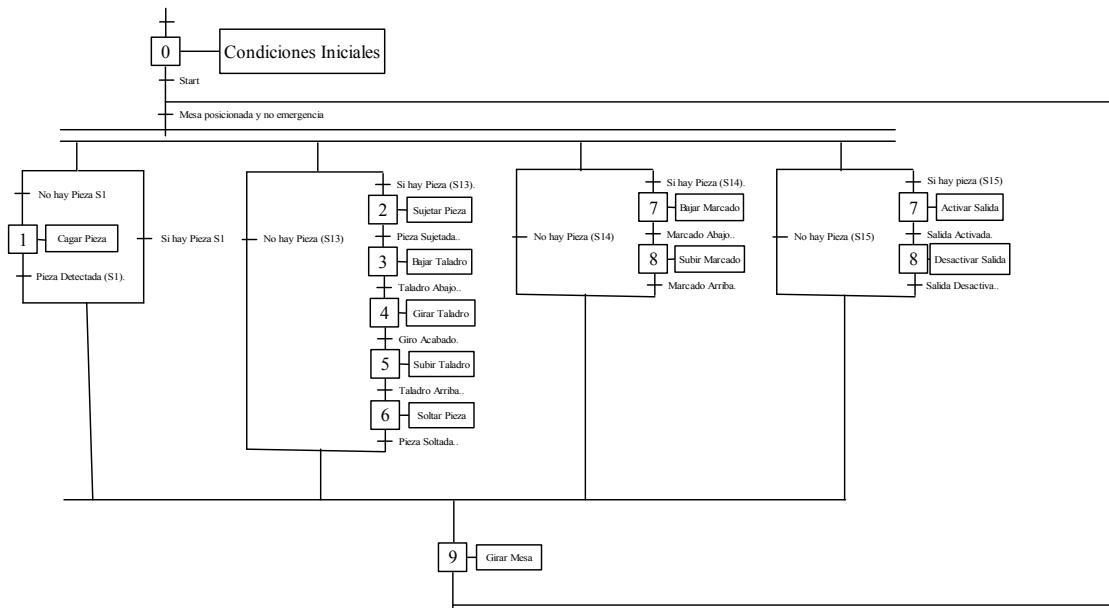
A continuación podemos observar como estan distribuidos estos elementos en la aplicación:



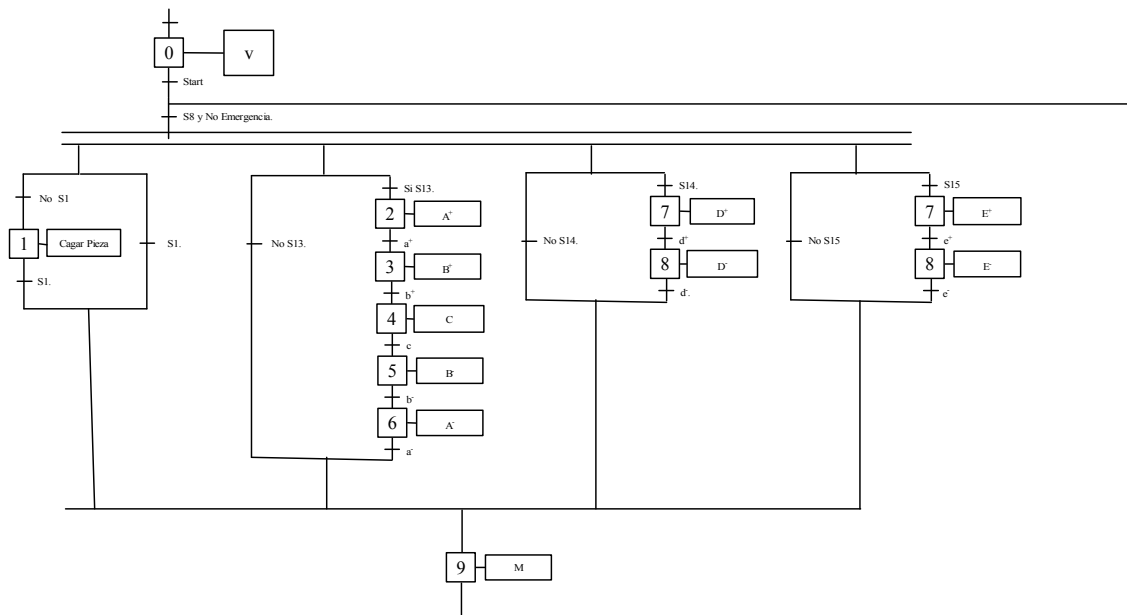
Hemos añadido a la aplicación tres sensores más de presencia S13, S14 y S15 para detectar la pieza en cada una de las estaciones de trabajo.

Para poder tener un amplio conocimiento del funcionamiento de la presente aplicación, pasamos a detallar los GRAFCET's de la aplicación.

GRAFNET NIVEL I:



GRAFNET NIVEL II:



Ahora haremos una pequeña descripción de cada parámetro utilizado en este graficet de segundo nivel:

A	+	Sujetar Pieza mediante cilindro de Sujeción.
	-	Soltar Pieza.
B	+	Bajar Taladro.
	-	Subir Taladro.
C		Girar Taladro.
D	+	Bajar Cilindro de Marcado.
	-	Subir Cilindro de Marcado.
E	+	Sacar Cilindro de Pieza terminada.
	-	Meter Cilindro de Sacar Pieza.
M		Accionar Motor de Giro de la Mesa.

Falta mencionar que hemos supuesto que para sacar las piezas terminadas de la mesa, en la Estación Número cuatro, hay un cilindro que las expulsa. Este cilindro hemos supuesto que es de doble efecto ya que así en el almacén solo dispondremos de este tipo de cilindros, cosa que es mejor que no tener uno de cada clase.

Este es uno de los posibles GRAFCET's de Control de dicha aplicación. Otra alternativa sería realizar cada bloque de función en paralelo realizar un solo programa o graficet. Y luego unirlos llamándolos con otro graficet que mantuviera la acción de inicio, de puesta en marcha, la de giro de la mesa y la llamada a los otros graficet's.

En esta última aplicación hemos considerado que no es necesario realizar un Esquema de Contactos debido a que es la repetición de los anteriores. El método de trabajo es igual.

Método de Trabajo:

- La primera marca se resetea con la siguiente marca. Se activa con la posterior y las condiciones para cumplirlas. Y por último activa la salida correspondiente y la marca siguiente.

Otro punto es que con los nuevos lenguajes de programación de nuevos autómatas ya dejan programar directamente en Grafset, sin necesidad de tener que realizar grandes programas de lenguaje en AWL ni en KOP o FUP.