



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

**Programa de Especialización Tecnológica  
en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Seminario de Graduación  
PROGRAMACIÓN CON SIMATIC STEP 7**

**“Diseño de un programa en S7 GRAPH para automatizar el proceso  
de perforación de bridas por medio de taladro industrial”**

**TESINA DE SEMINARIO**

**Previa a la obtención del Título de  
TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA**

**Presentado por:**

**Israel Rodrigo Martínez Reyes.**

**Guayaquil – Ecuador  
2011**



## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primeramente a JEHOVÁ Dios quien me ha iluminado y ayudado siempre alcanzar mis metas.

A mis padres Antonio y Elena y mis hermanos Isaac y Josué quienes siempre me han apoyado incondicionalmente a seguir adelante, y con su inmenso amor he podido vencer obstáculos que se presentan en la vida cotidiana.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, mis hermanos y al profesor Ing. Edison López por haberme ayudado con los conocimientos necesarios para poder realizar este trabajo y por ser un excelente tutor.

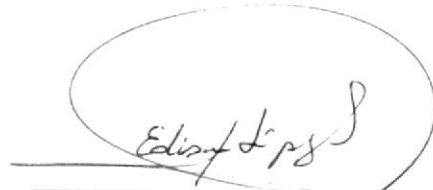
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

**LCDO. Camilo Arellano A.**

**Presidente del Tribunal**



---

**Ing. Edison López Sangolquí**

**Director del Proyecto**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Grado, me corresponde; y, el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL.)



Israel Martinez Reyes

20/09/2011

## RESUMEN

El presente proyecto muestra la automatización del proceso de perforación de bridas por medio de un taladro industrial mediante PLC. En la mayoría de talleres industriales se realiza esta labor de la manera tradicional es decir, se fabrica una plantilla con las dimensiones de la brida y el número de agujeros que en ella se necesita hacer para luego trasladar esos datos a la pieza metálica y con el taladro realizar las perforaciones. Este método disminuye considerablemente la eficiencia del proceso y la precisión al momento de marcar el sitio donde se ha de realizar la perforación debido a que existe una gran probabilidad de que la plantilla pueda moverse accidentalmente por causa del trabajador mientras él está haciendo esto. El punto principal de la tesis es implementar un programa de control secuencial que pueda ser capaz de llevar a cabo el dominio completo del proceso donde el operador solo deba colocar la pieza en la máquina, parametrizar el número de agujeros que desea realizar y dar marcha. Además tendrá la opción de controlar manualmente las distintas posiciones de la máquina herramienta para realizar otros trabajos. Todo el control se lo realizará por medio del PLC S7 300 de tecnología SIEMENS.

## ABSTRACT

The present project shows the automation of the process of perforation of bridles by means of an industrial drill by means of PLC. In the majority of industrial workshops there is realized this labor of a traditional way, that is to say, an insole is made by the dimensions of the bridle and the number of holes that in her it is necessary do then to move this information to the metallic piece and with the drill to realize the perforations. This method diminishes considerably the efficiency of the process and the precision to the moment to mark the site where the perforation has to be realized due to the fact that there exists a great probability of which the insole could move him accidental because of the worker while he this one doing this. The principal point of the tesina is to implement a program of sequential control that could be capable of carrying out the complete domain of the process where the operator only should place the piece in the machine, parametrize the number of holes that march wants to realize and to give. In addition it will have the option to control manually the different positions of the machine tool to realize other works. The whole control it will fulfil by means of the PLC S7 300 of technology SIEMENS.



# ÍNDICE GENERAL.

Índice general.....	8
CAPITULO 1	
Conociendo el taladro industrial	
1.1 Descripción de la maquina herramienta .....	10
CAPITULO 2	
Descripción de la pieza a maquinar	
2.1 Introducción .....	12
2.2 Configuraciones de bridas.....	13
CAPITULO 3	
Automatización	
3.1 Datos técnicos del PLC S7 300.....	15
3.2 Módulos principales del PLC S7 300.....	16
3.3 Conexión Entradas – salidas al PLC S7 300.....	19
3.4 Programación del PLC.....	20
3.4.1 Lenguajes de programación.....	20
3.4.2 Software.....	21
CAPITULO 4	
Desarrollo del proyecto	
4.1 Planteamiento de la tarea .....	23

4.1.0 Estructura de la maquina herramienta.....	23
4.1.1 Descripcion del control de accionamiento manual.....	26
4.1.2 Pasos para seleccionar el número de agujeros a realizar en una brida.....	28
4.1.3 Funcionamiento del encoder.....	28
4.2 Estructura del control secuencial.....	31
4.2.0 Definicion de control secuencial.....	31
4.2.1 Estado inicial del taladro.....	31
4.2.2 Diagrama de funcion del proceso de perforacion.....	32
4.2.3 Elaboracion de la cadena secuencial.....	33
4.2.4 Definicion de las señales de entrada y salida.....	35
4.3 Elaboracion del programa en el Administrador SIMATIC.....	36
 BIBLIOGRAFIA.....	42
 ANEXOS.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
1.1 Figura 1. Taladro industrial tipo radial .....	14
1.1 Figura 2. Husillo porta broca.....	15
1.1 Figura 3. Mesa para taladro con avance en dos ejes.....	16
2.1 Figura 4. Union de tuberías mediante bridas.....	17
2.1 Figura 5. Bridas de 4, 6 y 8 agujeros.....	17
3.2 Figura 6. Aspecto físico del PLC S7-300.....	19
3.2 Figura 7. Fuente de alimentación.....	19
3.2 Figura 8. Unidad de proceso central.....	20
3.2 Figura 9. Módulos de señales.....	21
3.3 Figura 10. Diagrama de conexión de I, S al PLC.....	22
3.4.2 Figura 11. Presentación de la ventana de trabajo del Step 7.....	24
4.1.0 Figura 12. Vista del taladro industrial.....	26
4.1.0 Figura 13. Esquema de los movimientos del taladro con sus respectivos finales de carrera.....	27
4.1.0 Figura 14. Mesa giratoria accionada por motor eléctrico con elemento de sujeción incorporado.....	27

4.1.1 Figura 15. Esquema del control de accionamiento manual.....	28
4.1.3 Figura 16. Funcionamiento del encoder.....	31
4.1.3 Figura 17. Disco óptico.....	34
4.1.3 Figura 18. Brida de 4 agujeros.....	33
4.1.3 Figura 19. Brida de 6 agujeros.....	32
4.1.3 Figura 20. Brida de 8 agujeros.....	32
4.3 Figura 21. Ventana de inicio del Administrador SIMATIC S7 P.....	37
4.3 Figura 22. Ventana de HW Config para establecer el hardware.....	37
4.3 Figura 23. Ventana del editor de símbolos.....	38
4.3 Figura 24. Pasos para insertar un bloque de función.....	39
4.3 Figura 25. Ventana de propiedades del bloque de función.....	39
4.3 Figura 26. Ventana del S7 GRAPH.....	40
4.3 Figura 27. Ventana "Preferencia del bloque".....	41
4.3 Figura 28. Bloque de organización OB1.....	41
4.3 Figura 29. Vista de los bloques que componen el programa.....	42



## INTRODUCCIÓN

Este proyecto muestra la automatización mediante PLC S7 300 del proceso de perforación de bridas por medio de un taladro industrial. El programa elaborado en GRAFCET nos permitirá seleccionar de una manera fácil el modo en que deseamos que funcione el taladro: automático si es el caso de perforación de bridas, o manual, cuando queramos realizar otra tarea de taladrado.

En el mundo actual, la eficiencia es un indicador decisivo para que una empresa sea productiva o no. Los avances tecnológicos nos permiten implementar mejoras en las máquinas herramientas para elevar la producción de las mismas.

## CAPITULO 1. Conociendo el taladro industrial.

### 1.1 Descripción de la maquina herramienta

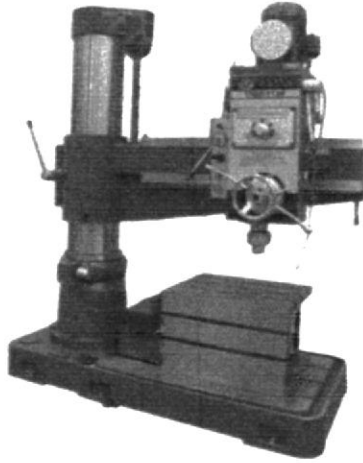


Figura 1. Taladro industrial tipo radial

El taladro fue sin duda alguna una de las primeras técnicas y procesos desarrollados a través de los siglos para hacer las cosas que el hombre necesitaba.

Además, debido a que en la manufactura de casi cualquier producto concebible es necesario el empleo de agujeros producidos por taladrado, esta operación es la más común de todas. Como consecuencia de esta amplia aplicación y de la sencillez esencial de la operación, las maquinas taladradoras se han desarrollado dentro de una línea sencilla, robusta, de fácil manejo, y de un costo relativamente bajo.

## Taladradoras

La pieza permanece estacionaria mientras la herramienta gira y avanza.

En el taladrado, el husillo portaherramientas gira y avanza sobre su propio eje. La tremenda versatilidad de la máquina de taladrar se expresa mejor por su habilidad demostrada para duplicarse así misma completamente desde la bancada hasta el engranaje cónico más pequeño. La herramienta utilizada en el taladro es llamada broca, presenta generalmente, dos líneas de corte, esta herramienta se fija en el husillo de la taladradora de manera que su eje coincida exactamente con el eje de rotación del propio husillo.

Arrastrado por éste, el útil gira sobre si mismo alrededor de su eje longitudinal (movimiento de corte) y avanza axialmente dentro de la pieza a taladrar (movimiento de avance).

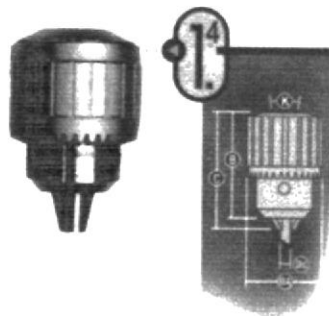


Figura 2. Husillo porta broca

Para las operaciones de taladrado se utilizan muchos tipos de aparatos y dispositivos de sujeción. Estos incluyen cierto número de dispositivos, así como plantillas y accesorios utilizados en las operaciones de manufactura. También se dispone de mesas en una amplia variedad de tipos para la colocación de las piezas, desde las mesas compuestas accionadas por un sencillo tornillo hasta las mesas posicionadoras controladas por medio de computadoras. La práctica de los talleres modernos parece requerir la colocación rápida de las piezas.

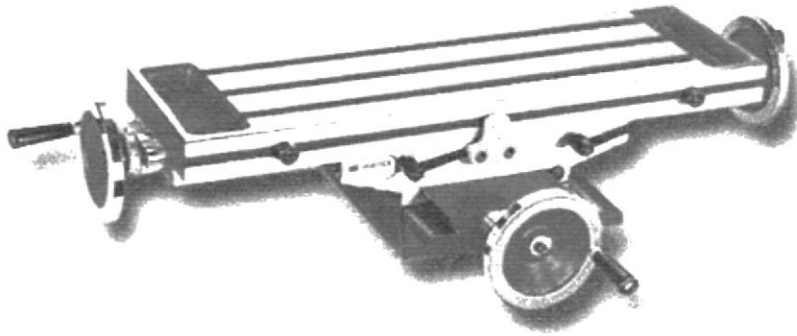


Figura 3. Mesa para taladro con avance en dos ejes

## CAPITULO 2. Descripción de la pieza a maquinar

### 2.1 introducción

Brida es el elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas, gracias a una circunferencia de agujeros a través de los cuales se montan pernos de unión. Una brida es un disco plano y circular, mediante el cual, los tubos se pueden montar o desmontar muy fácilmente. Además se pueden conectar con equipos industriales tales como bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques reactores, etcétera, o con otros accesorios como codos o válvulas por ejemplo. La unión se realiza mediante dos bridas, una de las cuales pertenece a la tubería y la otra al equipo industrial o accesorio al cual se la quiere conectar.





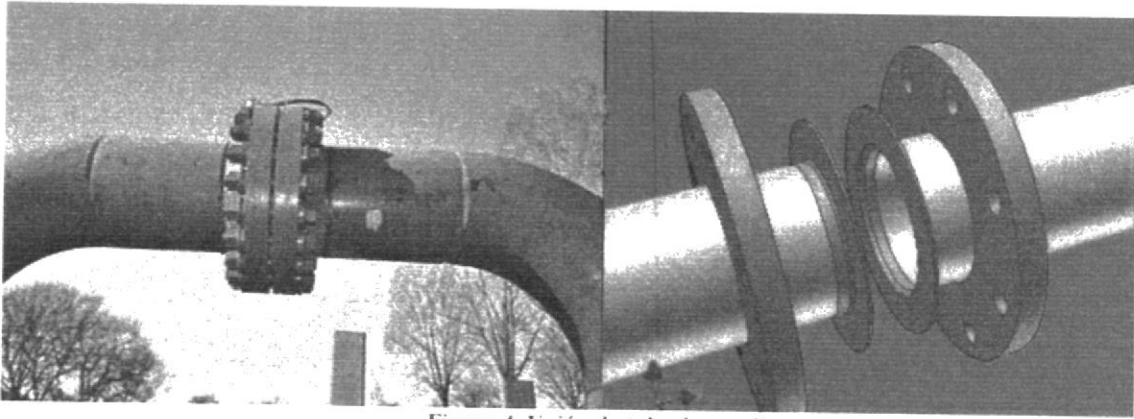


Figura 4. Unión de tuberías mediante bridas

## 2.2 Configuraciones de bridas

Es de mucha importancia seleccionar las dimensiones correctas de las bridas para asegurar una excelente junta de estanqueidad para evitar filtraciones, siendo esos parámetros el diámetro, el grosor y el **número de agujeros** de acuerdo a la presión de trabajo. El número de agujeros que tiene la brida es proporcional a la presión nominal de trabajo.

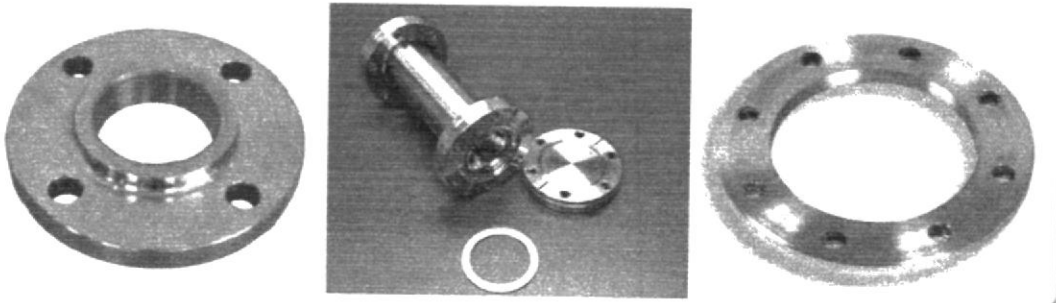


Figura 5. Bidas de 4, 6 y 8 agujeros

## CAPITULO 3. AUTOMATIZACIÓN

### 3.1 Datos técnicos del PLC S7 300

Cabe recordar que un PLC (Programmer Logic Controller) o Automata Programable Industrial es un equipo electrónico programable, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente industrial procesos secuenciales o combinacionales.

El PLC Simatic S7 es el dispositivo inteligente encargado de controlar al sistema en su totalidad, el objetivo principal es automatizarlo tanto como sea posible con el fin de lograr autonomía respecto del control humano, elevar los niveles de servicio, aumentar la productividad energética y bajar los costos operativos.

Propiedades del PLC SIMATIC S7-300 con CPU 315-2DP:

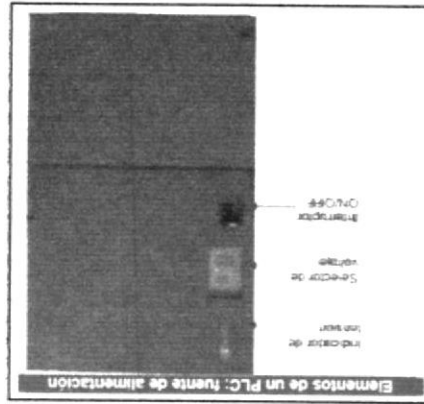
Memoria de Programa de 85 K en instrucciones.

32 entradas/salidas.

- Interface para configuración a través de una PC.
- Rápido tiempo de ejecución que permite a la CPU ejecutar hasta 1024 instrucciones binarias en 0.1 ms.
- Configuración modular y rápida expansión, posible a través de módulos acoplables (digitales, analógicos, de simulación y comunicación), permitiendo conectar sistemas de transmisión remota.
- Funciones integradas: contadores, posicionadores, control de lazo abierto/cerrado, y medición de frecuencia.
- Interface PROFIBUS integrada.
- Procesamiento de grandes fórmulas matemáticas.
- Compatibilidad con interfaces HMI (Interfaz Hombre Maquina).
- Configuración/Programación por medio del software STEP 7.
- Monitoreo remoto con ayuda del software WinCC.
- Amplias posibilidades de autodiagnóstico, diagnóstico de red, esclavos y sensores, con ayuda de STEP 7. Con registro de memoria para mensajes de error con fecha y hora.

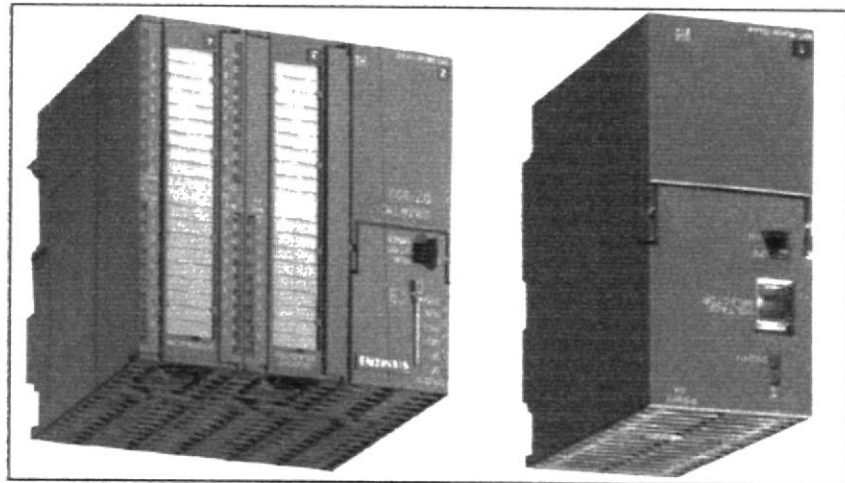


Figura 7. Fuente de alimentación



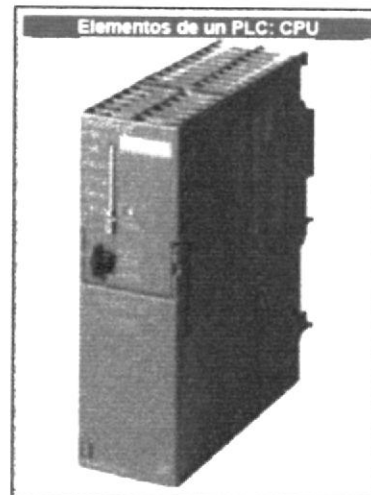
*Fuente de alimentación.* - El PLC requiere una tensión de 24 VDC para trabajar. Este es el motivo por el que dentro de la estructura del PLC sea necesario disponer de una fuente de alimentación externa capaz de transformar 115 VAC / 60 Hz o 230 VAC / 50 Hz en 24 V de corriente continua. Existen PLC's que integran la fuente de alimentación dentro de su propia estructura. Dependiendo de la fuente de alimentación, podrá ser empleada para la alimentación de los equipos actuadores y sensores que constituyen junto al PLC el sistema.

Figura 6. Aspecto físico del PLC S7 300



### 3.2 Módulos principales del PLC S7 300

*Unidad de proceso central.-* La CPU constituye el propio corazón del PLC. El programa es almacenado y ejecutado en la CPU. Los siguientes elementos forman parte de la CPU: interruptor (selector de modo de funcionamiento), conector para 24 VDC, LEDs indicadores de status y error, interface procesador, memoria.



**Figura 8. Unidad de proceso central**

*Módulos de señales.-* Las señales externas al PLC pueden ser de varios tipos y voltajes. Podemos clasificar los módulos atendiendo a distintos criterios:

- Tipos de señal
  - Módulos digitales
  - Módulos analógicos.
- Tipos de accionamiento
  - Módulos de entrada
  - Módulos de salida

### *Módulos digitales*

Acceden a señales de tensión o corriente cuyos valores corresponden a un determinado modo de operación de la máquina. Permiten enviar y recibir información binaria.

### *Módulos analógicos*

Convierten la información analógica en información digital, capaz de ser procesada por la CPU del PLC. De este modo podemos realizar controles de temperatura, velocidad, iluminación, etc.

### *Señales*

En el procesador del autómata programable si la entrada es analógica o digital los módulos de entrada digitales realizan conversión de los valores de tensión de entrada del PLC. Una señal es una representación de un mensaje o dato.

### *Señal analógica*

La señal analógica es una señal de tensión variable en el tiempo.

### *Señal binaria*

La señal binaria o digital solo permite dos tipos de estados diferentes: ("OFF" y "ON"). Estos dos valores son designados con los dígitos "0" y "1".

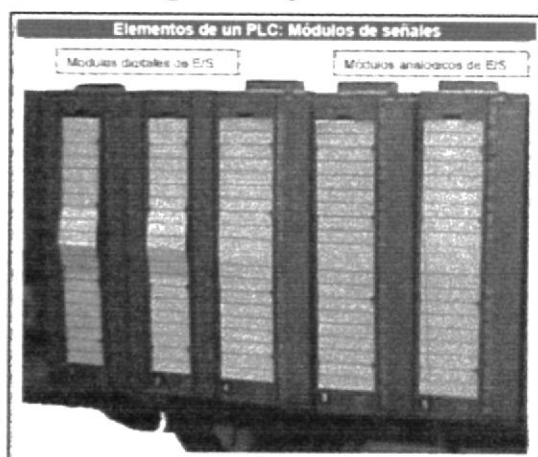


Figura 9. Módulos de señales

### 3.3 Conexión de entradas / salidas al PLC S7 300

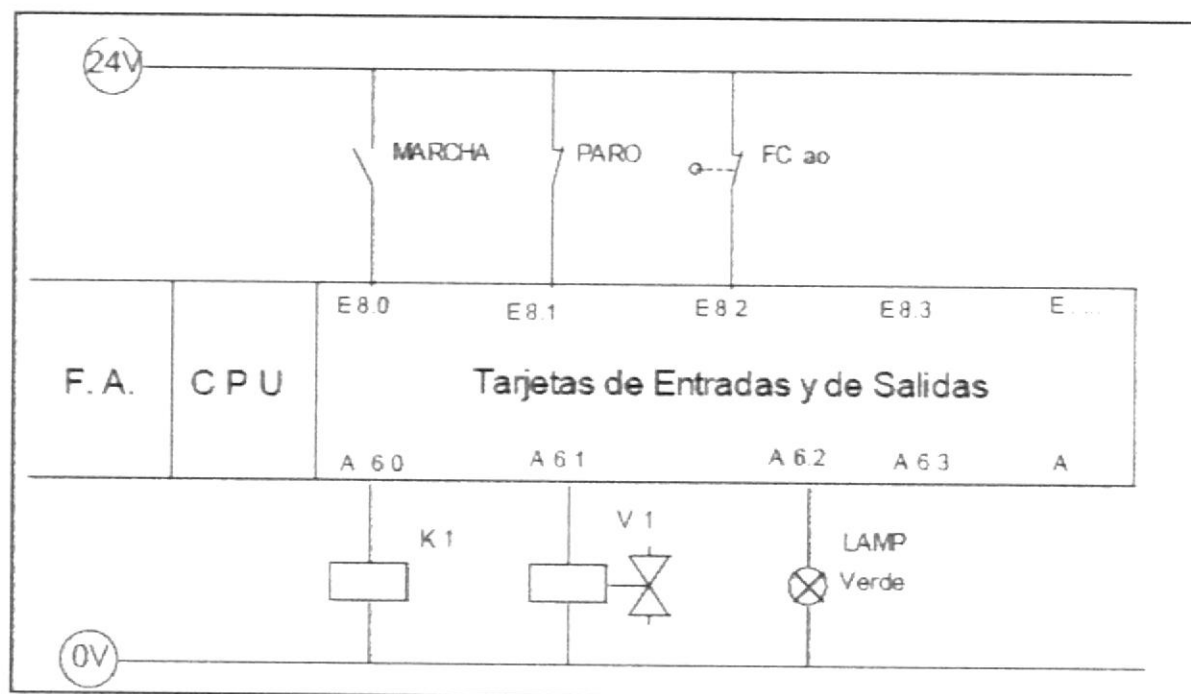


Figura 10. Diagrama de conexión de E/S al PLC

En automatismos de cierta complejidad, la lógica cableada que se hacía antes con pulsadores, relés, temporizadores....., se hace ahora con Automatas Programables (PLCs). Toda la lógica la lleva el programa de Autómata, y solo hay que hacer las conexiones directas de las Entradas y las Salidas, según se ve en la figura. Los 0-24 V son de la propia FA del Autómata si el consumo no es elevado; en caso contrario, las salidas del Autómata irían a relés y a través de los contactos de estos, se hace la alimentación externa de las válvulas, lámparas, etc. Aparte de estas conexiones, cada autómata, lleva un esquema de las conexiones que hay que hacer de la F.A. a las tarjetas y otros módulos que pueda llevar el autómata.

### **3.4 Programación del PLC**

#### *3.4.1 Lenguajes de programación*

Los lenguajes de programación KOP, AWL y FUP para S7-300/400 son parte integrante del software estándar.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. La sintaxis de las instrucciones es similar a la de un esquema de circuitos. KOP permite observar la circulación de la corriente a través de contactos, elementos complejos y bobinas.
- AWL (lista de instrucciones) es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina. En un programa creado en AWL, las instrucciones equivalen en gran medida a los pasos con los que la CPU ejecuta el programa. Para facilitar la programación, AWL se ha ampliado con estructuras de lenguajes de alto nivel (tales como accesos estructurados a datos y parámetros de bloques).
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación gráfico que utiliza los cuadros del álgebra booleana para representar la lógica. Asimismo, permite representar funciones complejas (p.ej. funciones matemáticas) mediante cuadros lógicos.

#### *Lenguajes de alto nivel*

Para programar los sistemas de automatización SIMATIC S7-300 se dispone de los siguientes lenguajes opcionales:

- S7-GRAPH es un lenguaje de programación que permite describir cómodamente controles secuenciales (programación de cadenas secuenciales) dividiendo el proceso en diferentes etapas. Estas últimas contienen sobre todo acciones para controlar las salidas. El paso de una etapa a otra se controla mediante condiciones de transición.
- S7-HiGraph es un lenguaje de programación que permite describir cómodamente los procesos asíncronos y no secuenciales en forma de grafos de estado. Para ello se divide la instalación en unidades funcionales que pueden adoptar diversos estados. Las unidades funcionales se pueden sincronizar mediante el intercambio de mensajes.
- S7-SCL es un lenguaje textual de alto nivel según la norma DIN EN 61131-3. Contiene estructuras similares a las de los lenguajes de programación Pascal y C. Por consiguiente, S7-SCL es especialmente apropiado para los usuarios que ya estén acostumbrados a utilizar lenguajes de

nivel superior. S7-SCL se puede utilizar p.ej. para programar funciones repetitivas o muy complejas.

### 3.4.2 Software

El software comprende todas las herramientas informáticas utilizadas para la programación, control y monitoreo del sistema, también para el análisis, tratamiento y resguardo de los datos generados.

Step 7: para programación del PLC

Simatic WinCC (HMI) / Web Navigator

Sistema SCADA

Base de datos relacional MySQL

#### Step 7

El software de programación y configuración Step 7, permite gestionar el autómata programable Simatic S7-300. La configuración del hardware se realiza tanto en la CPU con sus módulos de E/S, como en los diferentes componentes de la red Profibus.

El software de programación corre bajo cualquier PC con plataforma Windows 98 o superior.

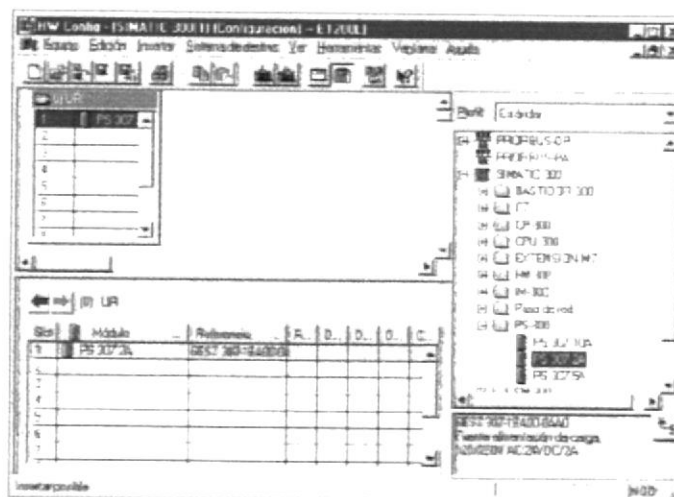


Figura 11. Presentación de la ventana de trabajo del Step 7



Algunas funciones del Step 7 son:

- Configuración y parametrización del hardware.
- Establecimiento de comunicaciones.
- Programación.
- Documentación
- Diagnóstico de dispositivos.

## CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

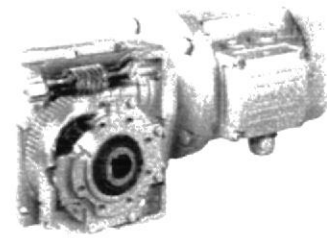
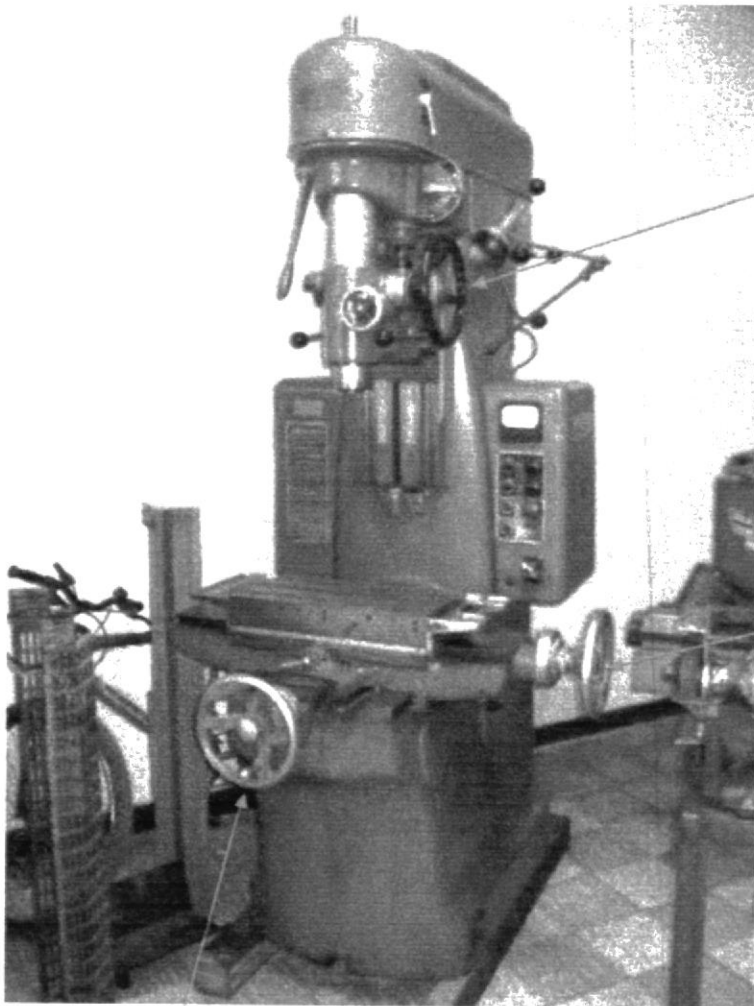
### *4.1 Planteamiento de la tarea*

Se desea automatizar mediante PLC S7 300 el proceso de perforación de bridas por medio de un taladro industrial. Para ello se deberá realizar un programa de control secuencial partiendo de la estructura de la maquina herramienta y de un diagrama de funciones ya establecidos.

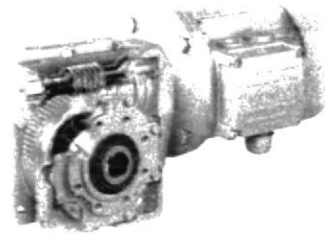
#### *4.1.0 Estructura de la maquina herramienta*

El taladro industrial está compuesto de los siguientes elementos:

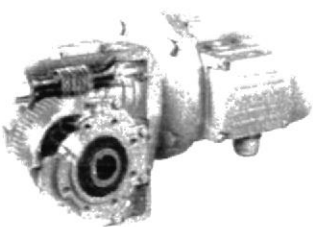
- Motor que hace girar el husillo porta herramienta (broca)
- Mesa para taladro con movimiento en dos ejes
- Motor que acciona el avance de la mesa en el eje x (mov. izquierda / derecha)
- Motor que acciona el avance de la mesa en el eje y (mov. adelante / atrás)
- Motor que acciona el avance en el eje z (mov. arriba / abajo del usillo)
- Mesa giratoria con encoder de 15° de resolución accionada mediante motor
- Elemento de sujeción



**MOTOR QUE ELEVA Ó BAJA EL  
USILLO**



**MOTOR QUE MUEVE LA MESA  
HACIA LA IZQUIERDA Ó  
DERECHA**



**MOTOR QUE MUEVE LA MESA  
HACIA ADELANTE Ó ATRÁS**

**Figura 12. Vista del taladro industrial**

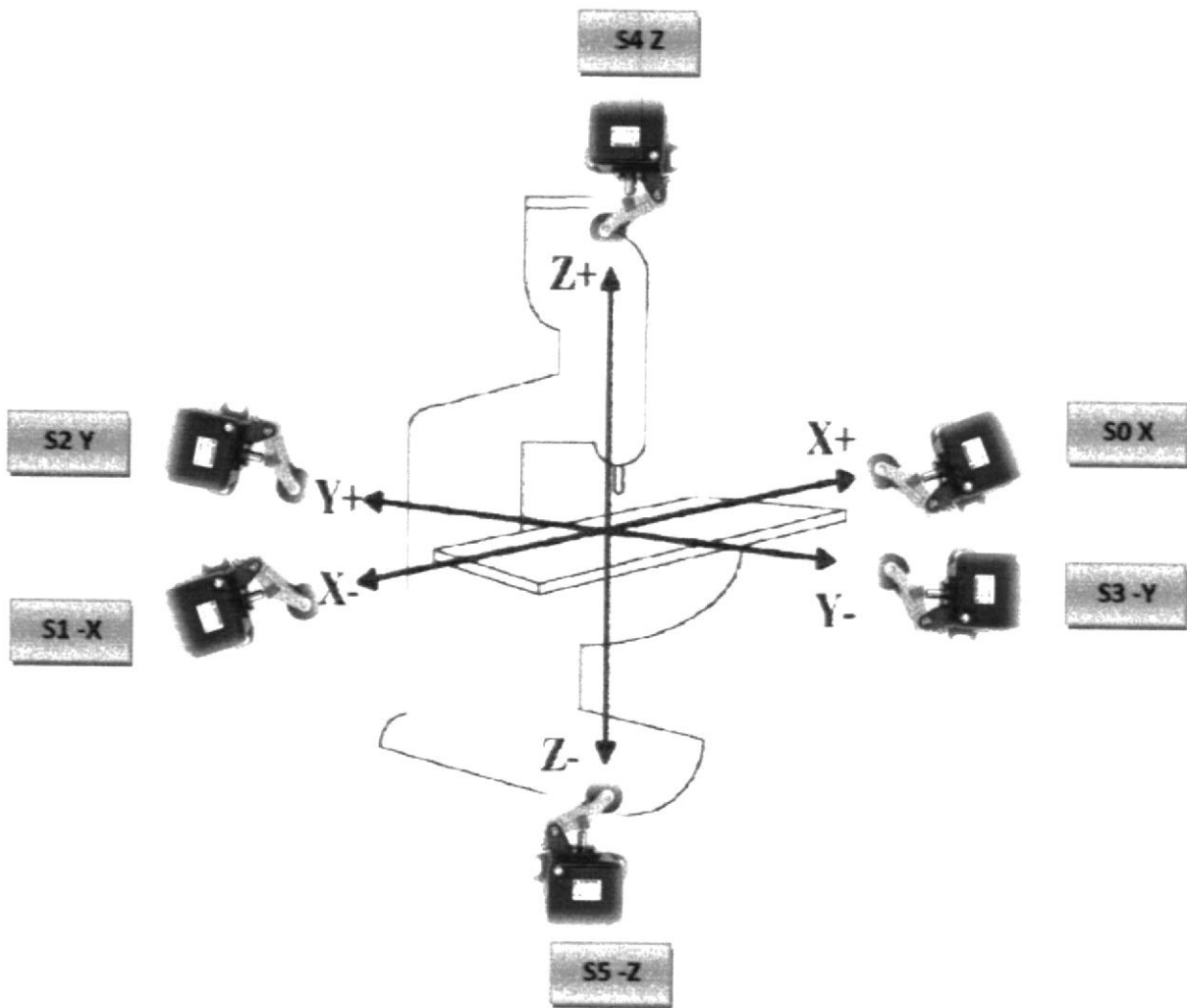


Figura 13. Esquema de los movimientos del taladro con sus respectivos finales de carrera



Figura 14. Mesa giratoria accionada por motor eléctrico con elemento de sujeción incorporado



#### 4.1.1 descripción del control de accionamiento manual

El control de accionamiento manual es el encargado de enviar las señales ya sea de marcha, paro, selección manual automático, etc. al PLC. El control Consta de los siguientes dispositivos:

- Switch de tres posiciones para selección manual, STOP (0) o automático
- Pulsador para accionar avance izquierda
- Pulsador para accionar avance derecha
- Pulsador para accionar avance adelante
- Pulsador para accionar avance atrás
- Pulsador para accionar descenso de usillo\*
- pulsador para accionar ascenso de usillo

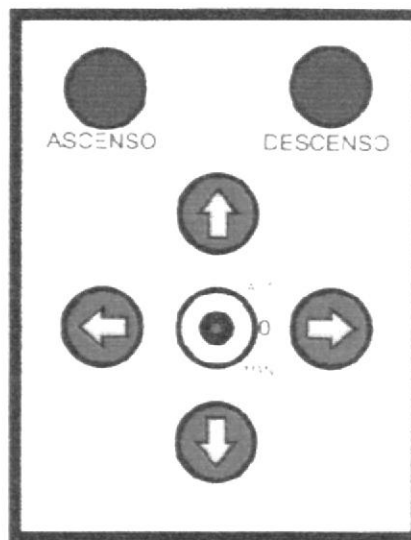


Fig. 15. Esquema del control de accionamiento manual

\*Con este pulsador el operador puede parametrizar el número de agujeros que desea realizar en la brida.

∞Con este pulsador el operador puede hacer girar la mesa para encerrarlo cuando esta en STOP.

#### *4.1.2 Pasos para seleccionar el número de agujeros a realizar en una brida*

Con este proyecto, la programación permitirá al operador elegir perforaciones de 4, 6 y 8 agujeros en las respectivas bridas.

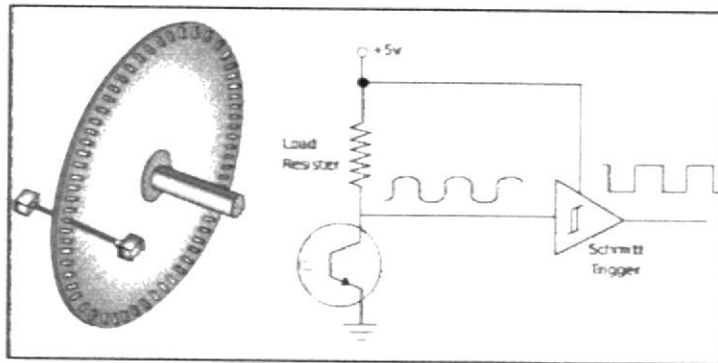
Si el operador desea una brida de 4, 6 u 8 agujeros deberá hacer lo siguiente:

- La maquina tiene que estar en la posición inicial
- El switch debe estar en posición STOP
- El operador parametriza el número de agujeros que desea hacer mediante el pulsador que acciona el descenso del usillo (si desea hacer 4 agujeros, acciona el pulsador 4 veces)
- El switch cambia a la posición modo automático y arranca el proceso
- para resetear la parametrización de agujeros, se debe poner el switch en la posición manual y volver a STOP

#### *4.1.3 Funcionamiento del encoder*

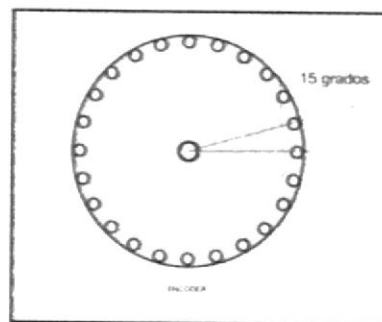
El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o usillos. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), Controladores Lógicos Programables (PLC), sistemas de control etc. las aplicaciones principales de estos transductores están en las máquinas herramientas o en la elaboración de materiales, en los robots, en los sistemas de motores, en los aparatos de medición y control. En los encoders de producción ELTRA, la detección del movimiento angular se ejecuta en base al principio de exploración fotoeléctrica. El sistema de lectura se basa en la rotación de un disco graduado con espacios transparentes (agujeros). Este conjunto esta iluminado de modo perpendicular por una fuente de luz infrarroja. El disco proyecta de este modo su imagen sobre la superficie de un receptor (foto transistor) convirtiéndola en señales eléctricas.





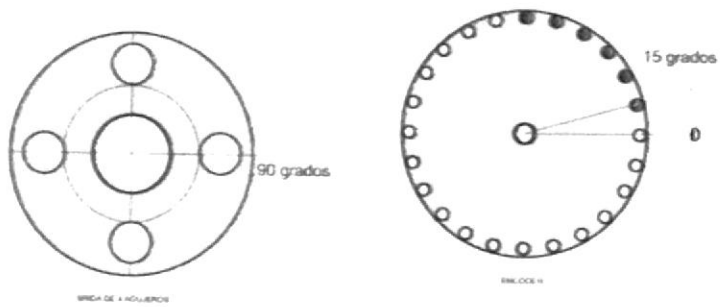
**Figura 16. Funcionamiento del encoder**

El encoder de este proyecto tiene una resolución de  $15^\circ$ , es decir que cada espacio transparente esta separado  $15^\circ$



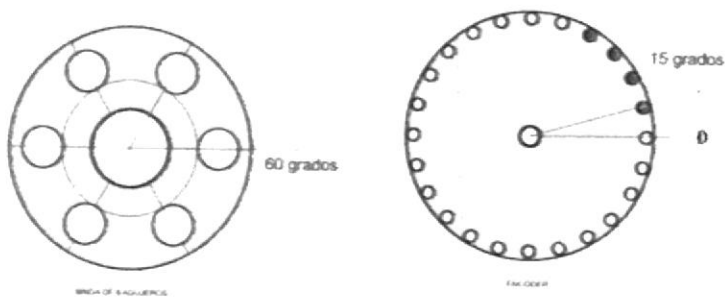
**Figura 17. Disco óptico**

Al momento que el taladro perforó el primer agujero y el usillo haya llegado a la posición superior, el motor acciona la mesa giratoria, comenzando el encoder a producir un pulso eléctrico cada vez que se haya desplazado  $15^\circ$ . Entonces, si se necesita hacer 4 perforaciones, cada agujero estará separado  $90^\circ$ , en consecuencia, por cada 6 pulsos del encoder, el PLC dará la orden de descender el usillo.



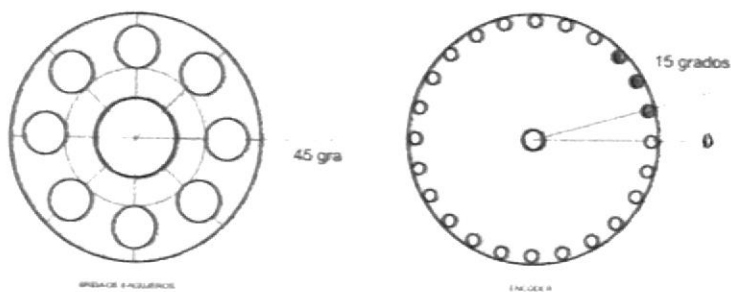
**Figura 18. Brida de 4 agujeros**

Si se necesita hacer 6 perforaciones, cada agujero estará separado  $60^\circ$ , en consecuencia, por cada 4 pulsos del encoder, el PLC dará la orden de descender el usillo.



**Figura 19. Brida de 6 agujeros**

Si se necesita hacer 8 perforaciones, cada agujero estará separado  $45^\circ$ , en consecuencia, por cada 3 pulsos del encoder, el PLC dará la orden de descender el usillo.



**Figura 20. Brida de 8 agujeros**





## **4.2 Estructura del control secuencial**

### *4.2.0 Definición de control secuencial*

Un sistema de control secuencial es un controlador con una inevitable ejecución paso a paso, en la que posteriores fases de un paso dependen de futuras condiciones, las cuales tienen lugar en un paso ya planeado. La secuencia de pasos puede ser programada de un modo especial, por ejemplo, con saltos, bucles, ramas.

Existen dos tipos de sistemas de control secuencial:

#### *Sistemas de control secuencial dependientes del tiempo*

A través de los sistemas de control secuencial dependientes del tiempo, las posteriores condiciones de operación sólo dependen del tiempo. Para crear condiciones adicionales se pueden utilizar, por ejemplo temporizadores, contadores de tiempo, controladores de tambor, cintas programadas o árboles de levas con un número de revoluciones continua.

#### *Sistemas de control secuencial dependientes del Procesador*

A través de los sistemas de control secuencial dependientes del procesador, las posteriores condiciones de operación sólo dependen de las señales del sistema controlado. Para la creación de las señales, puede utilizarse elementos de señal, tales como finales de carrera, interruptores, pulsadores o sensores. Las señales requeridas pueden ser también ejecutadas a través de funciones de temporizador.

### *4.2.1 Estado inicial del taladro*

El estado inicial quiere decir en qué lugar está el usillo (eje Z), la mesa del taladro con la mesa giratoria (ejes X e Y) y se enuncia como sigue:

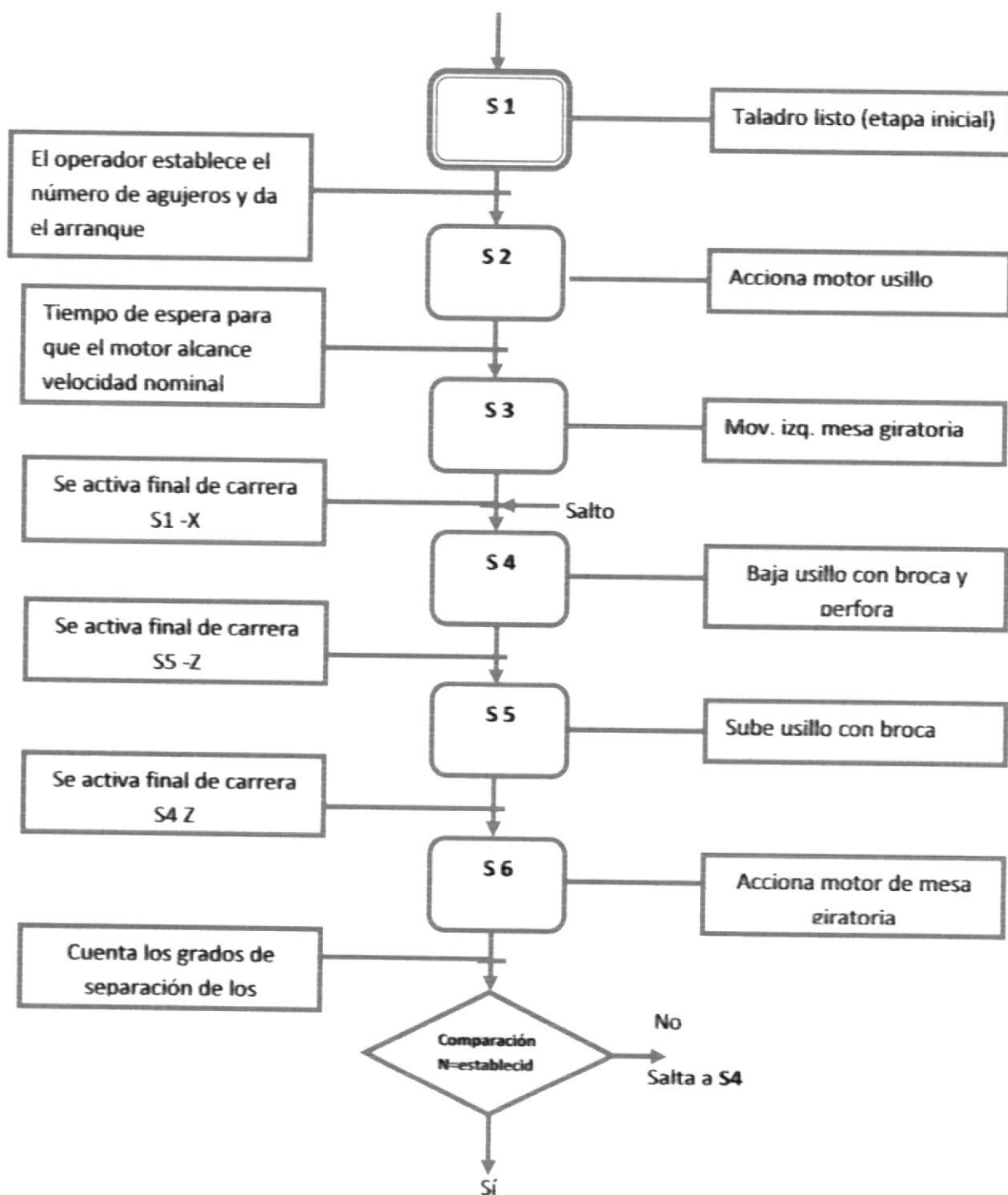
- el usillo se encuentra en la posición superior (Z)
- la mesa giratoria se encuentra en el lado derecho (X)

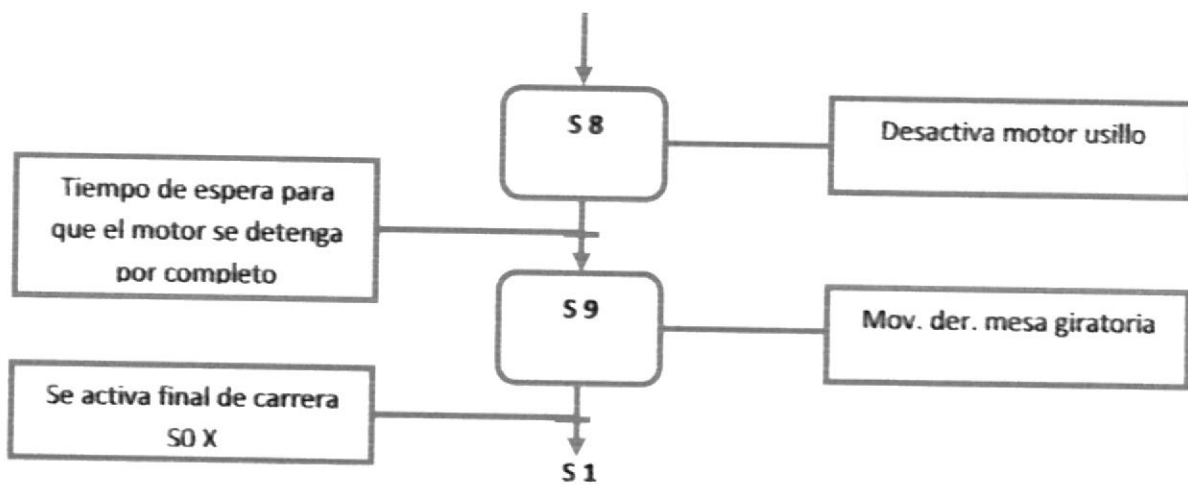
#### 4.2.2 Diagrama de función del proceso de perforación

El proceso de perforación sigue los siguientes pasos:

1. el operador inserta la brida manualmente al elemento de sujeción de la mesa giratoria.
2. Mediante el control, preestablece el número de agujeros a realizar y arranca la maquina (el motor que acciona el usillo se enciende)
3. La mesa giratoria con la brida se desplaza hacia la izquierda (-X)
4. El usillo con la broca desciende y realiza la primera perforación
5. El usillo asciende
6. Se activa el motor de la mesa giratoria moviendo la brida "n" grados
7. Se repite los pasos 4, 5, 6 de acuerdo al número de agujeros a elaborar.
8. El motor del usillo se desactiva
9. La mesa giratoria con la brida perforada se desplaza hacia la derecha (X)
10. El operario saca la pieza terminada

### 4.2.3 Elaboración de la cadena secuencial





#### 4.2.4 Definición de las señales de entrada y salida

El switch, los pulsadores y los finales de carrera serán quienes darán las señales de control y estarán interpretadas por el PLC a través del módulo de entradas digitales. Los relés serán activados de acuerdo a la lógica establecida a través del módulo de salidas digitales. El módulo de entradas/salidas utilizado tiene 16 entradas y 16 salidas. Los valores predeterminados de las direcciones de entrada y salida del módulo del slot 4 son: E0.0 a E0.7, E1.0 a E1.7 y A0.0 a A0.7, A1.0 a A1.7

A continuación se procede a realizar una tabla simbólica de las entradas y salidas absolutas.

**Tabla 1. Tabla de símbolos**

TABLA DE SIMBOLOS PARA PROYECTO DE TALADRADO AUTOMATIZADO			
SIMBOLO	DIRECCION	TIPO DE DATO	COMENTARIO
<b>ENTRADAS DEL PROGRAMA (E)</b>			
S0 X	E0.0	BOOL	final de carrera mov derecha
S1 -X	E0.1	BOOL	final de carrera mov izquierda
S2 y	E0.2	BOOL	final de carrera mov atrás
S3 -y	E0.3	BOOL	final de carrera mov adelante
S4 Z	E0.4	BOOL	final de carrera mov arriba
S5 -Z	E0.5	BOOL	final de carrera mov abajo
S6 OPTO	E0.6	BOOL	señal de encoder
S7- FCO	E0.7	BOOL	sensor de encero
SWITCH AUTO	E1.0	BOOL	selección moda automático
J X	E1.1	BOOL	pulsador mov. mesa derecha
J -X	E1.2	BOOL	pulsador mov. mesa izquierda
J Y	E1.3	BOOL	pulsador mov. mesa adelante
J -Y	E1.4	BOOL	pulsador mov. mesa atrás
PJ Z	E1.5	BOOL	pulsador sube usillo
PJ-Z	E1.6	BOOL	pulsador baja usillo
SWITCH MANU	E1.7	BOOL	selección moda manual
<b>SALIDAS DEL PROGRAMA (A)</b>			
MOV -Y	A0.0	BOOL	enciende motor 1 (adelante)
MOV Y	A0.1	BOOL	enciende motor 1 (atras)
MOV -X	A0.2	BOOL	enciende motor 2 (izquierda)
MOV X	A0.3	BOOL	enciende motor 2 (derecha)
MOV-Z	A0.4	BOOL	enciende motor 3 (abajo)
MOV Z	A0.5	BOOL	enciende motor 3 (arriba)
TURN D	A0.6	BOOL	enciende motor plato divisor
DRILL ON	A0.7	BOOL	enciende motor de taladro

### 4.3 Elaboración del programa en el Administrador SIMATIC

Como ya sabemos el Administrador SIMATIC gestiona todo los datos pertenecientes al proyecto de automatización, independientemente del sistema de destino (S7/M7/C7) donde se encuentren. El Administrador SIMATIC arranca automáticamente las herramientas necesarias para tratar los datos seleccionados.

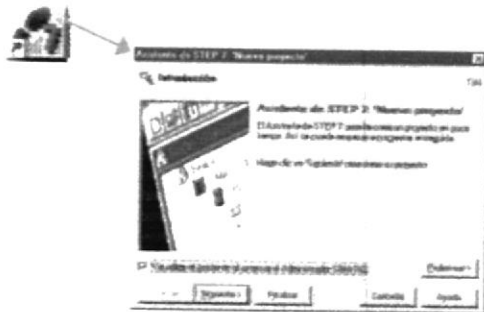


Figura 21. Ventana de inicio del Administrador SIMATIC STEP 7

Luego se procede a configurar el hardware del equipo, almacenamiento y compilación, una vez hecho esto, podemos cargar el hardware en el módulo.

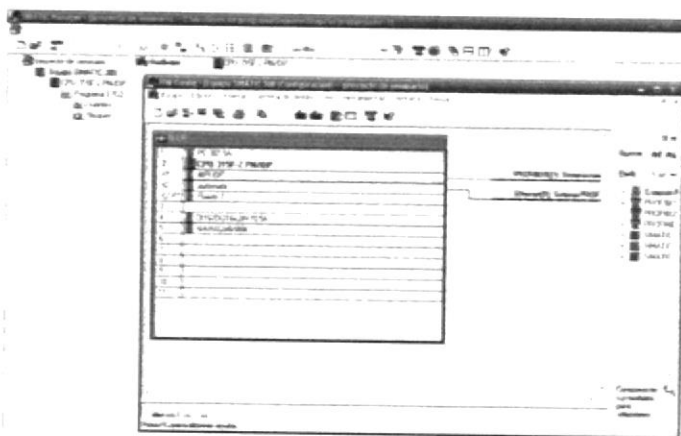


Figura 22. Ventana de HW Config para establecer el hardware

Después que el hardware ha sido configurado, ya podemos comenzar a elaborar el programa de control secuencial. El segundo paso a dar es generar una tabla de símbolos para la fácil identificación de las entradas, marcas y salidas que se activan y desactivan en el proceso.

En el SIMATIC MANAGER desplegamos la CPU 315, hacemos click en programas y damos doble click en Símbolos. Introducimos los símbolos ya dados y guardamos.

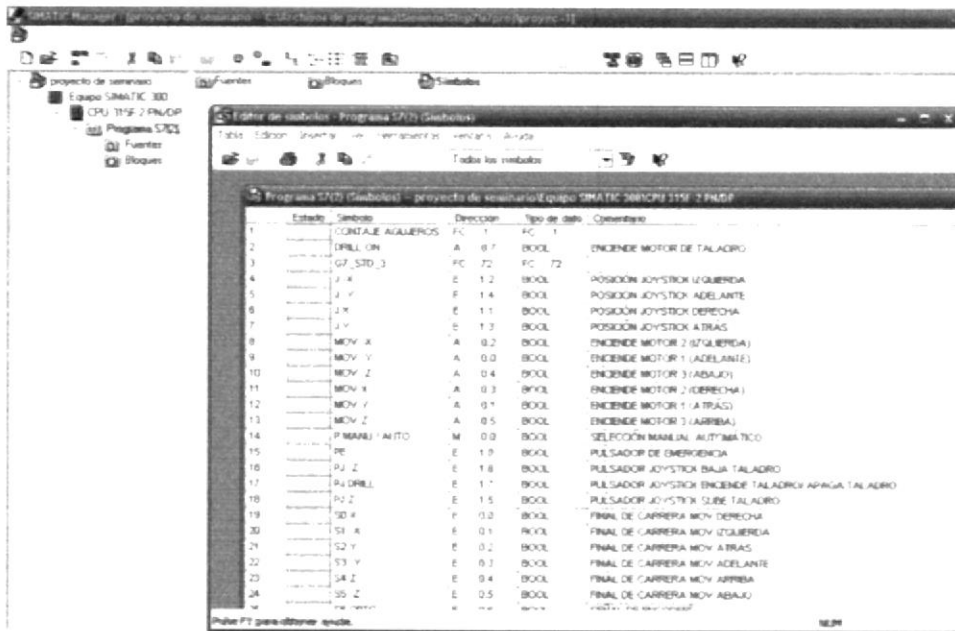


Figura 23. Ventana del editor de símbolos

El tercer paso es proceder a insertar los bloques de función que contienen la lógica del control.

Damos click en programas, vamos a bloques, hacemos click derecho y elegimos *insertar nuevo objeto "bloque de función"*

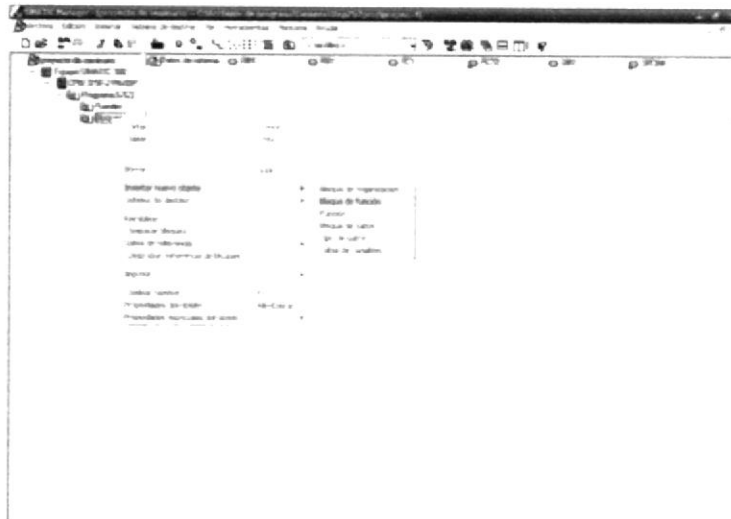


Figura 24. Pasos para insertar un bloque de función

Cuando se genera un bloque de función hay que determinar en las propiedades del objeto con qué lenguaje de programación se desea crear el bloque. En este caso se debe seleccionar el lenguaje GRAPH.

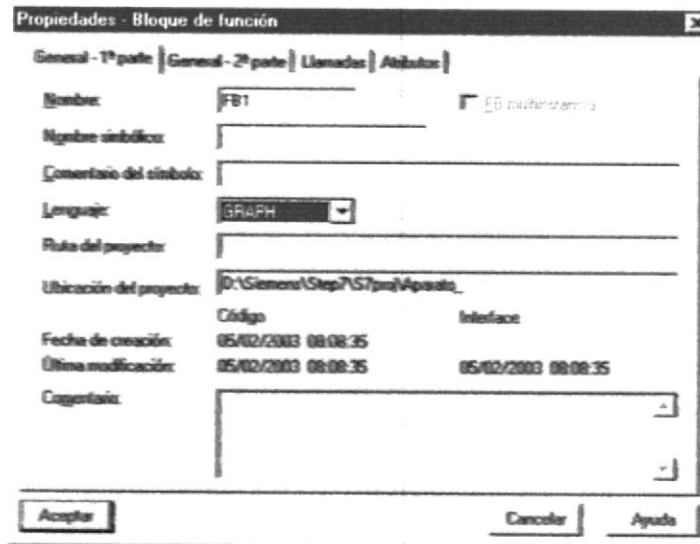


Figura 25. Ventana de propiedades del bloque de función



Para ingresar la secuencia de control hacemos doble click en el bloque FB1 y automáticamente se abrirá la ventana de S7 GRAPH.

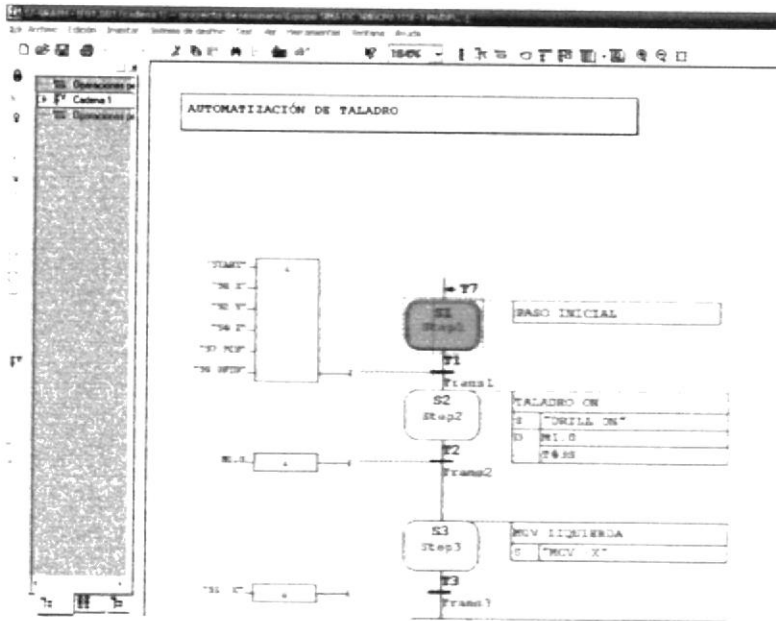


Figura 26. Ventana del S7 GRAPH

Terminado el control secuencial se procede a guardar, pero primero hay que modificar algunos parámetros del mismo. Estando en S7 GRAPH damos click en herramientas- preferencias del bloque y parametrizamos lo siguiente:

Parámetros de FB a **Mínimos**.

Configuramos Ejecución a **Completa**, de manera que el bloque de función contenga los FCs estándar.

Hacemos click en **Sincronización**.

Aceptamos, guardamos y procedemos a cerrar S7 GRAPH

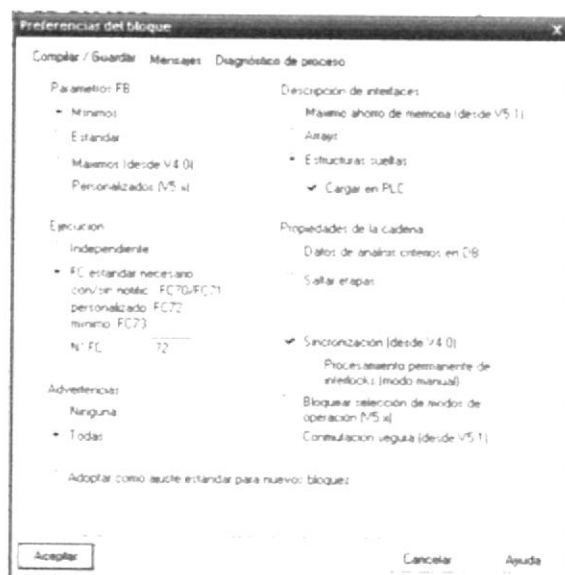


Figura 27. Ventana "Preferencia del bloque"

En el bloque de organización OB1 se encuentra el programa principal, y para que se ejecute el bloque FB1 hay que insertarlo dando un doble click en FB1

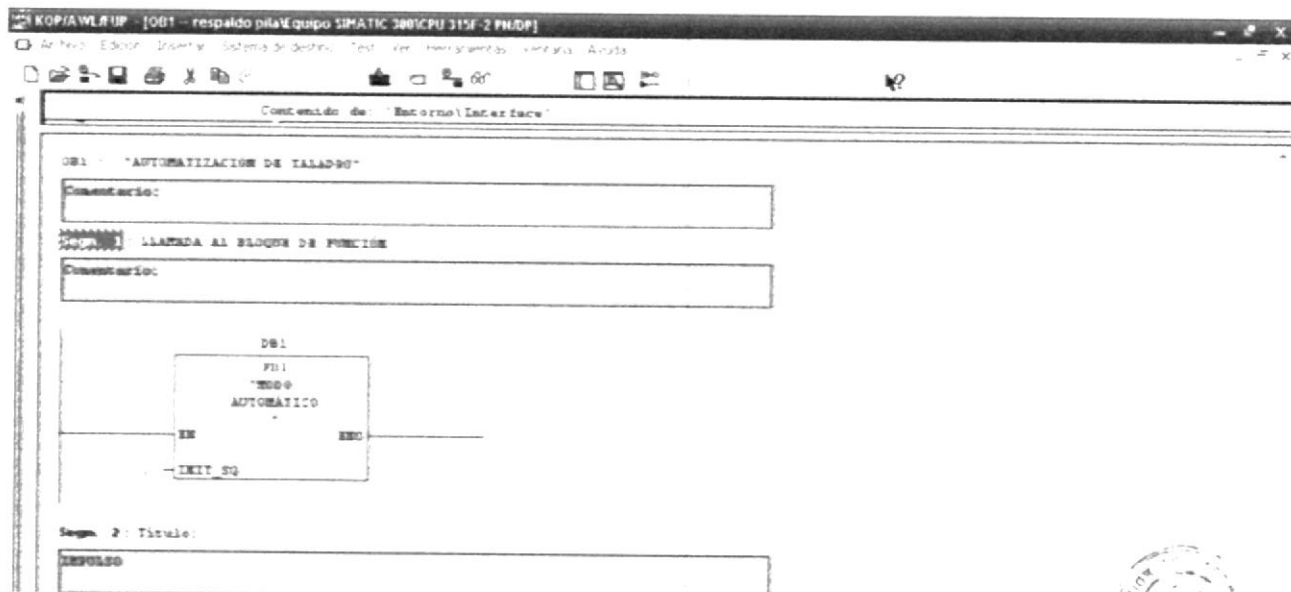


Figura 28. Bloque de organización OB1

En la etapa inicial del control secuencial, el programa permite seleccionar al operador el modo de trabajo de la maquina, en automático o manual.

Si el operador seleccionó el modo automático y desea operar en modo manual, deberá esperar a que se termine todo el proceso y vuelva al inicio.

Si esta en modo manual y se necesita trabajar en modo automático, el operador deberá primeramente colocar el usillo y la mesa giratoria encerrada en la posición inicial, caso contrario el proceso no comenzará.

Si existiera alguna falla en cualquier etapa del proceso, el operador deberá colocar el switch en posición STOP para desactivar todos los movimientos de la maquina. Si se solucionó el problema el proceso continuará desde donde se paró cambiando nuevamente el switch a la posición automático.

Los bloques FC1, FC2, FC3 y FC4 contienen la lógica para el conteo de ángulos que provee el encoder, el conteo de perforaciones, que incrementa en una unidad cada vez que el usillo llega a la posición inferior, la comparación que verifica que se ha realizado el número de agujeros preestablecido por el operador y el funcionamiento en modo manual del taladro.



**Figura 29. Vista de los bloques que componen el programa**

## BIBLIOGRAFÍA

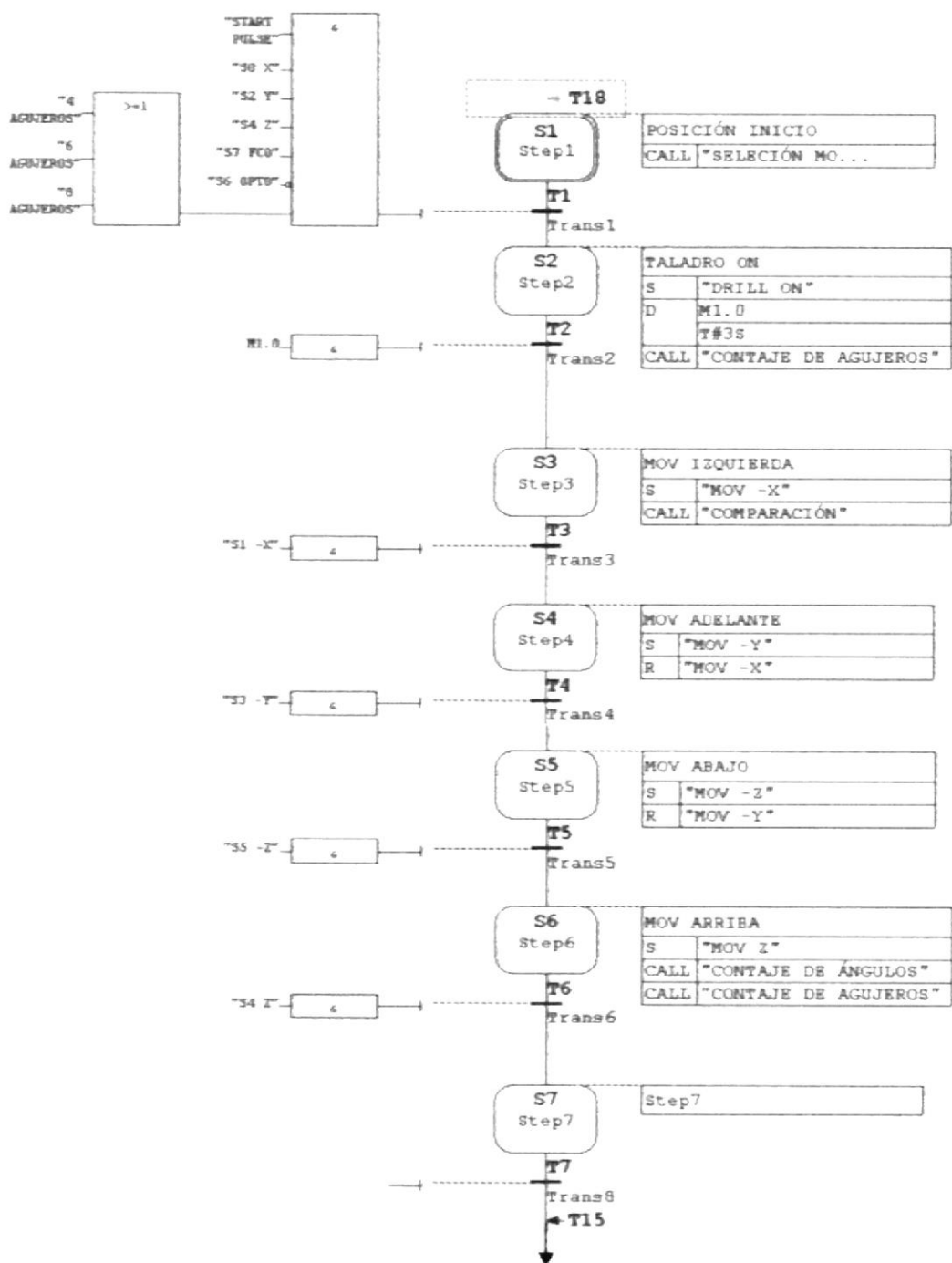
1. **SIEMENS** Programar con STEP 7 V5.3 Manual Edición 01/2004 A5E00261426-01
2. **SIEMENS** S7-GRAPH para S7-300/400 Programación de controles secuenciales Manual Edición 02/2004 A5E00290660-01
3. **SIEMENS** S7-300 CPU 31xC y CPU 31x: Configuración Instrucciones de servicio 08/2009 A5E00105494-10

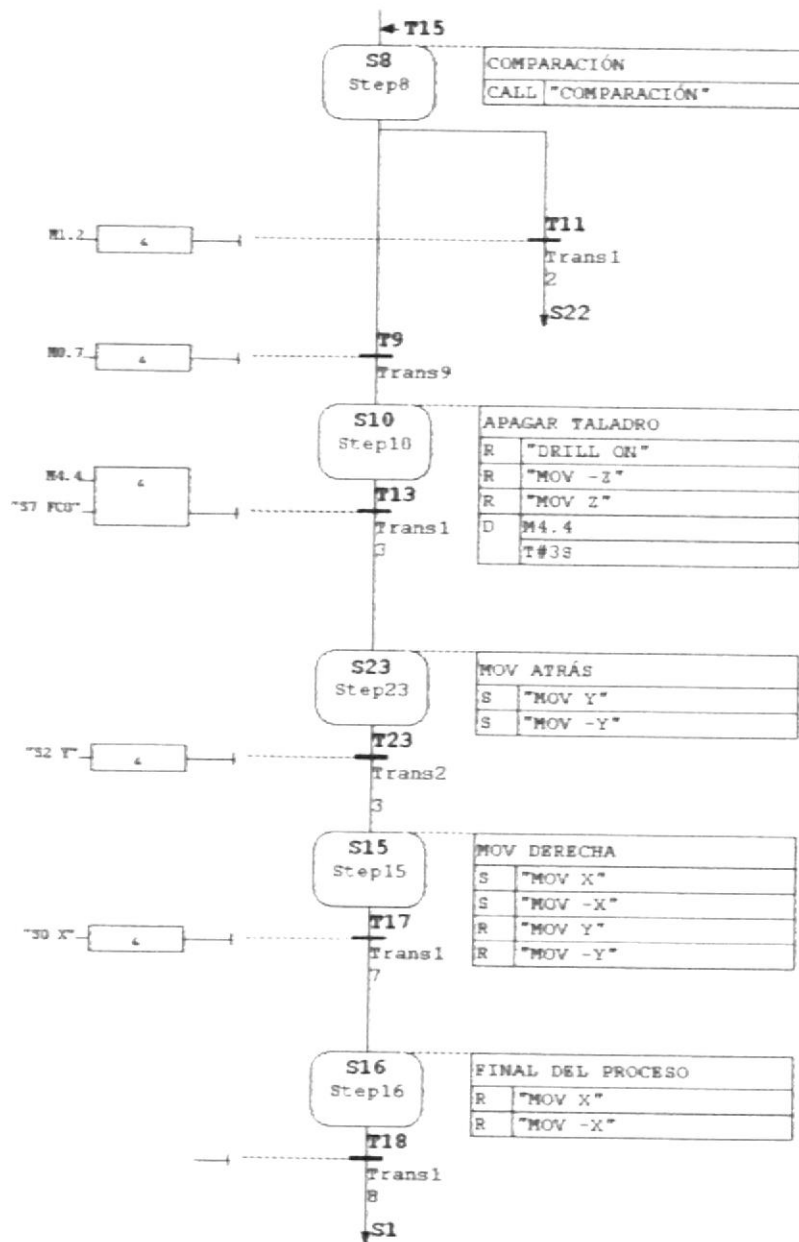
## ANEXOS



# Anexo 1. Programa en S7 GRAPH del bloque de función FB1

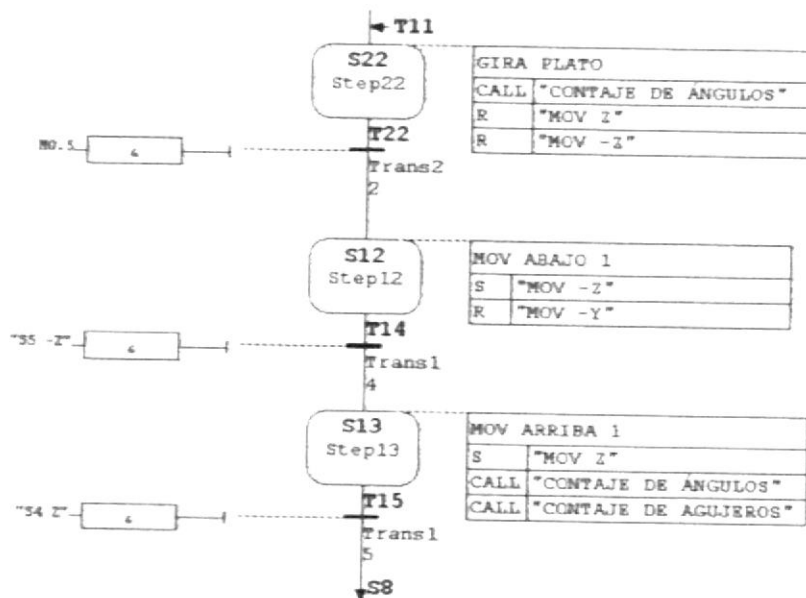
## Cadena 1





Cadena 2

AUTOMATIZACIÓN DE TALADRO

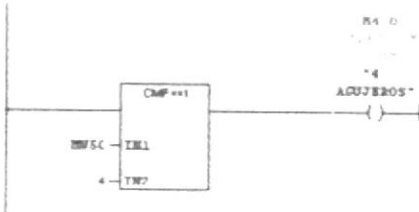






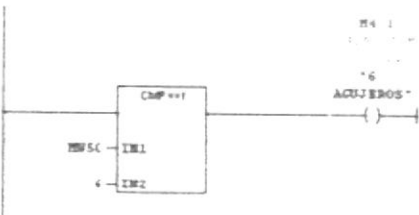
Segn. 4. Titulo:

Comentario:



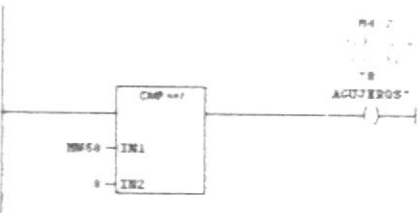
Segn. 5. Titulo:

Comentario:



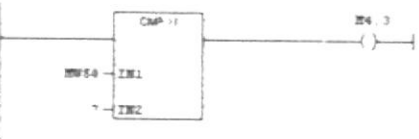
Segn. 6. Titulo:

Comentario:



Segn. 7. LIMITE DE SELECCION

Comentario:



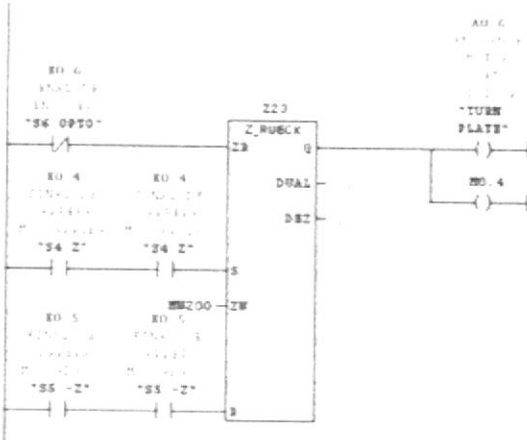
INFORMÁTICA  
TECNOLOGIAS



# ANEXO 4. Programa del bloque función FC1

CONTADOR 1

Comentarios:



Segn. 2 Titulo

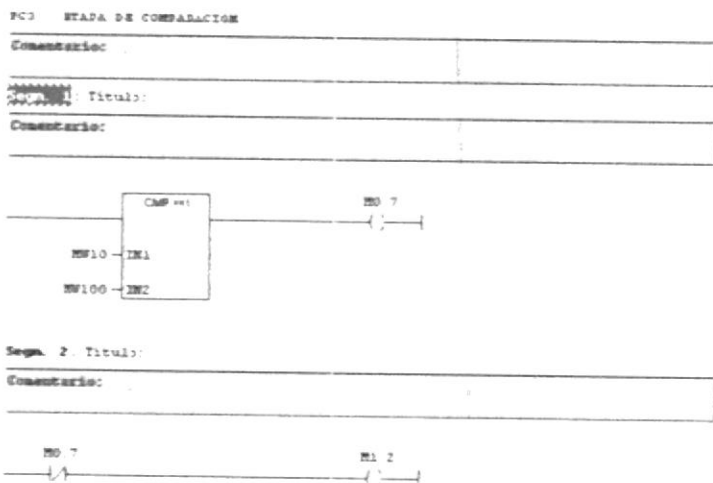
Comentarios:



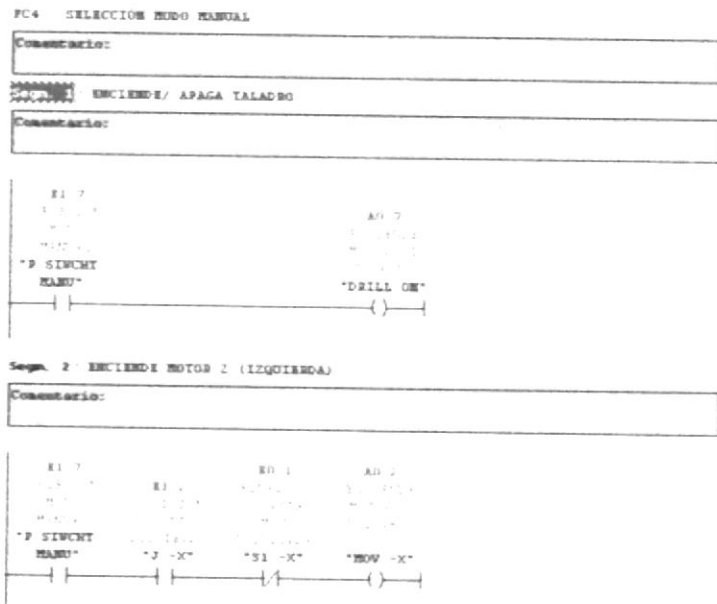
Handwritten notes and stamps, including a circular stamp and some illegible text.



## ANEXO 6. Programa del bloque función FC3

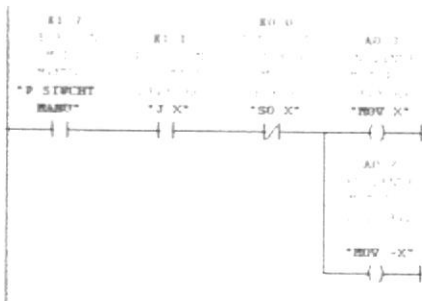


## ANEXO 7. Programa del bloque función FC4



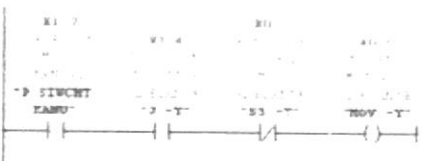
Segn. 3 ENCLENDE MOTOR 2 (DERECHA)

Comentario:



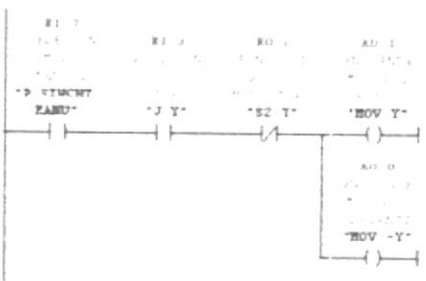
Segn. 4 ENCLENDE MOTOR 1 (ADELANTE)

Comentario:



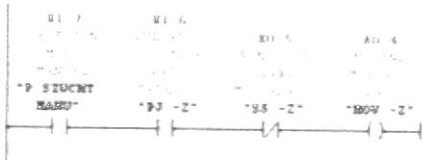
Segn. 5 ENCLENDE MOTOR 1 (ATRÁS)

Comentario:



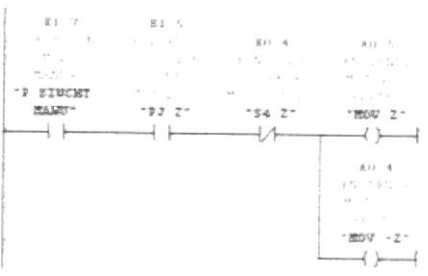
Seqa. 6: EXCINHO MOTOR 3 (ABR10)

Comentário:



Seqa. 7: EXCINHO MOTOR 3 (ABR10)

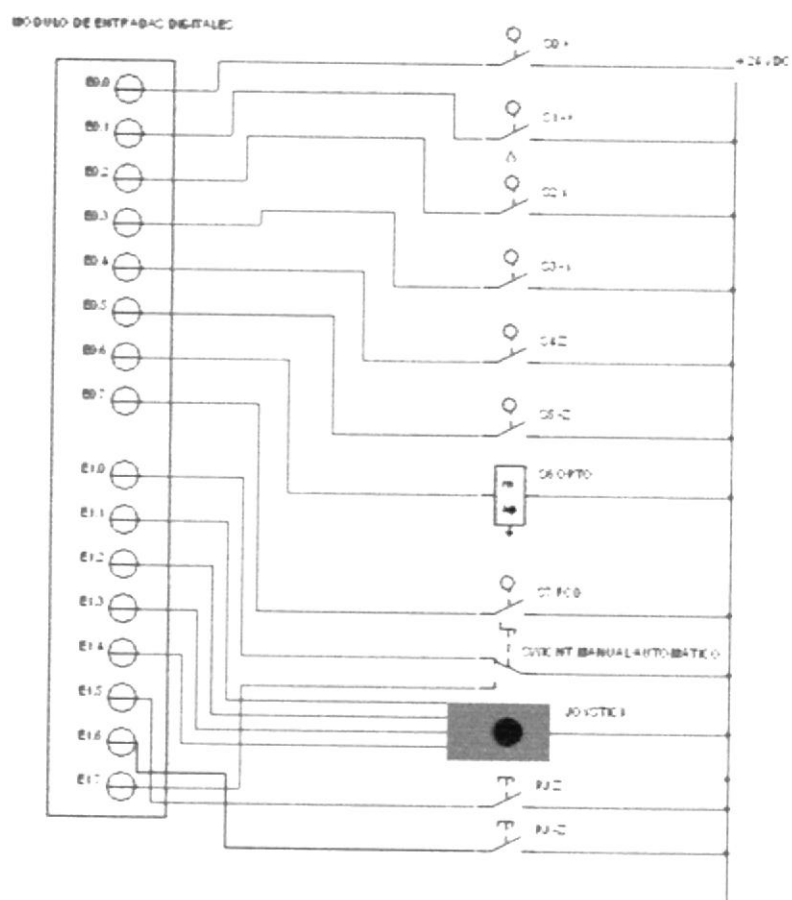
Comentário:



Handwritten text or signatures at the bottom right of the page.



## Anexo 8. Diagrama de conexión eléctrica entre los elementos de control y el módulo de entrada del PLC S7 300



## Anexo 9. Diagrama de conexión eléctrica entre los relés y el módulo de salida del PLC S7 300

