

**SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EMPACAR
AREQUIPE**

PRESENTADO POR:

**LORENZA OROZCO MADRID
SARA QUINTERO CHAGUALA**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PEREIRA- RISARALDA
2015**

**SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EMPACAR
AREQUIPE**

PRESENTADO POR:

**LORENZA OROZCO MADRID
SARA QUINTERO CHAGUALA**

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR: ING. ARLEY BEJARANO MARTINEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PEREIRA- RISARALDA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Gracias especiales

A mi Madre y Hermanas por el apoyo incondicional y la motivación

A mi tía Patricia por brindarme esta oportunidad

A mi Padrino por ser mucho más que eso

A mi Tío Victor por su apoyo y ánimo

A mis abuelas Judith y Yolanda, guerreras de corazón

A toda mi familia por brindarme su amor y ser parte de mí y este logro.

Gracias

A Lorenza por ser compañera en este viaje y volverlo aprendizaje

A don Gus por su amistad, cariño y respaldo en todo momento

A Julián su apoyo y compañía

A Alejandro su guía, acompañamiento y energía

A Jorge mi padre

Al Ingeniero Arley por su paciencia, asesoramiento y ayuda

Al Ingeniero Edwin su respaldo y acompañamiento.

Gracias infinitas a mi Padre, hermanos y en especial a mi madre por sus oraciones y su presencia en cada paso de mi vida.

Gracias

A Sara por esperar, aguantar, ser mi amiga y compañera en este logro

A don Gus por su colaboración y amistad

A Adriana por su amistad y compartir su bonita energía

A un gigante encontrado durante este proceso y sus ánimos para que logrará cerrar este ciclo y poder así mencionar una frase "mereces lo que sueñas"

Al ingeniero Arley por comprendernos, entendernos y no abandonarnos

Al ingeniero Edwin por su apoyo.

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	9
2. INTRODUCCION.....	10
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	12
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
6. MARCO DE REFERENCIA.....	14
6.1. ANTECEDENTES DE LA SIMULACIÓN POR ORDENADOR.....	14
6.2. ANTECEDENTES DEL AUTOMATISMO.....	16
6.3. TRABAJOS DE GRADO CONSULTADOS.....	16
7. GUIA GEMMA.....	18
7.1. GRUPO F PROCESO EN FUNCIONAMIENTO (ESTADOS POSIBLES).....	19
7.2. GRUPO A PROCESO EN PARADA O PUESTA EN MARCHA.....	19
7.3. GRUPO D PROCESO EN DEFECTO.....	20
8. AUTOMGEN.....	21
8.1. BARRA DE MENÚ.....	22
8.2. BARRA DE HERRAMIENTAS.....	24
8.3. EXPLORADOR.....	24
8.4. ESPACIO DE TRABAJO.....	30
8.5. VENTANA DE MENSAJES.....	31
9. DISEÑAR UN PROGRAMA CON LENGUAJE GRAFCET.....	31
9.1. DISEÑAR CON EL ASISTENTE.....	31
9.2. DISEÑAR CON EL MENÚ CONTEXTUAL.....	34
9.3. DISEÑAR CON LA PALETA.....	34
9.4. PARTES DEL GRAFCET.....	35
9.5. AÑADIR SÍMBOLOS.....	37
9.6. EJECUTAR UNA APLICACIÓN.....	40
9.7. COMPILADOR.....	42
10. IRIS 2D.....	43
10.1. OBJETO IRIS 2D.....	43

10.1.1.	Añadir un objeto IRIS 2D	43
10.1.2.	Modificar las propiedades de un objeto escritorio IRIS 2D	44
10.2.	AÑADIR UN OBJETO IRIS 2D A UN ESCRITORIO	49
10.2.1.	Pestaña “aspecto”	50
10.2.2.	Pestaña “enlaces”	51
10.2.3.	Pestaña “bitmap”	51
10.2.4.	Pestaña “colores”	52
10.2.5.	Pestaña “captador”	52
10.3.	SUPRIMIR UN OBJETO IRIS 2D	52
10.4.	MOSTRAR U OCULTAR UN OBJETO IRIS 2D	53
10.5.	COPIAR Y PEGAR UN OBJETO IRIS 2D	54
11.	DISEÑO	56
11.1.	PROCESO GENERAL	56
11.2.	PONER VASO	57
11.3.	DEPOSITAR AREQUIPE	58
11.4.	PONER FOIL	59
11.5.	SELLAR FOIL	60
12.	IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA GEMMA	61
13.	RESULTADOS	61
13.1.	GRAF CET	61
13.1.1.	Producción normal - automático	61
13.1.2.	Marcha de verificación con orden – semiautomático	62
13.1.3.	Marcha de verificación sin orden - manual	62
13.1.4.	Control principal	62
13.1.5.	Parada de emergencia	62
13.1.6.	Puesta en estado inicial	63
13.2.	SIMULACIÓN IRIS 2D	63
13.2.1.	Indicador	63
13.2.2.	Etapas	64
13.2.3.	Etapas	64
13.2.4.	Etapas	65
13.2.5.	Etapas	65
13.2.6.	Barra de guías de posición y captadores	66

13.2.7. Pupitre de control.....	66
14. IMPLEMENTACIÓN REAL	66
15. CONCLUSIONES.....	67
16. ANEXOS.....	68
16.1. TABLA DE SÍMBOLOS	68
16.2. ANEXO 1	70
16.3. ANEXO 2	76
16.4. ANEXO 3	79
16.5. ANEXO 4	81
16.6. ANEXO 5	82
16.7. ANEXO 6	83
17. REFERENCIAS	84

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Predicción del tiempo.....	15
Figura 2. Entrenamiento de pilotos antes y después.....	15
Figura 3. Modos fundamentales GEMMA.	18
Figura 4. Funciones específicas guía GEMMA.	20
Figura 5. Vista general Automgen.	21
Figura 6. Barra de menú.	22
Figura 7. Pestaña Archivo barra de menú.....	22
Figura 8. Pestaña Edición barra de menú.....	23
Figura 9. Pestaña Visualización barra de menú.....	23
Figura 10. Pestaña Programa barra de menú.	23
Figura 11. Pestaña Herramientas barra de menú.....	24
Figura 12. Pestaña Ventana barra de menú.....	24
Figura 13. Barra de herramientas.....	24
Figura 14. Explorador.	25
Figura 15. Añadir un nuevo folio.....	26
Figura 16. Crear un nuevo folio.....	27
Figura 17. Acceso a las propiedades del folio.....	27
Figura 18. Propiedades del folio.	28
Figura 19. Blancos.	29
Figura 20. Paleta.	30
Figura 21. Espacio de trabajo.....	31
Figura 22. Ventana de mensajes.....	31
Figura 23. Diseño con el asistente.	32
Figura 24. Asistente.	33
Figura 25. Grafcet diseñado con el asistente.	33
Figura 26. Diseño con el menú contextual.....	34
Figura 27. Diseño con paleta.....	35
Figura 28. Etapa inicial y marca de activación.	35
Figura 29. Transición.	35
Figura 30. Etapa normal.....	36
Figura 31. Acciones.	36
Figura 32. Secuencia lineal.	36
Figura 33. Divergencia y convergencia OR.	37
Figura 34. Creación de tabla de símbolos.....	38
Figura 35. Tabla de símbolos.....	38
Figura 36. Añadir símbolos.....	39
Figura 37. Propiedades de un símbolo.....	40
Figura 38. Mensajes al ejecutar una aplicación	41
Figura 39. Mensajes de compilación.....	42
Figura 40. Objeto IRIS 2D.....	43
Figura 41. Añadir objeto IRIS 2D.....	43
Figura 42. Asistente de selección de un objeto.....	44
Figura 43. Propiedades del objeto.....	45

Figura 44. Propiedades del objeto.....	45
Figura 45. Nuevas propiedades del objeto.....	46
Figura 46. Propiedades de los objetos de alto nivel.....	46
Figura 47. Pestaña Aspecto.....	47
Figura 48. Pestaña Bitmap.....	48
Figura 49. Pestaña Hijos.....	48
Figura 50. Añadir un objeto IRIS 2D a un escritorio.....	49
Figura 51. Propiedades de un objeto base tipo “Objeto”.....	50
Figura 52. Suprimir un objeto IRIS 2D.....	53
Figura 53. Mostrar u ocultar un objeto IRIS 2D.....	53
Figura 54. Copiar un Escritorio IRIS 2D.....	54
Figura 55. Pegar un Escritorio IRIS 2D.....	54
Figura 56. Copiar un objeto IRIS 2D.....	55
Figura 57. Pegar un objeto IRIS 2D.....	55
Figura 58. Diagrama de flujo “Proceso general”.....	56
Figura 59. Diagrama de flujo proceso “Poner vaso”.....	57
Figura 60. Diagrama de flujo proceso “Depositar arequipe”.....	58
Figura 61. Diagrama de flujo proceso “Poner foil”.....	59
Figura 62. Diagrama de flujo proceso “Sellar foil”.....	60
Figura 63. Escritorio diseñado en IRIS 2D.....	63
Figura 64. Etapa 1.....	64
Figura 65. Etapa 2.....	64
Figura 66. Etapa 3.....	65
Figura 67. Etapa 4.....	65

1. RESUMEN

Haciendo uso de automgen se realizó la simulación de la automatización de una máquina empacadora de arequipe, este programa cuenta con un simulador en 2D, llamado IRIS, en el cual se llevó a cabo la representación gráfica de la automatización.

Para la automatización se utilizó el lenguaje grafcet, que permite crear un diagrama funcional para su fácil control y seguimiento.

Con ayuda de la guía GEMMA se logró un balance entre las necesidades, el funcionamiento y la seguridad, brindando las facilidades que permiten la creación de un pupitre de control para el manejo y control de todas las funciones de la máquina. Este pupitre se encuentra visible para el usuario en el mismo escritorio de la simulación gráfica, quedando así una simulación automática que puede ser controlada por el operario sin necesidad de involucrarse con el lenguaje de programación.

2. INTRODUCCION

El mundo avanza cada vez más veloz hacia la focalización y la automatización de los procesos y en esto tienen mucho que ver los sistemas de información y la electrónica. Hace algunos años esto era un valor agregado pero ahora es una necesidad básica sin la cual no es posible estar dentro del juego de la competitividad, de ahí la importancia de hacerlo y de hacerlo bien.

El resultado es obtener mayor cantidad de producto terminado por unidad de tiempo, teniendo en cuenta que hacerlo bien implica que esa mayor cantidad de producto no esté sacrificando la calidad y por el contrario esta debe ser aún mejor que elaborarlo con el proceso manual.

Por eso la simulación se vuelve un paso absolutamente imprescindible en este proceso. Un software de simulación en tecnologías de automatización permite al usuario testear sus circuitos y programas sobre un entorno virtual antes de controlar la parte operativa real, constituyendo el complemento ideal para una elaboración con equipos de entrenamiento.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el proceso de dosificación y sellado de arequipe es semi-automático y no se encuentra en una misma línea de producción ya que se encuentra dividido por etapas, primero está el proceso de dosificación que entrega el producto envasado, luego es trasladado manualmente a la línea de sellado donde el operario encargado de la máquina lo deposita, después, ubica el foil sobre el envase para ser adherido por medio de calor con un contacto directo del dispositivo y el producto.

Al tener en el proceso un contacto manual significativo se tienen varias desventajas como son generación de altos costos, baja productividad y es bastante viable que se generen problemas de higiene que aumentan si no se utilizan los debidos elementos de protección. Además el diseño de la máquina de sellado está restringido a solo un tamaño de envase limitando la variedad en el producto y su campo de acción en el mercado.

La automatización de un proceso es la actividad que se lleva a cabo para lograr que las funciones realizadas por humanos sean efectuadas en gran parte por herramientas tecnológicas, optimizando esta función. En la automatización el proceso de simulación es un parte muy significativa para lograr el control automático de los diseños requeridos ya que en esta se puede ver el funcionamiento del modelo de la máquina actuando de manera "real". En este caso específico se realizará el diseño y simulación de la automatización de una máquina para empacar arequipe, con el fin de conocer las características que afectan el sistema y los insumos necesarios para la implementación real.

4. JUSTIFICACIÓN

Las empresas al automatizar los procesos que son tediosos o peligrosos para los trabajadores y que estos puedan ser efectuados por máquinas obtienen ventajas significativas como lo son mayor productividad, seguridad de los trabajadores, minimizar costos, fácil mantenimiento, producciones masivas y de alta calidad.

Al automatizar este proceso se unirán todas las etapas, para que en una sola línea de producción se logre la dosificación y sellado del producto, sin contacto manual directo con el producto mejorando la higiene y evitando contaminaciones. En la segunda fase se implementará sellado por inducción que reduce el costo por unidad, mayor cantidad de envases sellados por minuto, conservación de las características principales del producto, aumentando la caducidad y garantizando la autenticidad e integridad del producto al consumidor.

Por otra parte será implementado en el sistema de control diferentes opciones que permitirán a la línea de producción generar varios tamaños y comprobar el peso exacto de cada uno.

En este proyecto se simulará una máquina de empaque y sellado de arequipe, la simulación permitirá monitorear y controlar cada uno de los pasos para conocer su comportamiento y así poder encontrar mejoras o predecir fallas. Con esto se logrará reducir los costos, pero más allá de este beneficio la simulación se ha convertido en la metodología desarrollada para garantizar una ejecución con menos errores ya que se trata de construir un ambiente parecido al real pero donde las imprecisiones no tienen consecuencias y permiten un aprendizaje que da todas las garantías a un proyecto final mucho mejor.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y simular el proceso automático de una máquina para empaquetar arequipe.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las necesidades y requerimientos del proceso para depositar y sellar arequipe.
- Identificar las necesidades, restricciones y requerimientos del proceso actual.
- Diseñar la máquina para automatizar el proceso de llenado y sellado de arequipe.
- Realizar la simulación verificando que se cumplan los requerimientos y necesidades.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. ANTECEDENTES DE LA SIMULACIÓN POR ORDENADOR

La historia y la evolución de la simulación por ordenador han ido paralelas a la evolución de la Informática. Sus orígenes los encontramos en la segunda Guerra Mundial cuando dos matemáticos, J.VNeumann y S.Ulam, tenían el reto de resolver un problema complejo relacionado con el comportamiento de los neutrones. Los experimentos basados en prueba y error eran muy caros y el problema era demasiado complicado para abordarlo mediante técnicas analíticas. La aproximación que cogieron se basa en la utilización de números aleatorios y distribuciones de probabilidad. El método desarrollado fue llamado "método de Montecarlo" por el paralelismo entre la generación de números aleatorios y el juego de la ruleta.

Durante la Guerra Fría se intensificó el uso de la simulación para resolver problemas de interés militar; trayectorias y dinámicas de satélites artificiales, guiar misiles, entre otros. Muchos de estos problemas exigen la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales. Para abordar estos inconvenientes se utilizaron ordenadores analógicos que usaban elementos electrónicos para resolver las operaciones matemáticas: integración, suma, multiplicación, generación de funciones, etc.

A partir de la década de los 60 empiezan a aparecer en el mercado programas de simulación de sistemas de acontecimientos discretos que poco a poco se empezaron a utilizar para resolver problemas de ámbito civil. Los más destacables fueron el GPSS de IBM (General Purpose System Simulator) y el SIMSCRIPT. Los modelos de acontecimientos discretos son muy utilizados en la actualidad para estudiar problemas de fabricación de procesos, logística, transporte, comunicaciones y servicios. Estos problemas se caracterizan por centrar su interés en los cambios que hay en el sistema como consecuencia de los acontecimientos y en su capacidad para modelar los aspectos aleatorios del sistema [1].

La revolución que se produjo en la informática a partir de los años 80, tiene un impacto importante en la simulación por ordenador. El uso de simuladores se generaliza prácticamente en todos los ámbitos de la ciencia y la ingeniería, por ejemplo:

Predicción del tiempo: el primer modelo numérico de predicción del tiempo que dio resultados positivos fue desarrollado por J. G. Charney, R. Fjörtoft y J. von Neumann con el ordenador "ENIAC" (Electronic Numerical Integrator and Computer). Desde entonces, y especialmente en las últimas dos décadas, se han popularizado estos simuladores para la predicción a corto y largo plazo del tiempo, ver Figura 1.

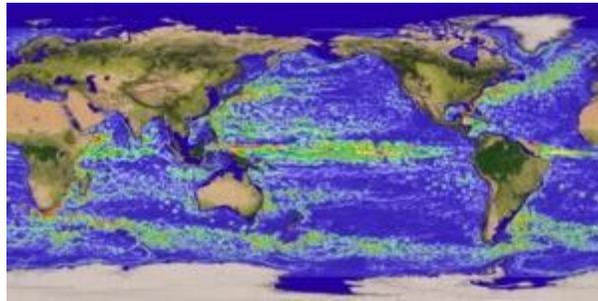


Figura 1. Predicción del tiempo.

Entrenamiento de pilotos: la necesidad de entrenar los pilotos surge ya en los inicios de la aviación. A falta de ordenadores y programas informáticos de simulación, los primeros pilotos se entrenaban con primitivos simuladores físicos. Actualmente, todos los pilotos están obligados a entrenar periódicamente en sofisticados simuladores para estar preparados para resolver cualquier problema que pueda aparecer en el vuelo, ver Figura 2.



Figura 2. Entrenamiento de pilotos antes y después.

Finalmente, en los últimos años, el uso de la simulación se ha ampliado al sector del ocio y ha entrado en el ámbito familiar con productos de software sofisticado, que utilizan todos los recursos del ordenador: gráficos potentes, bases de datos, computación intensiva, etc. Algunos de los simuladores más populares son MS Flight Simulator, NASCAR Racing, SimCity, Civilization, RollerCoaster Tycoon, y The Sims.

En conclusión, podemos decir que la informática ha sido el instrumento básico que ha permitido y permitirá seguir avanzando en el campo de la simulación por ordenador [1].

6.2. ANTECEDENTES DEL AUTOMATISMO

Desde la antigüedad la automatización ha estado presente en creaciones de autómatas tratando de imitar algunos movimientos de seres vivos, a través del tiempo con los nuevos descubrimientos en áreas como la eléctrica y electrónica estos autómatas llegan a seguir realmente funciones y lograr representar comportamientos de seres vivos. Para la década de los sesenta los mecanismos aumentan su complejidad gracias al uso de circuitos integrados y sistemas basados en microprocesadores.

La industria cada vez más, necesita sistemas que sean económicos, de menor tamaño y fáciles de adaptarse a los cambios de acuerdo a las condiciones o circunstancias, esto llevó a generar el desarrollo de controlador lógico programable o PLC, creando así la primera máquina electrónica que procura sustituir a los sistemas compuestos por dispositivos electromecánicos (relé) o circuitos lógicos. Al día de hoy los controladores lógicos programables (PLC) siguen conservando su robustez y gracias al surgimiento de las computadoras que permiten la comunicación con los PLC se generó la necesidad de replantear los modelamientos de los sistemas automáticos como lo son las redes de Petri [2].

6.3. TRABAJOS DE GRADO CONSULTADOS

- En el trabajo de grado de la Universidad Tecnológica de Pereira llamado *“Diseño del automatismo de una lavadora industrial mediante Grafset y Norma Gemma”*, llevaron a cabo la simulación del rediseño y potenciación de un lavadora industrial, con el fin de identificar las diferencias y ventajas con respecto al diseño original, y comparando los costos del nuevo diseño con el costo de adquirir una nueva lavadora. [3]
- *“Diseño y simulación de un sistema autónomo para un proceso de teñido de prendas tipo jeans”* es un trabajo de grado realizado en la Universidad Tecnológica de Pereira en el cual se diseñó la automatización de un proceso de teñido de prendas, donde se involucraban operaciones manuales, uno de los objetivos de este proyecto fue que al final de la automatización estas tareas fueran realizadas de forma autónoma, garantizando la seguridad industrial y mejorando la producción y calidad de las prendas. [4]
- *“Simulación de un camión compactador de desechos”*, por medio de este trabajo de grado se logró diseñar y simular un mejoramiento en el sistema de recolección de basura de un camión compactador, tal diseño aumento la seguridad de los operarios y optimizó el uso del espacio, incrementando la capacidad total de compactación. [5]
- En el trabajo de grado de la Escuela Politécnica del Ejercito *“Diseño y construcción de una maquina dosificadora y empacadora controlada por PLC para la línea de producción de snacks de la empresa ECUAMEX S.A.”* se diseñó cada uno de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos,

neumáticos y de control que componen una máquina empacadora, dimensionando y simulando el comportamiento de cada una de las piezas, con el fin de estar a nivel de la competencia, mejorar su producción, llevar un control cualitativo y cuantitativo de su producto y así elevar su rendimiento como empresa y estar a la altura del mercado demandante actual. [6]

- *“Diseño de la automatización de procesos de empaque de armado de cajas corrugadas, en la línea de blisteado de cepillos no. 1 de Colgate Palmolive”*, en este trabajo de grado realizado en la Universidad Autónoma de Occidente, se automatizó un proceso para eliminar un tarea que se realizaba de manera manual por los operarios, logrando reducir el tiempo de producción y mejorando la salud de los trabajadores, al evitar el movimiento repetitivo que generaba esta función. [7]
- En la monografía *“Diseño, modelamiento y simulación de una máquina purificadora y dispensadora de agua”* diseñaron una innovadora máquina que tiene como función principal vender al usuario agua purificada directamente del acueducto, disminuyendo los costos en comparación con el agua pura embotellada y reduciendo la contaminación por botellas de plástico. [8]
- *“Dimensionamiento y construcción de una máquina para el dosificado y sellado de envases de yogurt semi-industrial con el uso de un mini PLC para la empresa INFALINE”* es un trabajo de grado en el cual diseñaron y construyeron una máquina para el dosificado y sellado de yogurt, logrando realizar estas dos tareas, que por lo general se hacían por separado, en un mismo proceso, otra ventajas son: conseguir un volumen exacto de yogurt, mejorar la salubridad y aumentar la producción. [9]
- *“Propuesta de automatización para el paletizado de cajas de producto terminado, empleando ROBOTSTUDIO para la simulación de un robot industrial IRB460 de la marca ABB”* en este trabajo se diseñó y simuló un brazo robótico para la paletización de cajas de cartón de producto terminado, como resultado se obtuvo una producción continua, una mayor velocidad y reducción en el tiempo de ciclo, lo que llevo a una mayor producción y a que el personal no estuviera expuesto a un desgaste físico. [10]
- *“Máquina automática de llenado y sellado de envase tipo PET para condimentos en polvo”* Teniendo en cuenta los altos costos y el tipo de máquinas que hacían estos procesos, se proponen diseñar una máquina que integre todo en una misma línea de producción y que su precio sea asequible para las pequeñas y medianas empresas. [11]

7. GUIA GEMMA

La guía GEMMA procede de los trabajos llevados a cabo durante años por la ADEPA (Agence nationale pour le DEveloppement de la Productique Appliquée à l'industrie), agencia nacional francesa para el desarrollo de la producción aplicada a la industria. Las siglas GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrets) designan guía de estudio de los modos de marcha y paro [12].

MODOS FUNDAMENTALES SEGÚN GEMMA

En la figura 3 se puede observar los siguientes procesos:

- Proceso en funcionamiento
- Proceso en parada o puesta en marcha
- Proceso en defecto

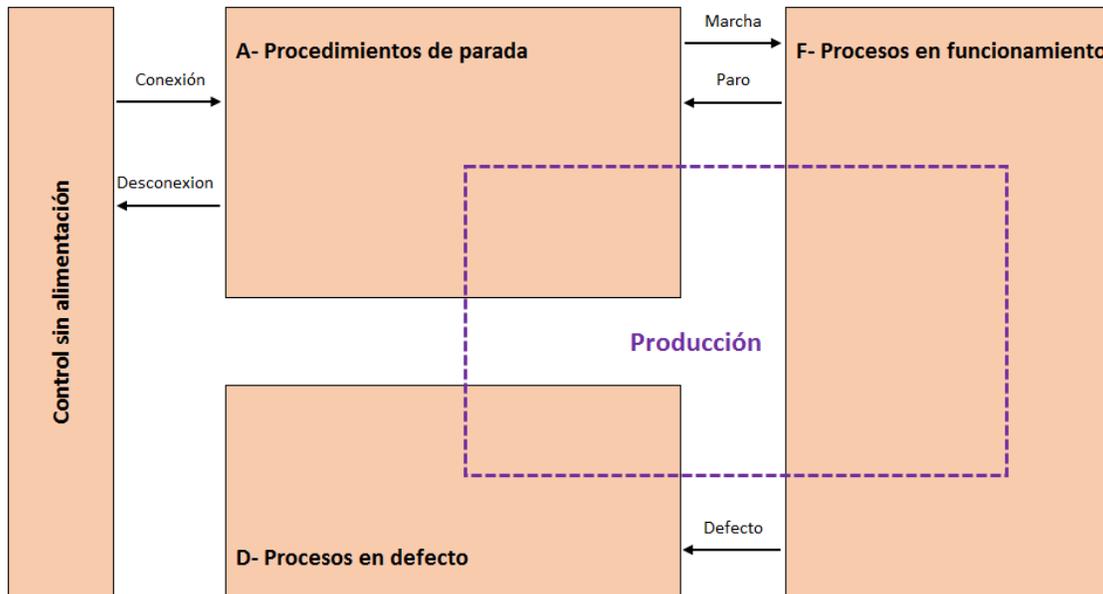


Figura 3. Modos fundamentales GEMMA.

7.1. GRUPO F PROCESO EN FUNCIONAMIENTO (ESTADOS POSIBLES)

Puesta en servicio y funcionamiento normal

F1 Producción normal Estado en el que la máquina funciona normalmente. Donde se realizan todas las tareas para la cual fue construida y es el más importante.

F2 Marcha de preparación Son las acciones necesarias para que la máquina inicie producción. (Precalentamiento, preparación de componentes, etc.).

F3 Marcha de cierre Son las acciones que se llevan a cabo antes de la parada o un cambio de particularidades del producto. (Vaciado, limpieza, etc.)

Ensayos y verificaciones

F4 Marchas de verificación sin orden Por orden de un operario la máquina hace cualquier movimiento o movimientos preestablecidos del proceso. Es el llamado control manual.

F5 Marchas de verificación con orden Se lleva a cabo un ciclo completo del proceso en orden pero el ritmo está fijado por un operario. Se asocia al control semiautomático y se utiliza para mantenimiento y verificación.

F6 Marchas de test Sirve para operaciones de ajuste y mantenimiento predictivo. (Comprobar la activación de sensores en un tiempo máximo, curvas de comportamiento de algunos actuadores, etc.)

7.2. GRUPO A PROCESO EN PARADA O PUESTA EN MARCHA

A1 Parada en el estado inicial Estado de reposo de la máquina. En los planos de construcción y planos eléctricos normalmente se representa la máquina en este estado.

A2 Parada solicitada al final del ciclo Estado transitorio en el cual la máquina que estaba en producción normal va al estado inicial al terminar un ciclo

A3 Parada solicitada en un estado determinado Estado transitorio en el cual la máquina se detiene en un estado determinado que no corresponde al final del ciclo. Transición que lleva a A4

A4 Parada obtenida Estado en el cual la máquina está en reposo que no corresponde al estado inicial

A5 Preparación para la puesta en marcha después de un defecto Son las acciones que se llevan a cabo después de un defecto para iniciar de nuevo el funcionamiento de la máquina. (Limpieza, vaciado, reposición de un determinado producto, etc.)

A6 Puesta del sistema en el estado inicial Son las acciones necesarias para llevar el sistema a un estado inicial. Lleva a A1

A7 Puesta del sistema en un estado determinado Son las acciones necesarias para llevar el sistema a un estado determinado diferente al inicial. Lleva a A2

7.3. GRUPO D PROCESO EN DEFECTO

D1 Parada de emergencia Estado al que se llega al dar la orden de parada de emergencia y todas las acciones que se deben realizar para prevenir accidentes, defectos o consecuencias.

D2 Diagnóstico y/o tratamiento de fallos Estado en el cual se hace un examen para saber el motivo u origen después de un fallo o defecto. Puede ser con ayuda del operador o sin ella.

D3 Producción a pesar de los defectos Estado que corresponde a continuar la producción a pesar de los defectos. (Reemplazar alguna tarea de la máquina por la de un operario).

Como se ve en la figura 4 además de los estado posibles que puedan llegar a suceder o al que sea llevada la máquina, también se presenta líneas de evolución entre los diferentes estados, las cuales indican las más frecuentes situaciones de transición entre los mismos, es deber de cada diseñador encontrar las rutas que le serán útiles o crear nuevas si es necesario. Las líneas que no tienen un origen indican que pueden ser accedidas desde cualquier estado.

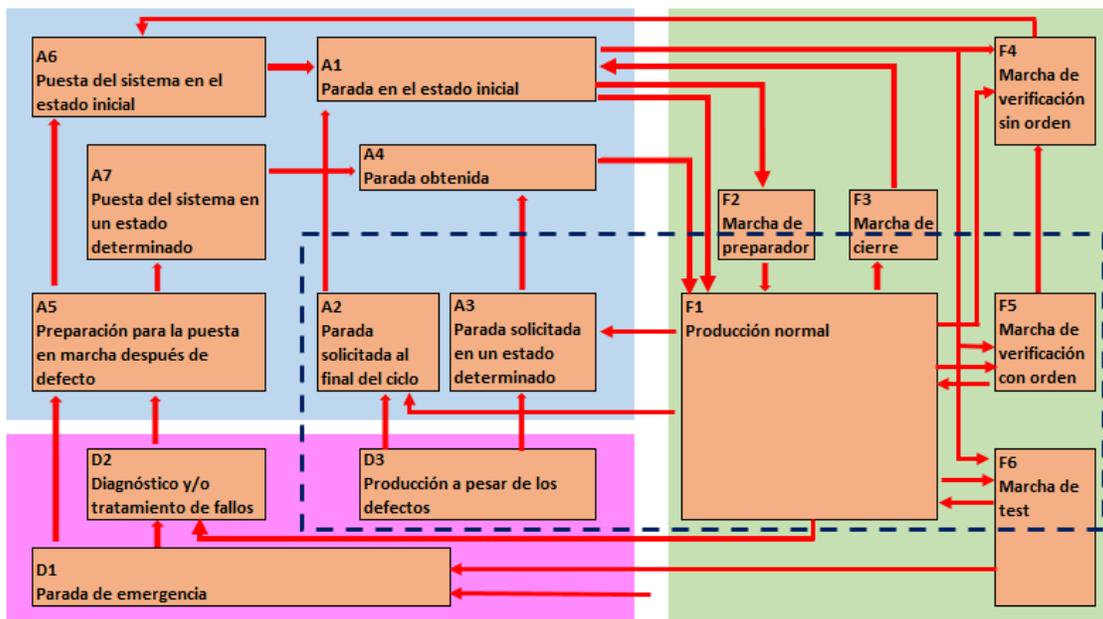


Figura 4. Funciones específicas guía GEMMA.

8. AUTOMGEN

Automgen es una herramienta para diseñar de manera sencilla programas de PLC, SCADA, simulación de procesos 2D y 3D, sin complicadas sintaxis, y un espacio de trabajo interactivo con características de depuración y detección de errores que se pueden ver en la ventana de mensajes. Un par de funciones en la barra de herramientas permiten correr la simulación tanto en la computadora como en el PLC si este se encuentra conectado a la misma, gracias a su visualización dinámica es posible observar el desarrollo del programa, los objetos de las simulaciones en 2D y 3D y de las variables de interés de la aplicación.

Uno de los lenguajes que Automgen maneja es GRAFCET, ya que este es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones, fue el lenguaje seleccionado para llevar a cabo el proceso de automatización de la máquina diseñada. Al cumplir con las características requeridas para realizar este proyecto, Automgen fue el programa elegido y utilizado [13].

VISTA GENERAL

En la figura 5 se observa las partes principales que componen la vista general de Automgen

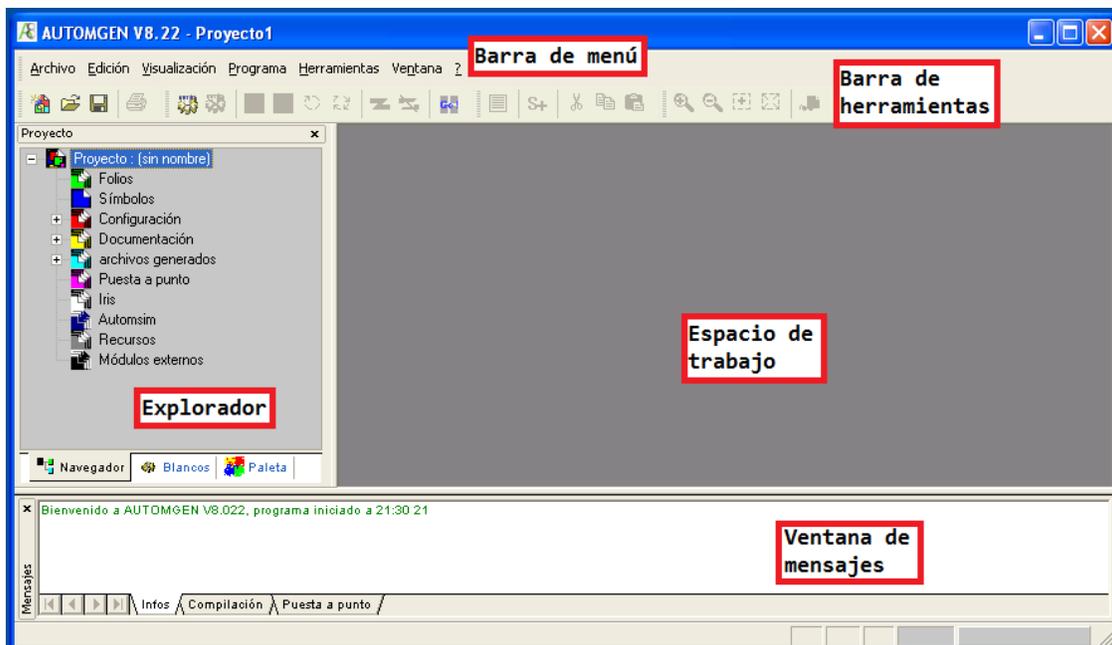


Figura 5. Vista general Automgen.

8.1. BARRA DE MENÚ

En la figura 6 están los comandos de la barra de menú que hace referencia a las funciones de Automgen.



Figura 6. Barra de menú.

Archivo: En la figura 7 se pueden observar los comandos relacionados con la gestión de archivos y las opciones de impresión.

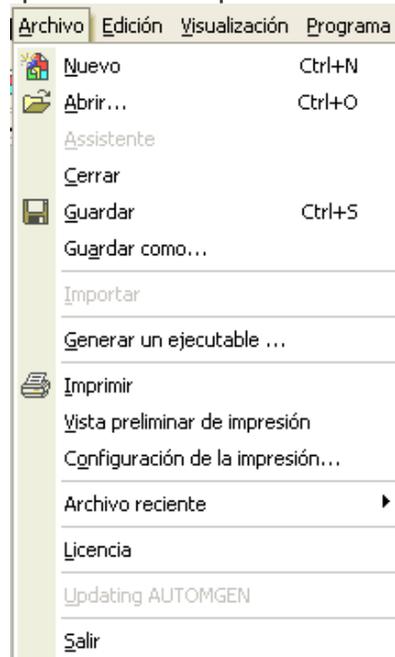


Figura 7. Pestaña Archivo barra de menú.

Edición: En la figura 8 están los comandos relativos a la edición del programa, aquellos que permiten copiar, cortar o pegar, así como comandos de búsqueda y de reemplazo.



Figura 8. Pestaña Edición barra de menú.

Visualización: Se encuentran los comandos que permiten ver u ocultar barras de herramientas, como ampliar o minimizar la pantalla. Ver figura 9.



Figura 9. Pestaña Visualización barra de menú.

Programa: Están los comandos para ejecutar o detener el programa como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Pestaña Programa barra de menú.

Herramientas: se puede configurar el aspecto del entorno, ver figura 11.

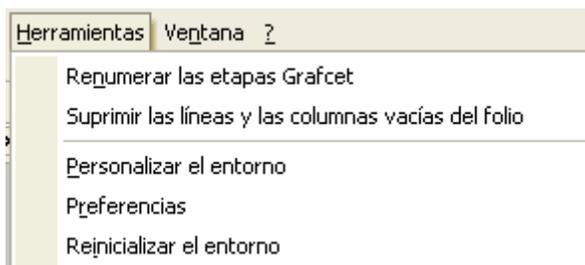


Figura 11. Pestaña Herramientas barra de menú.

Ventana: Muestra los comandos para gestionar el manejo de varias ventanas de programas simultáneamente, ver figura 12.

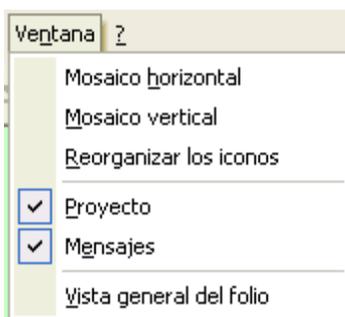


Figura 12. Pestaña Ventana barra de menú.

8.2. BARRA DE HERRAMIENTAS

Se encuentran botones de accesos directos que se encuentran en la Barra de menú. Ver figura 13.



Figura 13. Barra de herramientas.

8.3. EXPLORADOR

En el explorador se encuentra el acceso directo a los elementos principales del proyecto, tales como folios, símbolos, configuración, objetos de IRIS, etc. Como se puede ver en la figura 14, cada grupo de elementos tiene un color distintivo que hace más fácil el manejo y reconocimiento a la hora de trabajar con ellos.

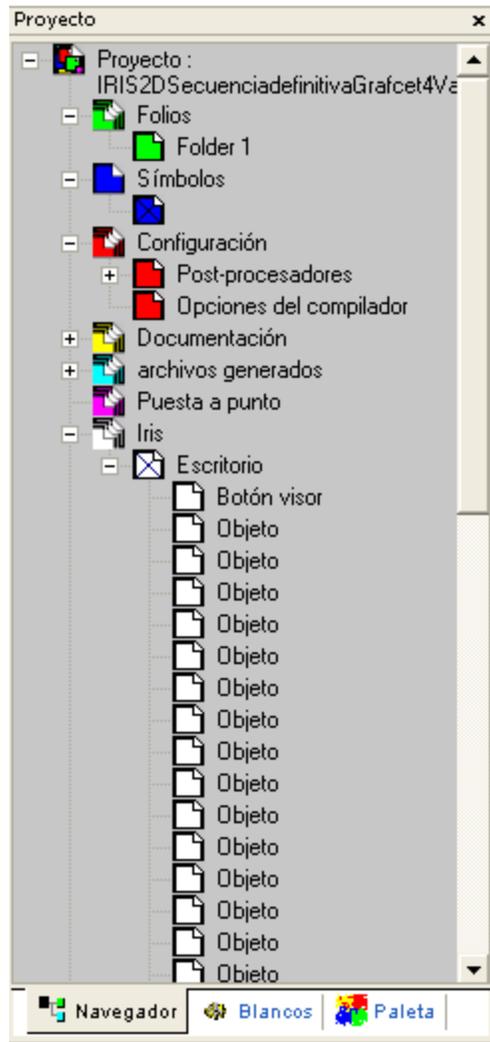


Figura 14. Explorador.

Proyecto

Un proyecto contiene todos los elementos que hacen parte de una aplicación, folios, símbolos, objetos IRIS 2D y 3D etc. Los cuales se muestran en el explorador en forma de arborescencia.

Folio

Es el espacio de trabajo en el cual se diseñan los programas o gran parte de ellos, hay diferentes tipos y tamaños.

-  Folio normal
-  Folio normal (excluido de compilación)
-  Folio que contiene expansión de macro-etapas
-  Folio que contiene bloque funcionales

-  Folio que contiene una tarea
-  Folio que contiene una tarea (excluido de compilación)
-  Folio que contiene encapsulación

Añadir un nuevo folio

Hacer clic derecho en “Folio”, que se encuentra en la arborescencia del explorador en color verde, luego se elige “**Añadir un nuevo folio**” como se ve en la figura 15.

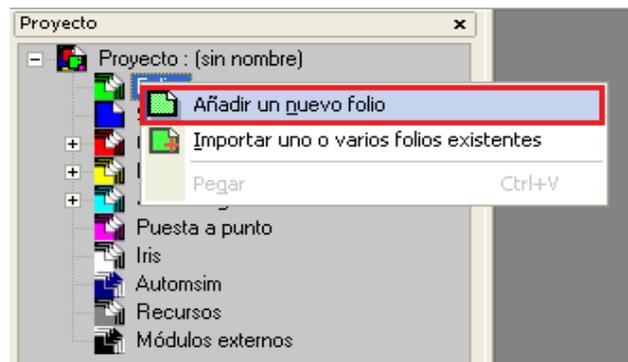


Figura 15. Añadir un nuevo folio.

Aparecerá la ventana que se muestra en la figura 16 donde se puede cambiar el nombre y elegir el tamaño, se recomienda elegir el tamaño *XXL* (folios demasiado grandes). Todos los folios de un mismo proyecto deben tener diferente nombre.

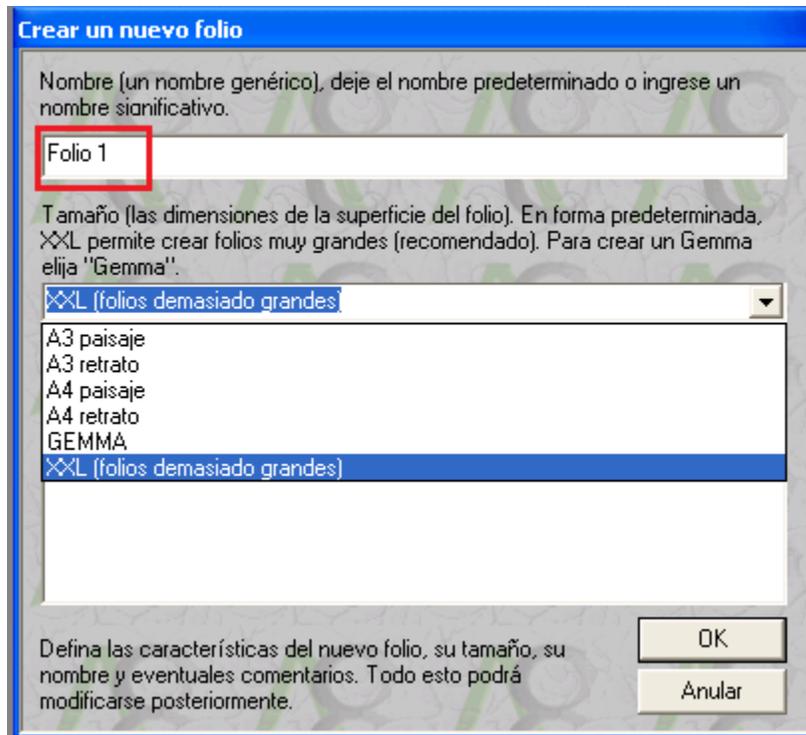


Figura 16. Crear un nuevo folio.

Suprimir un folio

Ubicarse en el explorador encima del folio que se quiere eliminar, se da clic derecho y selecciona “**Suprimir**”.

Modificar las propiedades de un folio

Como se muestra en la figura 17 se da clic derecho en el folio que se desea modificar y luego en “**Propiedades**”.

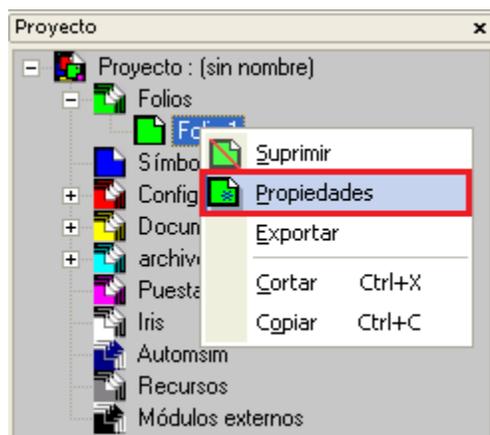


Figura 17. Acceso a las propiedades del folio.

La ventana que aparecerá se muestra en la figura 18, donde se puede modificar el nombre, el tipo de folio y la sintaxis que se utilizará para dar nombre a las variables y en el lenguaje literal. Se puede proteger por medio de contraseña o excluirlo de la compilación.

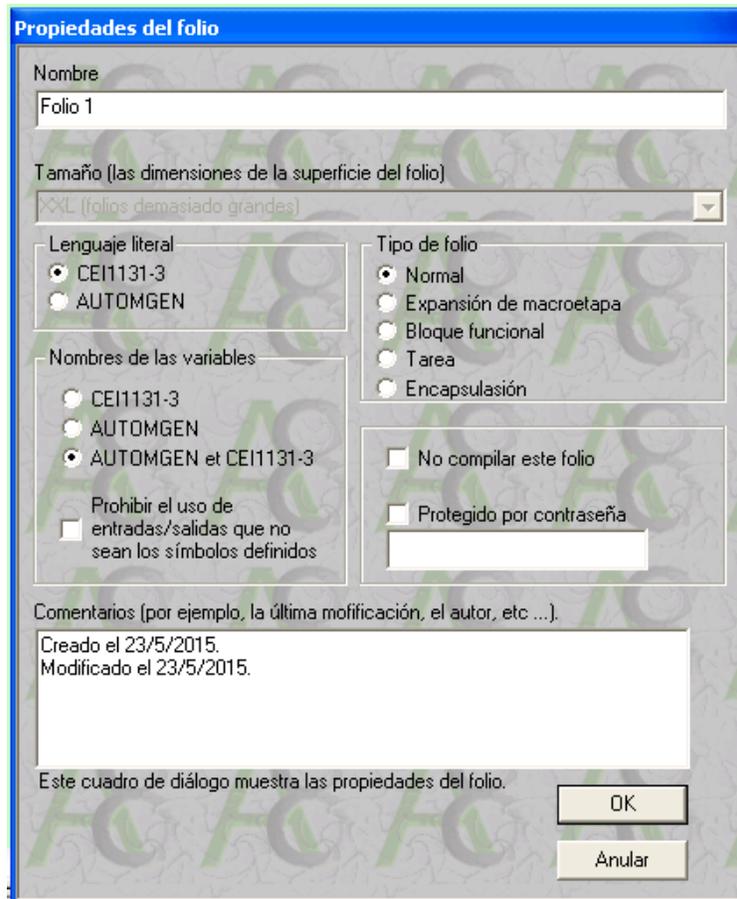


Figura 18. Propiedades del folio.

Símbolos

En la arborescencia del explorador se encuentra de color azul *símbolos*, en él se crean la lista de símbolos que es donde se puede ver el nombre de las variables internas, su correspondiente nombre simbólico y un comentario adicional. Solo puede haber una lista de símbolos por proyecto.

Blancos

En la pestaña blancos que se encuentra en la parte inferior del explorador, como se muestra resaltado en la figura 19, se accede a la lista de post-procesadores instalados. El blanco utilizado es el que se encuentra marcado con rojo en el programa.

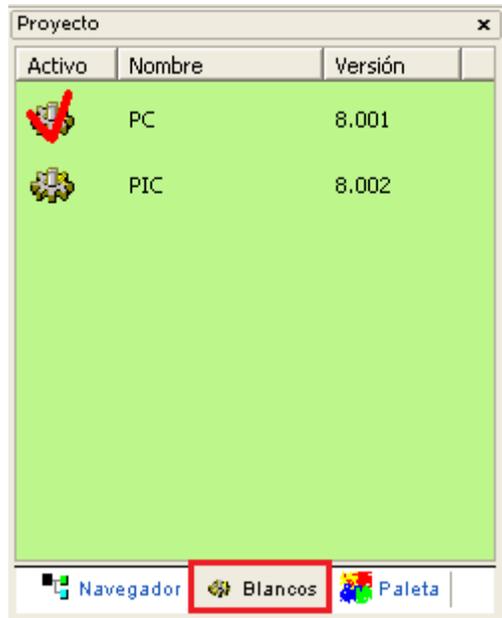


Figura 19. Blancos.

Paleta

En la figura 20 se puede ver resaltado la pestaña paleta, en la que se encuentran elementos para la elaboración de diferentes tipos de programas, elementos de Ladder, Grafcet, logigramas, etc. Tanto individuales como secuencias sencillas y completas que pueden ser llevadas al folio.

Para seleccionar se debe dar clic izquierdo sobre el elemento y agrandar la selección hasta que todo el elemento esté dentro de la misma, luego dar clic en la zona seleccionada y arrastrarla al folio.

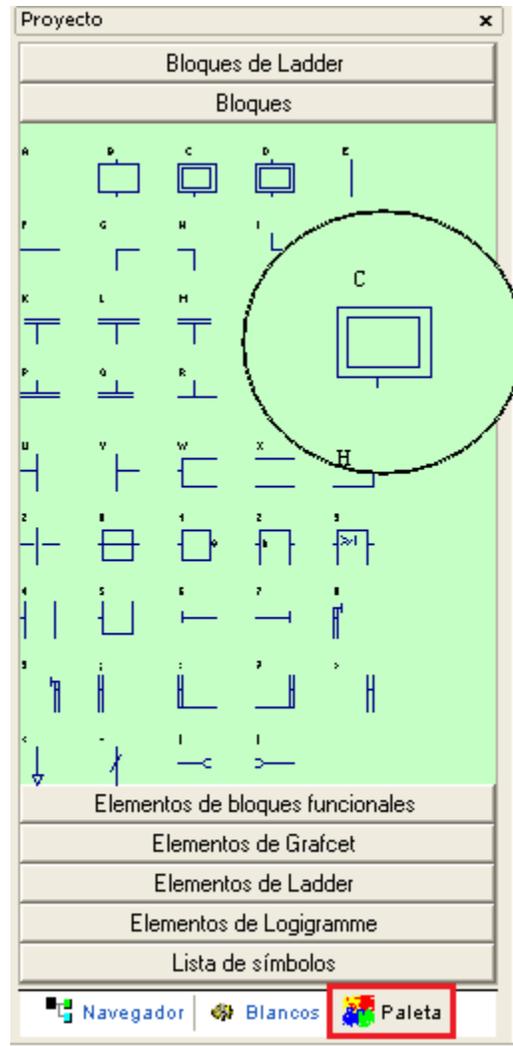


Figura 20. Paleta.

8.4. ESPACIO DE TRABAJO

Como se observa en la figura 21, es la ventana en la cual se puede ampliar la visión de las diferentes partes del proyecto, tales como Foil y símbolos.

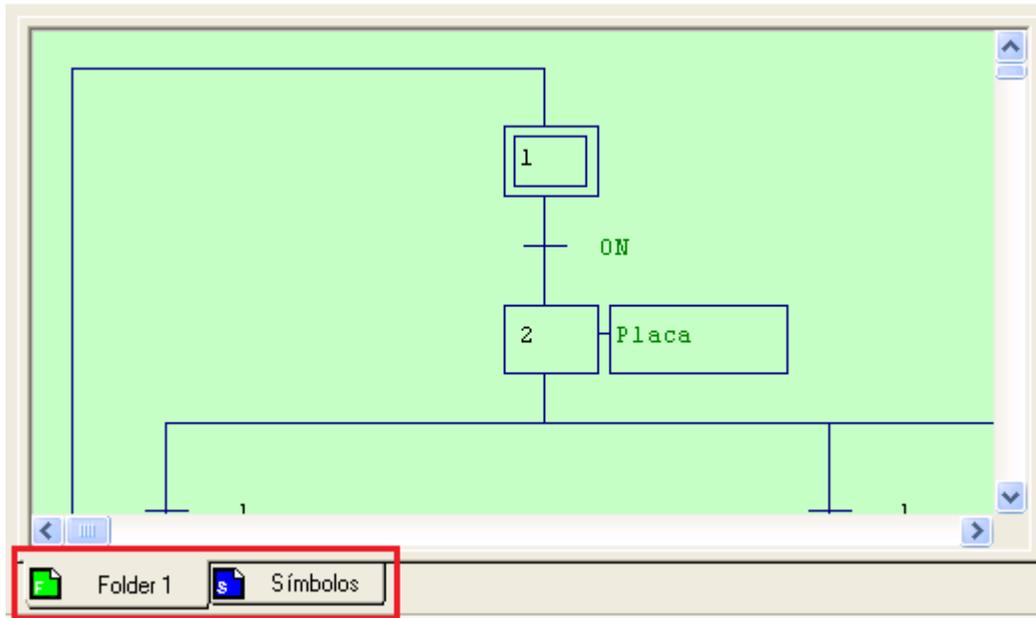


Figura 21. Espacio de trabajo.

8.5. VENTANA DE MENSAJES

En esta ventana se puede observar información de la ejecución del programa, su compilación y posibles errores, ver figura 22.

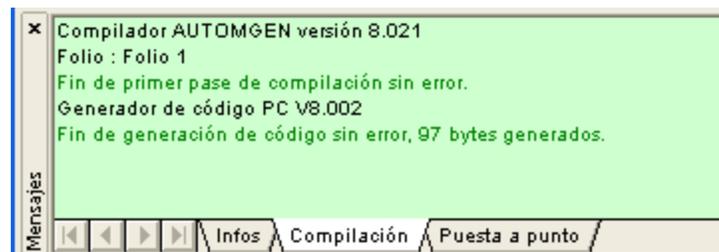


Figura 22. Ventana de mensajes.

El capítulo 8 está basado en la referencia [14].

9. DISEÑAR UN PROGRAMA CON LENGUAJE GRAFCET

Se pueden utilizar varias herramientas para diseñar programas con Automgen.

9.1. DISEÑAR CON EL ASISTENTE

Debe existir en el espacio de trabajo un folio agregado, en este se debe hacer clic con el botón derecho del mouse y seleccionar la opción **“asistente”** como se muestra en la figura 23.

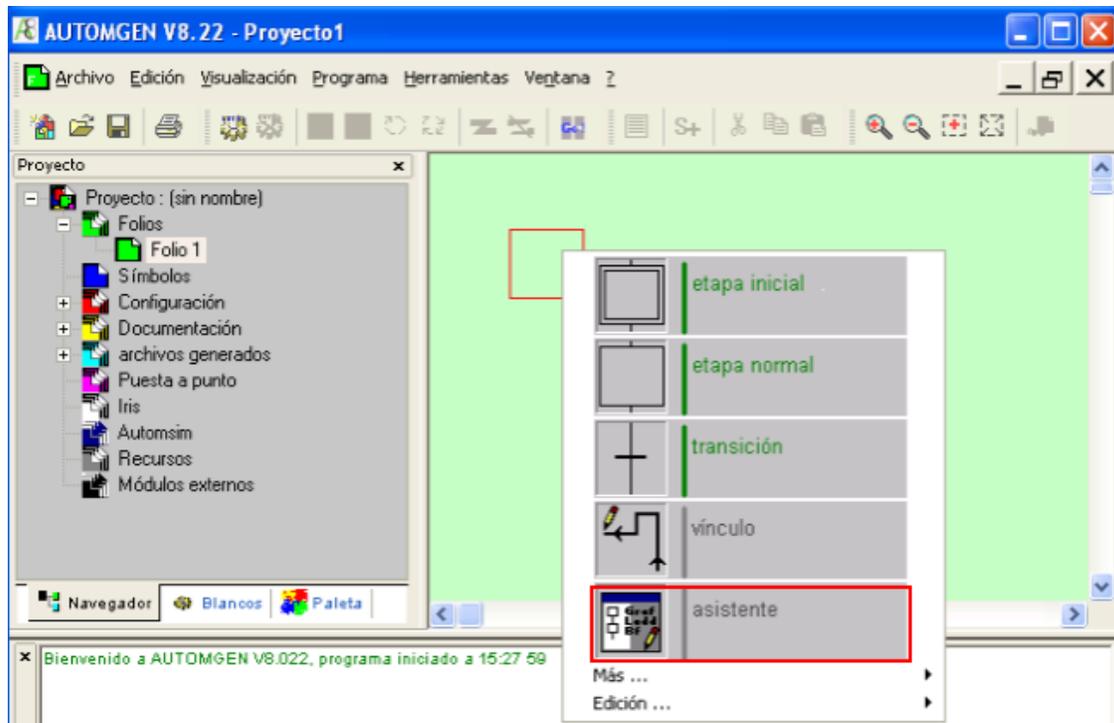


Figura 23. Diseño con el asistente.

En la ventana del asistente en la pestaña Graficet debe seleccionar las opciones de acuerdo al programa que va a diseñar, dar clic en **“Aceptar”** y ubicarlo en el espacio de trabajo. Ver figuras 24 y 25.

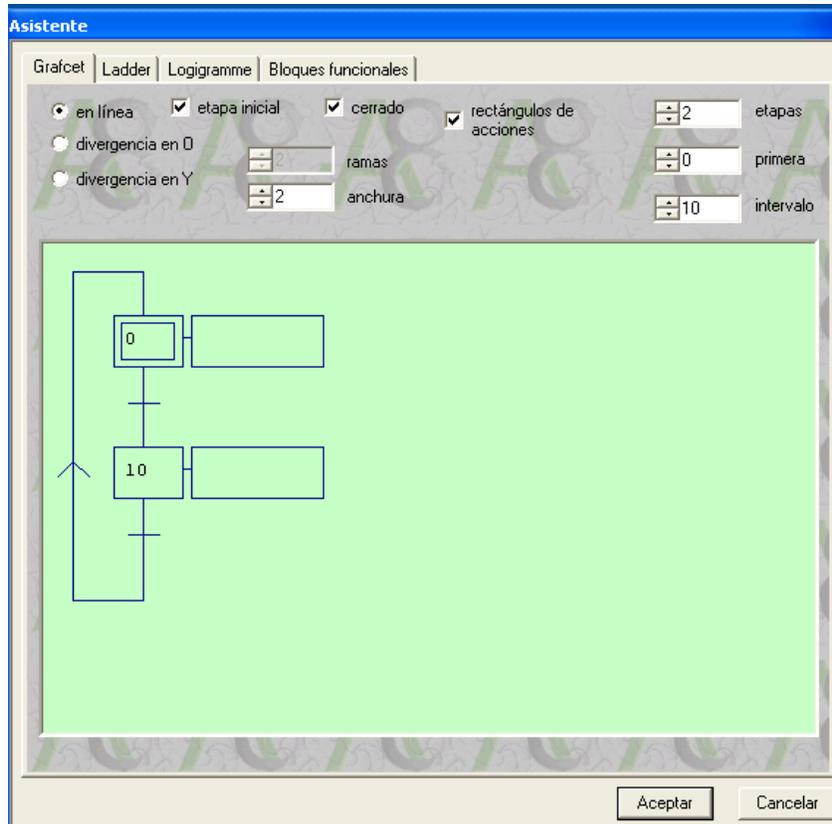


Figura 24. Asistente.

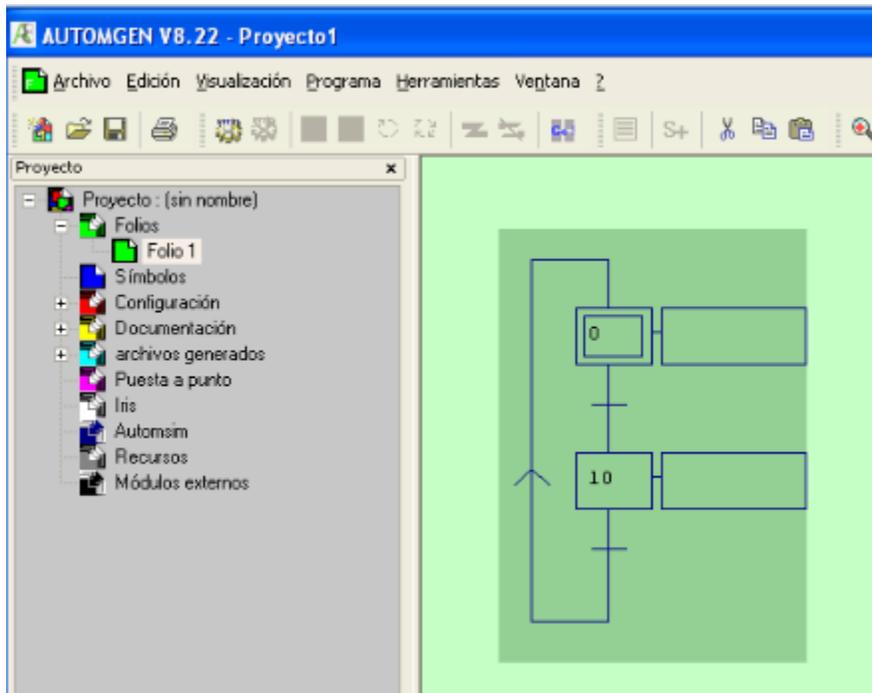


Figura 25. Grafset diseñado con el asistente.

9.2. DISEÑAR CON EL MENÚ CONTEXTUAL

Debe existir en el espacio de trabajo un folio agregado, hacer clic con el botón derecho del mouse, el menú le propone una serie de elementos que puede colocar en el folio. Se muestra en la figura 26.

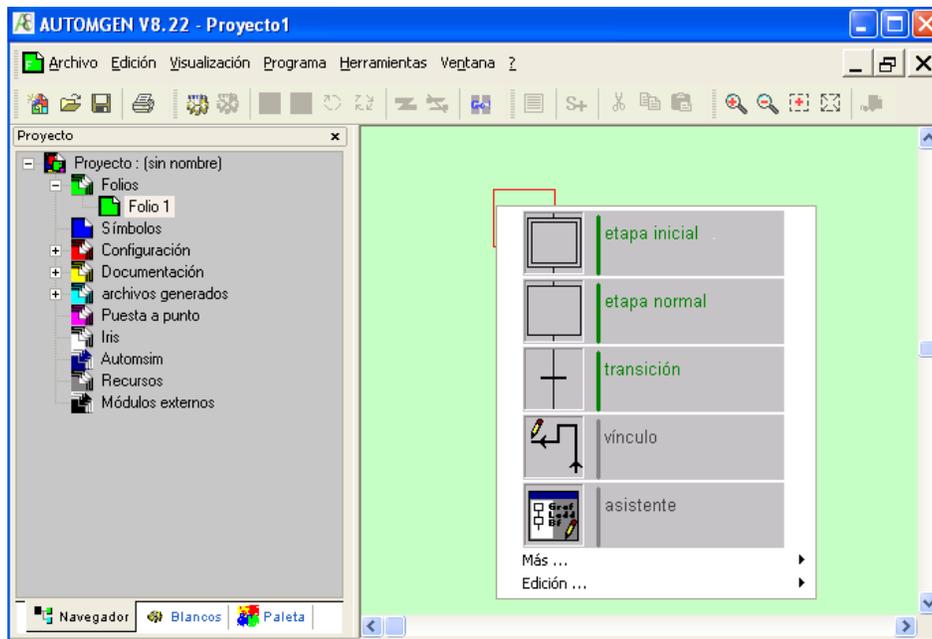


Figura 26. Diseño con el menú contextual.

9.3. DISEÑAR CON LA PALETA

Dar clic en la pestaña "**Paleta**", seleccionar la opción "**Bloques**", en esta se podrán ver los elementos que ayudarán a crear rápidamente programas a partir de elementos ya creados. Ver figura 27.

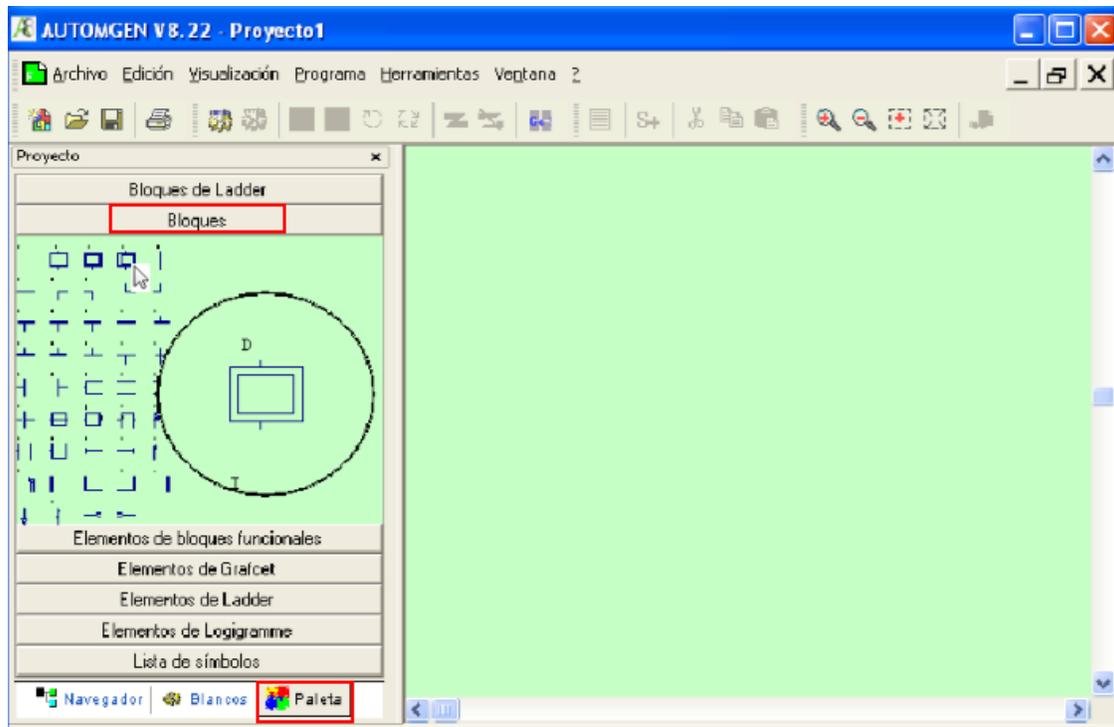


Figura 27. Diseño con paleta.

9.4. PARTES DEL GRAFCET

Etapa inicial: Como su nombre lo indica es el inicio de toda secuencia grafcet y la marca se encuentra en ella por defecto al inicializarlo. En la figura 28 se puede ver el símbolo que representa esta etapa y la misma con la marca de activación.

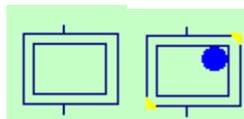


Figura 28. Etapa inicial y marca de activación.

Transición: Es la condición de paso entre etapas, cuando se activa o es “verdadera” (1 lógico) la marca de la etapa anterior pasa inmediatamente a la etapa siguiente. La figura 29 muestra el símbolo de una transición acompañada con una condición de activación llamada “ON”, esta condición puede ser una variable, una expresión lógica o un temporizador.



Figura 29. Transición.

Etapa normal: como se puede ver en la figura 30, las etapas se representan por un cuadro que deben ser numerados, donde la entrada es por la parte superior y la salida por la parte inferior, pueden estar activas (Etapa 2) o inactivas (Etapa 1) y llevar a cabo una acción o una espera al estar marcadas.

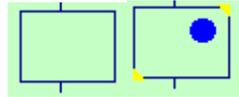


Figura 30. Etapa normal.

Acción como se observa en la figura 31, las acciones se representan por un rectángulo y se realizan cuando por la etapa a la cual pertenecen ha pasado una marca, también se puede restringir adicionalmente la activación con otras condiciones, como se puede ver en la acción de la etapa 4 con la variable "ON".

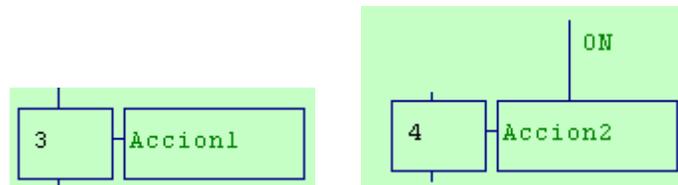


Figura 31. Acciones.

Secuencia lineal Como se ve en la figura 32, en este tipo de secuencia a una etapa le sigue una única transición y a una transición le sigue una única etapa y se activan una a continuación de la otra en orden ascendente.

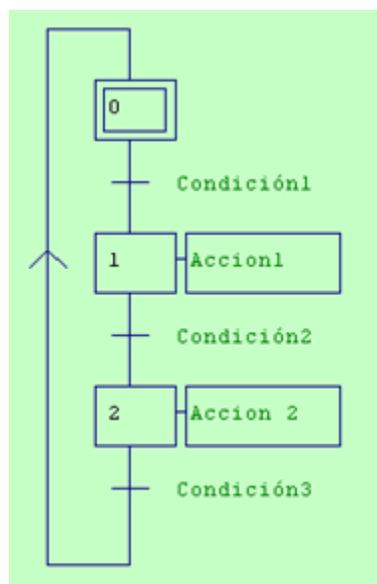


Figura 32. Secuencia lineal.

Divergencia OR Partiendo de una sola etapa marcada permite la selección exclusiva de diferentes acciones, la marca pasa a la etapa que cumple su respectiva condición de transición. Toda divergencia OR debe terminar en una convergencia OR ya que la estructura debe estar completamente cerrada para evitar puntos sin salida, ver figura 33.

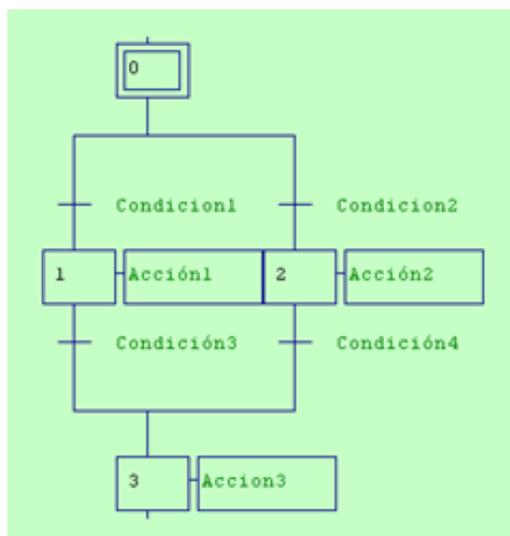


Figura 33. Divergencia y convergencia OR.

9.5. AÑADIR SÍMBOLOS

Para crear un símbolo debe crear una tabla de símbolos, en el explorador en “**Símbolos**” haga clic con el botón derecho del mouse y seleccione la opción “**Crear una tabla de símbolos**” como se puede observar en la figura 34.

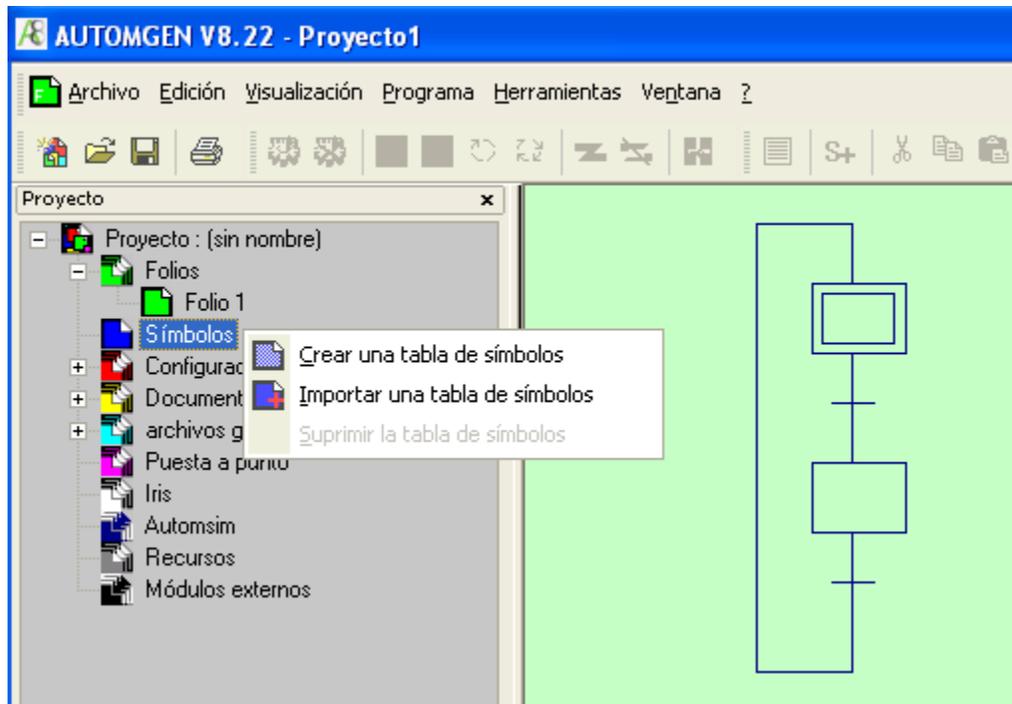


Figura 34. Creación de tabla de símbolos.

En la figura 35 se puede observar que en el explorador se crea el icono  debajo del menú “**Símbolos**” y en la barra de tareas se activa el botón 

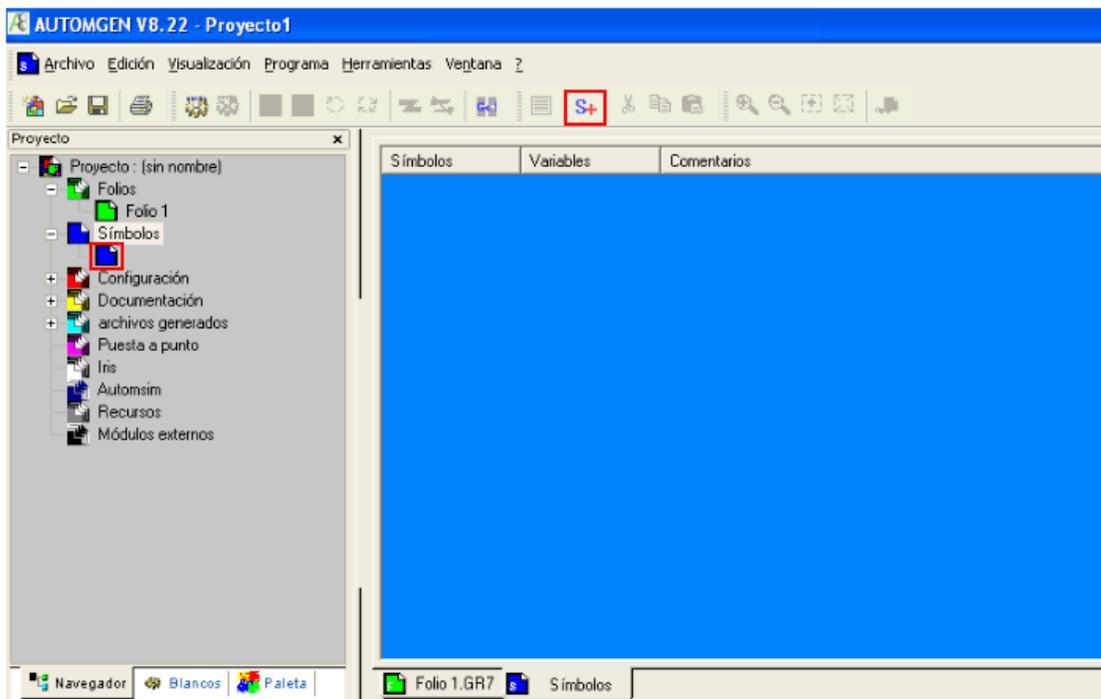


Figura 35. Tabla de símbolos.

Para añadir un símbolo en el espacio de trabajo hacer clic con el botón derecho del mouse y elegir **“Añadir”** o hacer clic en el botón  de la barra de herramientas. Ver figura 36.

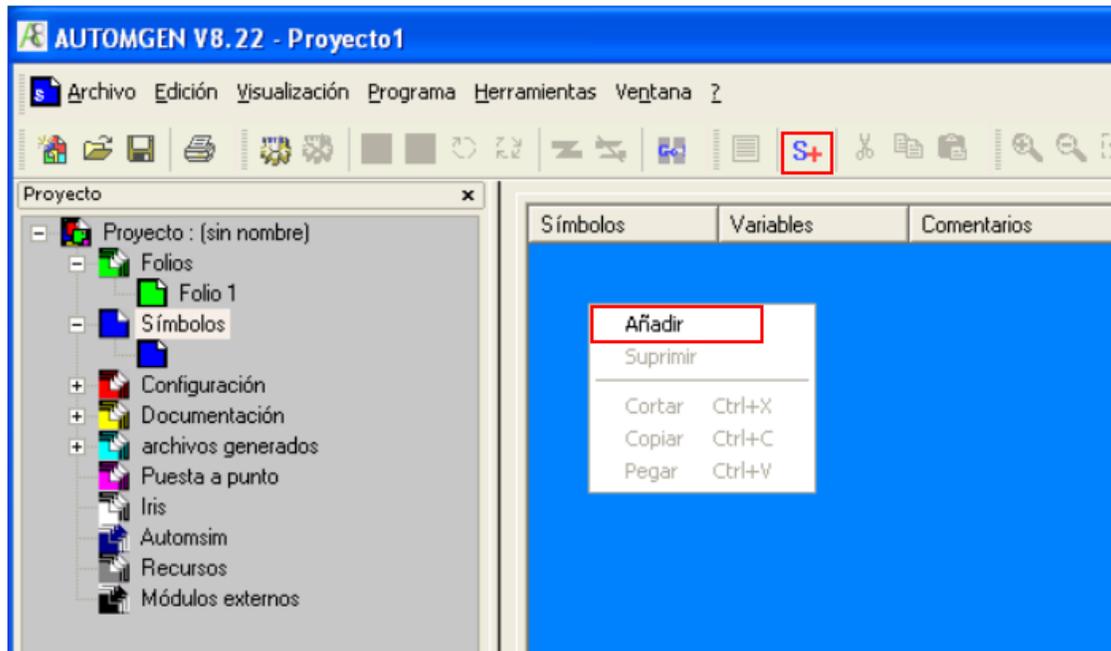


Figura 36. Añadir símbolos.

Al dar clic en añadir aparecerá una nueva ventana donde se ingresará un **“Nombre”**, una **“Variable asociada”** (para el caso de las condiciones o entradas se puede manejar la variable i, en las acciones o salidas la variable o) y un **“Comentario asociado”**, como se observa en la figura 37.

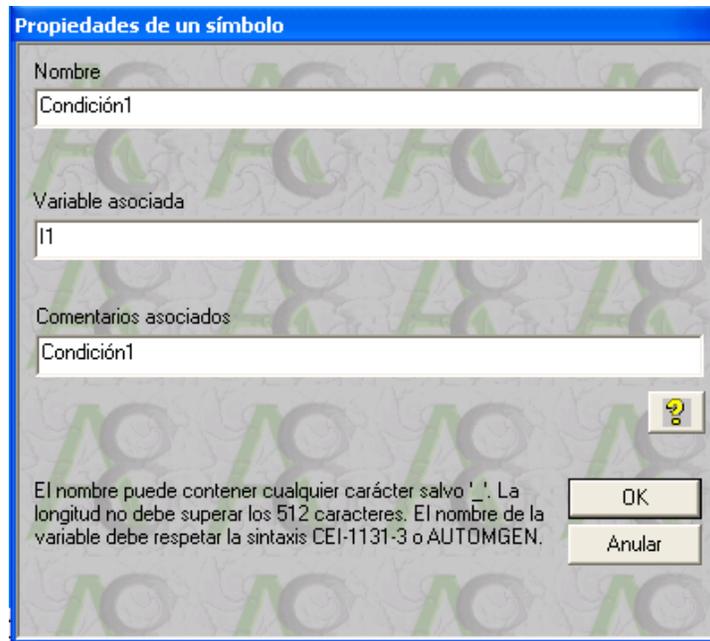


Figura 37. Propiedades de un símbolo.

9.6. EJECUTAR UNA APLICACIÓN

Ejecutar fácilmente una aplicación

El botón  que se encuentra en la barra de herramientas es el método más rápido para observar el resultado de la ejecución de una aplicación. Al ejecutar este botón se activan los siguientes elementos:

- Compilación del proyecto si no se ha hecho tras las últimas modificaciones.
- Instalación del módulo de ejecución.
- Entrada a modo RUN,
- Activar la visualización dinámica.

La activación de estos mecanismos se puede observar en la ventana mensajes como se observa en la figura 38.

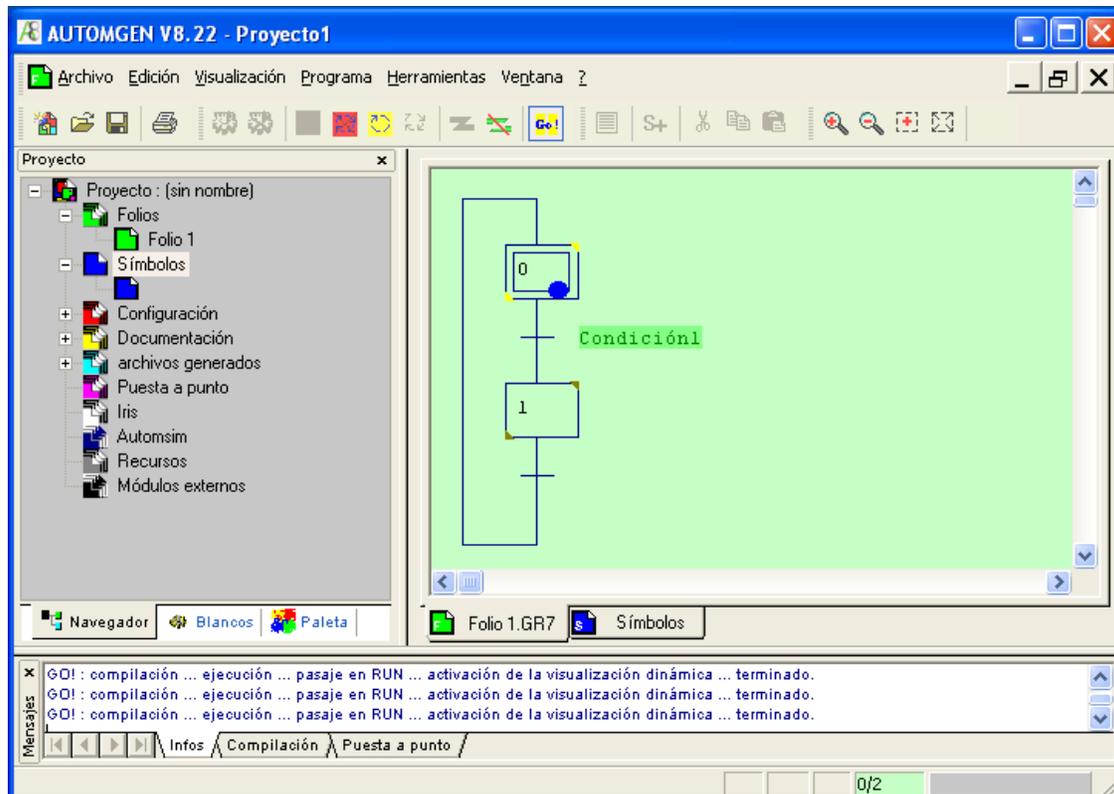


Figura 38. Mensajes al ejecutar una aplicación

Poner fin a la ejecución

Hacer clic en el botón . Desactiva la compilación, la ejecución del programa y la visualización dinámica.

Compilar

Hacer clic en el botón .

Detener la compilación

Hacer clic en el botón .

Conectarse a un autómatas o instalar el ejecutor PC

Hacer clic en el botón .

Desconectarse de un autómatas o desinstalar el ejecutor PC

Hacer clic en el botón .

Lanzar la ejecución del programa

Hacer clic en el botón RUN .

Detener la ejecución del programa

Hacer clic en el botón STOP .

Inicializar el programa

Hacer clic en el botón .

Efectuar un ciclo de programa (generalmente no soportado en los autómatas)

Hacer clic en el botón .

9.7. COMPILADOR

Al dar clic en el botón Compilar el sistema validará posibles errores en el programa y mostrará los mensajes al final de la compilación en la ventana **“Mensajes”** en la pestaña **“Compilación”**. Haciendo doble clic en los mensajes de error, se visualiza la ubicación del programa que los ha provocado. Ver figura 39.

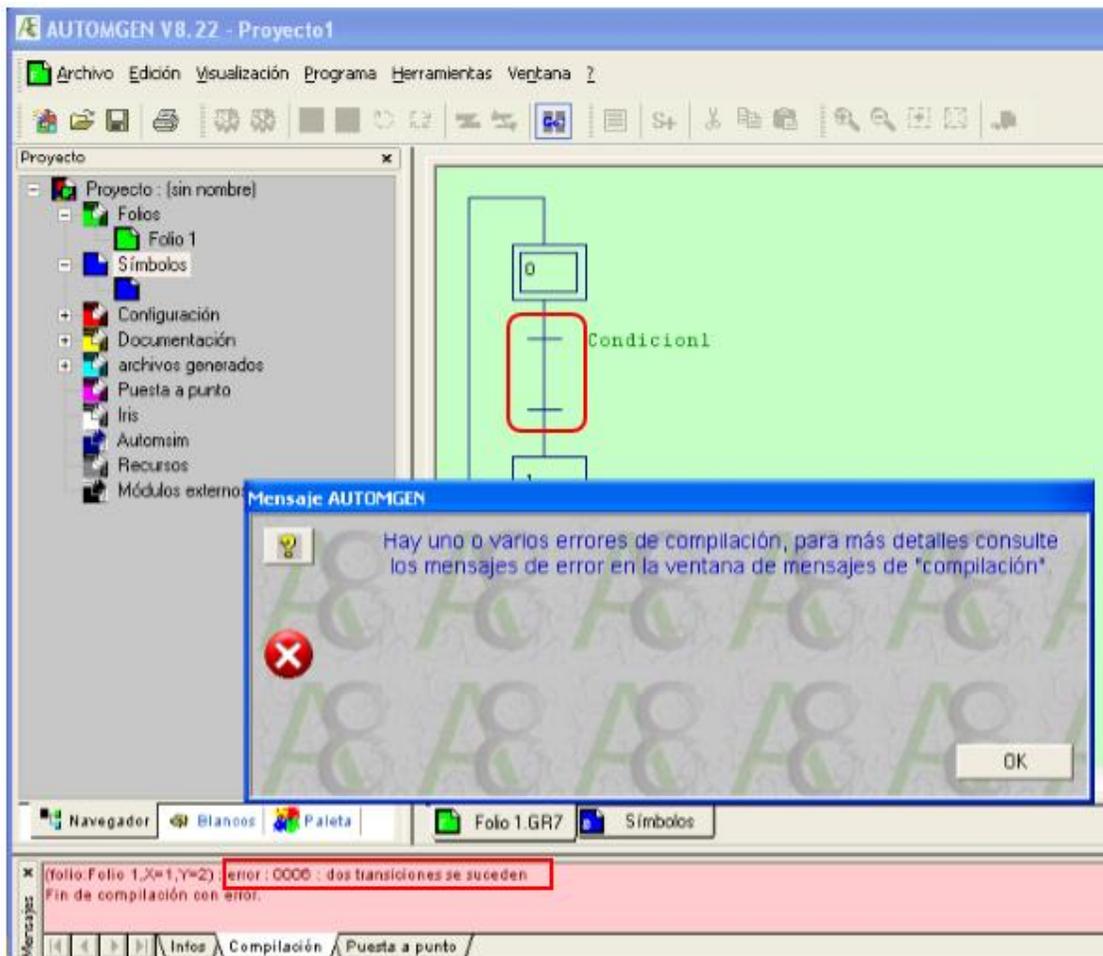


Figura 39. Mensajes de compilación.

10. IRIS 2D

Los objetos IRIS 2D permiten crear escritorios, aplicaciones de supervisión y aplicaciones de simulación de partes operativas 2D. Cada objeto IRIS 2D aparece en la arborescencia del proyecto. Los objetos IRIS 2D están encapsulados en ventanas como se ve en la figura 40 [15].



Figura 40. Objeto IRIS 2D.

10.1. OBJETO IRIS 2D

Los objetos IRIS 2D tienen dos estados posibles: el modo **“Configuración”** donde se puede modificar las características del objeto y el modo **“Usuario”** donde se utiliza el objeto.

10.1.1. Añadir un objeto IRIS 2D

Debe ubicarse en el explorador en el menú **“Iris”** y hacer clic con el botón derecho del mouse y seleccionar **“Añadir un objeto IRIS 2D”**, como se observa en la figura 41.

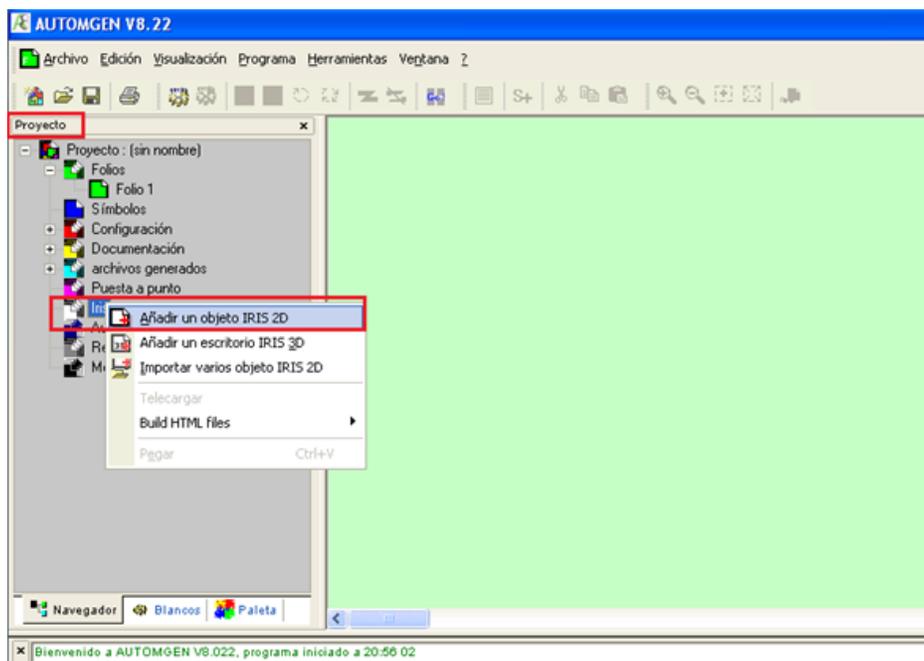


Figura 41. Añadir objeto IRIS 2D.

Con el asistente de selección se puede elegir un objeto y configurarlo, en esta ventana si se tiene una imagen que se quiera utilizar como fondo dar clic en “**Objetos de base**” y seleccionar “**Escritorio**”, de no tener una imagen se debe dar clic en “**Objetos predefinidos/Escritorios**” y seleccionar una de las que el sistema trae por defecto, por último dar clic en “**Abrir el objeto**” así como se muestra en la figura 42.

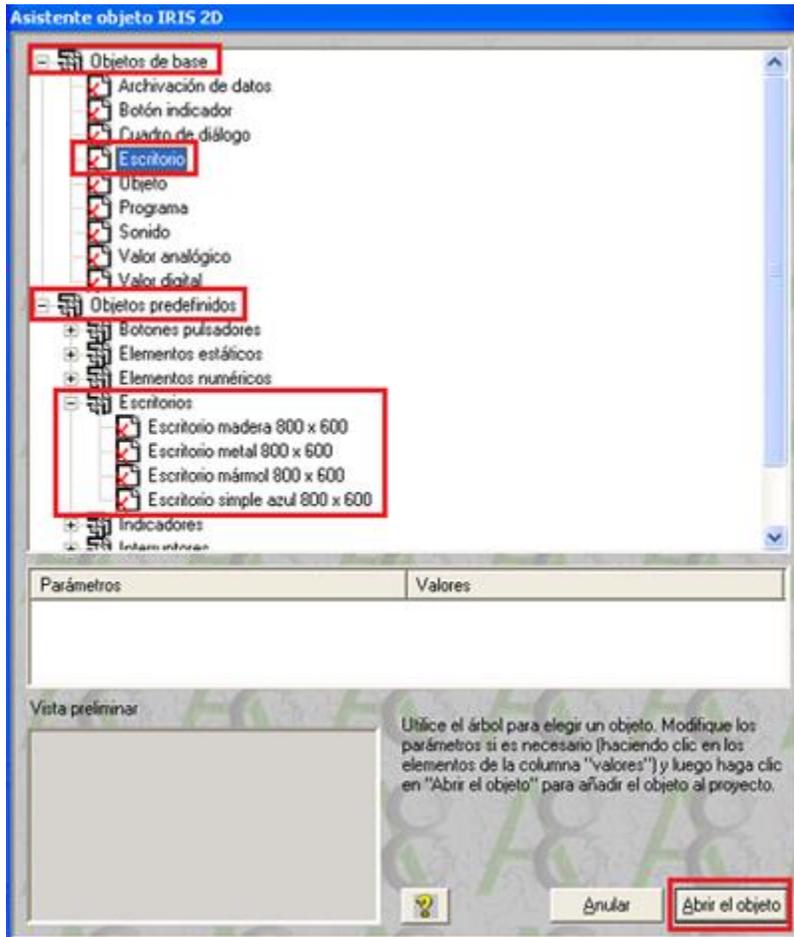


Figura 42. Asistente de selección de un objeto.

10.1.2. Modificar las propiedades de un objeto escritorio IRIS 2D

En el explorador en el objeto padre o Escritorio hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú seleccionar la opción “**Propiedades**” como se muestra en las figuras 43 y 44.

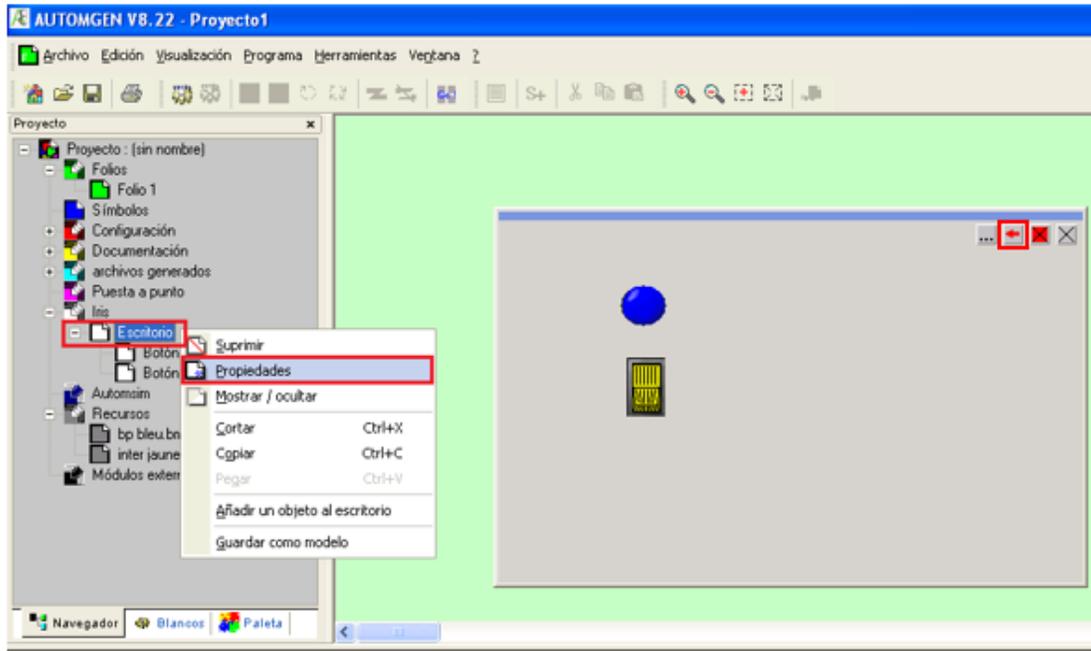


Figura 43. Propiedades del objeto.

El sistema muestra la siguiente imagen:

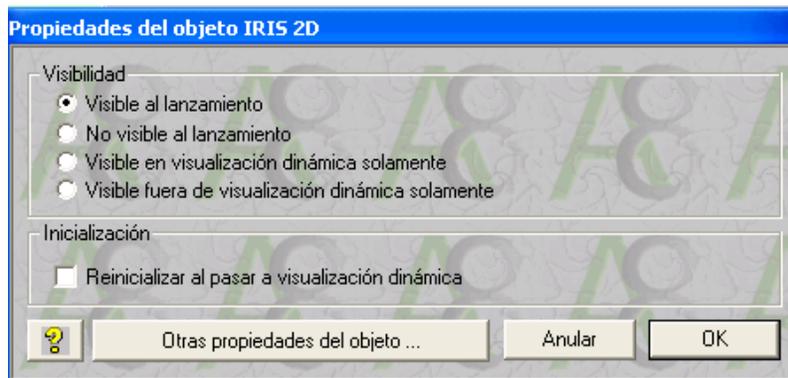


Figura 44. Propiedades del objeto.

Visibilidad: permite que el objeto pueda estar visible u oculto al abrir el proyecto.

Iniciación: al ejecutar el proyecto permite devolver un objeto a su estado inicial.

Para ingresar a nuevas propiedades del objeto dar clic en **“Otras propiedades del objeto”** o dar clic en el botón  que se encuentra en la parte superior del objeto como se observa a continuación en la figura 45 y 46.

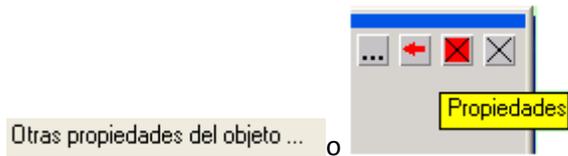


Figura 45. Nuevas propiedades del objeto.

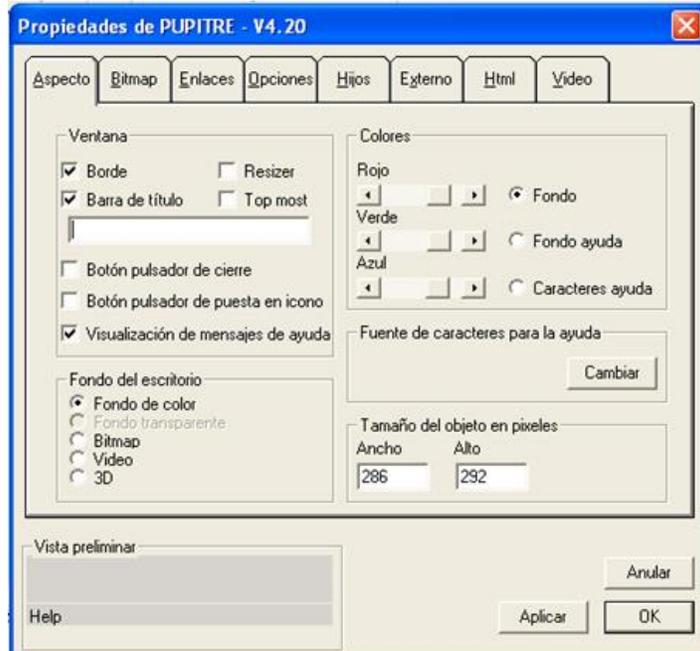


Figura 46. Propiedades de los objetos de alto nivel.

A continuación se explican algunas de las propiedades:

Pestaña “Aspecto”

En la figura 47 se puede observar cada una de las propiedades de la pestaña aspecto y a continuación se explica cada una de ellas

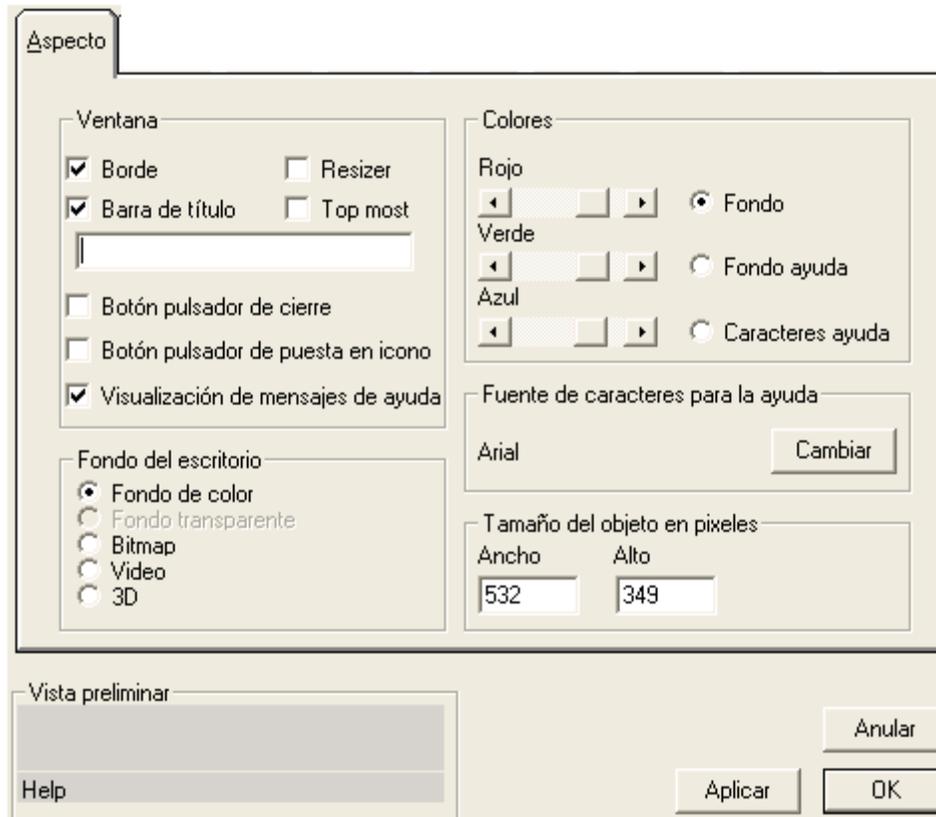


Figura 47. Pestaña Aspecto.

Ventana

Permite definir el aspecto del escritorio borde, barra de título, iconos de cierre y reducción. La opción **“Visualización de mensajes de ayuda”** permite definir una zona de mensajes en la parte inferior de la ventana.

Fondo del escritorio

Se establece el aspecto del fondo del escritorio: fondo de color, la opción de fondo transparente sólo está disponible si el escritorio es hijo de otro escritorio y Bitmap si se tiene definido un archivo con extensión .BMP.

Colores

De acuerdo a lo seleccionado en el ítem anterior **“Fondo del escritorio”** puede elegir el color del fondo del escritorio, el fondo y el texto de la zona de visualización de mensajes de ayuda.

Fuente de caracteres para la ayuda

Se elige el estilo y el tamaño para visualizar los mensajes de ayuda en la parte inferior del escritorio.

Tamaño del objeto

Establece las dimensiones del objeto en número de píxeles logrando así el tamaño del objeto con una gran exactitud.

Vista preliminar

Permite ver una vista de acuerdo a lo seleccionado en cada ítem.

Pestaña "Bitmap"

Si en la pestaña "Aspecto" se ha elegido en Fondo de escritorio la opción Bitmap se habilitarán los botones "Recorrer" que permite buscar un archivo con extensión .BMP y "Editar" permite modificar un archivo con el software PAINT o cualquier otro editor gráfico que cree archivos con extensión .BMP. Como se ve en la figura 48.

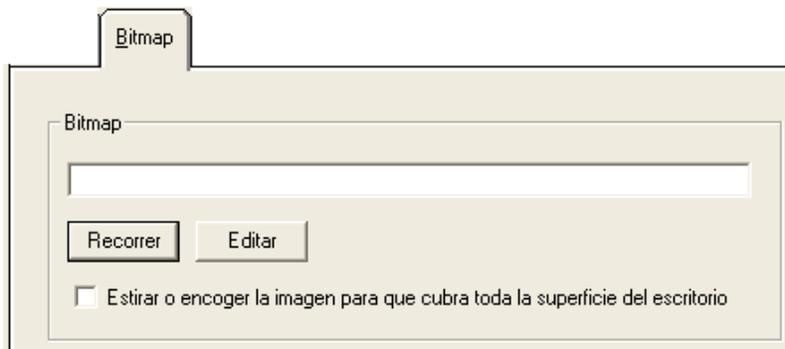


Figura 48. Pestaña Bitmap.

Pestaña "Hijos"

La figura 49 contiene la lista de objetos hijos del escritorio, en esta pestaña se pueden modificar las posiciones, ir a las propiedades y eliminar los objetos.

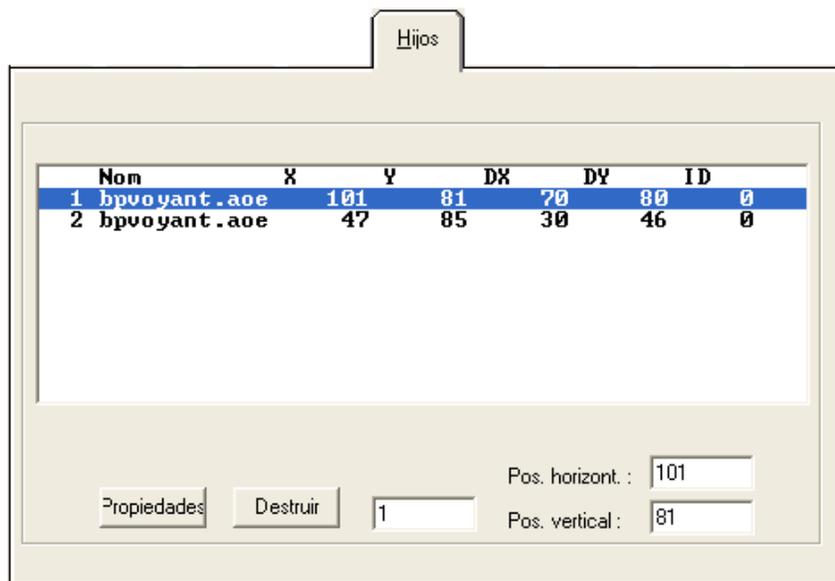


Figura 49. Pestaña Hijos.

10.2. AÑADIR UN OBJETO IRIS 2D A UN ESCRITORIO

Como se muestra en la figura 50 hay dos opciones para añadir un objeto

- En el menú del escritorio seleccionar **“Añadir un objeto”**.
- Seleccionar el Escritorio en el explorador hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú seleccionar **“Añadir un objeto al escritorio”**

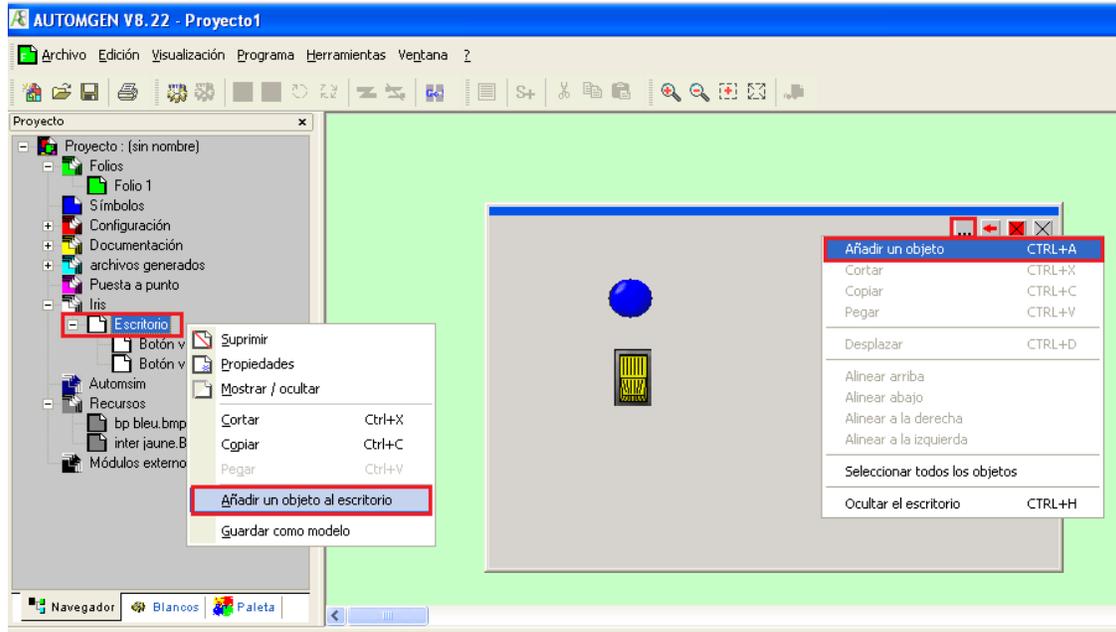


Figura 50. Añadir un objeto IRIS 2D a un escritorio.

PROPIEDADES DE UN OBJETO BASE TIPO “OBJETO”

Se describen algunas de las propiedades de los objetos base incluidos en el escritorio de tipo Objeto como se muestra en la figura 51.

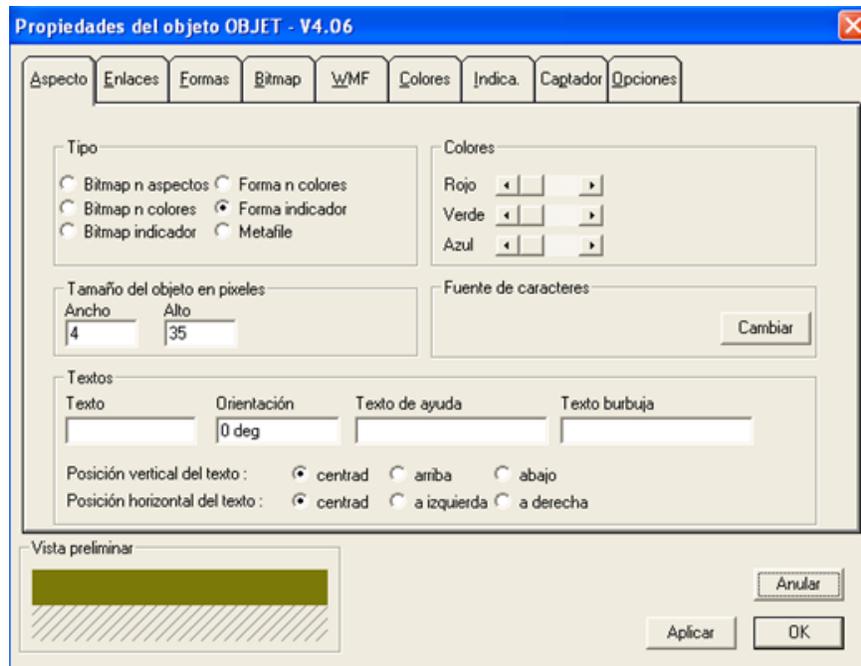


Figura 51. Propiedades de un objeto base tipo “Objeto”.

10.2.1. Pestaña “aspecto”

Tipo

Permite definir uno de los tipos de aspecto del objeto:

- **Bitmap n aspectos:** La imagen del objeto se da por un archivo con extensión .BMP y este puede contener varios aspectos o imágenes.
- **Bitmap n colores:** la imagen del objeto se da por un archivo con extensión .BMP, donde el color de los pixeles se deberá seleccionar en la pestaña “**Colores**” teniendo en cuenta los valores de cada color (rojo, verde y azul).
- **Bitmap indicador:** el objeto es un indicador y su forma estará dado por un archivo con extensión .BMP, en la pestaña “**Indica.**” se define el mínimo, el máximo y la orientación.
- **Forma n colores:** al elegir esta opción en la pestaña “**Formas**” se debe elegir si se requiere un rectángulo, rectángulo redondeado o una elipse y su color se debe definir en la pestaña “**Colores**”.
- **Forma indicador:** el objeto es un indicador rectangular, en la pestaña “**Indica.**” se establece el mínimo, máximo y orientación.

Colores

Permite elegir el color del texto que se podrá observar en el objeto.

Fuente de caracteres

Se elige el estilo y el tamaño para visualizar los mensajes en el objeto.

Tamaño del objeto en píxeles

Establece las dimensiones del objeto en número de píxeles logrando así el tamaño del objeto con una gran exactitud.

Textos

Se puede ingresar un texto que aparecerá en el objeto al cual se le podrá cambiar la posición y la orientación.

10.2.2. Pestaña “enlaces”

Objeto clicado, objeto no clicado

Se deben ingresar las acciones que el usuario quiere que realice el objeto cuando se dé clic o no sobre él.

Aspecto / Color / Llenado

Esta zona del cuadro de diálogo agrupa 8 zonas de edición que permiten definir diferentes tipos de comportamiento del objeto en relación con las variables de la aplicación de automatismo.

Desplazamiento horizontal, desplazamiento vertical

Se define el desplazamiento que tendrá el objeto en cada uno de los ejes. En los campos “+ **Posición**” y “- **Posición**” se deberán ingresar las variables que tendrán el desplazamiento ya sea vertical u horizontal. La posición puede variar entre los valores definidos en los campos “**Mini**” y “**Maxi**”.

Captador

Se pueden incluir captadores y en la pestaña “**Captador**” se deberá indicar la posición de detección y su color.

10.2.3. Pestaña “bitmap”

Nombre del

Si en la pestaña “**Aspecto**” se ha elegido en la zona tipo una de las opciones Bitmap, en esta pestaña con las opciones “**Recorrer**” se podrá buscar un archivo con extensión .BMP y “**Editar**” permitirá modificar un archivo con el software PAINT o cualquier otro editor gráfico que cree archivos con extensión .BMP.

Número de aspectos

Si en la pestaña **“Aspecto”** se ha seleccionado la opción **“Bitmap n aspectos”** se deberá indicar en este campo el número de imágenes contenidos en el archivo .BMP.

El bitmap posee zonas transparentes definidas por el color

Esta opción permite crear un objeto con algunas partes transparentes que estarán definidas por pixeles del mismo color. Se debe correr cada una de las barras de los colores de 0 hasta 255.

10.2.4. Pestaña “colores”

Si se ha indicado en la pestaña **“Aspecto”** una de las opciones diferentes a **“Bipmap n aspectos”**, se deberá definir un valor entre 0 y 255 para cada uno de los colores (rojo, verde, azul)

10.2.5. Pestaña “captador”

El objeto puede utilizarse como captador, en la pestaña **“Aspecto”** estará asociado a una variable booleana y su resultado será verdadero o falso dependiendo si está en contacto con uno o varios colores predefinidos, sus valores deben estar entre 0 y 255. Los colores del objeto a detectar deben ser exactamente iguales a los predefinidos para que el captador funcione.

Posición de la detección

Se define el lado del objeto que deberá detectar.

10.3. SUPRIMIR UN OBJETO IRIS 2D

En el explorador se encuentra el escritorio y asociados a este se encuentran todos los objetos agregados, para eliminar un objeto se debe seleccionar y hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú elegir la opción **“Suprimir”** o en el objeto dar clic derecho del mouse y dar clic en **“Destruir”** como se observa en la figura 52.

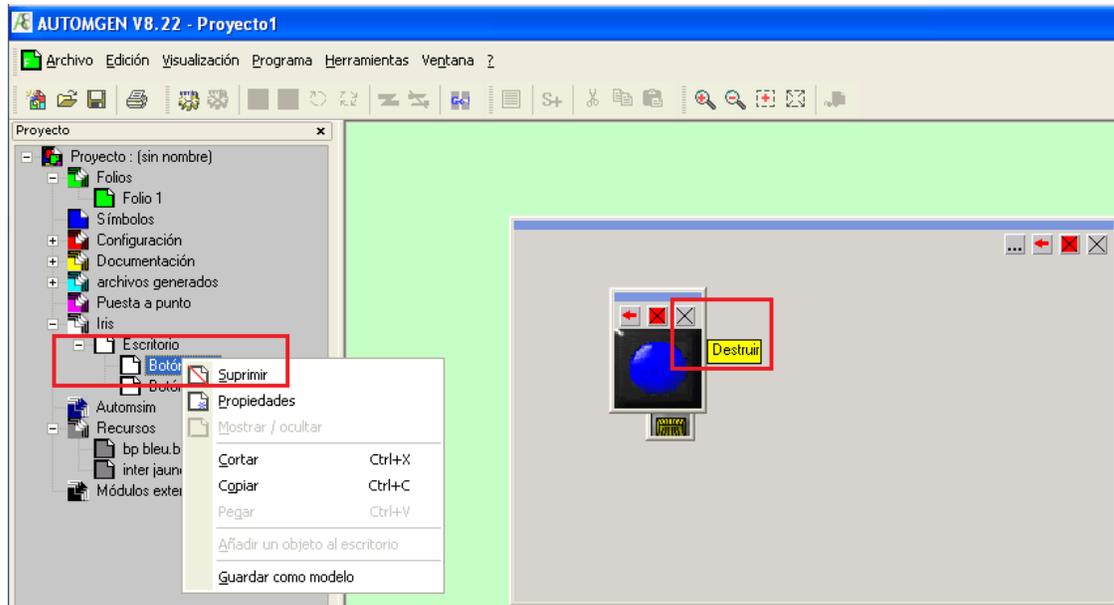


Figura 52. Suprimir un objeto IRIS 2D.

10.4. MOSTRAR U OCULTAR UN OBJETO IRIS 2D

Se debe hacer clic con el botón derecho del ratón en el objeto IRIS principal o padre en el explorador y elegir en el menú la opción **“Mostrar/ocultar”**. Los objetos asociados al objeto padre no se pueden mostrar u ocultar, así como se ve en la figura 53.

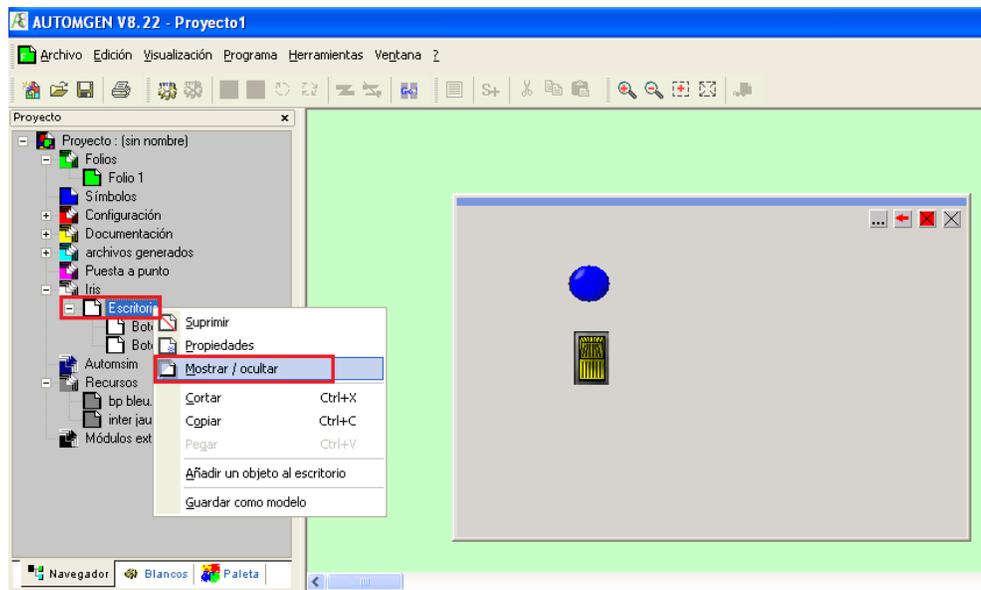


Figura 53. Mostrar u ocultar un objeto IRIS 2D.

10.5. COPIAR Y PEGAR UN OBJETO IRIS 2D

Se pueden copiar objetos en el mismo escritorio o copiar un Escritorio con todos sus objetos.

En la figura 54 se muestra que para copiar un escritorio en el explorador se debe seleccionar el escritorio a copiar hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú seleccionar la opción **“Copiar”**.

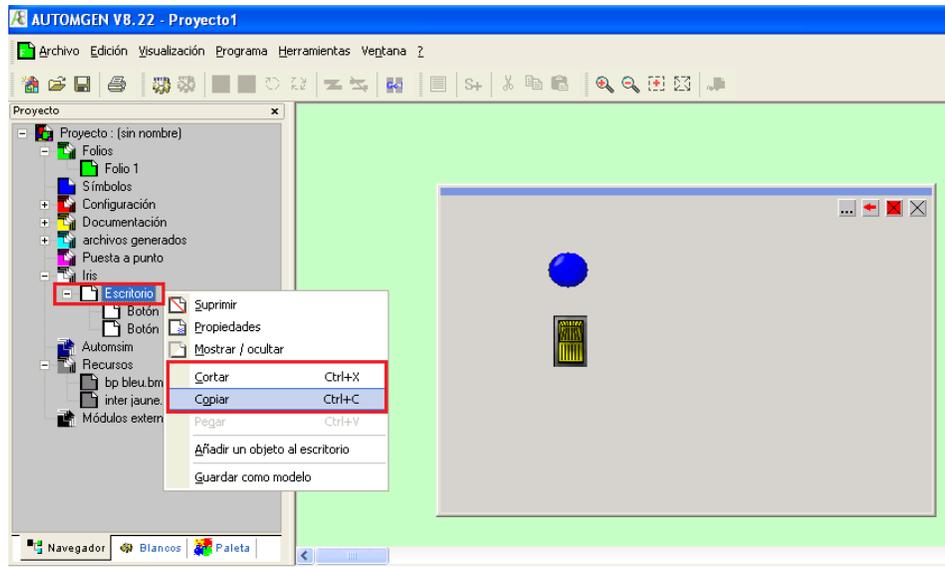


Figura 54. Copiar un Escritorio IRIS 2D.

Para pegar el escritorio se debe ubicar en el explorador en el elemento IRIS y hacer clic con el botón derecho del mouse y seleccionar la opción **“Pegar”**. Ver figura 55.

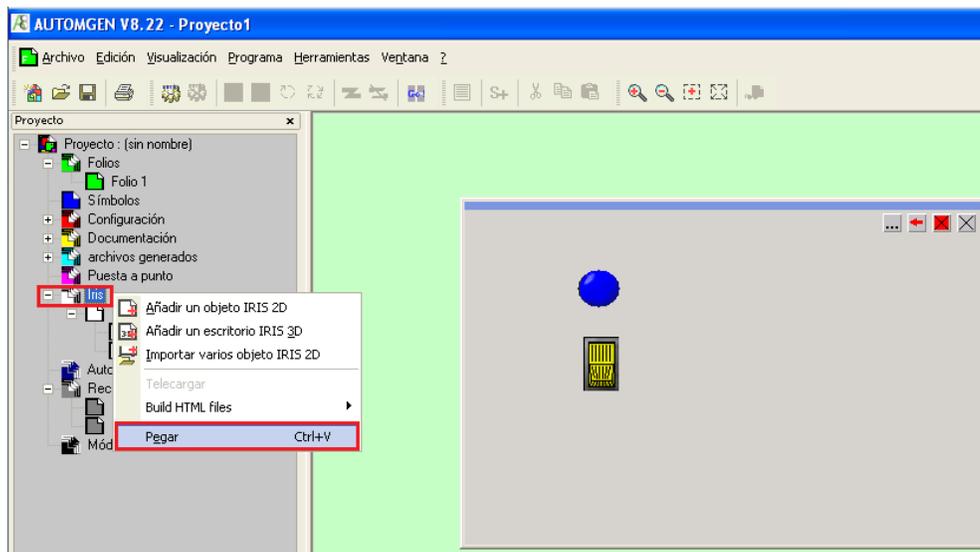


Figura 55. Pegar un Escritorio IRIS 2D.

Para copiar objetos que hacen parte de un escritorio se deben seleccionar en el explorador, hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú seleccionar la opción **“Copiar”**. Ver figura 56.

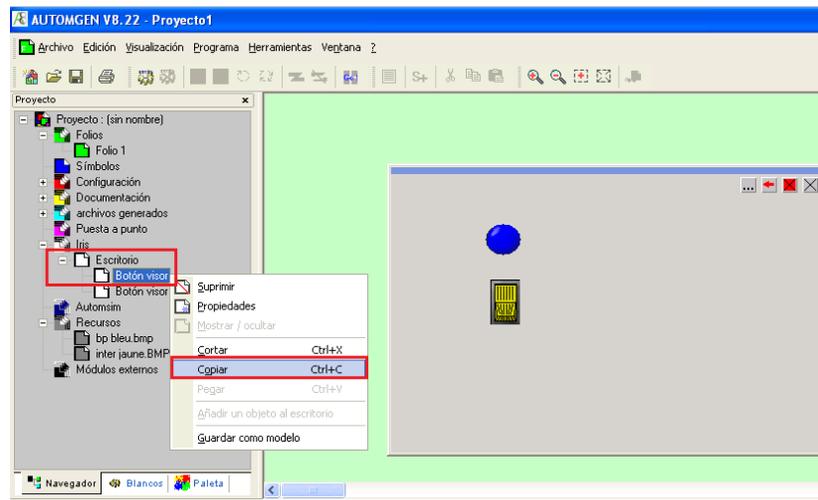


Figura 56. Copiar un objeto IRIS 2D.

Para pegar el o los objetos en el explorador se debe seleccionar el Escritorio, hacer clic con el botón derecho del mouse y en el menú seleccionar la opción **“Pegar”**. Ver figura 57.

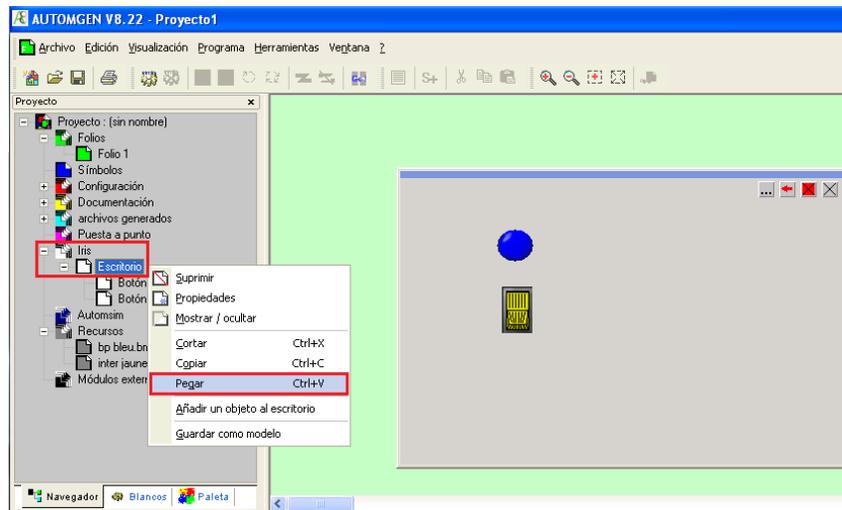


Figura 57. Pegar un objeto IRIS 2D.

11. DISEÑO

11.1. PROCESO GENERAL

El diagrama de flujo describe el proceso general de la máquina diseñada, con las cuatro etapas principales y su respectiva secuencia. Ver figura 58.

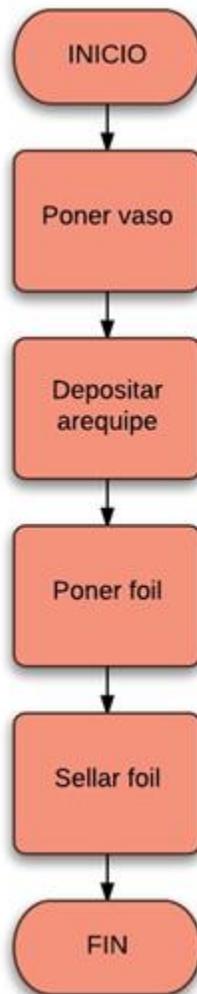


Figura 58. Diagrama de flujo "Proceso general".

11.2. PONER VASO

En la figura 59 se muestra la primera etapa del proceso general de forma detallada, con todas las acciones y decisiones necesarias para cumplir a cabalidad su objetivo que es poner el vaso en la bandeja de movimiento.

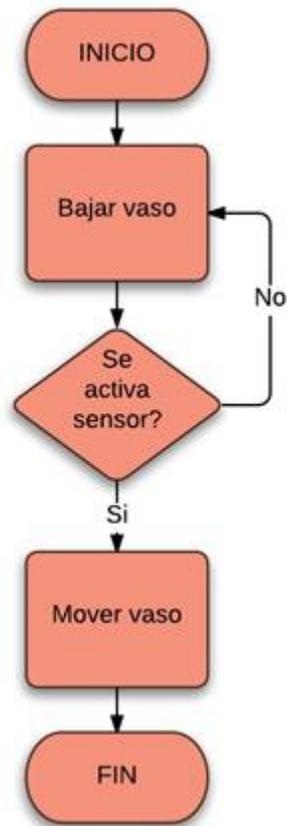


Figura 59. Diagrama de flujo proceso "Poner vaso".

11.3. DEPOSITAR AREQUIPE

La segunda etapa se puede observar en la figura 60, donde la dosificación del arequipe es la tarea que se debe llevar a cabo teniendo en cuenta todas las variables y estados posibles del proceso.

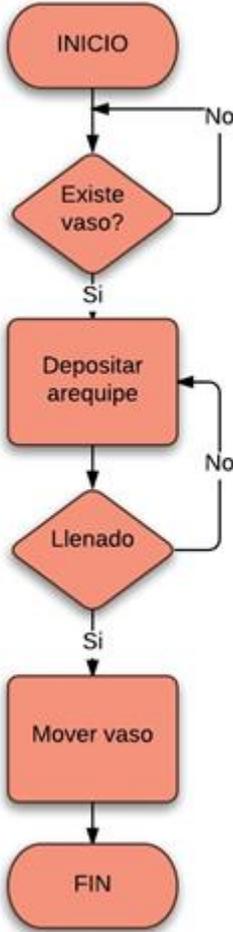


Figura 60. Diagrama de flujo proceso “Depositar arequipe”.

11.4. PONER FOIL

Todas las acciones y condiciones que se deben tener en cuenta en la tercera etapa se pueden ver en la figura 61, en la cual el foil debe ser colocado en el vaso.



Figura 61. Diagrama de flujo proceso "Poner foil".

11.5. SELLAR FOIL

Como se ve en la figura 62, se deben considerar distintas posibilidades a la hora de lograr con éxito la principal función de esta cuarta etapa que es sellar el foil en el vaso.

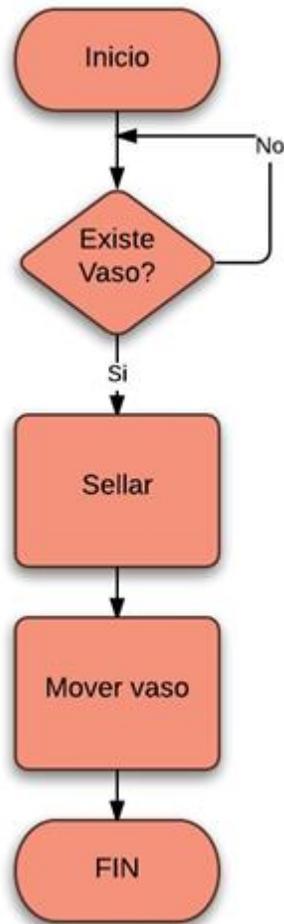


Figura 62. Diagrama de flujo proceso "Sellar foil".

12. IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA GEMMA

Teniendo el diseño general y específico del proceso y las tareas que realizará la máquina se procede a implementar la guía GEMMA en estos de la siguiente manera:

Primer paso Realizar el graficet de producción normal de la máquina, este graficet es el que se utilizará en el modo automático.

Segundo paso Definir los estados de cada grupo que se utilizarán para cumplir los requerimientos de seguridad. Los estados que se ven a continuación fueron los seleccionados:

A1 Parada en el estado inicial

A6 Puesta del sistema en el estado inicial

F1 Producción normal - Automático

F5 Marcha de verificación con orden - Semiautomático

F4 Marcha de verificación sin orden - Manual

D1 Parada de emergencia

Tercer paso Al definir todos los procesos sugeridos por la guía GEMMA y sus respectivas transiciones, realizar los graficet correspondientes.

Cuarto paso Crear un graficet principal o de control en el cual se da manejo y paso a las transiciones y estados posibles.

Quinto paso En vista de que los graficets diseñados alimentan una simulación en 2D, en donde se refleja el engranaje de los esquemas de forma gráfica y los correspondientes movimientos de las variables, se debe realizar en este mismo escritorio el respectivo pupitre de control con las diferentes opciones seleccionadas.

13. RESULTADOS

13.1. GRAFCET

13.1.1. Producción normal - automático

En el anexo 1 se puede ver el graficet realizado para llevar a cabo un ciclo del proceso, en este esquema se encuentran desarrolladas las diferentes tareas específicas necesarias para lograr al final un producto que cumpla con los objetivos de cada etapa. Para este caso un ciclo consta de tres productos finalizados, ya que el programa tiene una limitación de funciones, en la cual no se permite retornar objetos base a su estado inicial en medio de la ejecución, esta coyuntura se resolvió

repetiendo el graficet de lo que fuera un solo ciclo (1 Vaso) tres ocasiones, con un objeto base distinto para cada repetición, quedando en una serie consecutiva, donde cada una es independiente pero se realizan simultáneamente.

13.1.2. Marcha de verificación con orden – semiautomático

El graficet diseñado para cumplir este requerimiento se encuentra en el anexo 2, donde se puede observar que solo se utilizó un vaso, debido a que la verificación solicitada se podía llevar a cabo de esta manera, ya que todas las etapas y tareas del proceso general se realizan en un solo producto.

13.1.3. Marcha de verificación sin orden - manual

Para esta verificación se tuvo que generar un nuevo proyecto, debido a que la capacidad de procesamiento del programa no es suficiente para ejecutar simultáneamente folios tan complejos, ya que como se puede ver en el anexo 3, este graficet es de bastante complejidad y cuidado. Como es el fin de este control manual la máquina debe realizar cualquier tarea sin un orden específico, teniendo en cuenta que es el operario quien desde el pupitre de control da la orden de secuencia de realización. Ya que solo es necesario un vaso para realizar todas las tareas de cada una de las etapas, la primera de ellas, que es poner el vaso en la bandeja de movimiento, solo se puede realizar una única vez al principio de cada ejecución del proyecto; después de esto las siguientes etapas pueden ser verificadas en cualquier orden y la cantidad de veces deseada por el operador.

13.1.4. Control principal

Como se ve en el anexo 4 este graficet fue diseñado para ser consecuente con las instrucciones del pupitre de control y para dar manejo y paso entre los diferentes graficets con los que cuenta el esquema total de la máquina. Al encender la máquina es el primer graficet que actúa, donde se obliga a los otros graficet a no ejecutarse por medio de forzado, que es quitarle la marca a las etapas iniciales de cada uno, siguiente a esto se llama el graficet de puesta en estado inicial para garantizar que la máquina se encuentre totalmente preparada para iniciar cualquiera de la funciones que se seleccione, cumpliendo con esto se procede desde el pupitre de control a elegir entre *semiautomático* o *automático* y es este el que le da paso al graficet que ejecuta la opción seleccionada.

13.1.5. Parada de emergencia

Es el único graficet que tiene la marca en su etapa inicial durante todo momento del proceso, debe estar preparado para cualquier instante en el que sea presionado desde el pupitre de control *parada de emergencia*, en el anexo 5 se puede ver que

la función de esta secuencia es muy simple, al ser presionado de inmediato fuerza todas las etapas del esquema total de la máquina, parando todos los procesos que se están ejecutando en ese momento, al pasar el estado emergencia se debe volver a presionar para llamar el graficet de puesta en estado inicial y después al de control principal.

13.1.6. Puesta en estado inicial

Este graficet sirve para, después de una parada de emergencia o al encender la máquina, comprobar que todas las etapas estén en su estado inicial, para llevar a cabo sus respectivas funciones y que los graficet puedan iniciar correctamente, si por el contrario se encuentran en medio de una tarea, se llevarán a este estado para cumplir su objetivo. Este graficet se encuentra en el anexo 6.

13.2. SIMULACIÓN IRIS 2D

El escritorio de IRIS 2D que se ve en la figura 63 es el resultado del diseño realizado para mostrar el funcionamiento de toda la máquina y su respectivo control.

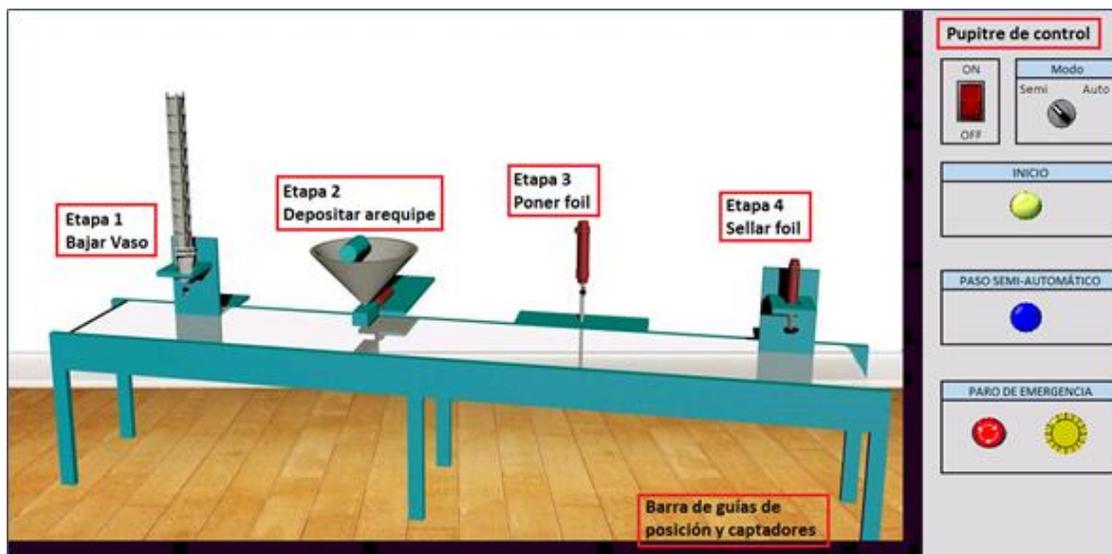


Figura 63. Escritorio diseñado en IRIS 2D.

13.2.1. Indicador

Es un tipo de objeto de IRIS 2D, el cual se utilizó para simular el movimiento de diferentes mecanismos del proceso, ya que cuenta con una función de llenado que es controlada por las variables asignadas y por la posición ingresada en las propiedades del mismo.

13.2.2. Etapa 1

La función de esta etapa es llevar el vaso a la bandeja desde una unidad de soporte para luego ser transportado a la siguiente etapa. Teniendo en cuenta que un vaso no puede volver a su posición inicial después de terminar todo el proceso (el paso por las cuatro etapas), como también la mediana capacidad de procesamiento de Automgen, se colocaron tres vasos diferentes para simular el proceso en forma automática y consecutiva. Ver figura 64.



Figura 64. Etapa 1.

13.2.3. Etapa 2

En esta etapa se deposita el arequipe en el vaso que se encuentra en la bandeja, para simular el llenado se utilizó un indicador de color negro, debido a que los indicadores no pueden tener movimiento, solo llenado o vacío, el vaso debe continuar sin este el resto del proceso. Ver figura 65.

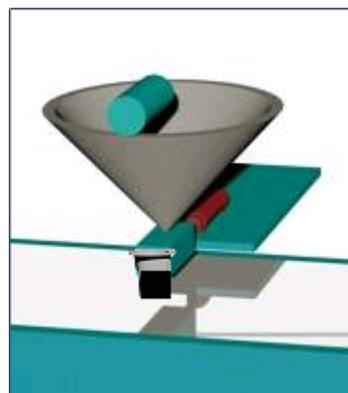


Figura 65. Etapa 2.

13.2.4. Etapa 3

Poner el foil en el vaso es el objetivo de esta etapa, para lograrlo este mecanismo fue diseñado para realizar un giro de 90 grados, ya que la simulación es en 2d no fue posible mostrarlo en totalidad, entonces se utilizaron varios indicadores para aparentar de alguna manera dicho movimiento. Ver figura 66.

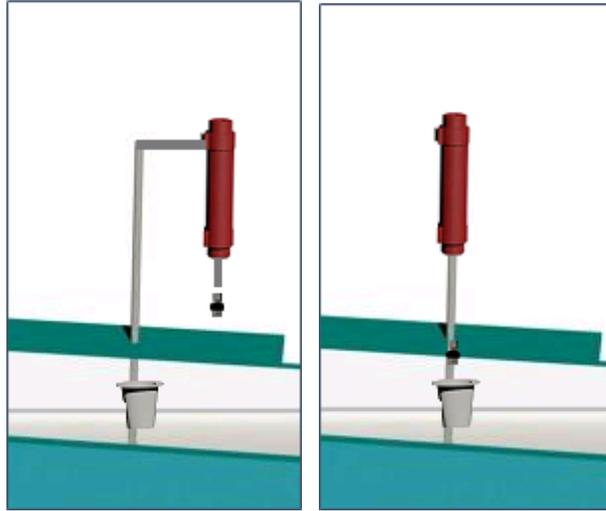


Figura 66. Etapa 3.

13.2.5. Etapa 4

Es la etapa final del proceso, el vaso que ingresa ya se encuentra lleno de arequipe y tiene puesto el foil, la función de esta fase es sellar de manera óptima el foil. Ver figura 67.

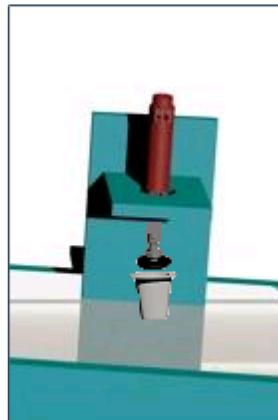


Figura 67. Etapa 4.

13.2.6. Barra de guías de posición y captadores

Para tener un control exacto de la posición de los movimientos de los indicadores y objetos fue necesario implementar guías de posición y sensores captadores. Los captadores son una clase de objeto de tipo “forma n colores” que se utiliza para simular un sensor de forma rectangular que detecta un objeto de un color específico por uno de sus cuatro lados, el color y la posición de la detección son elegidas por el usuario en las propiedades del objeto, las guías de posición fueron los objetos creados para ser detectados por los captadores.

13.2.7. Pupitre de control

Cumpliendo el requerimiento de la guía GEMMA, es necesario contar con un pupitre de control que nos muestre las opciones con las cuales cuenta el automatismo en cuestiones de seguridad y modos de operación.

14. IMPLEMENTACIÓN REAL

En la tabla 1 se encuentra la lista de los elementos básicos que se necesitan para el funcionamiento de la máquina.

Producto	Cantidad	Referencia	Costo Unitario	Costo Total	Fabricante
Motor Electrico de 1/2 Caballo de fuerza 120V	1	A7B10001015931	\$ 377.000	\$ 377.000	Siemens
Electrovalvulas 12V	5	2W-025-08	\$ 34.738,05	\$ 173.690	Genérico
Contactores 120V 25A	8	22.32.0.120.4320	\$ 61.743,62	\$ 493.949	Finder
PLC 8 Salidas	1	TWDLMDA20DTK	\$ 1.759.500	\$ 1.759.500	Schneider
Finales de carrera	6	3SE5112-0CA00	\$ 51.540,22	\$ 309.241	Siemens
		3SE5250-0CC05	\$ 74.900	\$ 449.400	Siemens
Cable #10 (Mts)	20	120435	\$ 5.900	\$ 118.000	Procable
Cable #14 (Mts)	25	54280	\$ 1.590	\$ 39.750	Procable

15. CONCLUSIONES

- Al llevar a cabo esta automatización el proceso se ve beneficiado de manera significativa y cuenta con múltiples ventajas, como lo son mayor productividad, seguridad de los trabajadores, reducción de costos, fácil mantenimiento, producciones masivas y de alta calidad.
- El graficet inicialmente fue diseñado teniendo en cuenta las características y propiedades de la máquina real, pero debido a las restricciones en IRIS 2D, el graficet tuvo que ser rediseñado para que la simulación funcionara de forma óptima y poder observar con detalle todo el proceso, dejando de lado algunas de estas importantes propiedades.
- Si bien la implementación horizontal de las estaciones ocupa un significativo espacio esto se contrarresta con las ventajas a la hora del mantenimiento, reparación o reemplazo de tareas y la capacidad para el operario de hacer seguimiento a todas las etapas del proceso.
- Al hacer uso de la guía Gemma se logró optimizar el funcionamiento de todos los graficet y facilitar todo el manejo desde el pupitre de control.
- Automgen es un programa ideal para llevar a cabo simulaciones en 2D pero estas deben de ser de baja complejidad ya que su poca capacidad de procesamiento hace que estas sean lentas y no se pueda moldear a cabalidad la realidad.

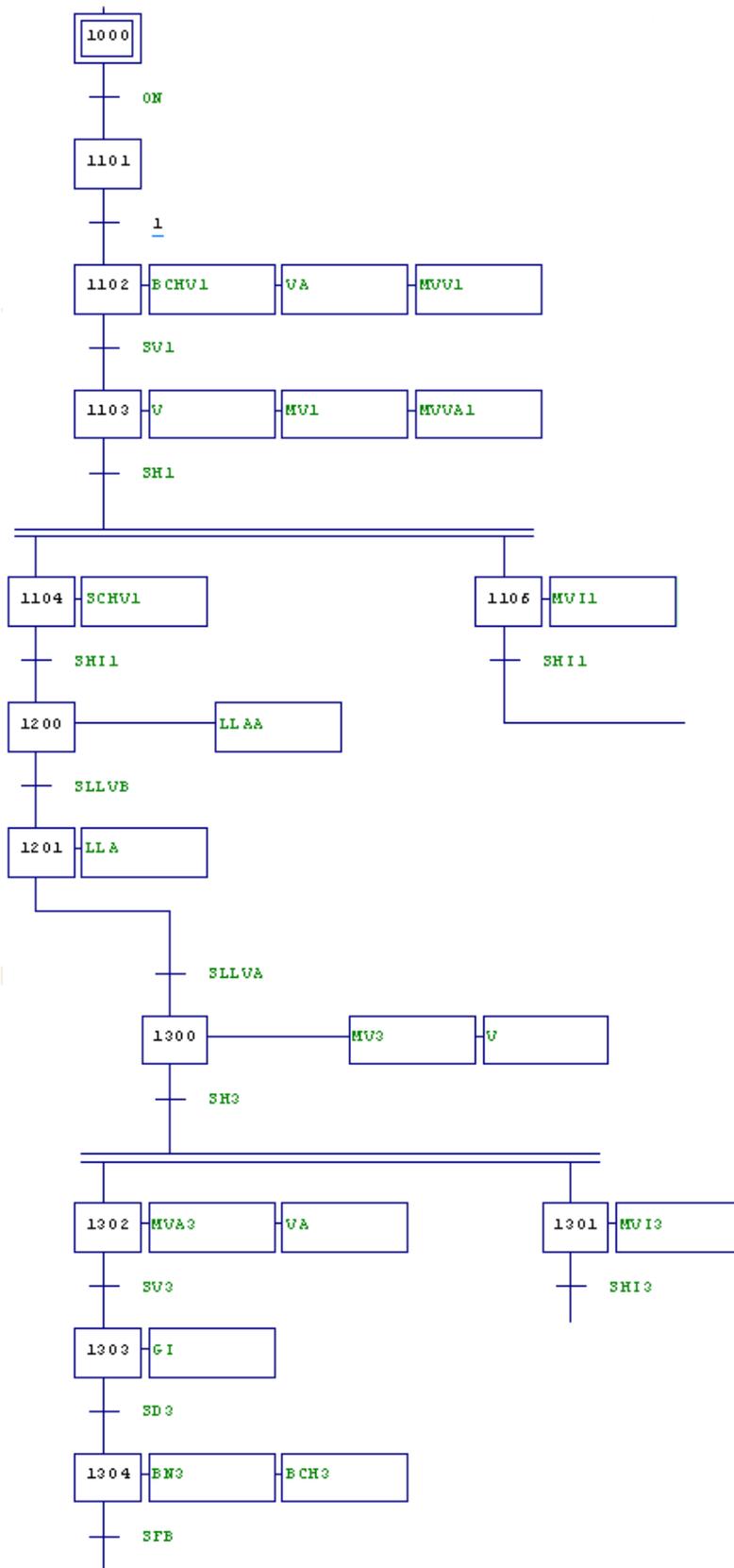
16. ANEXOS

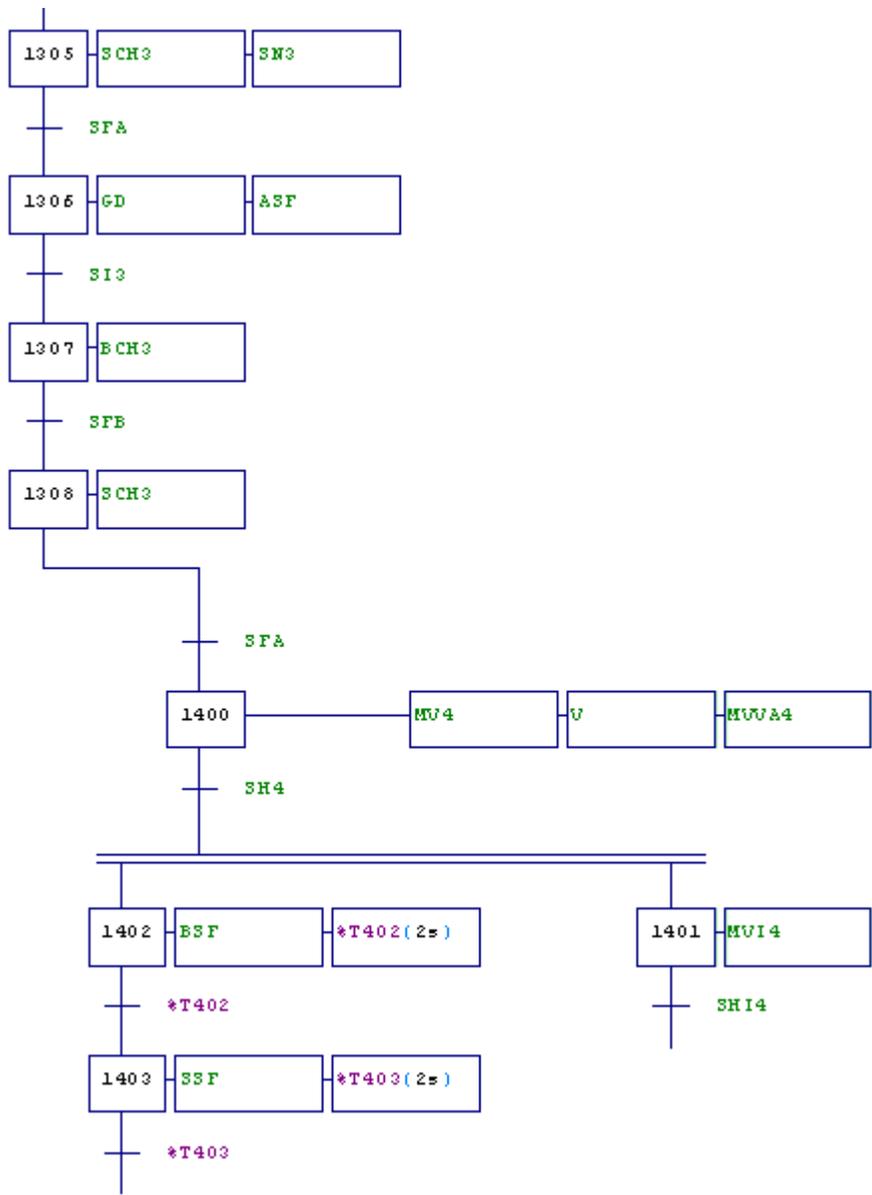
16.1. TABLA DE SÍMBOLOS

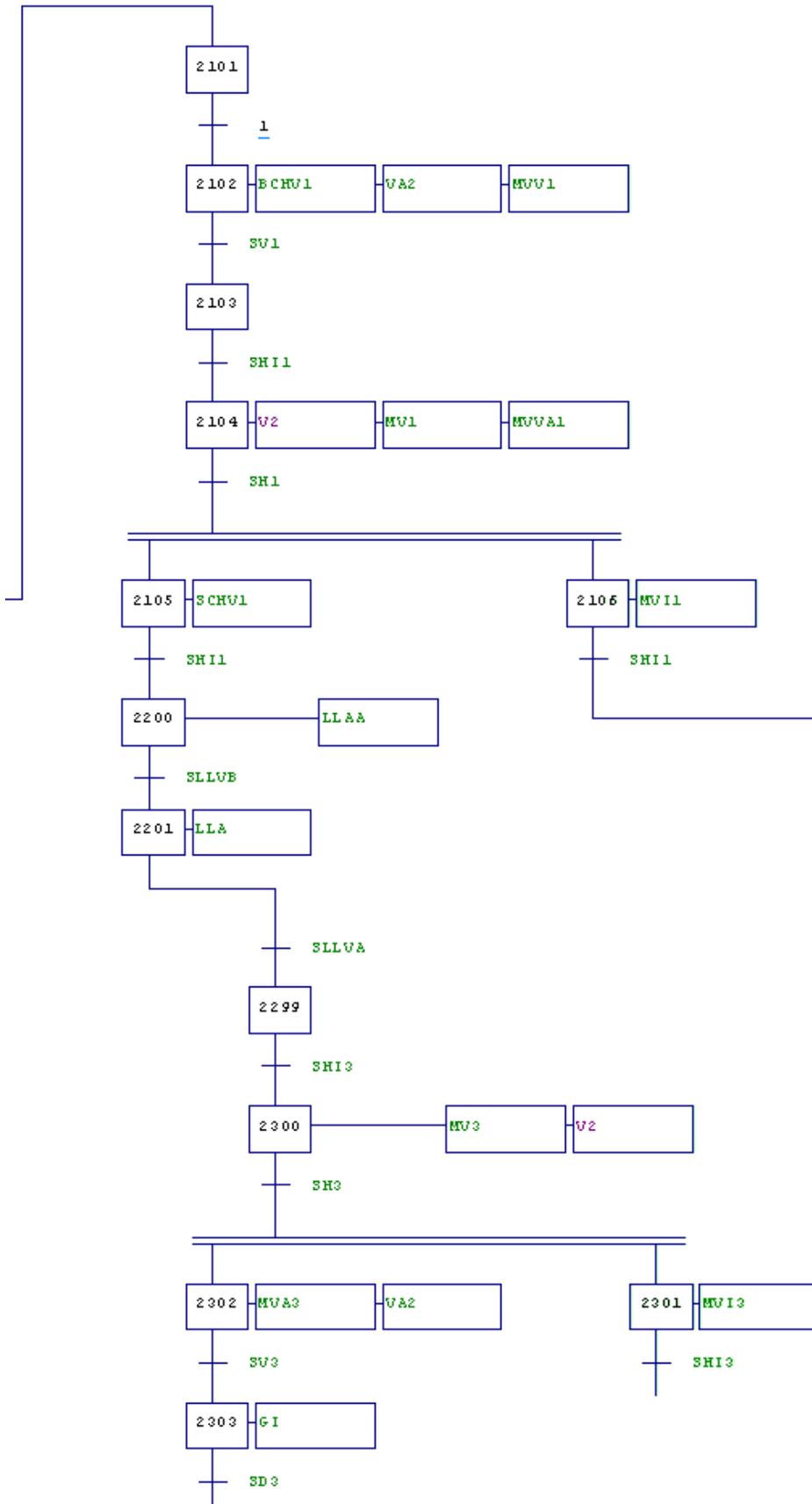
Símbolos	Variables	Comentarios
MVVA4	%Q404	MovimientoIndicadorArribaVasoEtapa4
ASF	%Q306	ApagarSuccionFoil
BN3	%Q310	BajaIndicadorFoilEtapa3
BCH3	%Q302	BajarChupaEtapa3
BCHF	%Q307	BajarChupaFoilEtapa3
BCHV1	%Q104	BajarChupaVasoEtapa1
BSF	%Q400	BajarSelladorFoilEtapa4
BombilloA	%Q1001	BombilloIndicadorAutomatico
BombilloParo	%Q1003	BombilloIndicadordeParoFinCiclo
BombilloS	%Q1002	BombilloIndicadorSemiautomatico
=1	%I402	CondiciondeActivaciondeAccion
ON	%i1	EncendidoMaquina
GD	%Q309	GiroDerechaEtapa3
GI	%Q305	GiroIzquierda
MV2	%Q201	IndicadorVasoEtapa2
INICIO	%I1004	InicioProceso
LLA	%Q203	LlenadoArequipeAbajo
LLAA	%Q202	LlenadoArequipeArriba
V2	%Q2101	MoverVasoSegundoCiclo
MV4	%Q402	MovimientoIndicadorEtapa4
MVI4	%Q403	MovimientoIndicadorIzquierdaEtapa4
MVI3	%Q308	MovimientoIndicadorIzquierdaVasoEtapa2
MV1	%Q105	MovimientoIndicadorVasoEtapa1
MV3	%Q301	MovimientoIndicadorVasoEtapa3
MVI1	%Q106	MovimientoIndicadorVasoIzquierdaEtapa1
MVV1	%Q107	MovimientoIndicadorVasoVerticalAbajoEtapa1
MVVA1	%Q108	MovimientoIndicadorVerticalVasoArribaEtapa1
MVA3	%Q312	MovimientoVasoAbajoEtapa3
V3	%Q3200	MovimientoVasoTercerCiclo
EMERGENCIA	%I0	ParodeEmergencia
PARO	%I1005	ParodeFinCiclo
AUTO	%I1001	ProcesoAutomatico
SEMI	%I1002	ProcesoSemiautomatico
PulsadorSemi	O0	PulsadorDePasodeEtapa
PS	%I1000	PulsadorSemiautomatico
SD3	%I303	SensorDerechaEtapa3
SFA	%I306	SensorFoilArribaEtpa3

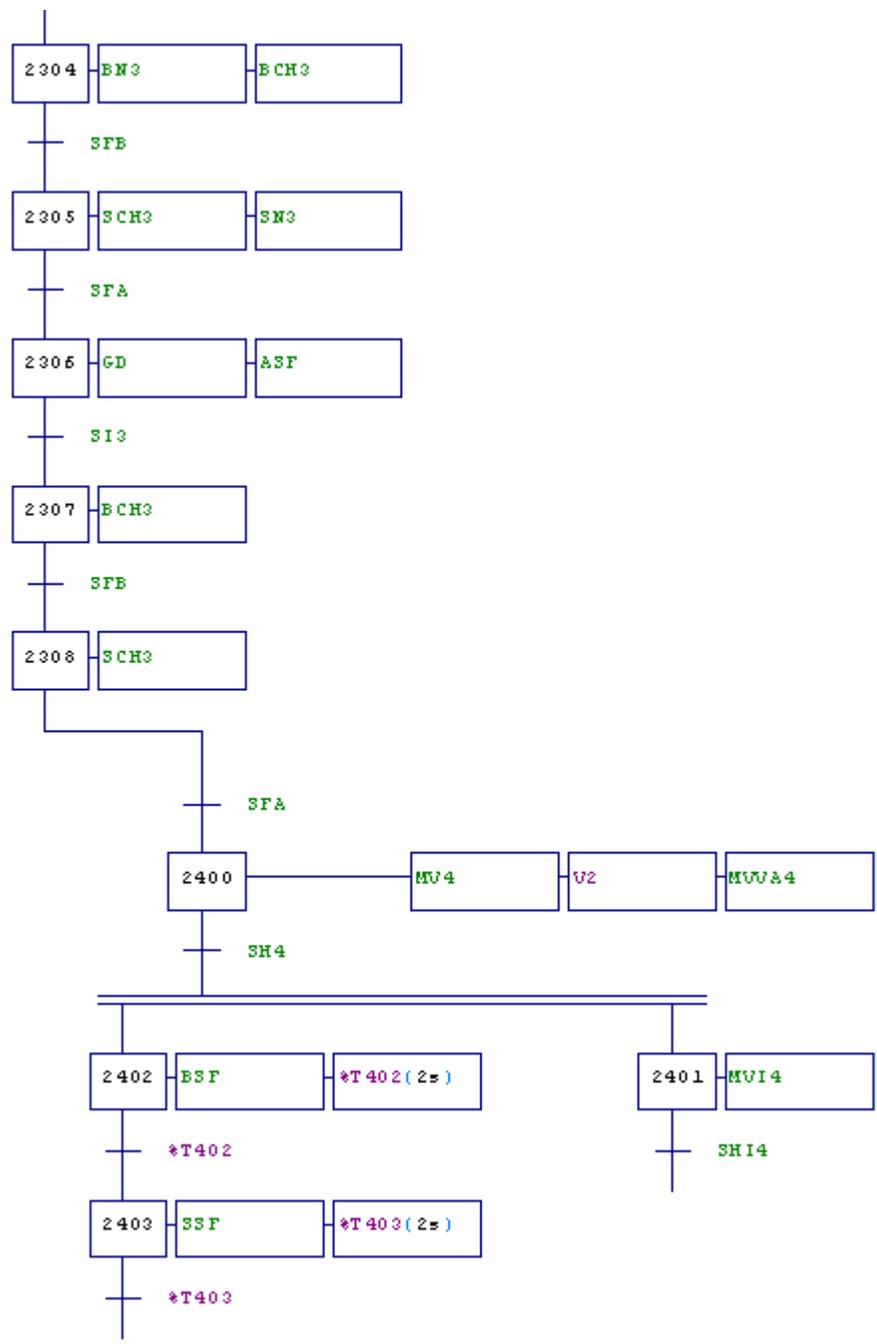
Símbolos	Variables	Comentarios
SFB	%I307	SensorFoilBajoEtapa3
SH1	%I101	SensorHuecoEtapa1
SH2	%I201	SensorHuecoEtapa2
SH3	%I301	SensorHuecoEtapa3
SH4	%I401	SensorHuecoEtapa4
SHI3	%I305	SensorIndicadorIzquierdaEtapa2
SHI4	%I403	SensorIndicadorIzquierdaEtapa4
SI3	%I302	SensorIzquierdaEtapa3
SLLVA	%I202	SensorLlenadoVasoArriba
SLLVB	%I203	SensorLlenadoVasoBajo
SHI1	%I103	SensorMovimientoVasozIzquierdaEtapa1
SP1	%I100	SensorPlacaEtapa1
SP2	%I200	SensorPlacaEtapa2
SP3	%I300	SensorPlacaEtapa3
SP4	%I400	SensorPlacaEtapa4
SV1	%I102	SensorVasoEtapa1
SV3	%I304	SensorVasoEtapa3
SCH3	%Q304	SubirChupaEtapa3
SCHV1	%Q102	SubirChupaVasoEtapa1
SN3	%Q311	SUBirFoilEtapa3
SSF	%Q401	SubirSelladorFoilEtapa4
SF	%Q303	SuccionarFoil
SVA1	%Q103	SuccionarVasoEtapa1
V	%Q2	Vaso
VA	%q3	VasoAbajo
VA2	%Q2100	VasoAbajoSegundoCiclo
VA3	%Q3201	VasoAbajoTercerCiclo

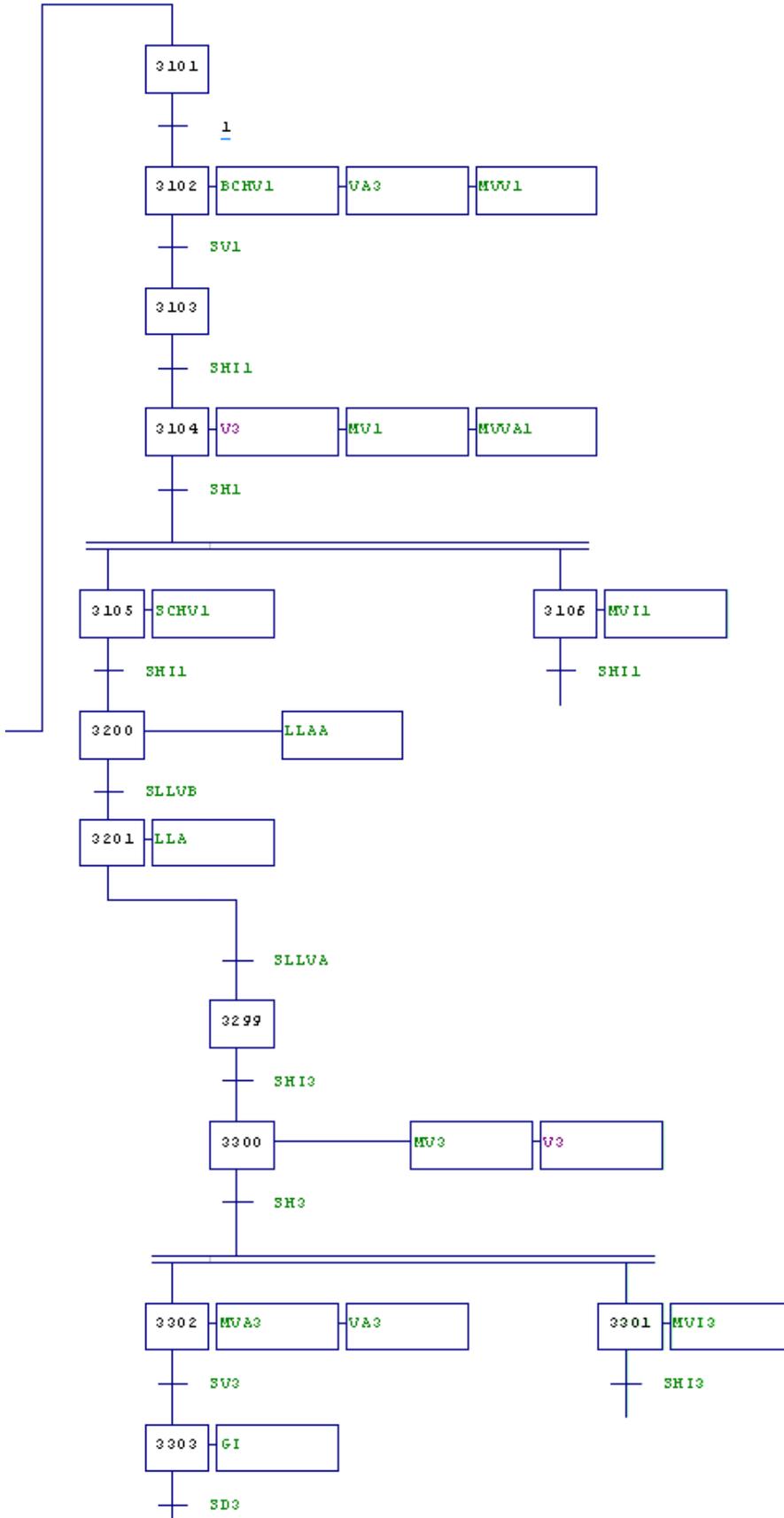
16.2. ANEXO 1

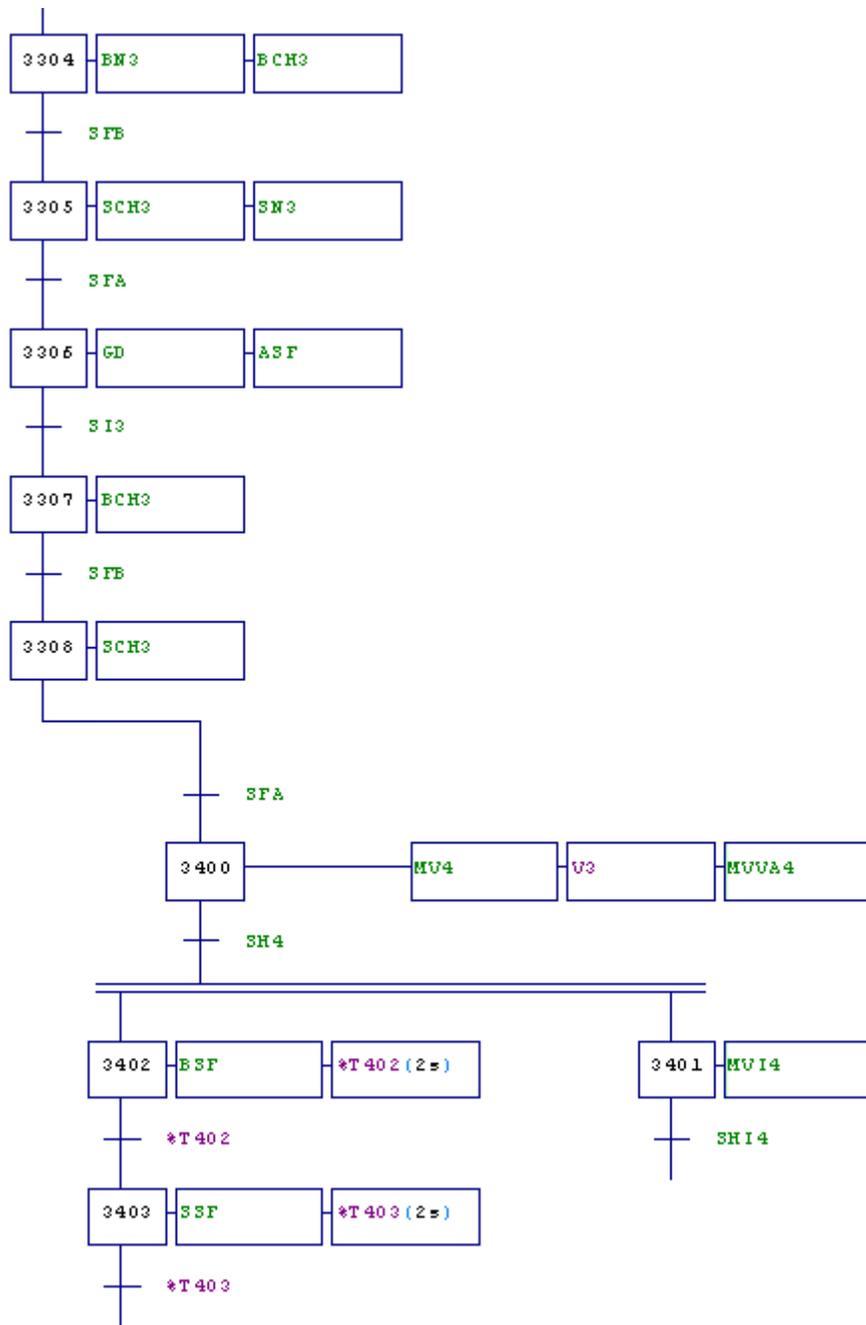




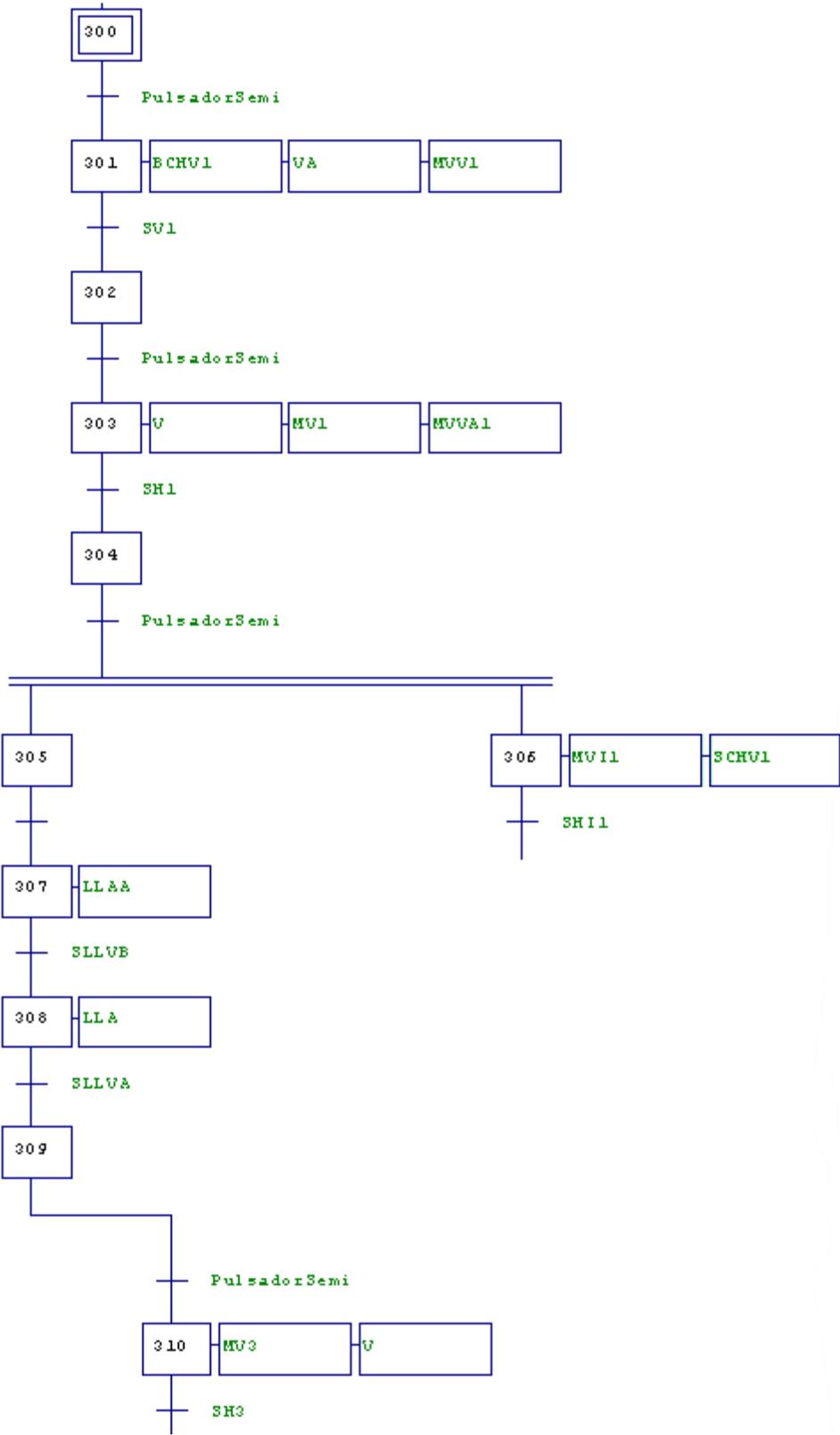


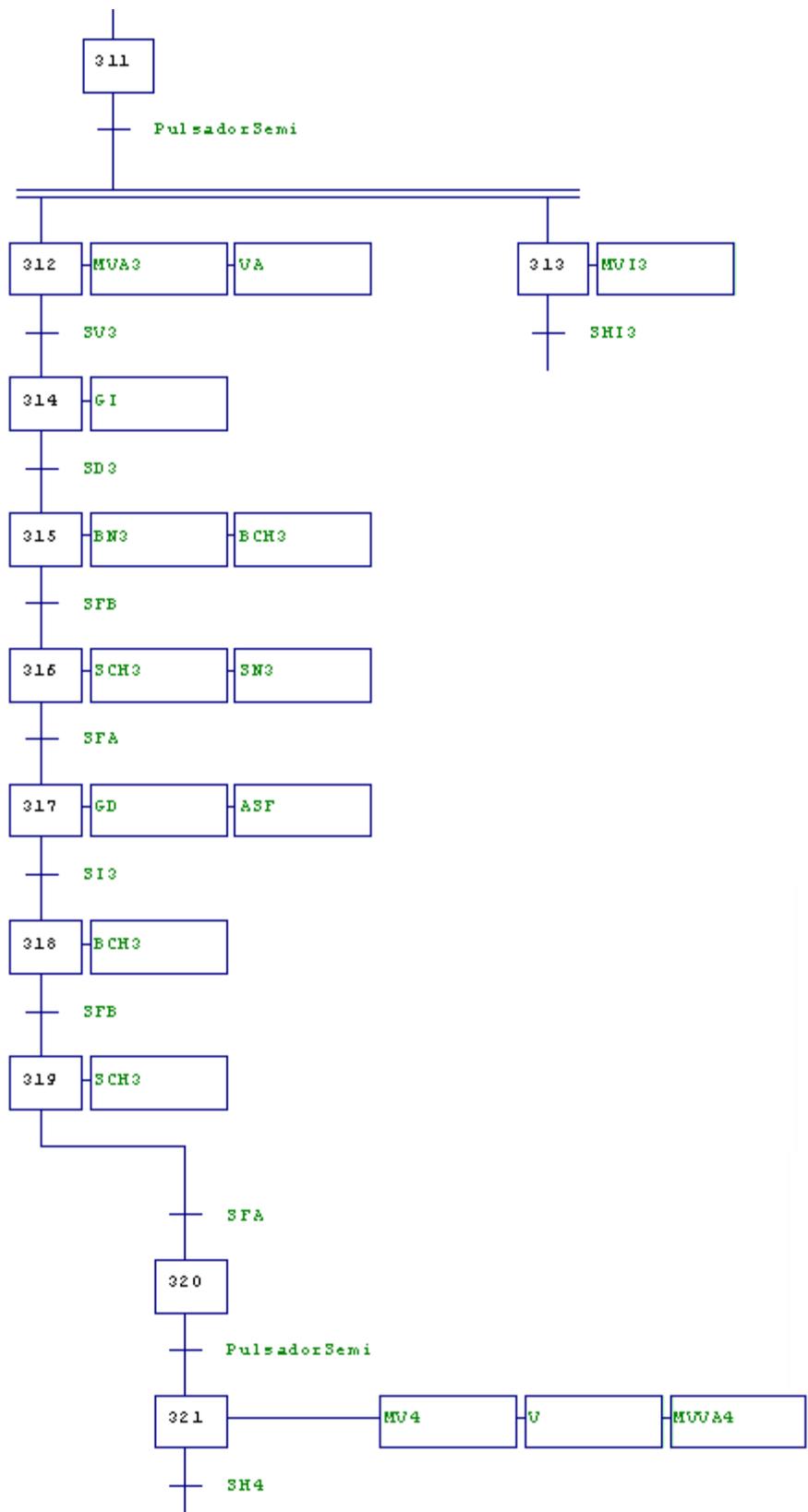


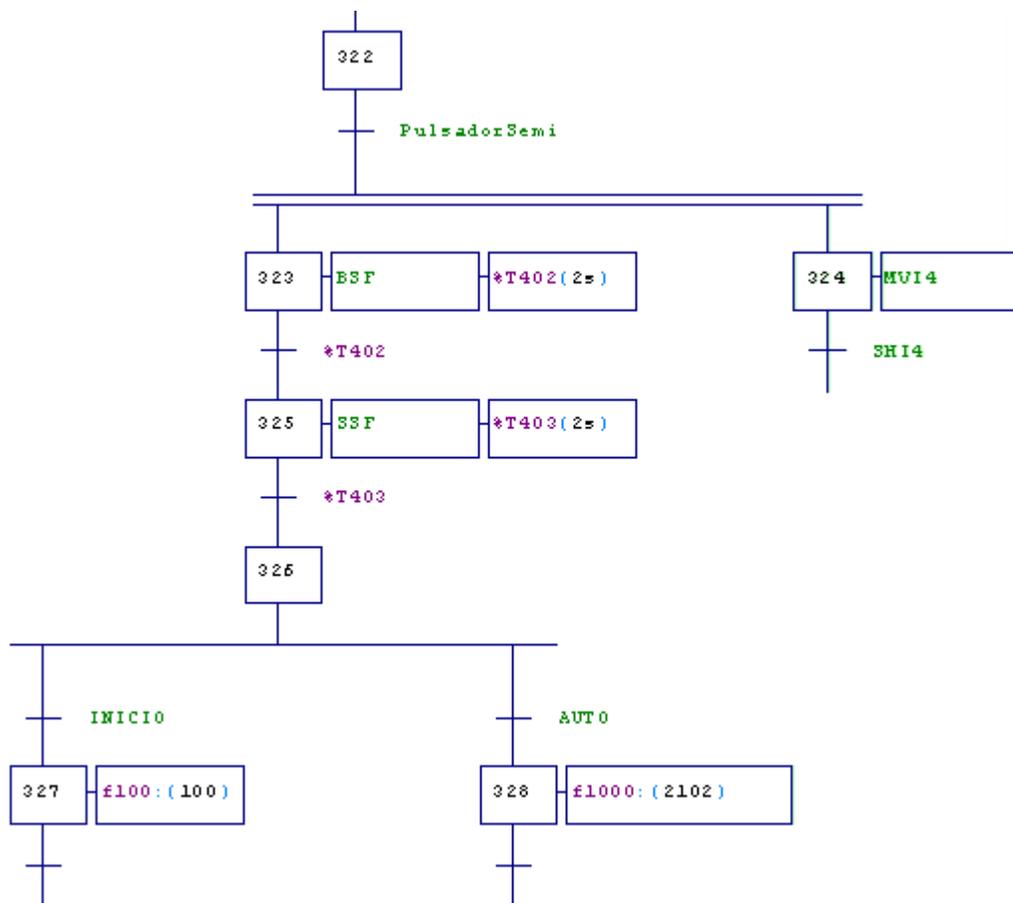




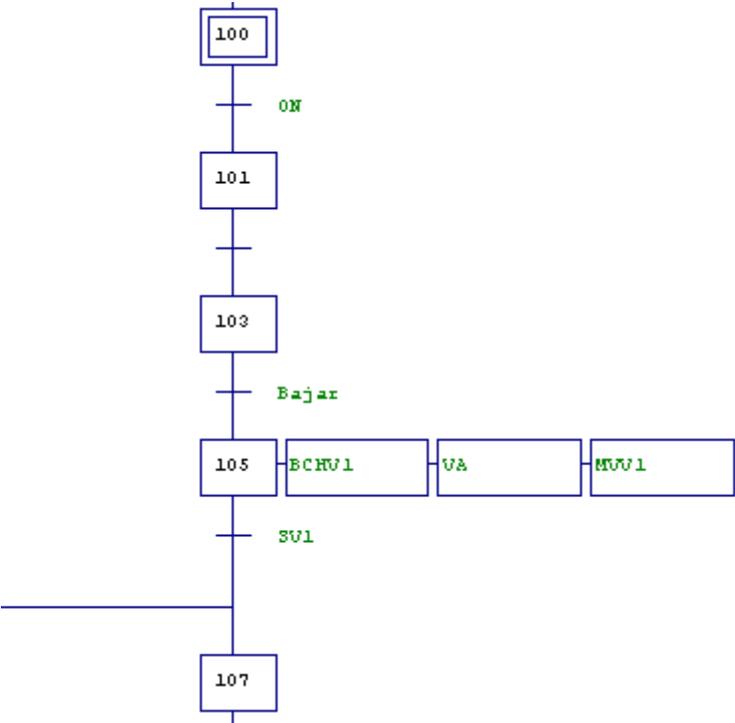
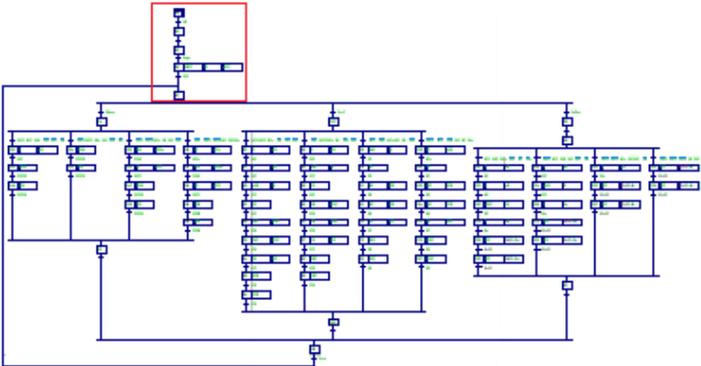
16.3. ANEXO 2

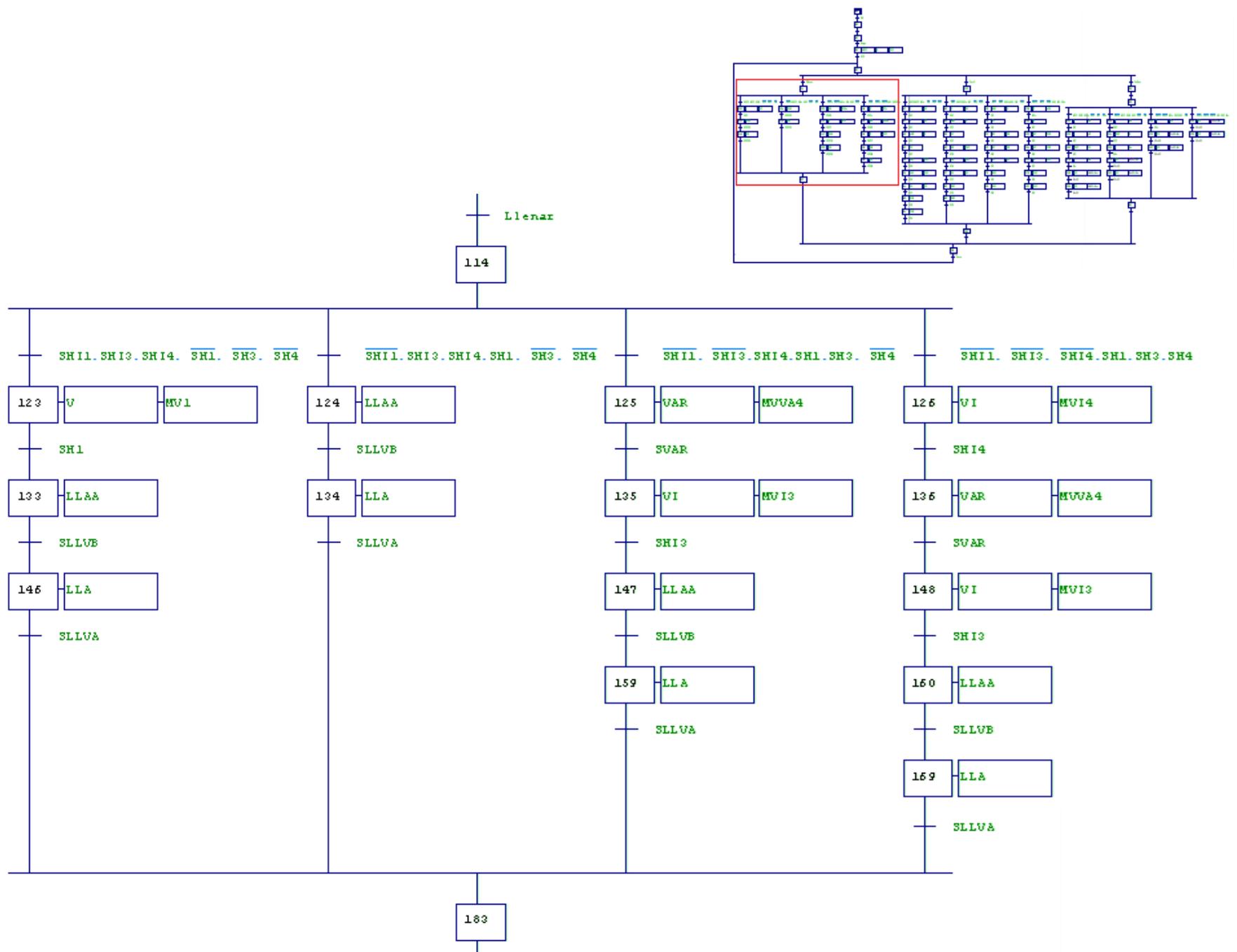


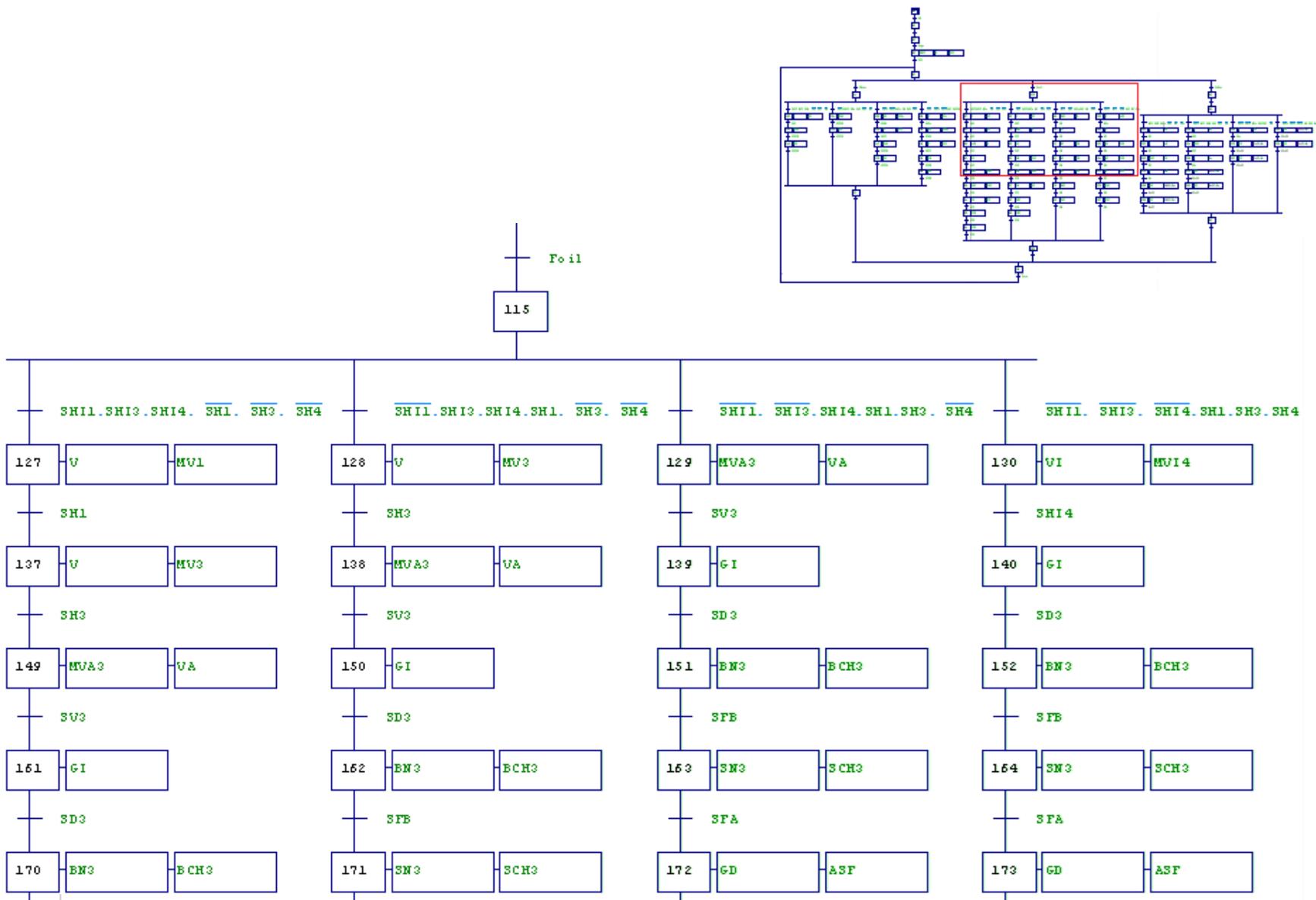


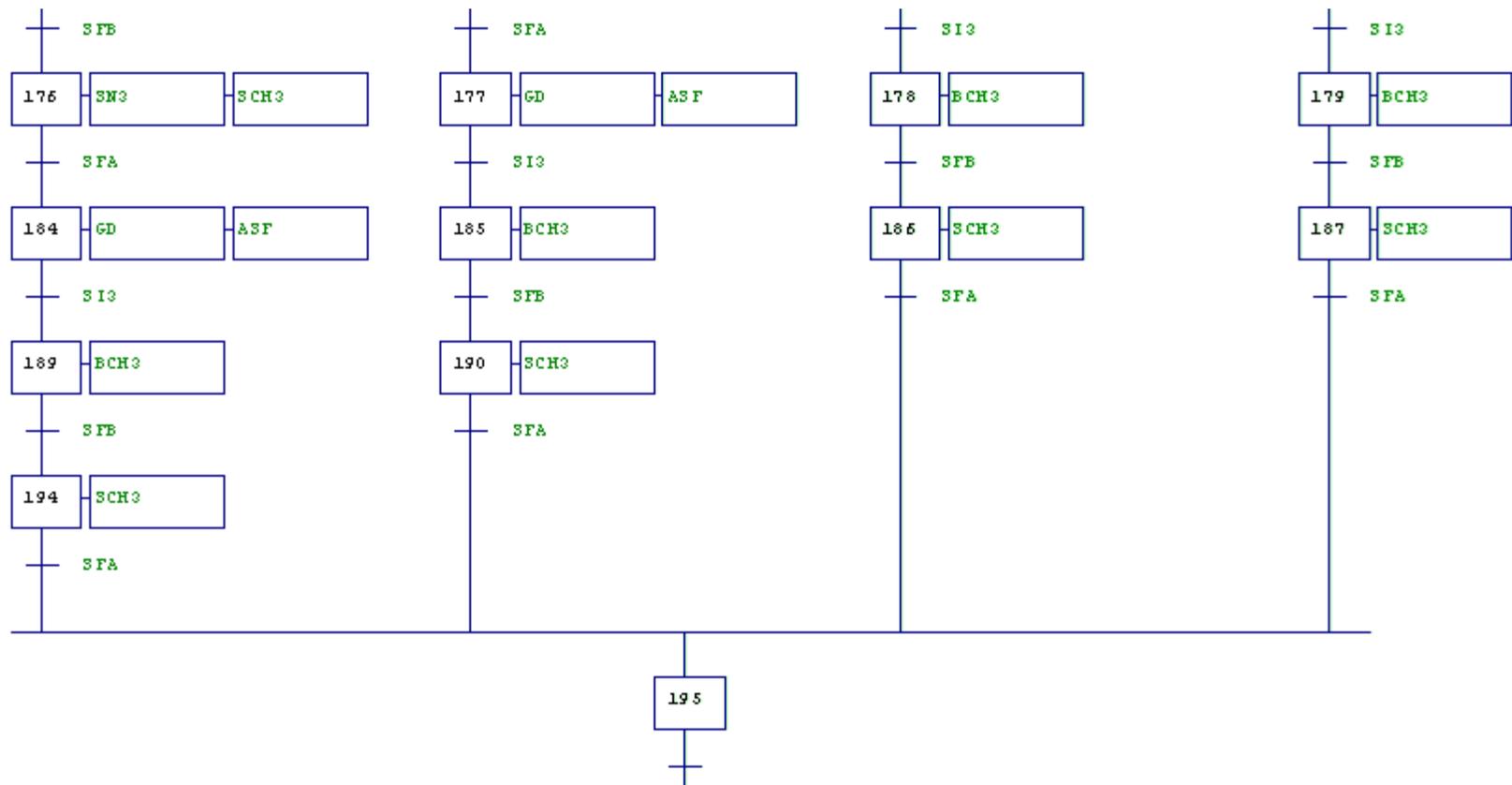
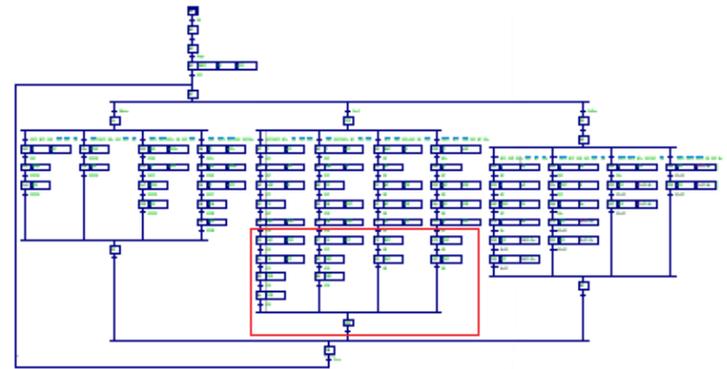


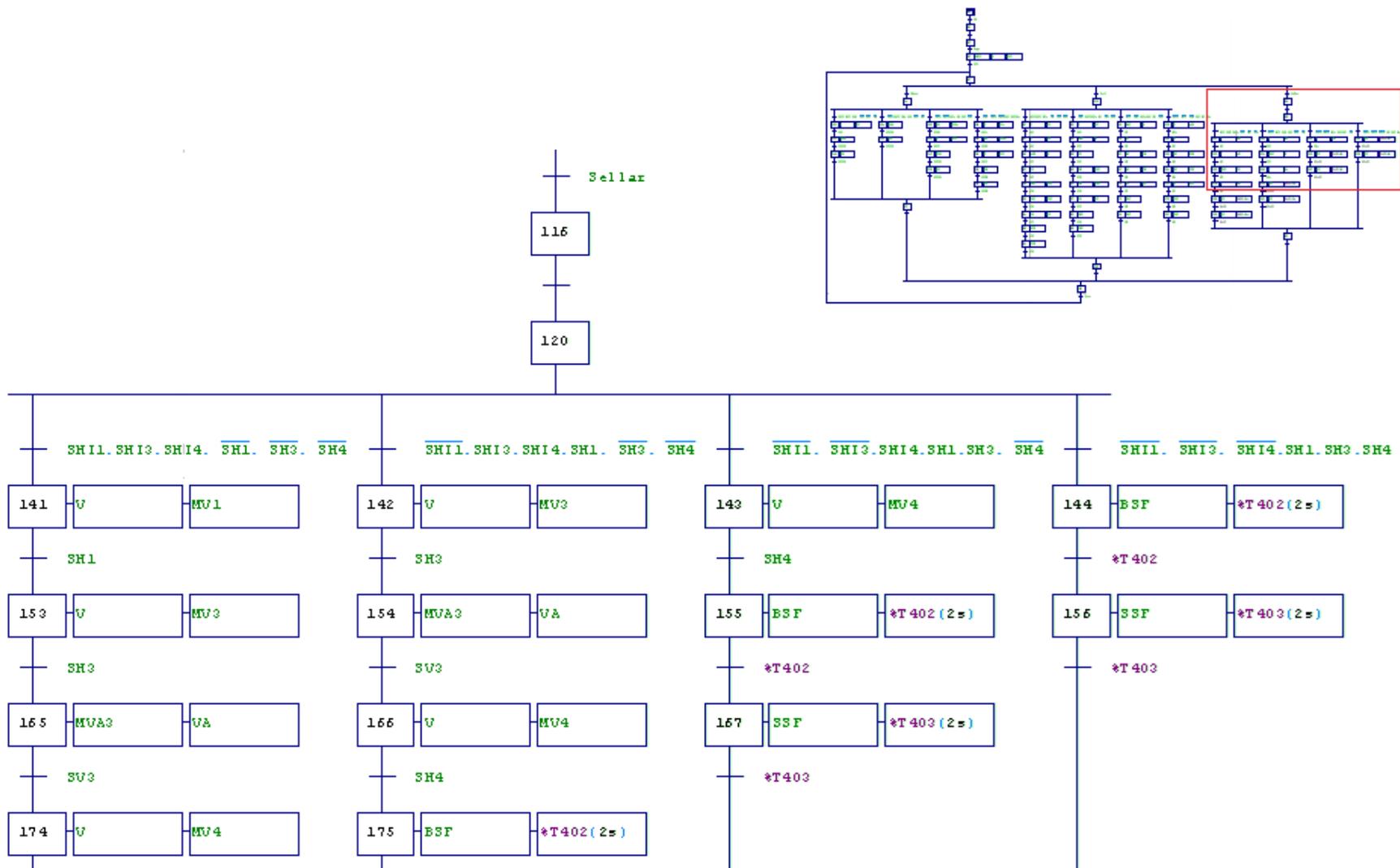
16.4. ANEXO 3

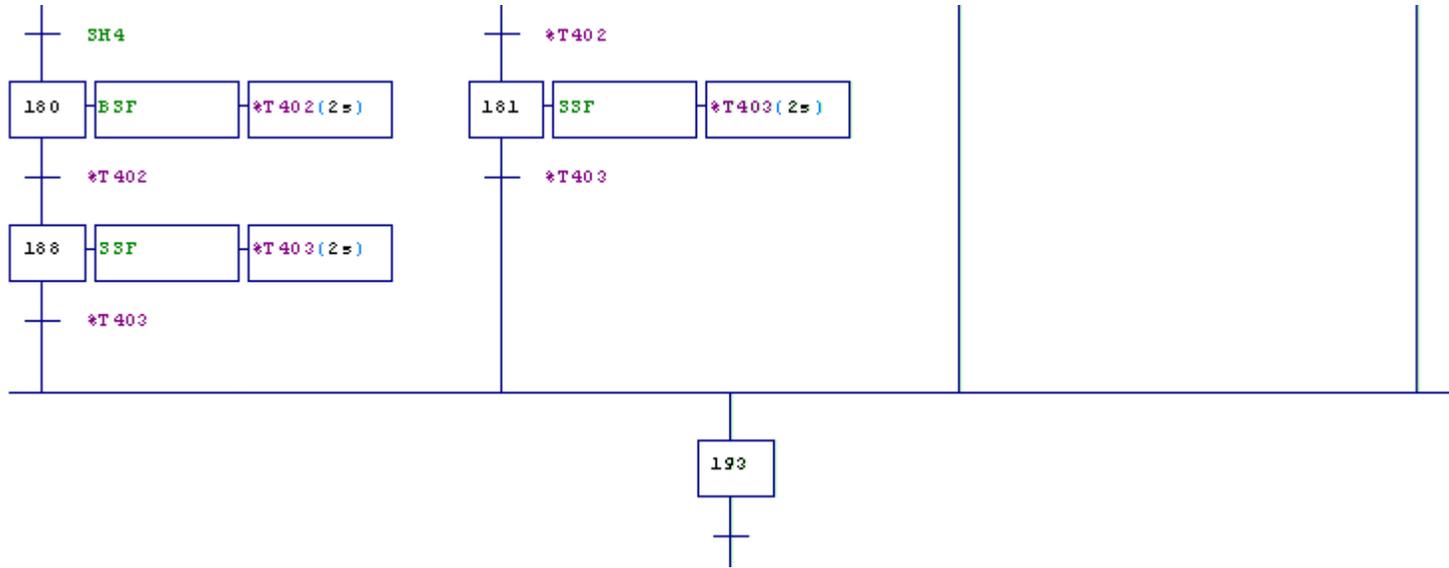
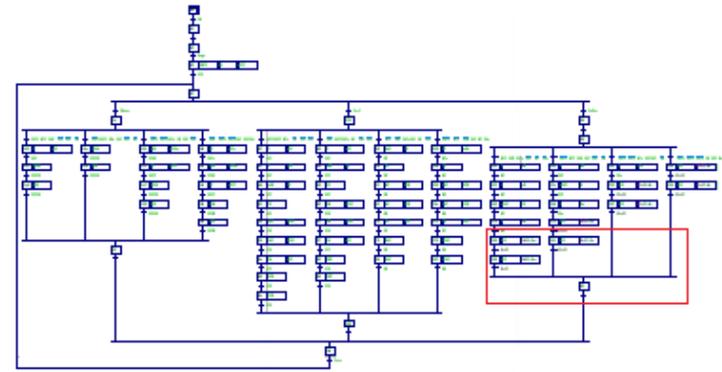




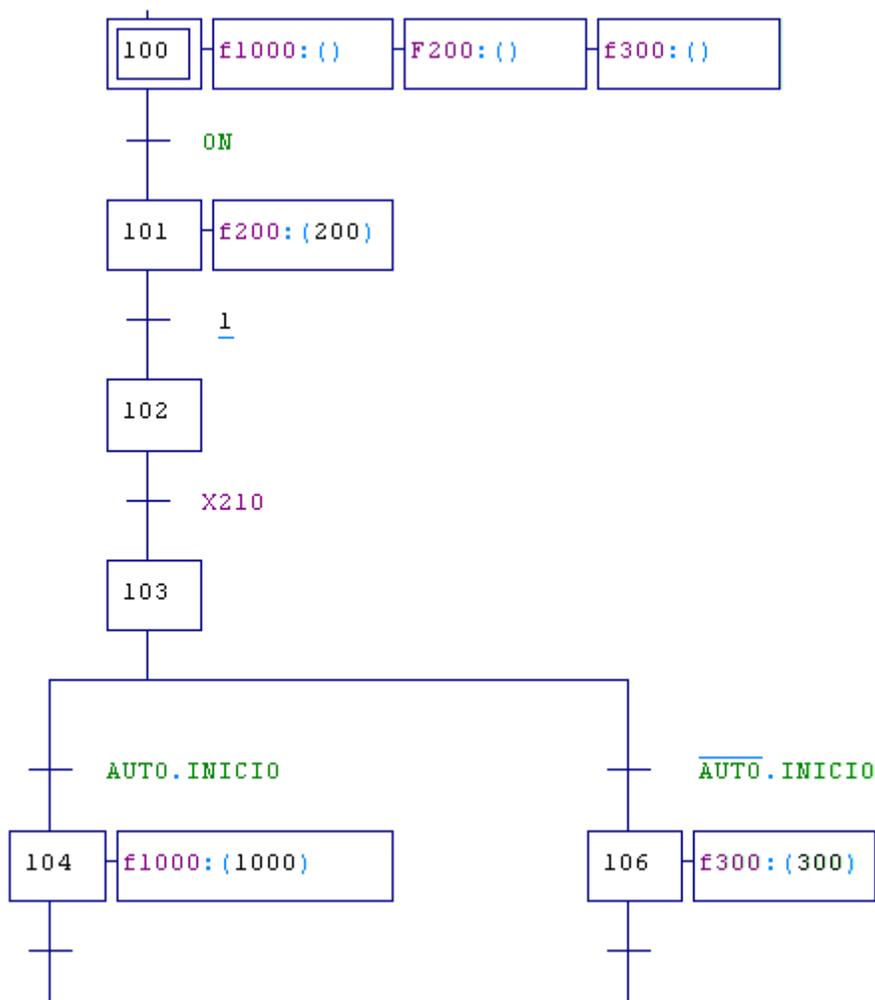




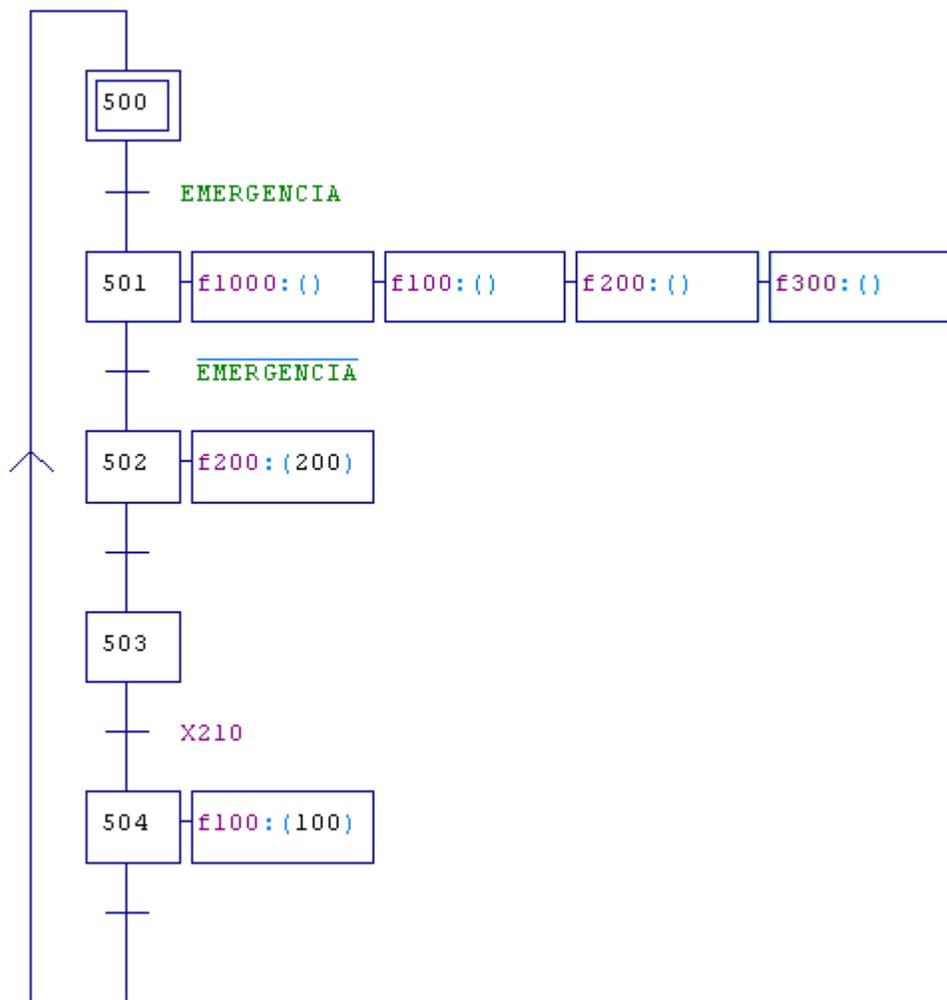




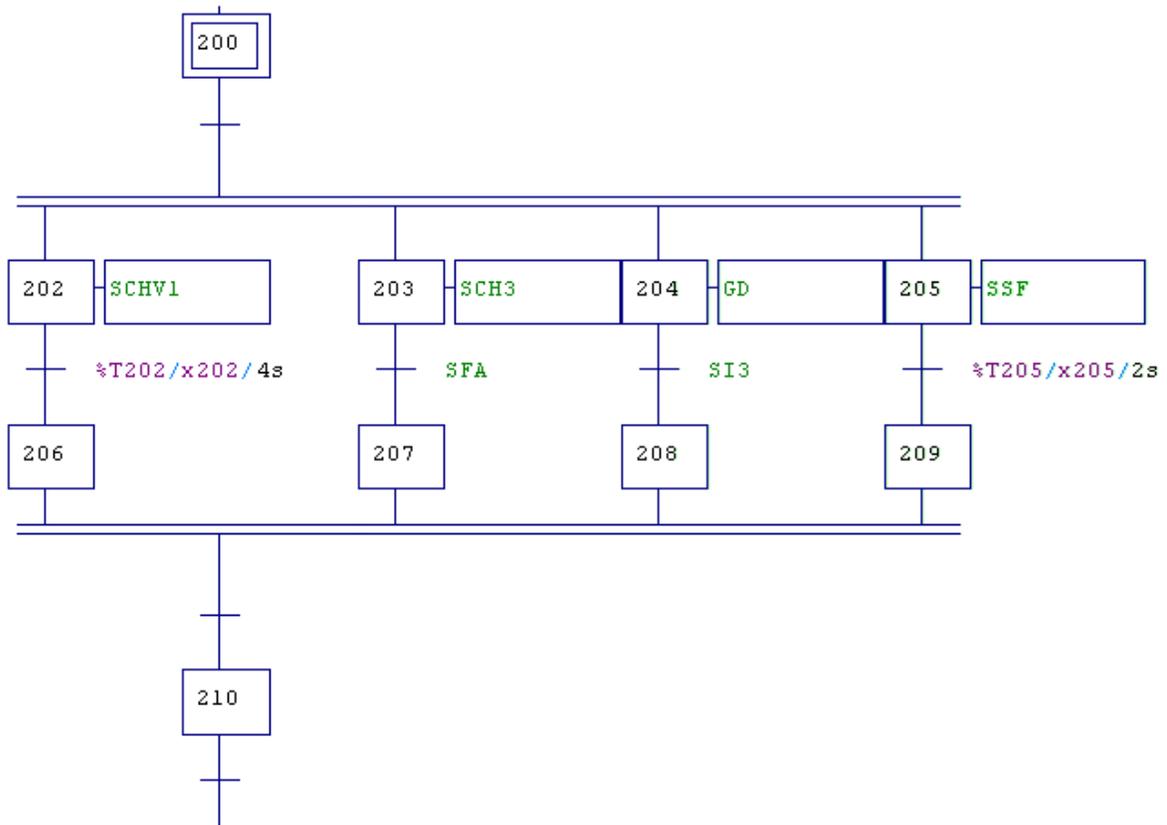
16.5. ANEXO 4



16.6. ANEXO 5



16.7. ANEXO 6



17. REFERENCIAS

- [1] Facultad de informática de Barcelona. Simulación. [En línea]. Disponible en: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/simulacio.html> [Consulta Julio 2015].
- [2] Holguin, Mauricio, y Guarnizo, Cristian, y Orozco, Angel. Automatismos Industriales. Taller de publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira. Páginas 5-11, 2008.
- [3] Hernandez Franco, Heiderman, y Gil, Cesar Augusto. Diseño del automatismo de una lavadora industrial mediante grafcet y norma Gemma. Universidad Tecnológica de Pereira. 2011.
- [4] Uchima Marin, Cristhian, y Betancur González, José Armando. Diseño y Simulación de un sistema autónomo para un proceso de teñido de prendas tipo jeans. Universidad Tecnológica de Pereira. 2012.
- [5] Chica Gómez, Cristian Andrés, y Echeverri Ramírez, Andrés Felipe. Simulación de un camión compactador de desechos. Universidad Tecnológica de Pereira. 2014.
- [6] Iza Castro, Mauricio Fernando, y Medina, Alex Francisco. Diseño y Construcción de una máquina dosificadora y empacadora controlada por PLC para la línea de producción de snacks de la empresa Ecuamex S.A. Escuela politécnica del ejército. Mayo de 2013.
- [7] Lame Cortes, Ingrid Syrley. Diseño de la automatización de procesos de empaque de armado de cajas corrugadas, en la línea de blisteado de cepillos no. 1 de Colgate Palmolive. Universidad Autónoma de Occidente. 2013.
- [8] Upegui Siculaba, Gustavo Adolfo, y Romero Gutiérrez, Erick David. Diseño, modelamiento y simulación de una máquina purificadora y dispensadora de agua. Universidad de la Salle. 2010.
- [9] Calapaqui Guamaní, Guido Tomas, y Durán Tenesaca, Byron Humberto. Dimensionamiento y construcción de una máquina para el dosificado y sellado de envases de yogurt semi-industrial con el uso de un mini PLC para la empresa INFANE. Escuela Politécnica Nacional. Noviembre de 2013.
- [10] Avilés Trejo, Alberto, y Espinosa Ramírez, Carlos Isaac, y Reyes Samano, Alfredo. Propuesta de automatización para el paletizado de cajas de producto terminado, empleando ROBOTSTUDIO para la simulación de un robot industrial IRB460 de la marca ABB. Instituto Politécnico Nacional. Noviembre de 2012.
- [11] Cortes Rocha, Carlos Andres, y Rodriguez Prada, María Catalina. Máquina automática de llenado y sellado de envase tipo PET para condimentos en polvo. Universidad de la Salle. 2007.

[12] Ponsa Asensio, Pere, y Villanova Arbós, Ramon. Automatización de procesos mediante la guía Gemma. Universitat Politècnica de Catalunya. Páginas 37-39, 2005.

[13] Aertia Software. Automgen. [En línea]. Disponible en: <http://www.aertia.com/productos.asp?pid=112> [Consulta Julio 2015]

[14] IRAI Automation Software. [En línea] Disponible en: <http://www.iraifrance.com/> [Consulta Julio 2015]

[15] IRAI Automation Software. [En línea] Disponible en: http://www.irai.com/a8/ma8_e.pdf [Consulta Julio 2015]

