



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN  
CONVENCIONAL Y SISTEMAS SCADA APLICADO AL MÓDULO  
MEZCLADOR DE LÍQUIDOS Y SU IMPLEMENTACIÓN EN UN SISTEMA  
DE RECETAS. CASO PRACTICO: LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN  
INDUSTRIAL DE LA EIS”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa obtención del Título de**

**INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**Presentado por:**

**SEGUNDO JOSÉ SAGÑAY VALENTE**  
**VÍCTOR ALFONSO CHICAIZA AUCANCELA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**  
**2010**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Señor Jesucristo, mi Señor y Dios, por enseñarme el camino correcto de la vida,  
guiándome y fortaleciéndome cada día con su Santo Espíritu.*

*A mis padres, Hermano y Hermanas por creer y confiar en mí, apoyándome en todas  
las decisiones que he tomado en la vida.*

*Por último a mi compañero de tesis, porque en esta armonía lo hemos logrado, al  
director de tesis quién nos ayudó en todo momento, Ing. Marco Viteri.*

***Segundo José Sagñay Valente***

*Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy; a mi madre por su  
admirable abnegación, sin decaer ante los fracasos y adversidades; porque siempre  
han estado inculcándome el camino del bien, a conseguir mis metas, objetivos con  
esfuerzo, trabajo y responsabilidad. También agradezco a mis verdaderos amigos  
quienes estuvieron cuando más lo necesitaba brindándome su amistad.*

***Victor Alfonso Chicaiza Aucancela***

## **DEDICATORIA**

*Con mucho cariño a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.*

*A mí amigo, confidente, hermano Marquinh'o, sé que me ves del cielo y estoy seguro que en estos momentos estás orgulloso de mí. A mis hermanas Norma y Janneth por estar conmigo y apoyarme siempre.*

*También dedico este proyecto a mi esposa Maribel, por su paciencia, por su comprensión, por su fuerza, por su amor, por ser tal como es,...porque la quiero.*

*A mí amado hijo Josué, incentivo para cumplir metas y anhelos, y quien es la alegría en mi vida.*

*Este triunfo lo comparto con ustedes. Los amo con mi vida*

***Segundo José Sagñay Valente***

*Este trabajo está dedicado a Dios por guiarme en cada paso que doy, y mi madre Maria Andrea por su infinito amor, confianza y ejemplo de superación, y a todos los que intervinieron directa o indirectamente en la consecución de este nuevo éxito*

***Victor Alfonso Chicaiza Aucancela***

## FIRMAS RESPONSABLES

| NOMBRE  | FIRMA | FECHA |
|---|-------|-------|
| Ing. Iván Menes<br>DECANO FACULTAD DE<br>INFORMÁTICA Y<br>ELECTRÓNICA | ..... | ..... |
| Ing. Raul Rosero<br>DIRECTOR DE LA ESCUELA<br>INGENIERÍA EN SISTEMAS  | ..... | ..... |
| Ing. Marco Viteri B.<br>DIRECTOR DE TESIS                             | ..... | ..... |
| Ing. Patricio Moreno<br>MIEMBRO DEL TRIBUNAL                          | ..... | ..... |
| Tlgo. Carlos Rodríguez<br>DIRECTOR DEL CENTRO DE<br>DOCUMENTACIÓN     | ..... | ..... |
| NOTA DE LA TESIS  | ..... |       |

Nosotros, “Segundo José Sagñay Valente, Victor Alfonso Chicaiza Aucancela, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la “**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO**”.

.....  
**Segundo José Sagñay Valente**

.....  
**Victor Alfonso Chicaiza Aucancela.**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

|              |   |
|--------------|---|
| <b>SCADA</b> | Supervisory Control And Data Acquisition<br>Control Supervisión y adquisición de datos                                |
| <b>ASCII</b> | American Standard Code for Information Interchange<br>Código Normalizado Americano para el Intercambio de Información |
| <b>COM</b>   | Component Object Model<br>Modelo de Objeto de Componente  |
| <b>CPU</b>   | Central Process Unit<br>Unidad Central de Procesos  |
| <b>FP</b>    | Fieldpoint  |
| <b>GUI</b>   | Graphic User Interface<br>Interfaz de Usuario Gráfica   |
| <b>HMI</b>   | Machine Man Interface<br>Interfaz hombre máquina  |
| <b>IEEE</b>  | Institute of Electronic and Electrical Engineers<br>Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos                 |
| <b>IP</b>    | Internet Protocol<br>Protocolo de Internet  |
| <b>I/O</b>   | Input/Output<br>Entrada/Salida  |
| <b>LAN</b>   | Local Área Network<br>Red de área local   |
| <b>OLE</b>   | Object Linking and Embedding<br>Vinculación e incrustación de objetos   |
| <b>OPC</b>   | OLE for Process Control<br>OLE para el control de procesos  |
| <b>PDU</b>   | Protocol Data Unit<br>Protocolo de unidad d   |
| <b>PLC</b>   | Programmable Logic Controllers<br>Controlador Lógico Programable  |

|            |  |
|------------|--|
| <b>RAM</b> | Random Access Memory<br>Memoria de Acceso rápido                                       |
| <b>PPP</b> | Point-to-Point Protocol<br>Protocolo punto a punto                                     |
| <b>QoS</b> | Quality of Service<br>Calidad de servicio  |
| <b>SRS</b> | Software Requirements Specifications<br>Especificaciones de Requerimientos de Software |
| <b>WAP</b> | Wireless Applications Protocol<br>Protocolo de aplicación inalámbrica                  |

## ÍNDICE GENERAL

*Portada*

*Agradecimiento*

*Dedicatoria*

*Firmas responsables y notas*

*Responsabilidad del autor*

*Índice de abreviaturas*

*Índice General*

*Índice de figuras*

*Índice de tablas*

*Introducción*

### **CAPITULO I:***Marco Referencial*

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.1.   | Antecedentes _____                        | 18 |
| 1.1.1. | Planteamiento del problema. _____         | 18 |
| 1.1.2. | Formulación del problema _____            | 21 |
| 1.1.3. | Sistematización del problema _____        | 21 |
| 1.2.   | Justificación del proyecto de tesis _____ | 21 |
| 1.2.1. | Justificación teórica _____               | 21 |
| 1.2.2. | Justificación aplicativa _____            | 22 |
| 1.3.   | Objetivos _____                           | 23 |
| 1.3.1. | Objetivo general. _____                   | 23 |
| 1.3.2. | Objetivos específicos _____               | 23 |
| 1.4.   | Hipótesis _____                           | 23 |

### **CAPITULO II:***Componentes del Sistema de Recetas*

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.1.   | Recetas _____                                 | 25 |
| 2.1.1. | Procesamiento por lotes (Batch Process) _____ | 25 |
| 2.2.   | Componentes de modulo mezclador _____         | 26 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.2.1. | Sistema Eléctrico _____                   | 26 |
| 2.2.2. | Sistema Neumático _____                   | 30 |
| 2.2.3. | Sistema informático _____                 | 31 |
| 2.3.   | Sistemas convencionales _____             | 35 |
| 2.3.1. | Estándar IEC 61131-3 _____                | 35 |
| 2.4.   | SCADA _____                               | 40 |
| 2.4.1. | Características de un sistema SCADA _____ | 41 |
| 2.4.2. | Requisitos _____                          | 43 |
| 2.4.3. | Componentes de hardware _____             | 43 |
| 2.4.4. | Como elegir un Sistema SCADA _____        | 46 |
| 2.4.5. | Características _____                     | 47 |

**CAPITULO III:** *Sistemas de programación convencionales y scada para elaboración de un sistema de recetas*

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.1.    | Sistemas Convencionales _____                      | 50 |
| 3.2.    | Selección de un sistema convencional _____         | 50 |
| 3.3.    | Ladder (Lenguaje de escalera) _____                | 53 |
| 3.3.1.  | Lógica ladder y su cableado _____                  | 54 |
| 3.3.2.  | Grupo de instrucciones _____                       | 60 |
| 3.3.3.  | Configuración _____                                | 61 |
| 3.4.    | Sistemas Scada _____                               | 65 |
| 3.4.1.  | Selección del sistema scada _____                  | 65 |
| 3.5.    | Lookout _____                                      | 71 |
| 3.5.1.  | Funciones _____                                    | 71 |
| 3.5.2.  | Arquitectura _____                                 | 71 |
| 3.5.3.  | ¿Qué es un objeto? _____                           | 72 |
| 3.5.4.  | Descripción de objetos _____                       | 72 |
| 3.5.5.  | Objetos definición Sistema Lookout. _____          | 73 |
| 3.5.6.  | Parámetros de objetos _____                        | 74 |
| 3.5.7.  | Miembros de datos y base de datos de objetos _____ | 75 |
| 3.5.8.  | Funcionalidad y clases de objetos de Lookout _____ | 76 |
| 3.5.9.  | Miembros de datos lógicos _____                    | 76 |
| 3.5.10. | Miembros de datos numéricos _____                  | 76 |
| 3.5.11. | Miembros de datos de texto _____                   | 77 |
| 3.5.12. | Polimorfismo de datos _____                        | 77 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.5.13. | Atributos de calidad de datos _____                          | 78 |
| 3.5.14. | Conexiones _____   | 78 |
| 3.5.15. | Procesos de cliente y de servidor _____                      | 79 |
| 3.5.16. | Control supervisorio _____                                   | 79 |
| 3.5.17. | Proceso controlado por eventos _____                         | 79 |
| 3.5.18. | Ventajas de la notificación activa _____                     | 80 |
| 3.5.19. | Servicios de ambiente de Lookout _____                       | 80 |
| 3.5.20. | Servicio de ambiente de comunicación del puerto serial _____ | 81 |
| 3.5.21. | Servicio de ambiente de base de datos _____                  | 81 |
| 3.5.22. | Servicio de ambiente de símbolos gráficos _____              | 81 |
| 3.5.23. | Servicio de ambiente de alarmas _____                        | 82 |
| 3.5.24. | Servicio de ambiente de Multimedia _____                     | 82 |
| 3.5.25. | Servicio de ambiente de seguridad _____                      | 82 |
| 3.5.26. | Servicio de ambiente de Registros Históricos _____           | 83 |
| 3.5.27. | Servicio de Ambiente ODBC _____                              | 83 |
| 3.5.28. | Servicio de ambiente DDE _____                               | 83 |
| 3.5.29. | Servicio de ambiente de creación de una red _____            | 84 |
| 3.5.30. | Servicio de ambiente de Redundancia _____                    | 84 |

**CAPITULO IV:** *Comparativa ladder y lookout para elaboración de un sistema de recetas*

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.1.   | Definición de parámetros para evaluación. _____                 | 86 |
| 4.2.   | Criterios de evaluación _____                                   | 88 |
| 4.3.   | Análisis Comparativo de las Herramientas Ladder y Lookout _____ | 89 |
| 4.3.1. | Parámetro de Personalización _____                              | 89 |
| 4.3.2. | Parámetro de Portabilidad _____                                 | 90 |
| 4.3.3. | Parámetro de Calidad _____                                      | 90 |
| 4.3.4. | Parámetro de Controles de usuario _____                         | 91 |
| 4.3.5. | Parámetro de Aprendizaje _____                                  | 92 |
| 4.3.6. | Parámetro de Aspectos Económicos _____                          | 95 |
| 4.4.   | Resumen comparativo _____                                       | 97 |

**CAPITULO V:** *Control, programación e implementación del sistema de recetas para el módulo de mezclador de líquidos*

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 5.1. | METODOLOGÍA CRAIG LARMAN _____                     | 102 |
| 5.2. | Planificación y Especificación de Requisitos _____ | 103 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 5.2.1. | Definición del Ámbito del Software _____                   | 104 |
| 5.2.2. | Antecedentes Tecnológicos _____                            | 105 |
| 5.2.3. | Definición de la alternativa de solución _____             | 106 |
| 5.2.4. | Características de los usuarios. _____                     | 107 |
| 5.2.5. | Requisitos Funcionales _____                               | 107 |
| 5.2.6. | Requisitos no funcionales _____                            | 109 |
| 5.2.7. | Planificación y Análisis de Riesgos _____                  | 110 |
| 5.2.8. | Definición de los casos de uso _____                       | 118 |
| 5.3.   | ANÁLISIS _____   | 122 |
| 5.3.1. | Casos de uso en formato extendido _____                    | 123 |
| 5.3.2. | Diagramas de secuencia del sistema _____                   | 127 |
| 5.3.3. | Diagrama de estados _____                                  | 131 |
| 5.3.4. | Modelo Conceptual _____                                    | 131 |
| 5.3.5. | Definición del Diagrama de Actividades _____               | 132 |
| 5.4.   | DISEÑO _____   | 133 |
| 5.4.1. | Definición de la arquitectura del sistema _____            | 134 |
| 5.4.2. | Definición de la interfaz de usuario. _____                | 134 |
| 5.4.3. | Diagramas de interacción _____                             | 137 |
| 5.4.4. | Diagrama de clase de diseño. _____                         | 139 |
| 5.4.5. | Esquema de base de datos. _____                            | 139 |
| 5.4.6. | Diagrama de componentes _____                              | 140 |
| 5.4.7. | Diagrama de Despliegue _____                               | 141 |
| 5.5.   | IMPLEMENTACIÓN _____                                       | 142 |
| 5.5.1. | Implementación del sistema de recetas _____                | 142 |
| 5.5.2. | Programación del controlador _____                         | 146 |
| 5.5.3. | Configuración del protocolo de comunicaciones Modbus _____ | 146 |

**CAPITULO VI:** *Análisis de resultados para la comprobación de la hipótesis*

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 6.1. | Descripción de la Hipótesis _____                   | 149 |
| 6.2. | Operacionalización Conceptual de Variables: _____   | 149 |
| 6.3. | Operacionalización Metodológica de Variables: _____ | 149 |
| 6.4. | Determinación de Escalas _____                      | 151 |
| 6.5. | Definición del ámbito _____                         | 152 |
| 6.6. | Definición de Categorías _____                      | 153 |
| 6.7. | Planteamiento del ensayo _____                      | 154 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.8.   | Comprobación                           | 155 |
| 6.8.1. | Indicador Configuración del hardware   | 156 |
| 6.8.2. | Indicador Objetos de Memoria           | 157 |
| 6.8.3. | Indicador Uso de Memoria               | 158 |
| 6.8.4. | Indicador Programas listas y diagramas | 160 |
| 6.8.5. | Indicador Factor Producto              | 162 |
| 6.8.6. | Indicador Factor humano                | 163 |
| 6.8.7. | Indicador Factor económico             | 164 |
| 6.8.8. | Indicador Factor tiempo                | 165 |
| 6.8.9. | Indicador Experiencia                  | 167 |
| 6.9.   | Comparativa final                      | 170 |

*Conclusiones*

*Recomendaciones*

*Resumen*

*Summary*

*Glosario*

*Anexos*

*Bibliografía*

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura I.1: Sistema Mezclador</i>   | 20  |
| <i>Figura II.2: Interruptor tipo BKN-T</i>   | 26  |
| <i>Figura II.3: Relé de supervisión SIEMENS 3UG05 02-2AF00</i>                     | 28  |
| <i>Figura II.4: Relé RXM4AB1BD</i>   | 29  |
| <i>Figura II. 5: Válvula RG5</i>   | 30  |
| <i>Figura II.6: PLC TWDLCAE40DRF</i>   | 32  |
| <i>Figura II. 7: Secuencia básica de un graficet</i>                               | 39  |
| <i>Figura II. 8: Secuencia básica de un plano de funciones</i>                     | 39  |
| <i>Figura II. 9: Secuencia básica de un Ladder</i>                                 | 40  |
| <i>Figura II. 10: Estructura básica de un sistema SCADA a nivel hardware</i>       | 44  |
| <i>Figura II. 11: Funciones básicas de un RTU en sistemas SCADA relación (E/S)</i> | 45  |
| <i>Figura III.12: Descripción lógica Ladder</i>                                    | 54  |
| <i>Figura III.13: Representación del PLC forma interna</i>                         | 55  |
| <i>Figura III.14: Indicador del Panel frontal PLC</i>                              | 55  |
| <i>Figura III.15: Circuito y la programación Ladder</i>                            | 56  |
| <i>Figura III.16: Lógica Ladder con el circuito del PLC</i>                        | 57  |
| <i>Figura III.17: Secuencia de encendido</i>                                       | 58  |
| <i>Figura III.18: Secuencia de ejemplo</i>   | 59  |
| <i>Figura III.19: Operación lógica AND</i>   | 61  |
| <i>Figura III.20: Operación lógica OR</i>  | 62  |
| <i>Figura III.21: Operación lógica NOT</i>   | 62  |
| <i>Figura III.22: OR exclusiva</i>   | 62  |
| <i>Figura III.23: Parámetros de un objeto</i>                                      | 75  |
| <i>Figura III.24: Tipo de Expresiones</i>  | 78  |
| <i>Figura IV.25: Comparativa Final</i>   | 97  |
| <i>Figura V.26: Secuencia de uso</i>   | 107 |
| <i>Figura V.27: Diagrama de Casos de Uso</i>                                       | 119 |
| <i>Figura V.28: Diagrama de secuencia Definir Receta</i>                           | 127 |
| <i>Figura V.29: Diagrama de Secuencia Cargar Recetas</i>                           | 128 |
| <i>Figura V.30: Diagrama de Secuencia Seleccionar una receta</i>                   | 128 |
| <i>Figura V.31: Diagrama de secuencia Iniciar el proceso de producción</i>         | 129 |
| <i>FiguraV. 32: Diagrama de secuencia Detener el proceso de producción</i>         | 129 |
| <i>Figura V.33: Diagrama de secuencia Resetear el proceso de producción</i>        | 130 |
| <i>Figura V.34: Diagrama de secuencia Monitoreo de la línea de producción</i>      | 130 |
| <i>FiguraV. 35: Diagrama de estados</i>  | 131 |
| <i>FiguraV. 36: Diseño Conceptual</i>  | 131 |
| <i>Figura V.37: Diagrama de actividades</i>  | 132 |
| <i>Figura V.38: Definición de la arquitectura del sistema</i>                      | 134 |
| <i>Figura V.39: Pantalla principal de sistema de recetas</i>                       | 134 |
| <i>Figura V.40: Panel de control del sistema</i>                                   | 135 |
| <i>Figura V.41: Órdenes principales del sistema</i>                                | 135 |
| <i>Figura V. 42: Cuadro de diálogo para escoger una receta</i>                     | 135 |
| <i>Figura V.43: Cuadro de diálogo para cargar recetas al sistema</i>               | 136 |
| <i>Figura V.44: Pantalla de Acerca de Recipe System</i>                            | 136 |
| <i>Figura V.45: Diagrama de colaboración definir recetas</i>                       | 137 |
| <i>Figura V.46: Diagrama de colaboración cargar Recetas</i>                        | 137 |
| <i>Figura V.47: Diagrama de colaboración seleccionar una receta</i>                | 137 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura V.48: Diagrama de colaboración iniciar el proceso de producción</i>  | 138 |
| <i>Figura V.49: Diagrama de colaboración detener el proceso de producción</i>  | 138 |
| <i>Figura V.50: Diagrama de colaboración reset de un proceso de producción</i> | 138 |
| <i>Figura V. 51: Monitoreo del proceso de producción</i>                       | 138 |
| <i>Figura V. 52: Diagrama de clases</i>  | 139 |
| <i>Figura V.53: Diagrama de componentes</i>                                    | 140 |
| <i>Figura V.54: Diagrama de despliegue</i>                                     | 141 |
| <i>Figura V.55: Objeto Secuencer</i>   | 143 |
| <i>Figura V. 56: Objeto Recipe</i>   | 144 |
| <i>Figura V.57: Objeto Spreadsheet</i>   | 144 |
| <i>Figura V.58: Objeto PushButton</i>  | 145 |
| <i>Figura VI.59: Configuración de hardware</i>                                 | 156 |
| <i>Figura VI.60: Objetos de Memorias</i>                                       | 158 |
| <i>Figura VI. 61: Uso de Memorias</i>  | 159 |
| <i>Figura VI.62: Programas listas y diagramas</i>                              | 161 |
| <i>Figura VI.63: Factor Producto</i>   | 162 |
| <i>Figura VI.64: Factor Humano</i>   | 163 |
| <i>Figura VI.65: Factor económico</i>  | 165 |
| <i>Figura VI.66: Factor tiempo</i>   | 166 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tabla II.I: Datos Técnicos del interruptor termo magnéticos tipo BKN-T</i>       | 27  |
| <i>Tabla II.II: Características SIEMENS 3UG05 02-2AF00</i>                          | 28  |
| <i>Tabla II. III: Tipos de fabricantes de relay</i>                                 | 28  |
| <i>Tabla II.IV: Descripción del PLC TwidoCAE40RDF</i>                               | 32  |
| <i>Tabla II.V: Características del protocolo Modbus</i>                             | 34  |
| <i>Tabla II.VI: Descripción de la nomenclatura</i>                                  | 37  |
| <i>Tabla II. VII: Descripción del texto estructurado</i>                            | 38  |
| <i>Tabla III. VIII: Sistemas Convencionales</i>                                     | 51  |
| <i>Tabla III.IX: Grupo de Instrucciones</i>   | 60  |
| <i>Tabla III.X: Tabla comparativa de sistemas Scadas</i>                            | 67  |
| <i>Tabla III.XI: Objetos principales de Lookout</i>                                 | 73  |
| <i>Tabla IV. XII: Determinación de los criterios de Comparación</i>                 | 86  |
| <i>Tabla IV.XIII: Variables del parámetro de Personalización</i>                    | 86  |
| <i>Tabla IV.XIV : Variables del parámetro de Portabilidad</i>                       | 87  |
| <i>Tabla IV.XVI: Variables del parámetro de Calidad</i>                             | 87  |
| <i>Tabla IV.XVII: Control de usuario</i>  | 87  |
| <i>Tabla IV.XVIII: Variables del parámetro Aprendizaje</i>                          | 87  |
| <i>Tabla IV.XIX: Variables del parámetro de Aspectos Económicos</i>                 | 87  |
| <i>Tabla IV.XX: Tabla de pesos para las variables</i>                               | 88  |
| <i>Tabla IV.XXI: Parámetro Personalización</i>                                      | 89  |
| <i>Tabla IV.XXII: Parámetro de portabilidad</i>                                     | 90  |
| <i>Tabla IV.XXIII: Parámetro de Calidad</i>   | 90  |
| <i>Tabla IV.XXIV: Parámetro de Controles de usuario</i>                             | 91  |
| <i>Tabla IV.XXV: Resultados Manuales/Tutoriales y ejemplos para Ladder</i>          | 93  |
| <i>Tabla IV.XXVI: Resultados Manuales/Tutoriales y ejemplos para Lookout</i>        | 93  |
| <i>Tabla IV.XXVII: Resultado final de documentación</i>                             | 94  |
| <i>Tabla IV.XXVIII: Resultados de la información de foros</i>                       | 94  |
| <i>Tabla IV.XXIX: Parámetro de aprendizaje</i>                                      | 95  |
| <i>Tabla IV.XXX: Parámetro de Aspectos Económicos</i>                               | 95  |
| <i>Tabla IV.XXXI: Comparativa General</i>   | 97  |
| <i>Tabla V.XXXII: Recurso Humano</i>  | 105 |
| <i>Tabla V.XXXIII: Recursos Hardware</i>  | 105 |
| <i>Tabla V.XXXIV: Recursos Software</i>   | 106 |
| <i>Tabla V.XXXV: Requisitos funcionales de Recipe System</i>                        | 107 |
| <i>Tabla V. XXXVI: Requisitos Hardware para Recipe System</i>                       | 109 |
| <i>Tabla V.XXXVII: Identificación de Riesgos</i>                                    | 110 |
| <i>Tabla V.XXXVIII: Valoración de la Probabilidad para los riesgos</i>              | 111 |
| <i>Tabla V.XXXIX: Valoración del impacto de los riesgos</i>                         | 111 |
| <i>Tabla V.XL: Valoración de la Exposición al Riesgo.</i>                           | 112 |
| <i>Tabla V.XLI: Código de colores según la exposición al Riesgo</i>                 | 112 |
| <i>Tabla V.XLII: Determinación de la Prioridad del riesgo.</i>                      | 112 |
| <i>Tabla V.XLIII: Tabla de recetas</i>  | 140 |
| <i>Tabla VI.XLIV: Operacionalización Conceptual de Variables</i>                    | 149 |
| <i>Tabla VI.XLV: Operacionalización Metodológica de Variables</i>                   | 149 |
| <i>Tabla VI.XLVI: Determinación de escalas para la comprobación de la hipótesis</i> | 151 |
| <i>Tabla VI. XLVII: Ejemplos de aplicación del sistema de recetas</i>               | 152 |
| <i>Tabla VI. XLVIII: Categorías del Recursos del PLC TWDL40DRFCAE</i>               | 154 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tabla VI. XLIX: Categorías de la Producción</i>                        | 154 |
| <i>Tabla VI. L: Recetas para ensayo</i>                                   | 155 |
| <i>Tabla VI.LI: Recetas para los ensayos</i>                              | 155 |
| <i>Tabla VI.LII: Configuración de hardware</i>                            | 156 |
| <i>Tabla VI.LIII: Objetos de Memorias</i>                                 | 157 |
| <i>Tabla VI.LIV: Uso de Memorias</i>                                      | 159 |
| <i>Tabla VI.LV: Programas listas y diagramas</i>                          | 160 |
| <i>Tabla VI. LVI: Factor Producto</i>                                     | 162 |
| <i>Tabla VI. LVII: Factor Humano</i>                                      | 163 |
| <i>Tabla VI.LVIII: Factor económico</i>                                   | 164 |
| <i>Tabla VI.LIX: Factor tiempo</i>  | 166 |
| <i>Tabla VI.LX: Análisis cualitativo del juicio de expertos</i>           | 167 |
| <i>Tabla VI.LXI: Parámetros de calificación del análisis cuantitativo</i> | 169 |
| <i>Tabla VI.LXII: Análisis Cuantitativo del juicio de Expertos</i>        | 169 |
| <i>Tabla LXIII Costo final calculado</i>                                  | 270 |



## INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo comparar nuevas herramientas que se utilizan en la automatización de un sistema industrial, donde el control es realizado por sistemas inteligentes que obedecen a una secuencia de instrucciones.

Para el efecto se ha diseñado un sistema automático controlado por medio del PLC y que podrá ser visualizado por medio de un SCADA (sistema de control y adquisición de datos), Lookout, que es un simulador gráfico por donde se podrá observar, monitorear y controlar el proceso en cuestión.

El laboratorio de Automatización Industrial ha sido escogido como base de nuestro estudio, con la finalidad de aplicar al módulo mezclador de líquidos un sistema que utiliza recetas para la preparación de los líquidos. En el cual se realizó un estudio donde se detalla el funcionamiento, las maquinarias y los equipos utilizados en la producción del mismo, así como la secuencia de trabajo para obtener el producto final, para de esta forma poder realizar un análisis completo del mismo y dar mejores soluciones para el diseño de un sistema lo suficientemente eficiente y fácil de entender y aplicar para el personal encargado de monitorear y controlar el proceso en cuestión.

## **CAPÍTULO I**

### ***Marco Referencial***

#### **1.1. Antecedentes**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

Anteriormente muchas empresa se instalaron en el Ecuador, alguna de estas ofrecían productos que inicialmente salían al mercado, el proceso industrial era controlado de forma manual.

Con el avance de la tecnología informática y electrónica se ha logrado automatizar ciertos procesos. Pero es necesario profundizar el estudio en SISTEMA DE RECETAS PARA EL MEZCLADO DE LÍQUIDOS con la finalidad de obtener distintos productos finales a causa de la combinación de propiedades de cada uno de ellos.

Las empresas que utilizaban los automatismos eléctricos, podían sistematizar las líneas de producción, pero el inconveniente aparecía cuando para realizar estos trabajos ocupaba mucho espacio físico y para poner en marcha el sistema crearon un proceso complejo.

Actualmente todas las empresas han remplazado los sistemas antiguos por los nuevos autómatas o PLCs lo cual tiene varias ventajas como la disminución del espacio físico y la complejidad de la construcción, pero ahí la necesidad de mano de obra calificada para estos fines.

Conociendo de las múltiples ventajas en el campo ocupacional y frente a la necesidad de reforzar el aprendizaje se pretende Diseñar, Programar e Implementar un Sistema de Recetas, aplicado al módulo mezclador de líquidos con PLCSCADA LOOKOUT, este módulo operacional permitirá abrir un espacio para la práctica en el campo de automatización.

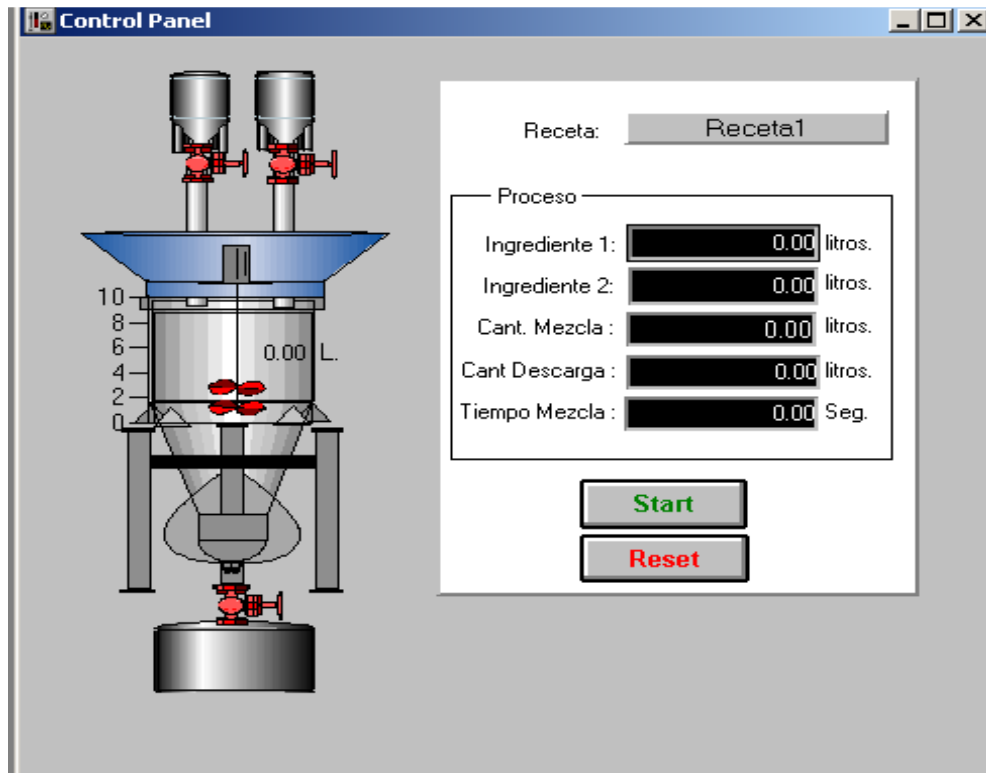
El sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos representa a un sistema informático, el mismo que es controlado automáticamente utilizando un PLC y sus interfaces, puede ser aplicado a todos los sistemas con que cuenta el laboratorio de automatización.

Este sistema está compuesto por subsistemas los cuales son:

- Entrada de señales
- Módulos acondicionadores
- Módulo de control

- Software LOOKUT 5.0

El conjunto de subsistemas en su totalidad forma el módulo de elaboración de recetas, el mismo que funciona de la siguiente manera: el cliente selecciona la receta a producir mediante una interfaz de usuario, cada receta estará compuesto por la proporcionalidad de las propiedades de cada tanque contenedor de líquidos.



*Figura I.1: Sistema Mezclador*

#### 1.1.1.1. Lugar de aplicación

**Provincia:** Chimborazo

**Ciudad:** Riobamba

**Lugar:** Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Existe en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, un sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos livianos que optimice la mezcla y la producción?

### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿La institución cuenta con un financiamiento adecuado para la implementación de un sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos del laboratorio de Automatización Industrial?

¿Existen convenios interinstitucionales que permitan el desarrollo académico del estudiante en el área de automatización industrial?

¿Cuál será el impacto en los estudiantes con la implementación de un sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos en el Laboratorio de Automatización Industrial?

## **1.2. Justificación del proyecto de tesis**

### **1.2.1. Justificación teórica**

Hoy, la nueva tecnología nos permite encadenar operaciones mecánicas-informáticas y eléctricas, logrando una automatización de los procesos industriales.

Existe poca información textual sobre la automatización de los procesos industriales, además esta investigación nos encamina hacia el mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes.

Los sistemas de recetas, son sistemas con gran capacidad de adaptación al entorno, ya que pueden producir gran variedad de productos.

Sus principales características son:

- La utilización de una maquinaria, que se puede utilizar para varias operaciones. Se supone que es una maquinaria con menos productividad, pero esto no es del todo cierto en todos los casos.
- Hay una utilización de las máquinas o de los equipos
- Optimización de los tiempos de producción gracias al manejo del flujo de control por parte del HMI-SACADA.
- La secuencia de operaciones es variable, ya que el movimiento de materiales no es uniforme.
- En este tipo de sistemas de producción necesitamos mano de obra más cualificada.
- Visualización de tendencias históricas para las diferentes variables del proceso.
- Manejo de reportes de producción.
- Fácil operación de la planta por medio de las pantallas gráficas.
- Monitoreo de fallos y alarmas en tiempo real y archivos de históricos.

### **1.2.2. Justificación aplicada**

Los estudiantes a futuro contarán con un sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos, este aprendizaje teórico-práctico permitirá relacionar su uso en las empresas industriales lo cual influirá en el mejoramiento de la producción y el desarrollo.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Analizar los sistemas de programación convencional (PLC) y los sistemas SCADA y seleccionar el más adecuado para implementar un sistema de recetas, aplicado al módulo mezclador de líquidos existente en el laboratorio de automatización industrial de la EIS.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un estudio para programar los sistemas PLC y SCADA
- Analizar los componentes eléctricos, neumáticos, informáticos para la construcción de un sistema de recetas
- Diseñar el sistema de recetas.
- Diseñar y construir una interfaz de usuario para el control de la producción
- Desarrollar el software de sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos
- Implementar un sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos.

### **1.4. Hipótesis**

La implementación de un sistema de recetas en el módulo mezclador de líquidos del laboratorio de automatización industrial de la EIS-ESPOCH optimizará la mezcla de líquidos livianos y su producción.

## **CAPITULO II**

### ***Componentes del Sistema de Recetas***

Un módulo de automatización industrial necesita componentes, eléctricos, neumáticos, e informáticos para poder funcionar correctamente. Es así que presentamos información esencial de los materiales que utilizamos indicando sus características y el uso que se les da en nuestro sistema de recetas.

Adicionalmente mostramos los diferentes sistemas tanto convencionales o Scadas el cual nos permite controlar el modulo por medio de un equipo de cómputo.

El estudio de los sistemas de programación facilita conocer el amplio mundo de la tecnología industrial para conseguir la correcta automatización, siendo éste capítulo una guía que contiene sólida información de lo que respecta a los sistemas de programación describiendo conceptos generales, tipos, especificando sus ventajas y desventajas, así también se da a conocer su clasificación en diferentes categorías basándose en la funcionalidad.



## **2.1. Recetas**

En la producción de un producto y en nuestro caso la mezcla de líquidos, existen fases donde los líquidos se combinan. El control de este sistema, implica la elaboración de recetas manejadas por pesos, reportes de producción después de cada lote y alarmas de supervisión. Estos procesos eran controlados por dos PLC conectados cada uno a un PC, en donde teníamos aplicaciones desarrolladas bajo Borland C y Visual Basic. Encontramos varios inconvenientes en estos sistemas: primero, la ejecución de los programas era demasiado lenta y los archivos de datos se hacían tan grandes que bloquean el PC. Por estas razones decidimos cambiar el sistema de control y supervisión.

Es por ese motivo que al proceso de carga de los valores de una mezcla determinada lo llamaremos recetas.

### **2.1.1. Procesamiento por lotes (Batch Process)**

Se conoce como procesamiento por lotes, o modo batch, a la ejecución de un programa sin el control o supervisión directa del usuario (que se denomina procesamiento interactivo). Este tipo de programas se caracterizan porque su ejecución no precisa ningún tipo de interacción con el usuario.

Generalmente, este tipo de ejecución se utiliza en tareas repetitivas sobre grandes conjuntos de información, ya que sería tedioso y propenso a errores realizarlo manualmente. Un ejemplo sería el enderezado de los fotogramas de una película.

Los programas que ejecutan por lotes suelen especificar su funcionamiento mediante scripts o guiones (procedimientos) en los que se indica qué se quiere ejecutar y, posiblemente, qué tipo de recursos necesita reservar.

## 2.2. Componentes de modulo mezclador

En nuestro módulo de recetas utilizamos componentes eléctricos, neumáticos, informáticos y componentes adicionales que a continuación detallamos:

### 2.2.1. Sistema Eléctrico

Tenemos una serie de elementos o componentes electrónicos, con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas o electrónicas.

#### A. Interruptores termo magnéticos tipo BKN-T

Son de tipo miniatura e interruptores diferenciales. [1]

En nuestro modulo industrial poseemos el tipo BKN-B que nos sirve para el paso de corriente a las válvulas. Sus características generales son:



*Figura II.2: Interruptor tipo BKN-T*

---

1 Versiones de Interruptores:

[http://www.mercantil.com/rc/ie/details.asp?meco\\_code=300062080&ie=1&page=5](http://www.mercantil.com/rc/ie/details.asp?meco_code=300062080&ie=1&page=5)

**Dimensiones:**

- Ranura de 45mm.
- Ancho de 17.8mm por Polo

**Datos Técnicos**

*Tabla II.I: Datos Técnicos del interruptor termo magnéticos tipo BKN-T*

| Características       | Detalles   |             |
|-----------------------|--|-------------|
| Estándar              | Conforme con IEC60898                                  |             |
| Aprobación            | CCC+,KEMA CB,SABS,SEMKO CB, UL 1077+                   |             |
| Protección            | Contra sobrecarga y cortocircuito                      |             |
| Corriente nominal, In | 1,2,3,4,6,10,16,20,25,32,40,50,63 <sup>a</sup>         |             |
| Tensión nominal       | 1 polo 230/400VAC 50/60Hz<br>2,3,4 polo 400VAC 50/60Hz |             |
| Temperatura ambiente  | -5C to +40C conformaidad según IEC60898                |             |
| Poder de corte        | 10KA   |             |
| Característica        | Curvas B,C,D   |             |
| Numero de polos       | 1p, 1P-N, 2p, 3P, 3P+N y 4P                            |             |
| Tipo de disparo       | Termo – Magnético                                      |             |
| Tipo de terminal      | Bornes   |             |
| Sección del cable     | Cable hasta 25 mm                                      |             |
| Instalación           | Montaje en riel DIN de 35mm                            |             |
| Ancho                 | 17.8mm por polo  |             |
| Durabilidad eléctrica | Durabilidad 1..32A                                     | 40... 63A   |
|                       | 8000 ciclos  | 8000 ciclos |
|                       | Frecuencia 240C/H                                      | 120 C/H     |

**B. Relé de supervisión SIEMENS 3UG05 02-2AF00**

Se ha seleccionado el supervisor de nivel marca SIEMMENS de la gama 3UG05 02, puesto que este tiene una salida tipo relé que fácilmente puede trabajar con el plc seleccionado. El mismo posee un Led indicador para propósitos de observación cuando el nivel de líquidos este en limites inadecuados. [2]

2 Versiones de Reles:

<http://es.farnell.com/square-d/rxm4ab1bd/interface-relay/dp/154521>



**Figura II.3:** Relé de supervisión SIEMENS 3UG05 02-2AF00

Entre sus principales características tenemos:

**Tabla II.II:** Características SIEMENS 3UG05 02-2AF00

| Características               | Detalles                         |
|-------------------------------|----------------------------------|
| FRECUENCIA hz                 | 50/60 +- 5%                      |
| TEMPERATURA AMBIENTE C°       | 0 a + 50 °(sensor máximo de 65°) |
| Cosumo máximo VA              | 3.5                              |
| Corriente nominal A           | 5(cos teta -1)                   |
| Asimetría entre faces %       | -                                |
| Presision de escala %         | -                                |
| Pepetividad %                 | -                                |
| Tiempo de reposición ms       | >500                             |
| Vida útil eléctrica maniobras | 10 elevado 7                     |
| Tensión de aislamiento        | 150V/1min                        |

### C. SQUARE D - RXM4AB1BD - Interface Relay

Nos ayuda para que pueda conducir la corriente por medio de los cables sin que se recaliente los cables.

Detallamos a continuación:

**Tabla II.III:** Tipos de fabricantes de relay

| Tipo                      | Detalles  |
|---------------------------|-----------|
| Fabricante                | SQUARE D  |
| Referencia de fabricante: | RXM4AB1BD |

## Descripción

- Interface Relay
- Coil Voltage VDC Nom:24V
- Contact Current Max:6A
- Contact Voltage AC Nom:250V
- Contact Voltage DC Max:250V
- Coil Resistance:650ohm
- Contacts:4PDT
- Relay Mounting:Plug In
- External Height:40mm
- External Width:21mm



*Figura II.4: Relé RXM4AB1BD*

### 2.2.2. Sistema Neumático

La tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Es por eso que utilizamos una válvula de mando neumático y asiento inclinado, fabricada enteramente en acero inoxidable AISI 316, que funciona en la versión roscada hasta una presión de 25 barras. Nos ofrece un excelente caudal, una altísima fiabilidad (gracias a la especial solución Omal que emplea una doble empaquetadura del eje) y gran durabilidad (se pueden garantizar hasta 1,5 millones de ciclos). La dimensión es de 3/8" hasta 2", simple o doble efecto y puede ser acoplada con electro válvulas Namur gracias a la placa de conexión integrada en el cuerpo del actuador.



***Figura II.5: Válvula RG5***

#### **Medios Del Funcionamiento**

- Aire, agua, alcohol, aceite, productos petrolíferos, soluciones salinas, vapor, etc. (mientras sea compatible con AISI 316 o el bronce RG5).
- Presión a partir de la 0/25 a la barra 16 (vapor de 180°C, a partir barra la 0 a 10) dependiendo del tamaño y del modelo elegidos (véase las páginas siguientes).
- Temperatura - de 10°C a 180°C.
- CST máximo de la viscosidad 600 (mm<sup>2</sup>/s).

### **Controlar Los Medios**

- Conducción de medios: el aire comprimido, lubricado o se secan, el gas o los medios neutrales.
- Temperatura ambiente: -10°C a +60°C para la versión estándar en PA66; para la versión opcional en el PPS, de +5°C a +130°C.

### **Características Generales**

- Extremos roscados de la válvula, según ISO 228/1 e ISO 7/1 - el otro tyWeight disponible a petición.
- La junta es posible en todas las posiciones: vertical, plano o anguloso.
- Gama disponible a partir de la 3/8" a 2" en las versiones temporarias dobles, resorte N.C. de vuelta de antedicho y debajo del enchufe, resorte N.O. de vuelta de debajo el enchufe. [3]

#### **2.2.3. Sistema informático**

Para habilitar la comunicación y efectuar el control de la Estación de Distribución es necesaria la utilización de un PLC, estableciendo las funciones que se desea desempeñar, para lo cual se debe realizar el estudio previo de las características y funciones que realiza cada tipo de PLC, como es el caso del PLC TWDLCAE40DRF, que se ajusta a las necesidades independientes de las tecnologías a manejar.

---

3 Tipos de válvulas

[http://www.reporteroindustrial.com/ri/secciones/RI/ES/MAIN/NOTICIAS/PROC/doc\\_73609\\_HTML.html?idDocumento=73609](http://www.reporteroindustrial.com/ri/secciones/RI/ES/MAIN/NOTICIAS/PROC/doc_73609_HTML.html?idDocumento=73609)

### A. PLC TWDLCAE40DRF

Entre la gama de controladores de Twido se halla el TWDLCAE40DRF, diseñado para instalaciones simples y máquinas pequeñas y compactas, cubre aplicaciones estándares con 24 entradas y 16 salidas de comunicación y con soporte de hasta 8 módulos de expansión, está disponible en versiones modular y compacto, y ha mostrado su capacidad para proveer diseños compactos, simples y flexibles. Lo que lo hace ideal para el desarrollo de esta tesis.



*Figura II.6: PLC TWDLCAE40DRF*

*Tabla II.IV: Descripción del PLC TwidoCAE40RDF*

| DESCRIPCIÓN DEL PLC TWIDOCAE40RDF |   |
|-----------------------------------|---|
| Etiqueta                          | Descripción   |
| 1                                 | Orificio de montaje                                     |
| 2                                 | Cubierta de terminal                                    |
| 3                                 | Puerta de acceso  |
| 4                                 | Cubierta extraíble del conector de monitor de operación |
| 5                                 | Conector de ampliación                                  |
| 6                                 | Terminales de potencia del sensor                       |
| 7                                 | Puerto serie 1  |
| 8                                 | Potenciómetros analógicos                               |



Adicionalmente contiene:

- Controladores modulares de 20 E/S
- Dispone de dos modelos con salidas de común negativo de transistor (TWDLMDA20DTK) o con salidas de común positivo de transistor (TWDLMDA20DUK)
- 12 entradas digitales y 8 salidas de común negativo o común positivo de transistor
- 1 conector de entrada de tensión analógica
- 1 potenciómetro analógico
- 1 puerto serie integrado
- 1 conector para cableado
- Admite hasta 4 módulos de ampliación de E/S
- Admite hasta dos módulos de interface del bus AS-Interface V2
- Admite un módulo master de interface del bus de campo CANopen:
- Admite ambos cartuchos opcionales (de reloj de tiempo real y de memoria - 32 KB o 64 KB)
- Admite un módulo de ampliación de visualización de operador opcional o un módulo de ampliación de comunicaciones opcional
- Admite un módulo de interface Ethernet ConneXium TwidoPort

## B. Protocolo Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo master/slave que permite a un único master solicitar respuestas de los slaves o realizar acciones dependiendo de las peticiones. El master puede dirigirse a slaves particulares o iniciar una difusión de mensajes para todos los slaves. Los slaves devuelven un mensaje (respuesta) a las solicitudes que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el master.[4]

### Características

Las características de las funciones de cada protocolo comunicación Modbus se explica a continuación:

*Tabla II.V: Características del protocolo Modbus*

| CARACTERÍSTICAS                               |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| <b>Puertos de comunicación</b>                | Puerto 1 (RS485)   | Puerto 2 RS232C<br>Adaptador TWDNAC232D | Puerto 2 RS485)<br>Adaptador: TWDNAC485D<br>TWDNAC485T   | Puerto Ethernet RJ45<br>Adaptador: TWDLCAE40DRF |
| <b>Velocidad máxima en baudios</b>            | Conexión a PC: 19.200 bps<br>Conexión remota: 38.400 bps | 19.200 bps                              | Conexión a PC: 19.200 bps<br>Conexión remota: 38.400 bps | 100 Mbps, según la velocidad de red.            |
| <b>Comunicación Modbus (RTU master/slave)</b> | Posible  | Posible                                 | Posible  | Cliente/servidor Modbus TCP/IP                  |
| <b>Comunicación ASCII</b>                     | Posible  | Posible                                 | Posible  | -   |
| <b>Comunicación remota</b>                    | 7 conexiones posibles                                    | Imposible                               | 7 conexiones posibles                                    | Un máximo de 16 nodos remotos                   |

---

4 Detalles para otras marcas  
<http://www.modbus.org>.

|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
|  |   |  |   | configurados por controlador                                       |
| <b>Longitud máxima del cable</b>   | Distancia máxima entre el controlador base y el remoto: 200 m | Distancia máxima entre el controlador base y el remoto: 10 m | Distancia máxima entre el controlador base y el remoto: 200 m | Distancia máxima entre nodos de red (según la arquitectura de red) |
| <b>Aislamiento entre el circuito interno y el puerto de comunicaciones</b> | Sin aislamiento   | Sin aislamiento  | Sin aislamiento   | Con aislamiento  |
| <b>Comunicación a través de la línea telefónica</b>                        | Posible solo un módem   | Imposible  | Imposible   | Imposible  |

### 2.3. Sistemas convencionales

Antes de iniciar con el proceso de programación, es conveniente tener claro algunos conceptos preliminares respecto a la organización de los programas en la memoria del procesador.

Por otro lado, también es importante reconocer las diferentes representaciones de los lenguajes de programación, así como, su denominación en marcas de reconocido prestigio.

#### 2.3.1. Estándar IEC 61131-3

En la actualidad aún siguen persistiendo sistemas de control específicos del fabricante, con programación dependiente y conexión compleja entre distintos sistemas de control.

Esto significa para el usuario costos elevados, escasa flexibilidad y falta de normalización en las soluciones al control industrial.[5]

### **2.3.1.1. Representación de lenguajes por la norma IEC 61131-3**

#### **2.3.1.2.**

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos). Una vez aprendidos se podrá usar una amplia variedad de sistemas basados en esta norma.

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

- Literales:
  - Lista de instrucciones (IL).
  - Texto estructurado (ST).
- Gráficos:
  - Diagrama de contactos (LD).
  - Diagrama de bloques funcionales (F)

### **2.3.1.3. Lenguajes textuales**

Este tipo de lenguaje se refiere básicamente al conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida.

---

5 Estándar Programación para PLC

[http://www.mescorza.com/manten/autom\\_teoría/ind\\_auto\\_teoría.htm](http://www.mescorza.com/manten/autom_teoría/ind_auto_teoría.htm)

Se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y por lo general se utilizan para programar pequeños PLCs cuyos programas no son muy complejos, o para programar instrucciones no programables en modo gráfico

Existen dos lenguajes diferentes en nivel y tipo de aplicación, ellos son:

### A. Lista de Instrucciones

Son instrucciones del tipo Booleanas, utilizando para su representación letras y números. Dado que se usan abreviaturas nemotécnicas, no se requiere gran memoria para tareas de automatización. La desventaja radica en la magnitud del trabajo que es necesario para su programación, especialmente si el programa consta de unos cientos de instrucciones.

Representación de un programa en lista de instrucciones para diferentes marcas de PLCs.

*Tabla II.VI: Descripción de la nomenclatura*

| SIMATIC  | SIEMENS | TELEMECANIQUE | GENERAL ELECTRIC |        |
|----------|---------|---------------|------------------|--------|
| <b>U</b> | E0.1    | L I0.01       | LD               | %I0001 |
| <b>U</b> | E0.2    | A I0.02       | AND              | %I0002 |
| <b>O</b> | E0.3    | O I0.03       | OR               | %I003  |
| =        | A3.1    | = 03.01       | OUT              | %Q0031 |

### B. Texto Estructurado

Es un lenguaje del tipo booleano de alto nivel y estructurado, incluye las típicas sentencias de selección (IF-THEN-ELSE) y de interacción (FOR, WHILE Y REPEAT), además de otras funciones específicas para aplicaciones de control.

Su uso es ideal para aplicaciones en las que se requiere realizar cálculos matemáticos, comparaciones, emular protocolos, etc.

Programa en texto estructurado para un PLC marca Telemecanique TSX-07

**Tabla II.VII:** Descripción del texto estructurado

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| <b>LD</b>  | <b>[%MW10&gt;100]</b> |
| <b>ST</b>  | %Q0.3                 |
| <b>AND</b> | [%MW20<%MW35]         |
| <b>ST</b>  | %Q0.2                 |
| <b>LD</b>  | %I0.2                 |
| <b>OR</b>  | [%MW30>=%MW40]        |
| <b>ST</b>  | %Q0.4                 |

#### **2.3.1.4. Lenguajes Gráficos**

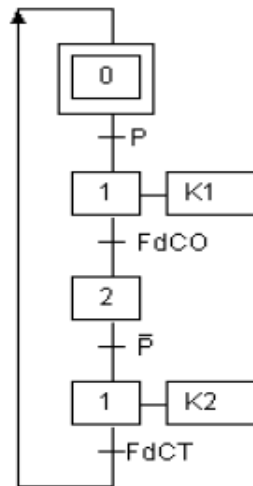
Se denomina lenguaje gráfico a la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a su sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control. Dentro de ellos tenemos:

##### **A. Carta de Funciones Secuenciales o Grafcet**

El Grafcet es una representación de análisis gráfico donde se establecen las funciones de un sistema secuencial.

Este lenguaje consiste en una secuencia de etapas y transiciones, asociadas respectivamente con acciones y condiciones.

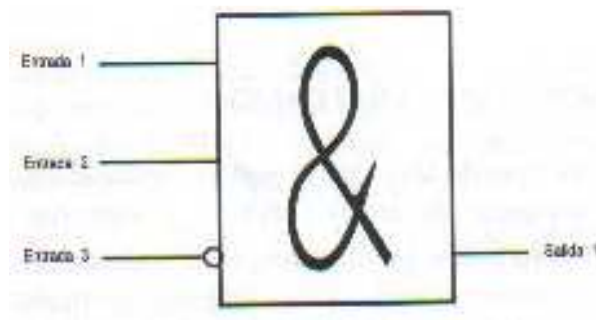
Las etapas representan las acciones a realizar y las transiciones las condiciones que deben cumplirse para ir desarrollando acciones. La Etapa - Transición es un conjunto indisociable.



**Figura II.7:** Secuencia básica de un graficet

### B. Diagrama de bloques funcionales(FBD)

Es una representación gráfica orientada a las puertas lógicas AND, OR y sus combinaciones. Las funciones individuales se representan con un símbolo, donde su lado izquierdo se ubica las entradas y en el derecho las salidas. Los símbolos usados son iguales o semejantes a los que se utilizan en los esquemas de bloques en electrónica digital.



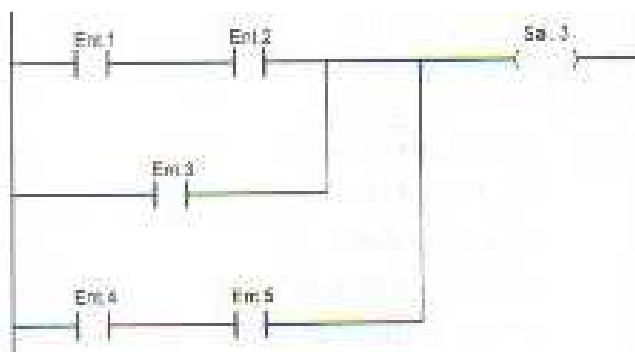
**Figura II.8:** Secuencia básica de un plano de funciones

### C. Diagrama de Contactos (LD)

Es la representación gráfica que tiene cierta analogía a los esquemas de contactos según la norma Nema (USA).

Su estructura obedece a la semejanza que existe con los circuitos de control con lógica cableada, es decir, utiliza la misma representación de los contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, con la diferencia que su interpretación es totalmente diferente.

Además de los simples contactos que dispone, existen otros elementos que permiten realizar cálculos aritméticos, operaciones de comparación, implementar algoritmos de regulación, etc. Su gran difusión se debe por facilitar el trabajo a los usuarios.



*Figura II.9: Secuencia básica de un Ladder*

### 2.4. SCADA

El nombre SCADA significa: (Supervisory Control And Data Acquisition, Control Supervisor y Adquisición de datos). Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas



táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, entre otros). Aunque inicialmente solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos en procesos de control, en los últimos tiempos han ido surgiendo una serie de productos hardware y buses especialmente diseñados o adaptados para éste tipo de sistemas. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, se realiza una interfaz del PC a la planta centralizada, cerrando el lazo sobre el ordenador principal de supervisión. [6]

#### **2.4.1. Características de un sistema SCADA**

Los sistemas SCADA, en su función de sistemas de control, dan una nueva característica de automatización que realmente pocos sistemas ofrecen: la de supervisión.

Sistemas de control hay muchos y muy variados y todos, bien aplicados, ofrecen soluciones óptimas en entornos industriales. Lo que hace de los sistemas SCADA una herramienta diferenciativa es la característica de control supervisado. De hecho, la parte de control viene definida y supeditada, por el proceso a controlar, y en última instancia, por el hardware e instrumental de control (PLCs, controladores lógicos, armarios de control.) o los algoritmos lógicos de control aplicados sobre la planta los cuales pueden existir previamente a la implantación del sistema SCADA, el cual se instalará sobre y en función de estos sistemas de control. (Otros sistemas SCADA pueden requerir o

aprovechar el hecho que implantamos un nuevo sistema de automatización en la planta para cambiar u optimizar los sistemas de control previos.)

La diferencia radica en la función de supervisión que pueden realizar estos últimos a través del HMI.

- **Adquisición y almacenado de datos**, para recoger, procesar y almacenar la información recibida, en forma continua y confiable.
- **Representación gráfica y animada** de variables de proceso y monitorización de éstas por medio de alarmas
- Ejecutar **acciones de control**, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- **Arquitectura abierta y flexible** con capacidad de ampliación y adaptación
- **Conectividad** con otras aplicaciones y bases de datos, locales o distribuidas en redes de comunicación.
- **Supervisión**, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- **Transmisión**, de información con dispositivos de campo y otros PC.
- **Base de datos**, gestión de datos con bajos tiempos de acceso. Suele utilizar ODBC.
- **Presentación**, representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface).
- **Explotación** de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.

- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

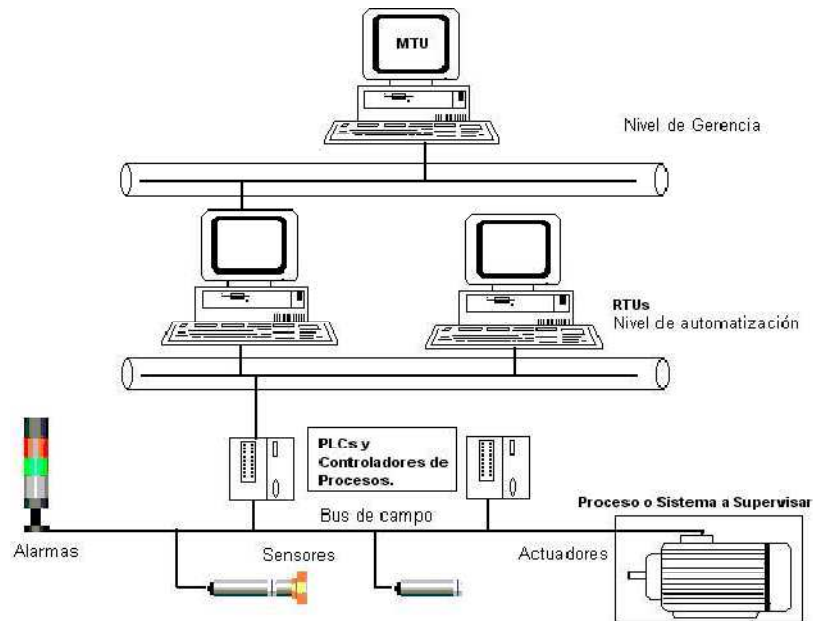
#### **2.4.2. Requisitos**

Estos son algunos de los requisitos que debe cumplir un sistema Scada para sacarle el máximo provecho:

- Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente para el usuario con el equipo de planta (“drivers”) y con el resto de la empresa (acceso a redes locales y de gestión.).
- Los programas deberán ser sencillos de instalar, sin excesivas exigencias, fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario (sonido, imágenes, pantallas táctiles, con interfaces).

#### **2.4.3. Componentes de hardware**

Un sistema SCADA, como aplicación de software industrial específica, necesita ciertos componentes inherentes de hardware en su sistema, para poder tratar y gestionar la información captada.



*Figura II.10: Estructura básica de un sistema SCADA a nivel hardware*

#### 2.4.3.1. Ordenador Central o MTU(Master terminal Unit)

Se trata del ordenador principal del sistema el cual supervisa y recoge la información del resto de las subestaciones, bien sean otros ordenadores conectados (en sistemas complejos) a los instrumentos de campo o directamente sobre dichos instrumentos. Este ordenador suele ser un PC, el cual soporta el HMI.

Las funciones principales de la MTU son:

- Interroga en forma periódica a las RTU's, y les transmite consignas; siguiendo usualmente un esquema maestro-esclavo.
- Actúa como interfaz al operador, incluyendo la presentación de información de variables en tiempo real, la administración de alarmas, y la recolección y presentación de información historizada.

- Puede ejecutar software especializado que cumple funciones específicas asociadas al proceso supervisado por el SCADA. Por ejemplo, software para detección de pérdidas en un oleoducto.

### 2.4.3.2. Ordenadores Remotos o RTUs (Remote Terminal Unit):

#### 2.4.3.3.

Estos ordenadores están situados en los nodos estratégicos del sistema gestionando y controlando las subestaciones del sistema, reciben las señales de los sensores de campo, y comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA.



*Figura II.11: Funciones básicas de un RTU en sistemas SCADA relación (E/S)*

### 2.4.3.4. Red de comunicación

#### 2.4.3.5.

Éste es el nivel que gestiona la información que los instrumentos de campo envían a la red de ordenadores desde el sistema. El tipo de BUS utilizado en las comunicaciones puede ser muy variado según las necesidades del sistema y del software escogido para implementar el sistema SCADA, ya que no todos los softwares (así como los

instrumentos de campo como PLCs) pueden trabajar con todos los tipos de BUS. Hoy en día, gracias a la estandarización de las comunicaciones con los dispositivos de campo, podemos implementar un sistema SCADA sobre prácticamente cualquier tipo de BUS.

#### **2.4.4. Como elegir un Sistema SCADA**

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.

La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

### **2.4.5. Características**

Los sistemas por lotes son el mecanismo más tradicional y antiguo de ejecutar tareas. Se introdujeron alrededor de 1956 para aumentar la capacidad de proceso de los programas. En la actualidad, los trabajos por lotes son ampliamente utilizados en supercomputadores, como Magerit.

En un sistema por lotes existe un gestor de trabajos, encargado de reservar y asignar los recursos de las máquinas a las tareas que hay que ejecutar. De esta forma, mientras existan trabajos pendientes de procesamiento, los recursos disponibles estarán siempre ocupados ejecutando tareas.

Si el sistema está bien planificado, se alcanzan tiempos de ejecución muy altos, ya que los recursos disponibles están siendo utilizados casi continuamente. Además, el Sistema Operativo puede ser muy simple ya que las tareas son completamente secuenciales por lo que se reduce la necesidad de utilizar esquemas Round Robin o similares.

#### **2.4.5.1. Ventajas**

##### **2.4.5.2.**

- Permite compartir mejor los recursos de un ordenador entre muchos usuarios, al no competir por éstos de forma inmediata.
- Realiza el trabajo en el momento en el que los recursos del ordenador están menos ocupados, dando prioridad a tareas interactivas.
- Evita desaprovechar los recursos del ordenador sin necesidad de interacción y supervisión humanas continuas.

- En ordenadores caros o supercomputadores, ayuda a amortizar el coste manteniendo altos índices de utilización.

### **2.4.5.3. Inconvenientes**

#### **2.4.5.4.**

- El principal inconveniente de la ejecución por lotes frente a la ejecución interactiva es que hay que conocer y planificar cuidadosamente la tarea a realizar. Al carecer de supervisión por parte del usuario, cualquier tipo de error puede producir resultados inútiles o, simplemente, inexistentes.



### CAPÍTULO III

#### *Sistemas de programación convencionales y scada para elaboración de un sistema de recetas*

En este capítulo nos centramos en la selección de un sistema convencional y un Scada. Existen varias alternativas dentro de ellas, por lo que se elige la más adecuada describiendo características representativas para la elaboración de un sistema de recetas en el proceso de automatización industrial.

El estudio de los sistemas de programación facilita conocer el amplio mundo de la tecnología industrial para conseguir la correcta automatización, siendo éste capítulo una guía que contiene sólida información de lo que respecta a los sistemas de programación describiendo conceptos generales, tipos, especificando sus ventajas y desventajas, así también se da a conocer su clasificación en diferentes categorías basándose en la funcionalidad.

### **3.1. Sistemas Convencionales**

La toma de una acertada decisión a la hora de escoger un sistema de programación convencional, puede ser importante para lograr la calidad en nuestro proyecto de recetas.

Por tal razón, se necesita tener conocimiento en aspectos como:

- Los sistemas de programación convencional que existen, según el estándar IEC61131-3 por la estandarización que tiene a nivel de PLC.[1]
- Las características de un buen sistema de programación convencional.
- La manera como los sistemas satisfacen los requerimientos para la elaboración del sistema de recetas.

Para facilitar el entendimiento de los criterios a tener en cuenta al momento de evaluar un sistema convencional, se han analizado una serie de sistemas de programación convencional existentes.

Se reduce el número de candidatos a uno, y se escoge los que ofrecen características similares o equivalentes entre sí para luego profundizar en el estudio.

### **3.2. Selección de un sistema convencional**

En nuestro estudio, la norma IEC61131-3 nos define que existen 4 sistemas de programación convencional como son: Grafcet, Ladder, Lista de instrucciones, y Texto Estructurado; porque son los más utilizados, compatibles y estandarizados para un PLC.

---

1 Estandar de lenguajes de programación de PLC.  
<http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/conceCptos-generales-programacion>

Debido a esto es necesaria la selección de un sistema de programación para su posterior estudio más detallado.

A continuación realizamos un cuadro comparativo para la selección:

**Tabla III. VIII: Sistemas Convencionales**

| Lenguaje                            | Características                                   | Ejemplo                       | Tipo    | Nivel |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|---------|-------|
| Listas                              | Listas de Instrucciones                           | IL<br>AWL<br>STL<br>IL/ST     | Escrito | Bajo  |
| Plano                               | Diagrama Electrico                                | LADDER<br>LD<br>KOP           | Visual  | Alto  |
| Diagrama de bloques funcionales     | Diagrama Logico                                   | FBD<br>FBS<br>FUD             |         |       |
| Organigrama de bloques Secuenciales | Diagrama Algoritmico                              | AS<br>SFC<br>PETRI<br>GAF CET |         |       |
| Otros                               | Lenguajes Usados en Otras Áreas de la computación | BASIC                         | Escrito |       |

**Fuente:**

[http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF\\_AnaS.html](http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF_AnaS.html)

En base a lo descrito en la tabla anterior, cada una de estas herramientas posee características propias, que les permite destacar y cumplir con diversos propósitos en la automatización industrial a nivel general.

Para nuestro estudio se escoge Ladder por los siguientes motivos:

- Nos resulta fácil de programar por tener conocimientos previos por parte de los investigadores y de nuestro director de tesis.
- Este lenguaje utiliza diagramas o lógica de escalera. Por lo tanto, un electricista industrial, ingeniero eléctrico, o personas como nosotros quienes tenemos

preparación previa en el área de automatización, estamos acostumbrados a leer esquemas de lógica Ladder y es por eso que nos sentimos más cómodos con la programación de un PLC si se maneja con el lenguaje Ladder.

- También se toma en cuenta, que para nuestra investigación utilizamos una programación de forma secuencial, es decir realizamos un programa hecho en Ladder que contiene todas las secuencias, tiempos y este se convierte en nuestro sistema de recetas; y es ahí cuando visualizamos que un diagrama de contactos como es Ladder nos facilita programar.
- En cuanto a la portabilidad solamente necesitamos de un IDE para programar Ladder los cuales encontramos en: TwidoSuite en todas sus versiones, Wago en todas sus versiones que son los más utilizados para realizar programas para PLC.
- Otro aspecto importante es: al ser un lenguaje estándar para programar cualquier PLC y para nuestro caso el PLC TWDLCAE40DRF no tenemos problemas de compatibilidad.
- A comparación con los demás lenguajes Ladder utiliza los diagramas básicos como son los contactos, contactos negados y bobinas que son los más utilizados y de ellos se derivan muchos más que fueron incorporados a medida que los PLC's fueron ampliando su gama de prestaciones como son los temporizadores, contadores, interrupciones, subrutinas.
- Además hoy en día es considerada como una herramienta productiva y que se acopla para trabajar con cualquier sistema que se desarrolle en el área de automatización industrial.
- Todos los lenguajes presentados trabajan de forma independiente del tipo de equipo que se disponga.

- Los diagramas eléctricos son los que nos permiten la mejor representación porque podemos ordenarlos como se desee y se necesita describir menos elementos que a diferencia de los demás lenguajes.
- La experiencia indica que los gráficos como manera de realizar un sistema son apropiados como medios de comunicación entre la construcción y la eléctrica.
- Debido a que todas las informaciones que se necesitan en el modelado de un objeto (temporizadores, contadores, contactos) se encuentran encapsuladas en el gráfico, los gráficos de diagramas de contactos ofrecen las mejores posibilidades de reutilización y eventuales variaciones.
- Los métodos formales (observaciones) para reconocer bloqueos de programa o zonas muertas, nos hace más idóneo comprobar si un programa está correctamente realizado y también podemos verificar si es complejo.

### **3.3. Ladder (Lenguaje de escalera)**

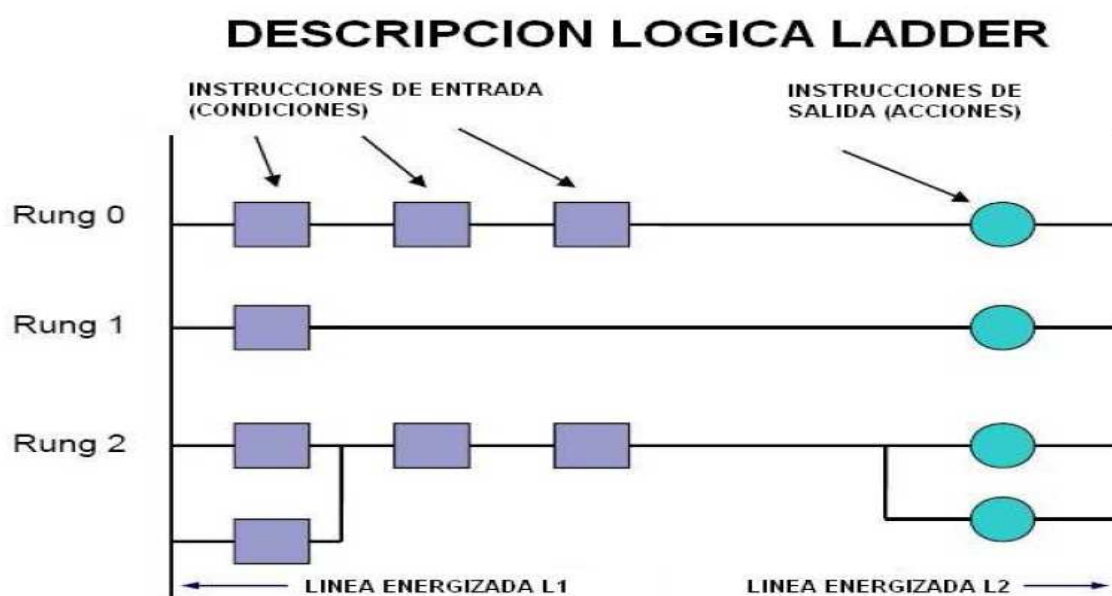
El diagrama de escalera es una técnica de programación grafica utilizada en el desarrollo de algoritmos de control de sistemas o procesos basados en controladores programables. [2].

Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. De esta manera se escoge las principales características para la elaboración de nuestro sistema de recetas:

---

<sup>2</sup> Existen varias definiciones:  
<http://imagenes.mailxmail.com/cursos/pdf/controladores-logicos-programables-7400.pdf>

- Las instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situaran en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón.
- El procesado (o controlador) explora peldaños de la escalera de arriba abajo y de izquierda a derecha.



*Figura III.12: Descripción lógica Ladder*

### 3.3.1. Lógica ladder y su cableado

Mostramos el cableado de alimentación como la programación.

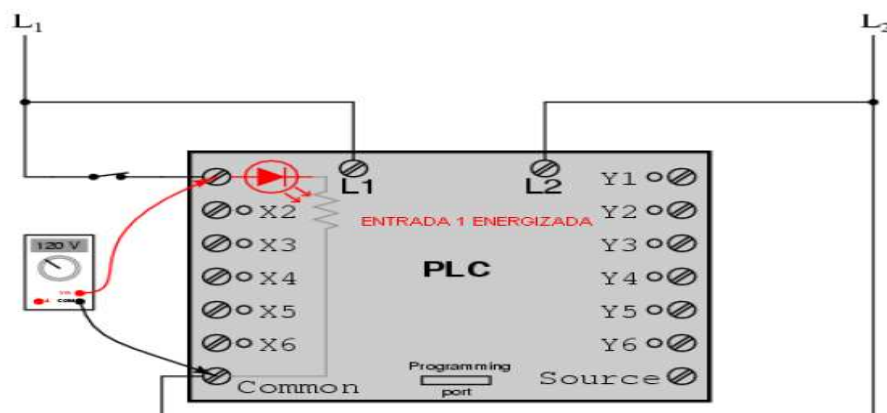
La siguiente ilustración muestra un PLC TWDLCAE40DRF simple, como podría parecer desde una vista frontal.

Dos terminales de tornillo proporcionan una conexión a 120 voltios de corriente alterna para alimentar los circuitos internos del PLC, L1 y L2. Seis terminales de tornillo en el lado izquierdo permiten conectar dispositivos de entrada, cada terminal que representa una entrada diferente "canal" con su propio "X" de la etiqueta. La terminal de tornillo inferior izquierda es un "común" de conexión, que suele ser vinculado a la L2 (neutral) de la fuente de alimentación de 120 VCA.



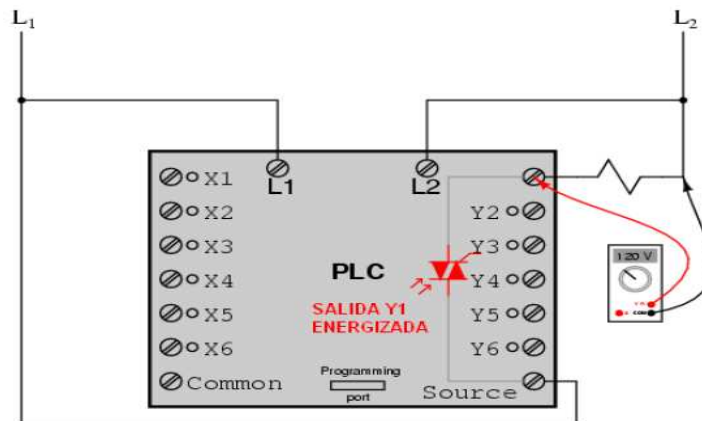
**Figura III.13:** Representación del PLC forma interna

Dentro del PLC, conectado entre los bornes de entrada y el terminal común, está un dispositivo opto-acoplador que proporciona una señal de "alto" al circuito interno del PLC cuando hay una señal de 120 VCA aplicada entre el terminal de entrada correspondiente y el terminal común. Un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de entrada:



**Figura III.14:** Indicador del Panel frontal PLC

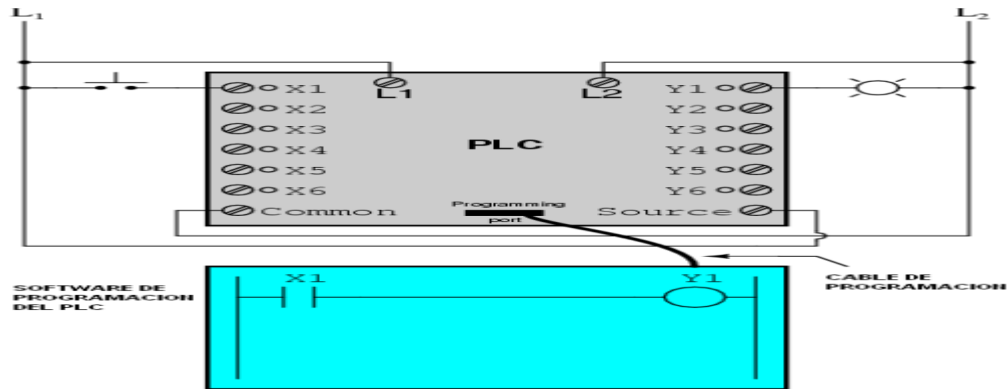
Las señales de salida son generadas por el circuito de la CPU del PLC que activa un dispositivo de conmutación (transistor, TRIAC, o incluso un relé electromecánico), conectando la "fuente" a cualquier terminal de la terminales de salida "Y". La "Fuente" de los terminales, en consecuencia, es por lo general relacionada con L1 de la fuente de alimentación de 120 VCA. Al igual que con cada entrada, un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de salida:



**Figura III.15:** Circuito y la programación Ladder

La lógica real del sistema de control se establece en el PLC por medio de un software. Este software determina qué salida se energiza en qué condiciones de entrada. Aunque el programa en sí parece ser un diagrama de lógica ladder, con los símbolos de interruptores y relés, no hay contactos de interruptores reales o bobinas de relés dentro del PLC para crear las relaciones lógicas entre la entrada y salida. Estos contactos y bobinas son imaginarios. El programa se carga en el PLC y es visto a través de una computadora personal conectada al puerto de programación del PLC. Para tener más claro el concepto de cómo se relaciona la lógica ladder con el cableado del PLC considere el siguiente circuito y el programa del PLC:

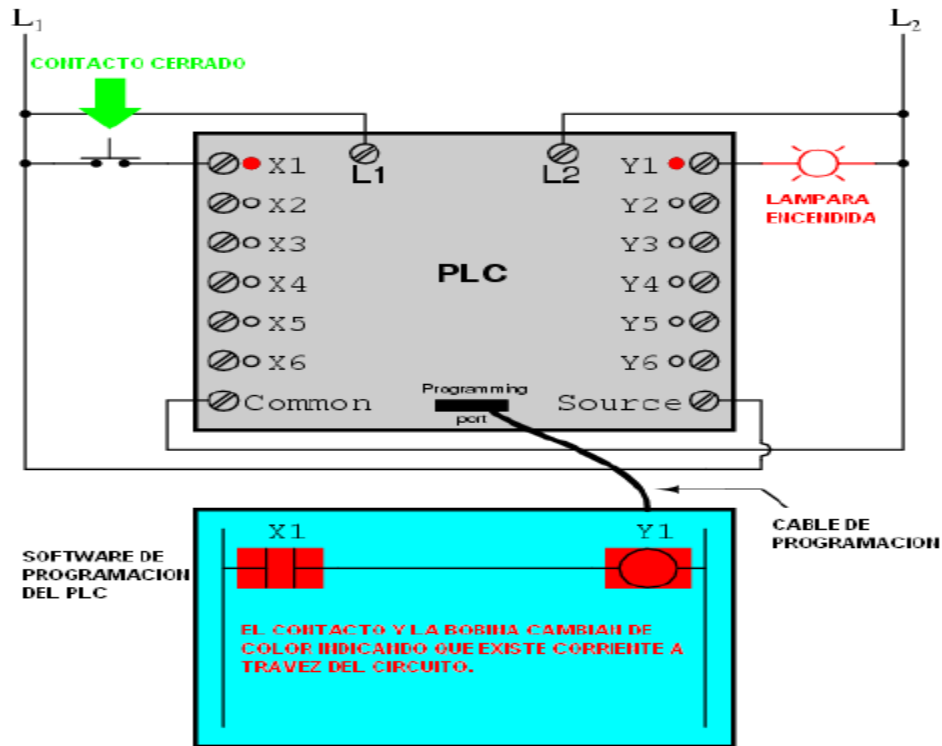




**Figura III.16: Lógica Ladder con el circuito del PLC**

Cuando el interruptor de botón no es presionado (desactivado), no hay corriente en la entrada X1 del PLC. En el software se muestra un contacto normalmente abierto X1 en serie con una bobina Y1. Mientras en la entrada X1 no se encuentre una señal “alto” no se enviará ninguna corriente a la bobina Y1 puesto que el contacto es normalmente abierto. Por lo tanto, la salida asociada a Y1 sigue desenergizada y la lámpara sigue apagada.

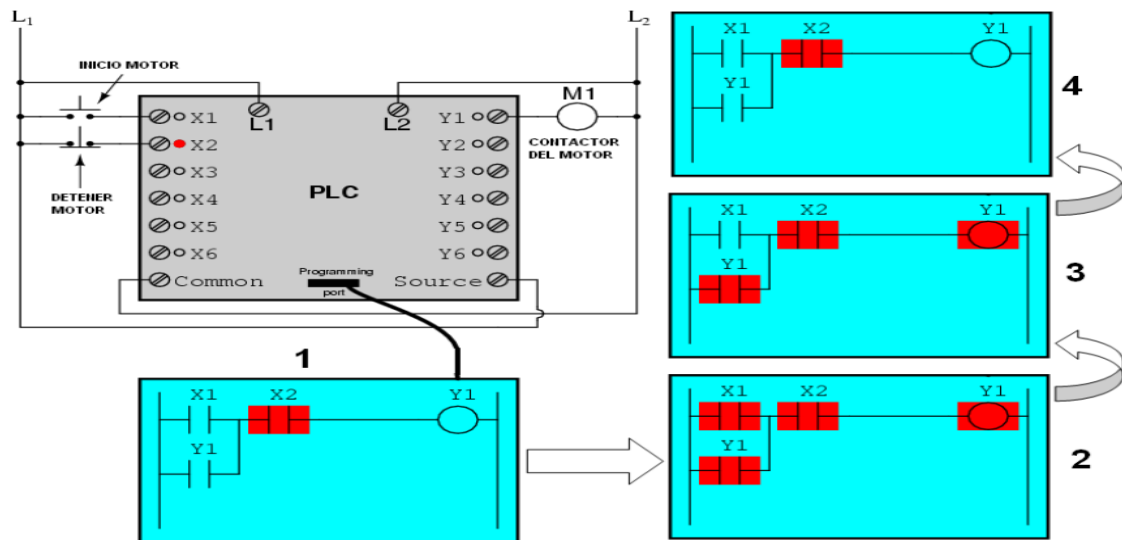
Si el interruptor de botón se presiona la corriente circula por el contacto, que ahora cambia de estado a cerrado, y se envía una señal “alto” a la entrada X1 del PLC. Todos y cada uno de los contactos X1 que aparecen en el programa asumirá el accionamiento (no normal), como si se tratara de contactos del relé accionado por la excitación de una bobina de relé denominada "X1". En este caso, la activación de la entrada X1 hará que el contacto X1 normalmente abierto se cierre y así permita el paso de corriente a la bobina Y1. Cuando la bobina Y1 del programa se "energiza", la salida Y1 real se energiza, y así la lámpara tiene energía para iluminar.



*Figura III.17: Secuencia de encendido*

El verdadero poder y la versatilidad de un PLC se revela cuando queremos modificar el comportamiento de un sistema de control. Dado que el PLC es un dispositivo programable, que puede alterar su comportamiento cambiando sus instrucciones de lógica interna sin tener que volver a configurar los componentes eléctricos conectados al mismo. Por ejemplo, supongamos que lo que se quería hacer con la lámpara era una conmutación invertida: pulsando el botón para que la lámpara se apague, y soltarlo para que se prenda. La solución vista desde el "hardware" requeriría que un pulsador normalmente cerrado se sustituirá por el interruptor normalmente abierto puesto en el circuito. La solución vista desde el "software" es mucho más fácil: basta con modificar el programa para que el contacto X1 sea normalmente cerrado en vez de normalmente abierto. Además de esto, puesto que cada salida en el PLC no es más que un bit en su memoria, podemos asignar contactos en programa del PLC "comandados" por una

salida (Y) de estado. Tomemos, por ejemplo, un circuito de control de arranque-parada de un motor:



*Figura III.18: Secuencia de ejemplo*

El botón del interruptor conectado a la entrada X1 funciona como el interruptor de "inicio", mientras que el interruptor conectado a X2 de entrada sirve como el "Stop". Otro contacto en el programa, llamado Y1, utiliza el estado de la bobina de salida como un sello de contacto de manera que el contactor del motor seguirá siendo energizado después de que el botón de "Inicio" sea liberado. En el estado inicial (secuencia 1) se puede ver el contacto normalmente cerrado X2 en un bloque de color, mostrando que se encuentra en un estado cerrado ("conduciendo electricidad").

Si se presiona el botón "Inicio" (secuencia 2) se energiza la entrada X1 del PLC, por lo que se cierra el contacto X1 en el programa, y así el envío de corriente a la bobina Y1. De esta forma se energiza también la salida real Y1 y se aplican los 120 voltios de CA al contactor de la bobina del motor. El contacto Y1 paralelo también se "cierra", con lo que se enclava el "circuito", es decir si se libera el botón de inicio, el contacto

normalmente abierto X1 volverá a su estado "abierto", pero el motor seguirá funcionando debido a que el contacto Y1 sigue proporcionando la "continuidad" a la corriente de la bobina Y1, manteniendo así la salida Y1 energizada, (Secuencia 3).

Para detener el motor, se debe pulsar el botón "Stop", que activará la entrada X2 y abrirá el contacto normalmente cerrado, rompiendo la continuidad de la corriente hacia la bobina Y1.

Cuando el "Stop" botón se libere la entrada X2 se desactivará, volviendo al contacto X2 a su estado normal, cerrado. El motor, sin embargo, no se reanuda hasta que el botón "Start" se active, porque el contacto que lo enclavaba se desenergizó con el rompimiento de continuidad en el circuito al oprimir el botón Stop.

### 3.3.2. Grupo de instrucciones

Las funciones pueden ser diferentes dependiendo del fabricante del PLC.[3], aunque en general se puede hablar de dos grupos de instrucciones en los diagramas de escalera:

Instrucciones Básicas.

Instrucciones avanzadas [4]

*Tabla III.IX: Grupo de Instrucciones*

| Básicas                        | Avanzadas                      |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Contactos                      | Aritméticos de doble precisión |
| Bobinas                        | Raíces cuadradas               |
| Temporizadores                 | Mover registros                |
| Contadores                     | Diagnosticar bloques           |
| Bobinas retenidas(Set y Reset) | Transferir bloques             |

---

3 Fabricantes de PLC  
<http://www.infopl.com>

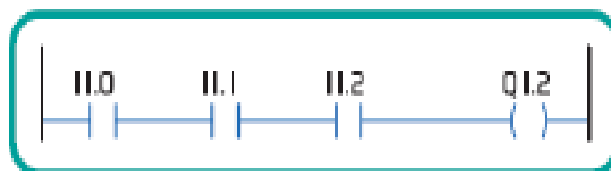
4 Instrucciones avanzadas para los PLC

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Saltos         | Secuenciales    |
| Suma           | Funciones PID   |
| Resta          | Manejo de redes |
| Multiplicación |                 |
| División       |                 |
| Comparaciones  |                 |

### 3.3.3. Configuración

#### AND-conjunción

La operación lógica AND conjunción entrega como resultado Verdadero si todas las entradas son Verdaderas. Esta se aplica en situaciones en las que se requiere realizar una acción si y solo si se cumplen un determinado número de condiciones. En el lenguaje de contactos se realiza disponiendo los contactos en serie. En el circuito se activa Q1.2 cuando I1.0, I1.1 e I1.2 son verdaderas. De hecho, el PLC evalúa la rama ejecutando la operación lógica.  $Q1.2=I1.0 \text{ AND } I1.1 \text{ AND } I1.2$  [5]



*Figura III.19: Operación lógica AND*

#### OR-disyunción

La operación lógica OR –disyunción’ entrega como resultado Verdadero siempre que alguna de las entradas sea Verdadero, lo que logra poniendo los contactos en paralelo. En el circuito se activa Q1.3 si alguna de las entradas I1.0 o I1.1 se activa. La operación lógica es:  $Q1.3 = I1.0 \text{ OR } I1.1$

---

5 Puede encontrar más definiciones en el sistema IEC63113  
<http://www.sc.edu/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PROGRAMACION/programacion.htm>



**Figura III.20:** Operación lógica OR

**NOT – inversión-**

La operación lógica NOT –inversion- entrega como resultado el estado contrario al presente en la entrada, esto se logra con el uso de Contactos Normal Cerrado.

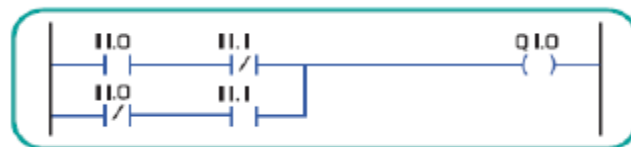


**Figura III.21:** Operación lógica NOT

**XOR – or exclusiva-**

OR –exclusiva- es Verdadero si alguna de las entradas, pero nunca ambas, es Verdadero también; se puede decir que es Verdadero si y solo si las entradas son distintas. Analicemos detenidamente el circuito que la realiza.

Para realizar la operación  $Q1.0 = i1.0 \text{ EXOR } I1.1$ , se debe efectuar una combinacin de operaciones AND y OR;  $Q1.0 = ((I1.0 \text{ AND } (\text{NOT } I1.1)) \text{ OR } ((\text{NOT } I1.0) \text{ AND } I1.1))$ .



**Figura III.22:** OR exclusiva

## **Simulación**

Es una de las herramientas de análisis más poderosas de que disponen quienes se dedican al diseño y a la operación de procesos o sistemas. El concepto de simulación es simple e intuitivamente atractivo. Le permite al alumno experimentar con sistemas realizar o propuestos en casos en los que de otra manera esto sería imposible o impráctico y el fundamento racional de su uso es la búsqueda constante del hombre por adquirir conocimientos.

## **TwidoSuite**

Es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables de Twido de Schneider Electric. TwidoSuite es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000/ XP /Vista.

Entre las principales funciones tenemos:

Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.

Diseño de software sin menús. Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.

Soporte de programación y configuración.

Comunicación con el autómata.

Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.

### **Tratamiento de los saltos de programa**

Utilice los saltos de programa con cuidado para evitar bucles largos que prolonguen el tiempo de ciclo. Evite los saltos en las instrucciones ubicadas "detrás" (Aparece una instrucción delante antes de un salto en un programa. Sin embargo, aparece una instrucción detrás después de un salto en un programa).

### **Programación de salidas**

Los bits de salida, al igual que los bits internos, sólo se deben modificar una vez en el programa. En el caso de los bits de salida, sólo se tiene en cuenta el último valor examinado cuando se actualizan las salidas.

### **Utilización de los sensores de parada de emergencia de cableado directo**

Los sensores utilizados directamente para paradas de emergencia no deben ser procesados por el controlador. Se deben conectar directamente a las salidas correspondientes.

### **Tratamiento de recuperación de la alimentación**

Haga que la recuperación de la alimentación dependa de una operación manual. Un reinicio automático puede provocar un funcionamiento no deseado de la instalación (utilice los bits de sistema %S0, %S1 y %S9).



## **Gestión de la hora y de los fechadores**

Se debe comprobar el estado del bit de sistema %S51, que indica los posibles fallos del RTC.

## **Comprobación de errores y sintaxis**

Cuando se introduce un programa, TwidoSuite comprueba la sintaxis de las instrucciones, los operadores y sus asociaciones.

### **3.4. Sistemas Scada**

El propósito de este estudio es caracterizar y contrastar las ventajas y desventajas de los diferentes tipos y alternativas de sistemas de programación SCADA existentes en el mercado.

La necesidad de escoger un SCADA capaz de cumplir con las premisas de nuestro proyecto en la elaboración de un sistema de recetas aplicado al módulo mezclador de líquidos existente en el laboratorio de automatización industrial de la EIS, conduce elaborar un documento de explotación de SCADAs que nos permitan cumplir con estas premisas y requerimientos.

#### **3.4.1. Selección del sistema scada**

Se ha seleccionado una serie de sistemas SCADA existentes en el mercado como son CX-SUPERVISOR, ALL- DONE, INTOUCH, VIJEO LOOK, WIN CC,

LOOKOUT, se reducirá el número de candidatos a uno; se escogerá los que ofrezcan características similares o equivalentes entre sí para luego profundizar en el estudio.

**Tabla III.X: Tabla comparativa de sistemas Scadas**

| <b>PUNTOS DE INTERÉS</b>            | <b>CX-SUPERVISOR</b>   | <b>ALL- DONE</b>  | <b>INTOUCH</b>   | <b>VIJEO LOOK</b>   | <b>WIN CC</b>   | <b>LOOKOUT</b>  |
|-------------------------------------|--|---|--|---|---|---|
| Suministrador / Fabricante          | Omron/Omron(UK)  | Freixas, i Ros, L.L./Freixas i Ros, S.L.(E)   | Logitec, S.A./Wonderware(USA)  | Schnelder Electric(F)   | Siemens   | National Instruments  |
| Requisitos recomendados del sistema | Windows 2000/NT 4.0 (Service Pack 5) IBM PC o compatible (200Mhz pentium o superior) Espacio libre de disco duro 100MB 128MB RAM Tarjeta SVGA 1024x768 | Windows 2000/XP Profesional Intel Pentium III/IV, AMD Athlon Disco duro 20GB, 128MB RAM Tarjeta SVGA 1024x768 de Resolución | Windows 2000/XP Profesional Intel Pentium III o superior Espacio libre de disco duro 2GB 512MB RAM | Windows 2000/XP Profesional procesador: Celeron 500Mhz...1.8Ghz RAM: 256MB,,1024MB Espacio libre del disco duro 4GB SVGA 1024x768 de resolución | Windows 95/98 i Windows NT4.0/2000 de microsoft CPU INTEL Pentium II 400 MHz RAM 128MB Resolución 1024 x 768 Espacio disponible: > 500 MB | Pentium 133 MHz o más rápido Windows 95/98/NT/2000/XP 32 MB de RAM Espacio disponible del disco duro 100 MB Accionamiento de CD-ROM Monitor colorido de 640 x 480 |
| Drivers para PLC's                  | OMRON: todo los PLC's  | OMRON: Sysmac seric C MOELLER: PS4-200 SIEMENS: simatic S5,S7-200/300/400 TELEMECANIQUE: unitelway otros ...                | ALLENBRADLEY SIEMENS MODICON OPTO 22 SQUARE D OMRON altres...                                      | TELEMECANIQUE AEG MODICON MODICON SQUARE D  | SIMATIC ALLEN-BRADLEY MITSUBISHI FETELEMECANIQUE UNI-TELWAY GE- FANUC MODICON OMRON serie C otros...                                      | Siemens HMI Adapter para S7, Phoneducer, Mitsubishi   |
| Lenguajes de programación           | Visual Basic/Java  | Visual Basic  | propio (basado en C)   | VBA (Visual Basic for Application)  | Visual Basic C ANSI-C   | C, C++, o Visual Basic  |
| Precio (euros)                      | 600  | 1000-4000   | /  | /   | /   | / (Adicionalmente se cuenta con Licencia en el  |

|                               |  |                           |   |   |   |   |
|-------------------------------|--|---------------------------|---|---|---|---|
|                               |  |                           |   |   |   | Laboratorio)                                  |
| Control de usuarios           | si   | Si                        | si  | si  | si  | Si  |
| nº variables                  | ilimitado  | Limitado                  | 64-64k  | 128, 512 ó 1024<br>1024   | 128, 256, 1024, o 64K                                   | Ilimitado                                     |
| comunicación entre módulos PC | /  | UDP/Ethernet              | Ethernet  | /   | TCP/IP<br>NetBEUI                                       | TCP/IP<br>NetBEUI                             |
| estructura                    | un único PC o varios PC's en multitasca  | varios PC's en multitasca | un único PC o varios PC's en multitasca             | un único PC   | varios PC's en multitasca                               | varios PC's en multitasca                     |
| gestión de alarmas            | si   | Si                        | si  | si  | si  | Si  |
| comunicación con PLC          | RS-232C<br>RS-422<br>Ethernet  | UDP sobre Ethernet        | DEVICE-Net<br>PPI/MPI<br>Profibus<br>RS-232, RS-485 | Uni-Telway o Modbus sobre RS-232 o RS-485;<br>TCP/IP sobre Ethernet | Profibus<br>TCP/IP<br>Bus-SIPART<br>Canal-DLL<br>Modbus | Modbus  |
| adquisición de datos          | cliente OPC  | OPC Servidor/Cliente      | OPC Servidor/Cliente                                | OPC Factory Server (OFS)  | OPC Servidor/Cliente                                    | OPC Servidor/Cliente                          |
| bases de datos                | MS-Access<br>SQL SERVER<br>ODBC<br>paraORACLE  | MDB                       | Servidor SQL<br>MDSE                                | Access 2000<br>MSDE   | Sybase SQL  | MS-Access<br>SQL SERVER<br>ODBC<br>paraORACLE |
| intercambio de datos en el PC | automatitzación<br>OLE<br>controles ACTIVE-X<br>comunicaciones DDE<br>ADO (Active Data Object) | controles ACTIVEX<br>DBE  | controles ACTIVE_X<br>comunicaciones DDE            | controles ACTIVE_X  | controles ACTIVE_X<br>aplicaciones OLE i<br>CUSTOM      | controles ACTIVE_X<br>comunicaciones DDE      |

**Fuente:** <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>

Detallamos a continuación las razones de la selección del sistema Scada:

- Decidimos utilizar Lookout especialmente por sus características de manejo de recetas, alarmas, reportes y la facilidad de creación de las interfaces hombre-máquina (HMI). Para la lectura y escritura de las señales, configuramos los objetos como es el Secuencer que maneja la secuencia en que se ejecuta un proceso, Integral objeto que no ayuda a la sincronización la unidad de tiempo con la cantidad de líquidos a ser mezclados, Expresión que son objetos que no ayudan a dar la animación respectiva del proceso que se realiza. Gracias a estos objetos importantes la configuración de todos estos puntos se hizo en unas cuantas horas.
- Cuando el administrador desea editar una receta, la aplicación desarrollada hace un llamado a Excel (con la función load), abriendo la hoja de cálculo en donde se determinan los porcentajes.
- Cuando se ejecuta una receta, se pide al operario el nombre de la receta, Lookout calcula la cantidad de cada ingrediente y comienza la ejecución de la receta. El sistema supervisa el proceso y maneja alarmas por cantidades altas, tiempos largos de dosificación, revisión del encendido de bombas tanto vacías como llenas, cambio a control manual e inicio y finalización de la receta.
- Después de que la receta se ha preparado automáticamente se imprime un reporte en donde quedan registrados, entre otros elementos las cantidades calculados, número de lote de cada uno de los ingredientes, nombre de la receta.
- Podemos observar cómo el lenguaje de programación más utilizado frente a los propios de cada sistema es el Visual Basic, ya que permite una mayor integración mediante la tecnología ofertada por Microsoft y así poder

aprovechar al máximo sus posibilidades. De esta manera, queda justificable que todos los sistemas a continuación expuestos utilizan la tecnología OPC Cliente-Servidor para la adquisición de datos.

- A modo de diferenciación entre unos sistemas y otros, las características que comportan más relevancia son los drivers utilizados para la conexión con el PLC, el nº de variables del proceso, la estructura sobre la que recorre el sistema, la comunicación con el PLC.
- Adicionalmente tomamos la característica principal entre estos sistemas para la selección debido a que contamos con la licencia de Lookout 5.0 en el laboratorio de automatización para la elaboración del sistema de recetas.
- Contamos además con los conocimientos avanzados por parte de nuestro director de tesis y por nuestra parte conocimientos intermedios en el manejo de Lookout.
- Como resultado la programación del software de supervisión y control con Lookout tomo aproximadamente un mes, tiempo muy corto para una aplicación de esta complejidad. La mayor ventaja que encontramos en esta aplicación es que los archivos, tanto los históricos como los de recetas, con mucho mas pequeños, mejorando radicalmente los tiempos de ejecución de las recetas.
- Adicionalmente bajo este desarrollo la edición de las recetas es mucho más sencilla. la presentación del HMI es de calidad mucho más elevada y la generación de reportes automáticos nos ha ayudado en gran manera en los análisis de producción.

### **3.5. Lookout**

Lookout es una interface de operador (HMI o Human Machine Interface) poderosa pero al mismo tiempo fácil de usar y un paquete de software de supervisión de control y de adquisición de datos (SCADA) para automatización industrial.

Este tipo de software es diseñado para que un operador opere un sistema desde una computadora PC que está conectada a uno o varios PLCs que realmente hacen funcionar un proceso.

#### **3.5.1. Funciones**

Este programa suministra las siguientes funciones, entre muchas otras funciones:

- Comandos para partida y parada de motores desde la pantalla de la PC.
- Administración de alarmas de proceso y/o del sistema de control
- Adquisición de datos y exhibición de valores en tiempo real
- Administración de usuarios con diversos niveles de autorización de operaciones.
- Registro gráfico de datos históricos.
- Recolección de datos para archivo e historia de procesos.

#### **3.5.2. Arquitectura**

Lookout consiste sobre todo en objetos y sus miembros de datos, conexiones, y servicios. Desarrollar una aplicación en Lookout es fundamentalmente crear, configurar

y conectar objetos. Los objetos son representaciones en software de todos los componentes conectados físicamente, tales como potenciómetros, a aparatos de campo tales como PLCs y a RTUs con las computadoras en que Lookout está funcionando.

Usted entonces hace conexiones entre los objetos de software. Lookout, y los servicios de Lookout manejan las conexiones entre su computadora y varios PLCs u otros controladores; entre su computadora y varios sensores, entre su computadora y otras computadoras y entre su computadora y la base de datos de Lookout, Citadel.

Agregue a esto la idea de procesos de cliente y servidor y usted estará listo para entender la estructura básica de todos los usos de Lookout.

### **3.5.3. ¿Qué es un objeto?**

Un objeto es Lookout es una unidad de software diseñada para hacer algo específico en la aplicación de interface de operador o SCADA. Los objetos son representaciones de los componentes conectados físicamente, tales como potenciómetros, temporizadores, sensores, interruptores de límite, registradores gráficos, conectados a PLCs y a RTUs con las computadoras en que Lookout está funcionando.

### **3.5.4. Descripción de objetos**

Usted construye procesos de Lookout creando objetos y haciendo conexiones seleccionadas. Los objetos de sistema, que usted utiliza para controlar, supervisar, analizar datos, y presentar datos, y los objetos drivers de Lookout, que usted utiliza para



conectar con el hardware, tal como PLCs (controladores lógicos programables), RTUs (unidad de terminal remota), computadoras y otro hardware.

### 3.5.5. Objetos definición Sistema Lookout.

La tabla siguiente enumera los objetos que utilizamos para un sistema de recetas.

*Tabla III.XI: Objetos principales de Lookout*

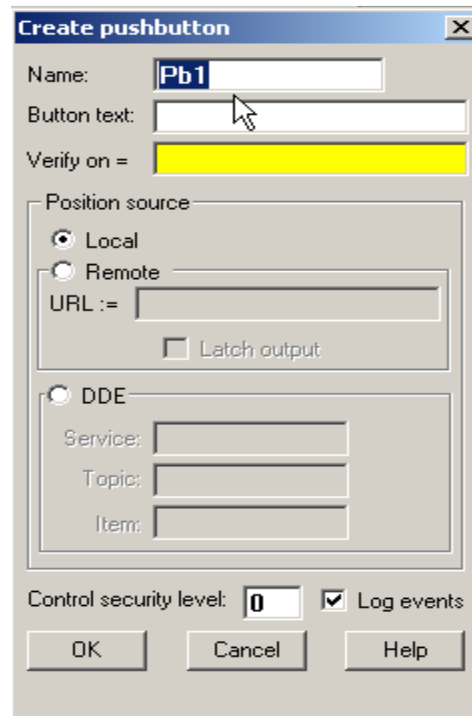
| Clases de objetos                | Categoría          | Descripción  |
|----------------------------------|--------------------|--|
| SEQUENCER<br>(Secuenciador)      | Control            | Crea un objeto secuenciador que genera una secuencia de estados en salidas asociadas. El secuenciador permanecerá en el estado actual hasta que se alcanza el límite de tiempo de ese estado o hasta una instrucción Goto o Jump. Causa que la entrada haga una transición a otro estado.  |
| RECIPE<br>(Receta de Objetos)    | Control Exhibición | Crea un sistema de recetas en un uso de hoja de cálculo tal como Microsoft EXCEL e importa una receta para permitir que el usuario seleccione una receta particular. La receta permite cualquier cantidad de ingredientes; cada columna en la hoja de cálculo representa un ingrediente específico.  |
| Spreadsheet<br>(Hoja de Cálculo) | Registro           | Registra permanentemente datos al disco duro en archivos del tipo CSV de hojas de cálculo con estándar del tipo valores separados por coma (.csv).<br>Especifica qué variable muestrea en cada columna y configura un disparador lógico que registre el sistema de datos cada vez el disparador se hace ON o registra datos en intervalos especificados de tiempo. |
| Pushbutton<br>(Botón)            | Control Exhibición | Crea un botón momentáneo para navegar entre los paneles de control dentro Lookout, o para iniciar cualquier otra acción, tal como ejecutar una aplicación externa, o enclavar una bomba ON u OFF.  |
| Animator<br>(Animador)           | Exhibición         | Anima o coloca en movimiento archivos de gráficos dinámicamente con cualquier combinación de movimiento horizontal y vertical, cambiando tamaño, visibilidad y cambios de color. Muestra imágenes consecutivas de fotos en BITMAP para simular movimientos complejos en la pantalla.   |
| Integral<br>(Integral)           | Cálculo, Control   | Totaliza una señal de entrada numérica que represente una tasa con respecto a tiempo, especificando la unidad de tiempo. Totaliza el flujo basado en un caudal medido es un uso típico de integral.  |

|        |        |  |
|--------|--------|--|
| Modbus | Driver | Se comunica con cualquier aparato que permita protocolos seriales Modbus, que tenga un puerto Modbus o tenga un modulo Ethernet. Modbus necesita usar la tarjeta de red y el software adecuado que se instalará en la computadora. El protocolo serial se comunica a través de protocolos ASCII y RTU. |
|--------|--------|--|

### 3.5.6. Parámetros de objetos

Los parámetros de un objeto definen sus características. Lookout usa parámetros de objetos para completar la definición de la funcionalidad del objeto. Por ejemplo, Data Rate (frecuencia de datos), Parity bits (bits de paridad), y STOP bits (Bits de parada) son algunos de los parámetros que definen cómo trabaja un objeto de Modbus. Otros ejemplos incluyen Control security level (nivel de seguridad del control) de un objeto interruptor; Minimum (Mínimo), Maximum (máximo), y Resolution (resolución) de un objeto potenciómetro; y Data (datos) de un objeto Average (promedio).

Cada clase de objetos tiene un sistema de parámetros que usted debe completar o seleccionar al crear un nuevo objeto. Muchos parámetros son expresiones, lo que significa que usted puede cambiar parámetros por programa. Otros requieren valores constantes. Algunos le piden escoger configuraciones específicas.



*Figura III.23: Parámetros de un objeto*

### 3.5.7. Miembros de datos y base de datos de objetos

Cada objeto tiene su propia base de datos incorporada. Las partes individuales de esta base de datos autónoma se llaman los miembros de datos. Algunas clases de objetos tienen una base de datos muy limitada, mientras que otras tienen bases de datos extensas.

### **3.5.8. Funcionalidad y clases de objetos de Lookout**

Un objeto de Lookout es una instancia específica de una clase de objeto de Lookout.

Se puede pensar en una clase de objeto como la forma generalizada de un objeto.

Cuando usted crea un objeto, se está tomando la forma general descrita por una clase de objeto, la está definiendo con parámetros específicos, le está dando un nombre, y lo está poniendo para trabajar como objeto del software.

### **3.5.9. Miembros de datos lógicos**

Los miembros lógicos de datos contienen un valor que representa un estado binario u ON/OFF.

Un interruptor de una lámpara es un aparato lógico -él está OFF u ON.

Los miembros lógicos de datos son usados típicamente para controlar aparatos que pueden ser activados o desactivados, para indicar que una parte del equipo está funcionando o para indicar si un interruptor límite está abierto o cerrado.

### **3.5.10. Miembros de datos numéricos**

Un Miembro numérico de datos es un número real de coma flotante que representa valores análogos tales como nivel de un tanque, presión, caudal, voltaje y temperatura.

Los miembros numéricos de datos también representan tiempo, como período o como tiempo absoluto (es decir, un tiempo particular de día/semana/mes/año).

### **3.5.11. Miembros de datos de texto**

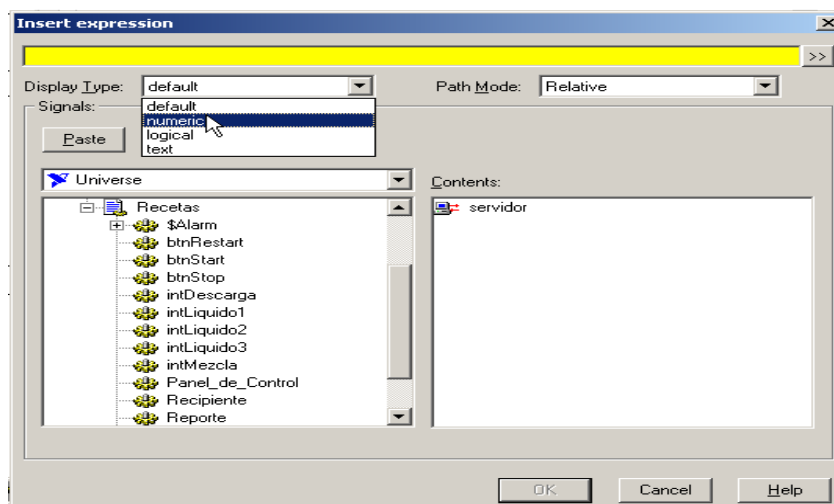
Los miembros de datos de texto contienen cadenas de caracteres de texto. Estas cadenas de caracteres consisten en todos los caracteres mostrables ASCII.

Se puede usar señales de texto para mostrar descripciones de alarmas en el panel de alarmas, para mostrar etiquetas en un panel de control y en parámetros o expresiones.

Se pueden incorporar señales de texto como constantes, o se puede construirlas con muchas funciones de texto disponibles en expresiones.

### **3.5.12. Polimorfismo de datos**

Los datos polimórficos son datos cuyo tipo no es definido en forma absoluta. En Lookout los datos de un tipo se interpretan apropiadamente cuando están conectados con una entrada de otro tipo. Se puede también seleccionar el tipo de datos al insertar expresiones, usando la caja de selección debajo del campo de la expresión, según lo mostrado en la figura siguiente.



*Figura III.24: Tipo de Expresiones*

### 3.5.13. Atributos de calidad de datos

Lookout usa atributos de calidad de datos para registrar cualquier problema con sus datos.

Si hay una falla de comunicaciones con un aparato, si la conexión de red a la fuente de los datos es mala, si la fuente de datos es indefinida, si el valor está corrupto o si se presenta otro problema, Lookout crea una alarma para divulgar la condición.

### 3.5.14. Conexiones

Todos los objetos de Lookout que Ud. crea corresponden a objetos físicos tales como interruptores o potenciómetros, o sirven como interface a un cierto objeto físico conectado con su computadora, tal como un PLC, y RTU, u otra computadora en la red que está conectada con tales objetos.

### **3.5.15. Procesos de cliente y de servidor**

Los procesos de Lookoutson programas que usted crea para realizar una cierta función específica. Lookoutpuede hacer funcionar cualquier número de procesos al mismo tiempo. Usted puede abrir y cerrar un proceso sin perturbar otros procesos que estén funcionando en ese momento. Sus procesos pueden entregar y analizar datos y controlar la maquinaria, al mimos tiempo que obran recíprocamente con otros procesos de Lookout que funcionan en su computadora y otras computadoras, dispersados a través de la red.

### **3.5.16. Control supervisorio**

Mientras se crean y conectan objetos, se forma una red o un sistema, conteniendo muchos objetos, todos conectados para realizar una estrategia de supervisión del control.

Es cómo usted diseña su sistema de supervisión, detrás del panel de control, que hace que su proceso funcione.

### **3.5.17. Proceso controlado por eventos**

Un concepto importante a entender es que Lookoutes enteramente controlado por eventos, no por exploraciones consecutivas de estados, tal como lo hace un PLC. Para

entender el significado de este diseño se requiere una discusión para explicar cómo los programas con exploraciones consecutivas estándares trabajan.

### **3.5.18. Ventajas de la notificación activa**

Considere las ventajas de la notificación activa sobre la la notificación pasiva. La notificación activa es intrínsecamente causada por un evento mientras que la notificación pasiva requiere un barrido constante para comprobar si hay un cambio en un valor de los datos.

Un buen ejemplo sería dos personas que intentan intercambiar información. Una persona podría pedir a la otra información, y esa persona respondería. Esto requeriría a una persona preguntar a la otra en varias ocasiones si cualquier cosa ha cambiado.

### **3.5.19. Servicios de ambiente de Lookout**

Ya que la piedra angular de la tecnología de objetos es el objeto en sí, los objetos necesitan un ambiente en el cual van a funcionar. Los objetos requieren uso de recursos de sistema tales como el puerto serial, el disco duro, las funciones de multimedia, y otros más.

Por ejemplo, múltiples objetos de PLC pueden necesitar usar el mismo puerto de comunicación en su computadora. En tal caso, Lookout debe suministrar un servicio de ambiente - es decir, un mecanismo inteligente que los objetos pueden usar para tener acceso al puerto de comunicación de una manera ordenada y oportuna.



### **3.5.20. Servicio de ambiente de comunicación del puerto serial**

Usted puede configurar ciertas clases de objetos de protocolo para representar y para comunicarse con PLCs y RTUs a través de los puertos seriales de su computadora. Este servicio de ambiente administra el uso del puerto serial entre los objetos que representan PLCs y RTUs.

### **3.5.21. Servicio de ambiente de base de datos**

Con el servicio de ambiente de base de datos se pueden definir o modificar parámetros de miembros de datos nativos.

Por ejemplo, la clase de objeto Modbus incluye un miembro nativo de datos llamado 40001.

Usted puede dar a este miembro nativo de datos un alias tal como PumpSpeed, y define la escala asociada a la unidad de ingeniería, alarmas, banda muerta y otros parámetros.

### **3.5.22. Servicio de ambiente de símbolos gráficos**

Lookout tiene una biblioteca extensa de símbolos gráficos estándares. Éstos incluyen varios switches (interruptores), potenciómetros, botones, gráficos de barras, válvulas, tanques, bombas, etcétera. Usted puede también crear su propio símbolo gráfico y agregarlo a su biblioteca de Lookout.

### **3.5.23. Servicio de ambiente de alarmas**

El subsistema de alarmas es un mecanismo poderoso y flexible para generar, exhibir, registrar, e imprimir alarmas. Este subsistema tiene varias partes distintas incluyendo la ventana de alarmas, parámetros de objetos como grupo de alarmas y prioridad de alarmas, filtros de alarmas, parámetros de exhibición y configuraciones de impresión.

### **3.5.24. Servicio de ambiente de Multimedia**

Lookout también suministra un servicio de ambiente de multimedia que se puede utilizar para ejecutar archivos de sonidos. Vea la descripción online de ayuda del objeto Playwave para más información sobre el uso de esta característica.

### **3.5.25. Servicio de ambiente de seguridad**

Lookout tiene un sistema altamente sofisticado y comprensivo de seguridad para uso local y de la red. Usted puede configurar seguridad de control, de las pantallas y verificación de acciones. Usted puede determinar selectivamente qué operadores tienen control de qué objetos, que pantallas pueden ver los operadores, qué paneles de control pueden ver, y qué objetos aparecen a los operadores para la verificación de comandos.

### **3.5.26. Servicio de ambiente de Registros Históricos**

Con el servicio de ambiente de registros usted puede almacenar información en tiempo real del sistema al disco duro en archivos ASCII delimitados por coma, o en una base de datos especial de Lookout llamada Citadel.

### **3.5.27. Servicio de Ambiente ODBC**

Debido al servicio de ambiente de Lookout de conectividad de base de datos (ODBC), usted puede usar otras aplicaciones, tales como Acces de Microsoft, para preguntar datos a la base de datos histórica de Lookout.

### **3.5.28. Servicio de ambiente DDE**

Lookout puede enviar sus valores de proceso corrientes a otras aplicaciones, y puede recibir valores en tiempo real de otras aplicaciones. El sistema Lookout actúa como un cliente DDE y servidor DDE.

### **3.5.29. Servicio de ambiente de creación de una red**

Lookout suministra un servicio completo de ambiente para redes servidor-cliente con el uso de TCP/IP. Con este servicio de ambiente, usted puede supervisar y controlar sus procesos desde múltiples estaciones de trabajo en una red.

### **3.5.30. Servicio de ambiente de Redundancia**

Utilice el servicio de ambiente de redundancia de Lookout para configurar dos computadoras para redundancia, suministrando transferencia automática y control y supervisión si una de las computadoras falla.

## CAPÍTULO IV

### *Comparativa ladder y lookout para elaboración de un sistema de recetas*

La necesidad de escoger un sistema capaz de cumplir con las premisas de un proyecto como es realizar un sistema de recetas en el Laboratorio de Automatización Industrial para el modulo mezclador de líquidos, conduce a elaborar un documento de explotación de sistemas Convencionales como el Ladder y Scada como es Lookout, las cuales serán sometidas a un análisis basado en los requerimientos planteados por el proyecto de tesis. Por este motivo, la comparativa se plantea con una vocación claramente práctica, se espera de ella que resulte una herramienta para elegir adecuadamente. La comparativa que se realiza pretende mostrar de manera sencilla los resultados obtenidos para permitir la fácil y rápida interpretación de estos sistemas, Ladder y Lookout para la elaboración de recetas industriales.

#### 4.1. Definición de parámetros para evaluación.

Los parámetros que a continuación se definen para realizar del estudio comparativo de los sistemas Lookout y Ladder están basados en los requerimientos del usuario final, los usuarios intermitentes de la aplicación, y según el criterio de los autores de la tesis.

*Tabla IV.XII: Determinación de los criterios de Comparación*

| <b>Parámetros</b>    | <b>Concepto</b>  |
|----------------------|--|
| Personalización      | En este aspecto se evalúa si el sistema convencional o Scada permite la personalización.   |
| Portabilidad         | Facilidad de ejecutar el sistema sobre cualquier plataforma, además de la posibilidad del operador desde diferentes localizaciones físicas.  |
| Calidad              | La calidad puede ver valorada desde diferentes perspectivas, en el presente estudio el parámetro de calidad será evaluado con el fin de determinar el conjunto de características propias de un software, que permitan valorarlo como igual, mejor o peor. |
| Controles de usuario | Los controles de usuario para interfaz, son importantes en la programación porque la hacen fácil, ayudando de esta manera a los desarrolladores y diseñadores de software a ahorrar tiempo en el desarrollo y diseño.                                      |
| Aprendizaje          | Una documentación insuficiente o un soporte inadecuado al usuario pueden hacer que un usuario abandone o descarte el uso. Para evaluarlo, se ha dividido en dos apartados: la documentación y soporte.   |
| Aspectos Económicos  | Se analizara los costos de cada sistema (licencia, personalización, mantenimiento)   |

Los parámetros generales que se ha tomado en cuenta para desarrollar el estudio comparativo se dividen en variables que se detallan a continuación:

*Tabla IV.XIII: Variables del parámetro de Personalización*

| <b>Variables</b> | <b>Concepto</b>  |
|------------------|--|
| Menús            | Capacidad de la herramienta de permitir crear, modificar y desactivar controles. |
| Objetos          | Son todos los tipos de objetos que se usan para el diseño.                       |

**Tabla IV.XIV: Variables del parámetro de Portabilidad**

| <b>Variables</b>         | <b>Concepto</b>   |
|--------------------------|---|
| Plataformas              | Capacidad del producto de software para ser adoptado a diferentes entornos especificados sin aplicar acciones o medio diferentes de los previstos para el propósito del software considerado. |
| Facilidad de instalación | La capacidad del producto del software para ser instalado en un ambiente especificado.  |
| Coexistencia             | La capacidad del producto de software para coexistir con otros productos de software independientes dentro de un mismo entorno, comportamiento recursos comunes.                              |

**Tabla IV.XV: Variables del parámetro de Calidad**

| <b>Variables</b>         | <b>Concepto</b>   |
|--------------------------|---|
| Uso de recursos hardware | Es el factor que determina las características mínimas de hardware para iniciar a trabajar con el software.   |
| Facilidad de uso         | Se refiere al grado en que la interfaz, el conjunto de componentes y la forma como están distribuidos los sub-paneles en la pantalla principal del software de diseño, facilitan o dificultan su manejo |
| Compatibilidad software  | Permite verificar la posibilidad de poder abrir el trabajo hecho en un software, en otro programa que permita realizar tareas similares.  |

**Tabla IV.XVI: Control de usuario**

| <b>Variables</b>   | <b>Concepto</b>   |
|--------------------|---|
| Control de usuario | Controles de usuario para como por ejemplo atajos por teclado |
| Seguridad          | Acceso indebidos a los usuarios a la aplicación               |
| Visualización      | Poder mostrar el proceso en ejecución en tiempo real.         |

**Tabla IV.XVII: Variables del parámetro Aprendizaje**

| <b>Variables</b> | <b>Concepto</b>   |
|------------------|---|
| Documentación    | Para un correcto desempeño debe existir en medios de consulta como Internet, manuales, tutoriales, ejemplos prácticos |
| Soporte          | Debe existir ayuda en línea, foros  |

**Tabla IV.XVIII: Variables del parámetro de Aspectos Económicos**

| <b>Variables</b> | <b>Concepto</b>                       |
|------------------|---------------------------------------|
| Licencia         | Costo de la licencia                  |
| Mantenimiento    | Costo de mantenimiento de la licencia |
| Personalización  | Costo de desarrollo                   |

#### 4.2. Criterios de evaluación

A continuación establecemos los valores de forma cuantitativa; cada variable que se evalúa tendrá un peso que se encuentra en un rango de 0 hasta 4. A continuación detallamos las posibles interpretaciones que mostramos en la siguiente tabla:

**Tabla IV.XIX:** *Tabla de pesos para las variables*

| Cualitativa       |                   |                    |                |              |                    |                |                    | Cuantitativa | Porcentaje   |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------|----------------|--------------------|--------------|--------------|
|                   |                   |                    |                |              |                    |                |                    |              | %            |
| No cumple         | Ninguno           | No satisfactorio   | malo           | inadecuado   | Difícil            | deficiente     | Malo               | 0            | <20          |
| Casi no cumple    | Parcialmente      | Poco satisfactorio | Poco eficiente | Poco         | Medio difícil      | Poco eficiente | Regular            | 1            | >= 20 y <40  |
| Limitado          | limitado          | Limitado           | Limitado       | Limitado     | Uso básico         | Limitado       | Bueno              | 2            | >=40 y <=60  |
| Casi cumple       | En su mayor parte | Satisfactorio      | Bueno          | Adecuado     | Medianamente fácil | Eficiente      | Medianamente Bueno | 3            | >= 60 y <80  |
| Cumple totalmente | Totalmente        | Muy Satisfecho     | Muy Bueno      | Muy adecuado | Fácil              | Muy Eficiente  | Muy bueno          | 4            | >=80 y <=100 |



### 4.3. Análisis Comparativo de las Herramientas Ladder y Lookout

A continuación procedemos a realizar el análisis comparativo, obteniendo los datos por medio de las investigaciones realizadas.

#### 4.3.1. Parámetro de Personalización

**Tabla IV.XX:** *Parámetro Personalización*

| Nº | Variables | Ladder | Lookout |
|----|-----------|--------|---------|
| 1  | Menús     | 2      | 3       |
| 2  | Objetos   | 1      | 4       |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Víctor Chicaiza

Twido versión 2.20 es un herramienta en la que se puede utilizar Ladder; el cual ofrece la facilidad de personalizar controles que son muy básicos (Anexo A - Sección 1). Mientras que Lookout 5.0 posee su propio entorno de desarrollo con la que se puede personalizar los controles relativamente fáciles siempre y cuando se conozca la herramienta (Anexo A - Sección 2).

Ladder utiliza pocos objetos como son los temporizadores, memorias, entradas, salidas entre otros (Anexo A - Sección 3); mientras que Lookout 5.0 posee objetos propios (Anexo A - Sección 4) y en un gran número que tienen sus características propias; es así como por ejemplo si realizamos el sistema de recetas solamente ocupamos el objeto Recipe quien obtiene los datos de las recetas y se simplifica todo un proceso extenso.

### 4.3.2. Parámetro de Portabilidad

*Tabla IV.XXI: Parámetro de portabilidad*

| Nº | Variabes                 | Ladder | Lookout |
|----|--------------------------|--------|---------|
| 1  | Plataformas              | 4      | 4       |
| 2  | Facilidad de instalación | 2      | 4       |
| 3  | Coexistencia             | 3      | 4       |

**Elaborado por:** Victor Chicaiza, Segundo Sagñay

La plataforma en el que podemos ejecutar ambos sistemas es totalmente en versiones Windows.

Todo el proceso de instalación de Ladder esta guiado por un asistente que es mediamente fácil. La instalación de Lookout es muy fácil, posee pantallas muy intuitivas, con instrucciones paso a paso.

Lookout como Ladder pueden ser instalados en un computador con cualquier otro tipo de herramienta software similar, la ejecución del proceso no afecta (Ver Anexo A- Sección 5).

### 4.3.3. Parámetro de Calidad

*Tabla IV.XXII: Parámetro de Calidad*

| Nº | Variabes                 | Ladder | Lookout |
|----|--------------------------|--------|---------|
| 1  | Uso de recursos hardware | 2      | 1       |
| 2  | Facilidad de uso         | 3      | 3       |
| 3  | Compatibilidad software  | 3      | 0       |

**Elaborador:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza (ver Anexo 1)

Para el uso de recursos hardware la evaluación del parámetro se ha realizado en equipos Core 2 Duo, con 2 GB de memoria RAM, 160 GB de disco y velocidad de 1.6Ghz. Los valores han sido capturados cuando se inicia cada software (Anexo A – Sección 6).

Para el caso de la facilidad de uso notamos que Ladder como Lookout presentan una interfaz intuitiva cómoda para la comunicación con el usuario, además cuentan con la facilidad para instalar y desinstalar dichos programas; para calificar a dichos elementos hemos realizado unas encuestas a varios estudiantes. (Anexo A – Sección 7)

La evaluación del sub-parámetro de compatibilidad de software (Anexo A – Sección 8), se analiza en relación a la posibilidad que ofrece el software de abrir y/o editar un diseño en otro programa con similares funcionalidades del mismo paquete en base a la valoración:

Es compatible con otro software de similares características = SI

No es compatible con otro software de similares características = NO.

#### 4.3.4. Parámetro de Controles de usuario

*Tabla IV.XXIII: Parámetro de Controles de usuario*

| Nº | Variables          | Ladder | Lookout |
|----|--------------------|--------|---------|
| 1  | Control de usuario | 0      | 4       |
| 2  | Seguridades        | 0      | 4       |
| 3  | Visualizaciones    | 0      | 4       |

**Elaborador:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza (ver Anexo 1)

Lookout ofrece la posibilidad de poder tener control de los datos por medio de expresiones que son controles de usuario que permiten monitorear, presentar valores; además nos permite tener animaciones sobre el proceso en ejecución.

Es así que además podemos configurar los datos que obtenemos e integrarlos con bases de datos y hojas de cálculos; las más conocidas a nivel de versiones Microsoft como SqlServer, Excel (Anexo A –Sección 9).

Ladder no tiene la posibilidad de integrarse con otras aplicaciones, los objetos como las memorias, temporizadores ya deben contener los valores para su funcionamiento.

#### 4.3.5. Parámetro de Aprendizaje

##### Internet:

La valoración en la cantidad de fuentes de información se realiza haciendo un promedio de los resultados obtenidos de forma filtrada y no filtrada en ambas búsquedas y asignándole el máximo valor al resultado más alto. Para la búsqueda del Lookout se suman los resultados sin filtrar 15.700.000 páginas en un tiempo de 0,26 segundos. Y la búsqueda para resultados en español 83.000 páginas en un tiempo de 0.21 segundos.

Para la búsqueda del Ladder se suman los resultados sin filtrar 36.100.000 páginas en un tiempo de 0,31 segundos. Y la búsqueda para resultados en español 375.000 páginas en un tiempo de 0.24 segundos.

$$\text{Promedio Ladder} = \frac{36.100.000 + 375.000}{2} = 18.236.500$$

$$\text{Promedio Lookout} = \frac{15.700.000 + 83.000}{2} = 7.891.500$$

Al tomar el mayor valor que es **18.236.500** corresponde al 100 % de información existente del sistema convencional Ladder, se realiza una asignación de cumplimiento total, y para determinar el valor de Lookout se aplica una regla de 3:

$$\frac{7.891.500 * 100}{18.236.500} = 43.27\%$$

Asignándose una valoración a la documentación de Lookout de Cumple.

Manuales, Tutoriales y ejemplos

### Ladder

*Tabla IV.XXIV: Resultados Manuales/Tutoriales y ejemplos para Ladder*

| Manuales/Tutoriales                      | Idioma       | Ejemplos  |
|--|--------------|-----------|
| Programación en escalera1                | Español      | 5         |
| Plc, plc ladder logic, plc programming - | Inglés       | 10        |
| Ladder program Tutorial                  | Inglés       | 6         |
| Ladder Intro Tutorial                    | Inglés       | 7         |
| Ejemplos de programación                 | Español      | 29        |
|  | <b>TOTAL</b> | <b>57</b> |

### Lookout

*Tabla IV.XXV: Resultados Manuales/Tutoriales y ejemplos para Lookout*

| Manuales/Tutoriales                   | Idioma          | Ejemplos  |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| Scada Gratuito Ensayos 1 - 20         | Español         | 17        |
| Manual de como comenzar               | Inglés /Español | 9         |
| Lookout Tutorial                      | Inglés          | 13        |
| Comunicación Lookout Labview Realtime | Español         | 4         |
|                                       | <b>TOTAL</b>    | <b>42</b> |

Al tomar el mayor valor de manuales, que es 5 correspondiente a Ladder, se realiza una asignación de cumplimiento total, y para determinar el valor de Lookout se aplica una regla de 3:

$$\frac{4 * 100}{5} = 80\%$$

Asignándole una valoración a la documentación de Lookout de Cumple satisfactoriamente. Al tomar el mayor valor de ejemplos que es 57 correspondiente a Ladder, se realiza una asignación de cumplimiento total, y para determinar el valor de Lookout se vuelve aplicar la regla de 3:

$$\frac{42 * 100}{57} = 73.68\%$$

Asignando una valoración a la documentación de Lookout de Cumple satisfactoriamente. Para obtener resultado totales de la variable documentación, se realiza un promedio entre los resultados obtenidos:

**Tabla IV.XXVI: Resultado final de documentación**

| Sistema | Internet | Manuales/Tutoriales | Ejemplos | Total |
|---------|----------|---------------------|----------|-------|
| Ladder  | 100      | 100                 | 100      | 100   |
| Lookout | 43.27    | 80                  | 73.68    | 65.65 |

**Elaborador:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza

### Soporte

Se debe tomar como dato la información obtenida al realizar una búsqueda en internet de los foros y ayudas para cada una de los sistemas

**Tabla IV.XXVII: Resultados de la información de foros**

| FOROS Y AYUDA EN LÍNEA  |                      |   |                          |
|---|----------------------|---|--------------------------|
| LADDER  |                      | LOOKOUT   |                          |
| Dirección   | Página               | Dirección   | Página                   |
| <a href="http://todopic.mforos.com/46841/953719-programacion-ladder-en-pic-16f876a/">http://todopic.mforos.com/46841/953719-programacion-ladder-en-pic-16f876a/</a>   | Programación Ladder  | <a href="http://www.freshwap.net/forums/es/applications/1576731-network-lookout-net-monitor-employees-professional-v4-4-5-incl-keygen-lz0.html">http://www.freshwap.net/forums/es/applications/1576731-network-lookout-net-monitor-employees-professional-v4-4-5-incl-keygen-lz0.html</a> | Monitoreo en red         |
| <a href="http://www.unicrom.com/topic.asp?TOPIC_ID=3714&amp;FORUM_ID=29&amp;CAT_ID=4&amp;Forum_Title=PLC+%2D+Aut%F3matas&amp;Topic_Title=diagramas+de+escalera">http://www.unicrom.com/topic.asp?TOPIC_ID=3714&amp;FORUM_ID=29&amp;CAT_ID=4&amp;Forum_Title=PLC+%2D+Aut%F3matas&amp;Topic_Title=diagramas+de+escalera</a> | Electrónica Unicrom  | <a href="http://www.chw.net/foro/juegos-en-general-f28/254262-realse-fallout-3-point-lookout.html">http://www.chw.net/foro/juegos-en-general-f28/254262-realse-fallout-3-point-lookout.html</a>   | Fallout 3 Point Lookout  |
| <a href="http://www.infopl.net/foro/showthread.php?t=2270">http://www.infopl.net/foro/showthread.php?t=2270</a>   | InfoPLC              | <a ;"="" href="http://www.todoxbox360.com/foros/analisis-point-lookout-t72574.html?s=8aa5e232372cf29ba491944a07a82283&amp;">http://www.todoxbox360.com/foros/analisis-point-lookout-t72574.html?s=8aa5e232372cf29ba491944a07a82283&amp;</a>   | [Análisis] Point Lookout |
| <a href="http://www.forosdeelectronica.com/f12/grafcet-">http://www.forosdeelectronica.com/f12/grafcet-</a>   | Foros de Electrónica | <a href="http://forums.ni.com/t5/Discusiones-sobre-Productos-">http://forums.ni.com/t5/Discusiones-sobre-Productos-</a>   | Problemas con Lookout    |

|   |           |   |  |
|---|-----------|---|--|
| ladder-plcs-25541/  |           | NI/Problemas-con-<br>Lookout/m-p/473070   |  |
| <a href="http://www.yoreparo.com/foros/automatizacion/-busco-cursos-para-aprender-a-programar-en-ladder-t243619.html">http://www.yoreparo.com/foros/automatizacion/-busco-cursos-para-aprender-a-programar-en-ladder-t243619.html</a> | Yo Reparo | <a href="http://www.ni.com/support/esa/lookout/default.htm">http://www.ni.com/support/esa/lookout/default.htm</a> | Depuración de la Comunicación en Lookout |

Ambas herramientas tienen en internet un buen número de foros abiertos para cualquier consulta o discusión, por lo que se valora con Cumplimiento total

**Tabla IV.XXVIII:** *Parámetro de aprendizaje*

| Nº | Variables     | Ladder | Lookout |
|----|---------------|--------|---------|
| 1  | Documentación | 4      | 3       |
| 2  | Soporte       | 4      | 4       |

Ladder tiene una documentación extensa de cada una de sus herramientas, además de contar con abundantes ejemplos y soporte técnico. En Lookout, la documentación es dispersa y poco profunda. No se encuentra información de cada componente y de arquitectura de clases de Lookout, además de una descripción exhaustiva de las clases necesarias. A pesar de contar con varias páginas de foros abiertos para ayuda con la herramienta, la información no resulta suficiente.

Un programador experto le es más fácil aprender Ladder que Lookout, a causa de los vacíos existentes en la documentación en Lookout.

#### 4.3.6. Parámetro de Aspectos Económicos

**Tabla IV.XXIX:** *Parámetro de Aspectos Económicos*

| Nº | Variables       | Ladder | Lookout |
|----|-----------------|--------|---------|
| 1  | Licencia        | 4      | 1       |
| 2  | Mantenimiento   | 3      | 1       |
| 3  | Personalización | 1      | 4       |

**Elaborador:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza

Ladder es un sistema estándar y es así que no tiene costo, cuenta con la limitación de la interfaz pues tiene un precio adicional por las funcionalidades que prestan, como por ejemplo TwidoSuite versión 2.20 es un IDE de desarrollo en el que podemos programar Ladder(Anexo A- Sección 1 ). Mientras que Lookout es una plataforma de desarrollo completo de tipo propietario por lo que su costo es elevado y medio difícil para su utilización.

Ladder no tiene costo en su mantenimiento por lo que resulta satisfactorio utilizarlo. Lookout ofrece paquetes de precios (Anexo A- Sección 10 ) Valores para utilizar lo que resulta poco eficiente para poner en marcha nuestro proyecto ya que dependeríamos del tipo de licencia que adquirimos.

La personalización de Ladder se ve afectado en la porque existe poco personal que conozca; por otro lado Lookout al adquirir la licencias nos garantiza tener el respaldo total ante cualquier duda que se presente.

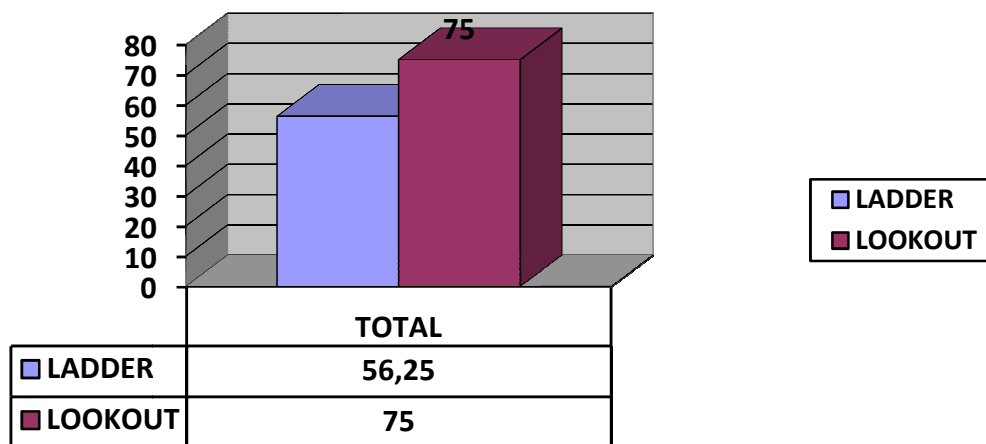


#### 4.4. Resumen comparativo

Con la finalidad de presentar los resultados del estudio comparativo realizado, se pone a consideración la siguiente tabla:

**Tabla IV.XXX: Comparativa General**

| Parámetros          | Variables                | Ladder | Lookout | Pesos Máximos |
|---------------------|--------------------------|--------|---------|---------------|
| Personalización     | Menús                    | 2      | 3       | 4             |
|                     | Objetos                  | 1      | 4       | 4             |
| Portabilidad        | Portabilidad             | 4      | 4       | 4             |
|                     | Facilidad de Instalación | 2      | 4       | 4             |
|                     | Coexistencia             | 3      | 4       | 4             |
| Calidad             | Uso de recursos hardware | 2      | 1       | 4             |
|                     | Facilidad de uso         | 3      | 3       | 4             |
|                     | Compatibilidad software  | 3      | 0       | 4             |
| Control de usuario  | Control de usuario       | 0      | 4       | 4             |
|                     | Seguridades              | 0      | 4       | 4             |
|                     | Visualización            | 0      | 4       | 4             |
| Aprendizaje         | Documentación            | 4      | 3       | 4             |
|                     | Soporte                  | 4      | 4       | 4             |
| Aspectos Económicos | Licencia                 | 4      | 4       | 4             |
|                     | Mantenimiento            | 3      | 1       | 4             |
|                     | Personalización          | 1      | 1       | 4             |
| <b>TOTAL</b>        |                          | 36     | 48      | 64            |
| <b>PORCENTUALES</b> |                          | 56.25% | 75.00%  | 100%          |



**Figura IV.25: Comparativa Final**

El resultado obtenido muestra que Lookout supera con un resultado de 75.00% sobre Ladder que obtuvo 56.25%; estos valores nos indica que el sistema de recetas para el modulo mezclador se lo realiza mediante Lookout la versión 5.0.

El objetivo de esta comparativa es buscar un sistema de programación que se adapte más a nuestro proyecto de tesis en la implementación de un sistema de recetas.

A pesar de que los dos sistemas de programación poseen similares características en cuanto a su fácil manejo y al permitir el desarrollo de aplicaciones personalizadas y atractivas existen diferencias indiscutibles en aspectos como operación, revisión, transición del producto, en los que Lookout supera completamente a Ladder.

Hay que aclarar que utilizamos TwidoSuite versión 2.20 como un software de programación para PLC, nos ayuda el poder trasladar el programa que se realiza a nuestro PLC TWDLCAE40DRF, además la utilización de TwidoSuite soporta múltiples estándares de sistemas convencionales.

El estudio realizado muestra que un sistema de recetas bajo Ladder resulta mucho más extenso (Anexo B); otra observación importante se utiliza TwidoSuite para poder comunicarnos con Lookout por motivos de asignación de las memorias lógicas que utiliza nuestro sistema a las memorias físicas del PLC, Lookout se encargará de todo el proceso de obtención de la receta, mezcla procesamiento de los datos e incluso muestra una simulación del proceso que se está realizando porque utiliza una programación orientada a objetos el cual administra los procesos del manejo de recetas de una forma óptima.

A continuación se menciona los detalles de los valores obtenidos:

- **Personalización.-** del parámetro analizado Lookout proporciona secciones de menús más detallados y completos, como se demuestra en el anexo A – Sección

1, administra mejor el manejo de objetos y nos proporciona una descripción del funcionamiento de cada elemento; es así que Lookout supera a Ladder permitiéndonos un mejor desempeño porque podemos utilizar la herramienta con facilidad.

- **Portabilidad.-** como resultado en este parámetro se ha tomado en cuenta el funcionamiento es por eso que solo se ha tomado en cuenta en ambientes Windows porque ninguna funciona bajo software libre; la fácil instalación que nos ofrece Lookout hace posible que no exista problemas con los usuarios encargados del sistema; adicionalmente se ha observado que no existe problemas de incompatibilidad con otros programas.
- **Calidad.-** lo analizado da una muestra clara que ambas herramientas son intuitivas de aprender; la diferencia radica en el modelo de enseñanza puesto que se necesitaría expertos para aprender dichas herramientas a profundidad como por ejemplo, al diseñar el sistema de recetas existen objetos que necesitan configuraciones avanzadas como el Spreadsheet que permite visualizar los reportes en Lookout, y en Ladder el objeto TIMER que es un temporizador, que sirve para sincronizar los tiempos entre las transiciones de las etapas.
- **Control de usuario.-** para el análisis se ha tomado en cuenta la posibilidad de poder operar con otras aplicaciones tanto para obtener datos como presentarlos es por eso que Lookout proporciona obtención de datos con otro tipo de aplicaciones y según el requerimiento del nuestro proyecto es óptimo para el desarrollo.
- **Seguridades.-** Lookout brinda poder definir usuarios que puedan acceder al sistema; brinda una seguridad ante accesos indebidos; y también podemos

controlar los estados de cada uno de los objetos si en el caso de que quieren acceder. Por otro lado Ladder posee esta indicador.

- **Visualización.-** brinda al usuario una interfaz gráfica de simulación del proceso que se está ejecutando; lo que no ofrece Ladder.
- **Facilidad de uso.-** con Lookout se puede diseñar paneles que son visuales para el usuario en el que se indica el proceso que se puede realizar como son: Start (para inicio de receta), Stop (detener el proceso de mezcla), Reset (Reiniciar la receta con los valores previamente cargados), y la opción Load (Cargar la receta con la cantidad y tiempo de mezcla solicitado); mientras Ladder el sistema de recetas ya de estar previamente realizado y este permanecería de forma estática.
- **Rendimiento.-** según lo presentado en el anexo 2 evaluación del rendimiento con los detalles técnicos del sistema Lookout observamos que el desarrollo de líneas de código es menor que Ladder lo que optimiza la productividad.
- **Facilidad de mantenimiento.-** para poder modificar una receta en Ladder resulta más complejo en lo que refiere a lo visual pues solo nos encontramos con diagramas de contactos, mientras que en Lookout encontramos objetos propios como el Recipe que son utilizados para la carga de recetas; mediante este proceso no afectamos al sistema realizado.
- **Flexibilidad.-** para nuestro sistema de recetas necesitamos constantemente actualización de las recetas es así que Lookout ofrece cambios en recetas de forma sencilla por medio de su objeto r cipe.
- **Portabilidad.-** Ladder nos permite transportar el código simplemente tenemos que utilizar herramientas que interprete estándares IEC61131 como Ladder lo que resulta óptimos para poder ejecutar el proceso en otra terminal.

- **Coexistencia.-** este parámetro es importante puesto que debemos adquirir datos de nuestra receta por medio de un archivo de Excel en el caso de Lookout; Ladder no ofrece pues el sistema esta estático para una receta.
- **Documentación.-** la documentación presentada por Lookout y Ladder son en similar magnitud en la web de tal forma que presentan enlaces de ayuda y sitio de descarga propios de cada herramienta; además abren la posibilidad de conocer acerca de la organización por la cual fueron desarrolladas.
- **Soporte.-** ambos sistemas nos ofrecen poder solucionar problemas, nuestro sistema de recetas.
- **Licencia.-** este es un factor importante pues contamos con la licencias de Lookout para realizar nuestro sistema de recetas, es facilitado por nuestro director de tesis con fines de productividad para el funcionamiento del módulo mezclador de líquidos; además el mantenimiento y personalización de nuestra herramienta de desarrollo es garantizado puesto que no contamos con limitación en el número de conexiones lógicas que realizamos hacia nuestro plc TWDLCAE40DRF.

Es así que añadimos otra característica adicional como es: tener conocimiento previo de la herramienta por parte de los autores de la tesis, y además poseer la licencia de la herramienta a utilizar; y como resultado seleccionamos el Scada Lookout para desarrollar nuestro sistema de recetas para el modulo mezclador de líquidos del laboratorio de automatización industrial de la EIS.

## CAPÍTULO V

### *Control, programación e implementación del sistema de recetas para el módulo de mezclador de líquidos*

#### **5.1. METODOLOGÍA CRAIG LARMAN**

La ingeniería de software se realiza con la metodología de Craig Larman, ya que es adecuado para el desarrollo para este tipo de aplicación. Puesto que Larman ofrece cierta flexibilidad en el orden en que se realizan ciertas tareas, e incluso contempla la posibilidad de no realizar alguna de ellas, esta metodología se va aplicar siguiendo el esquema que se presenta a continuación:

- Planificación y especificación de requisitos.
  - Definición de requisitos.
  - Definición de casos de uso en un formato de alto nivel.
- Análisis

- Definición de casos de uso en formato extendido.
- Definición de los diagramas de secuencia del sistema.
- Diagrama de estado.
- Modelo conceptual.
- Diagrama de actividades.
- Diseño.
  - Definición de la arquitectura del sistema
  - Definición de la interfaz de usuario.
  - Diagramas de interacción
  - Diagrama de clase de diseño.
  - Esquema de base de datos.
  - Diagrama de componentes
  - Diagrama de Despliegue
- Implementación.

## **5.2. Planificación y Especificación de Requisitos**

Si nos fijamos en la metodología de Larman [Larman 99], se parte de la idea de que ya se dispone de un documento de especificación de requisitos, por lo que en ningún momento se describe qué es lo que debe contener este documento o cómo se debe realizar su construcción.

### **5.2.1. Definición del Ámbito del Software**

El SISTEMA DE RECETAS RECIPE SYSTEM PARA EL MEZCLADO DE LÍQUIDOS combina diferentes porciones de líquido, según las especificaciones establecidas en la receta, y así obtener distintos productos finales.

Será implementado en el Laboratorio de Automatización Industrial que se encuentra localizada en la Escuela de Ingeniería en Sistemas (EIS), anteriormente se utilizaban los automatismos eléctricos, podían sistematizar las líneas de producción, pero el inconveniente aparecía cuando para realizar estos trabajos se ocupaba mucho espacio físico y para poner en marcha el sistema crearon un proceso complejo.

Actualmente todas las empresas han remplazado los sistemas antiguos por los nuevos autómatas o PLCs lo cual tiene varias ventajas como la disminución del espacio físico y la complejidad de la construcción, pero ahí la necesidad de mano de obra calificada para estos fines.

Conociendo de las múltiples ventajas en el campo ocupacional y frente a la necesidad de reforzar el aprendizaje se pretende Diseñar, Programar e Implementar un Sistema de Recetas, aplicado al módulo mezclador de líquidos con un sistema SCADA, este módulo operacional permitirá abrir un espacio para la práctica en el campo de automatización.



## 5.2.2. Antecedentes Tecnológicos

Actualmente el Laboratorio de Automatización cuenta con los siguientes recursos:

### 5.2.2.1. Recurso Humano

*Tabla V.XXXI: Recurso Humano*

| Nombre                    | Cargo   |
|---------------------------|---|
| Ing. Marco Antonio Viteri | Director del área de automatización y mecatrónica<br>Asesor Técnico |

### 5.2.2.2. Recurso Hardware

*Tabla V.XXXII: Recursos Hardware*

| Cantidad | Hardware                     | Especificacion   |
|----------|------------------------------|--|
| 9        | Computador de escritorio     | Procesador INTEL Pentium IV 2.0 G.Z<br>Memoria 512 MB DDR2<br>Disco Duro 320 GB<br>CD-ROM<br>Teclado<br>Mouse<br>Monitor Samsung SyncMaster S58 de 17" |
| 1        | PLC TWLCAE40DRF              | 40 Entradas<br>40 Salidas<br>1 Puerto Ethernet<br>1 Puerto Serial<br>Alimentación de CPU 120 VAC<br>Tipo de conexión bornera                           |
| 1        | Módulo Mezclador de Líquidos | 4 Recipientes<br>3 válvulas<br>1 Control eléctrico   |

### 5.2.2.3. Recurso Software

*Tabla V.XXXIII: Recursos Software*

| Cantidad | Software         | Especificación                            |
|----------|------------------|---|
| 1        | Windows XP SP3   | Sistema Operativo                         |
| 1        | Lookout 4.5      | Sistema de Control y Adquisición de Datos |
| 1        | Twido Suite 2.20 | Software para la programación del PLC     |

### 5.2.3. Definición de la alternativa de solución

Para la correcta solución se utiliza el Modulo mezclador de líquidos que se encuentra ubicado en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.

El sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos representa a un sistema informático, el mismo que es controlado automáticamente por un sistema SCADA como es Lookout, usando un PLC como una interfaz de comunicación entre el hardware (mezclador de líquidos) y el software (sistema de recetas).

Este sistema está compuesto por subsistemas los cuales son:

Adquisición de datos.

Control y monitoreo del proceso de mezclado.

Módulos acondicionadores

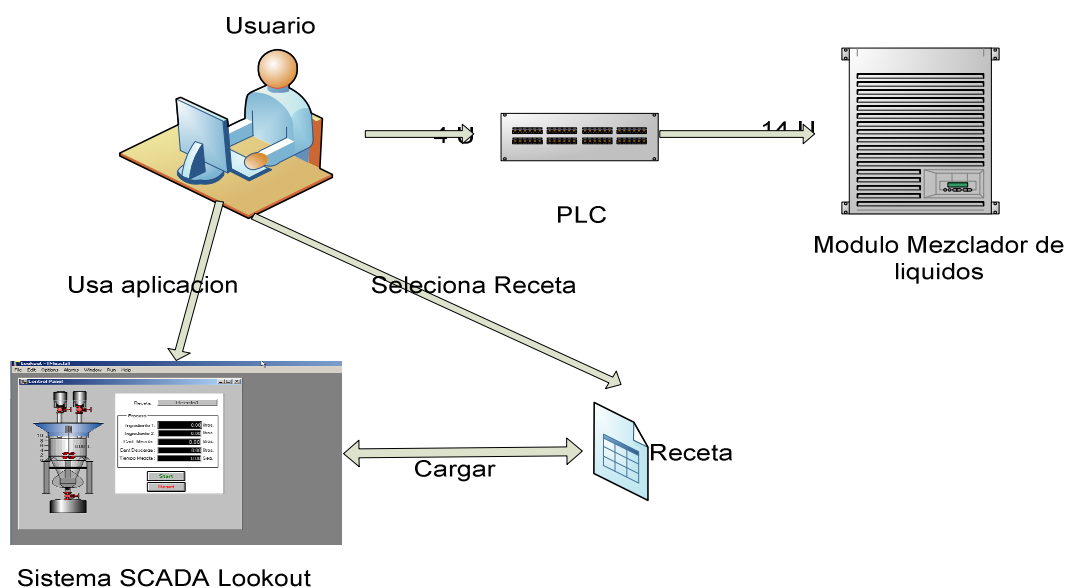
Software LOOKOUT 5.0

Microsoft Office Excel

El conjunto de subsistemas en su totalidad forma el módulo de elaboración de recetas, el mismo que funciona de la siguiente manera: el cliente selecciona la receta a producir mediante una interfaz de usuario, cada receta estará compuesto por distintas

proporciones que cada recipiente contenga, ésta se encuentra representada en la Figura

26



**Figura V.26:** *Secuencia de uso*

#### 5.2.4. Características de los usuarios.

Los usuarios o el usuario que utiliza el sistema debe cumplir con ciertos requisitos, tales como: conocer bien el proceso de producción, conocimientos en computación y manejo de sistemas SCADA.

#### 5.2.5. Requisitos Funcionales

**Tabla V.XXXIV:** *Requisitos funcionales de Recipe System*

| Nº   | Requisito                        | Responsable |
|------|----------------------------------|-------------|
| RQ1  | Definir las recetas              | Operador    |
| RQ 2 | Cargar recetas                   | Operador    |
| RQ 3 | Seleccionar una receta           | Operador    |
| RQ 4 | Iniciar el proceso de producción | Operador    |

|              |                                     |                   |
|--------------|-------------------------------------|-------------------|
| <b>RQ 5</b>  | Detener el proceso de producción    | Operador          |
| <b>RQ 6</b>  | Resetear el proceso producción      | Operador          |
| <b>RQ 7</b>  | Conexión del SCADA con PLC          | Sistema           |
| <b>RQ 8</b>  | Desconexión del SCADA con PLC       | Sistema           |
| <b>RQ 9</b>  | Proceso de Mezclado                 | Sistema           |
| <b>RQ 10</b> | Monitoreo de la línea de producción | Sistema, Operador |

#### **5.2.5.1. Requisitos de interfaz**

##### **A. Interfaz con el usuario**

Las salidas del sistema van destinadas al usuario del mismo, y serán ofrecidas a través de la pantalla, con posibilidad de poder monitorear y controlar el proceso de mezclado de líquidos.

Además, el usuario podrá elegir entre dos tipos de interfaz para comunicarse con el sistema, bien con las teclas o botones, como se hace habitualmente

##### **B. Interfaz con otros sistemas**

Se utilizará el sistema implementado en el PLC (sistema convencional) como una interfaz de comunicación de sistema de recetas con el modulo mezclador de líquidos.

Además para la definición de recetas, se utilizará Microsoft Office Excel, la misma que se comportará como una base de datos para las recetas.

## 5.2.6. Requisitos no funcionales

### 5.2.6.1. Requisitos Hardware

Con el fin de que el sistema sea lo más accesible posible, se propone que el equipo del usuario final sea un ordenador personal, con las siguientes características:

*Tabla V.XXXV: Requisitos Hardware para Recipe System*

| Cantidad | Hardware                          | Especificaciones   |
|----------|-----------------------------------|--|
| 1        | Computador personal de escritorio | Procesador INTEL Pentium IV 2.0 G.Z mínimo<br>Memoria 512 MB DDR2 mínimo<br>Disco Duro 320 GB<br>CD-ROM<br>Teclado<br>Mouse<br>Monitor Samsung SyncMaster S58 de 17" |

### 5.2.6.2. Requisitos Software

La aplicación debe funcionar en ordenadores con sistema operativo Windows XP o superiores, con Microsoft Office Excel instalado, el cual servirá para la elaboración de recetas, a posteriori será como una base de datos de recetas.

Además el ordenador debe tener instalado el SCADA Lookout 5.0 con licencia, para el funcionamiento del sistema de recetas.

### 5.2.7. Planificación y Análisis de Riesgos

El principal factor crítico en el desarrollo de un sistema software es el análisis de riesgos, esta es una estrategia que se utiliza para gestionar los riesgos de una manera efectiva y de esta forma evitar que dichos riesgos se transformen en problemas, método que se conforma por una serie de pasos los mismos que nos ayudan a entender y gestionar las incógnitas.

Nomenclatura utilizada:

RP: Riesgo del proyecto

RT: Riesgo Técnico

RN: Riesgo del Negocio

Se detallan a continuación ciertos riesgos potenciales del sistema.

#### 5.2.7.1. Identificación del Riesgo

*Tabla V.XXXVI: Identificación de Riesgos*

| Riesgo    | Descripción del riesgo   | Categoría | Consecuencia   |
|-----------|--|-----------|--|
| <b>R1</b> | Cambio de asesor técnico del proyecto (profesor).                                      | RP        | Cambio de proyecto.<br>Pérdida de tiempo                           |
| <b>R2</b> | Inexistencia del hardware requerido para la implementación del proyecto en la empresa. | RP,RT     | Retraso del proyecto<br>Riesgo de no poder implementar el sistema. |
| <b>R3</b> | El presupuesto asignado no fue suficiente para culminar el proyecto.                   | RN        | Retraso del proyecto hasta que se obtengan los nuevos recursos.    |
| <b>R4</b> | Falta de formación del equipo de desarrollo en el manejo de las herramientas.          | RP        | Retraso en la realización del proyecto                             |
| <b>R5</b> | Pérdida de apoyo del nivel estratégico de la empresa.                                  | RN        | Desconfianza en el nivel estratégico con la realización            |

|           |  |    |  |
|-----------|--|----|--|
|           |  |    | del proyecto<br>No poder continuar con el proyecto |
| <b>R6</b> | Cambio del responsable del proyecto.         | RN | Implementación desordenada de La aplicación.       |
| <b>R7</b> | Daños en los dispositivos de almacenamiento. | RT | Pérdida significativa del trabajo realizado.       |

### 5.2.7.2. Categorizar el Riesgo

#### Determinación de la Probabilidad.

*Tabla V.XXXVII: Valoración de la Probabilidad para los riesgos*

| Porcentaje | Descripción | Valor |
|------------|-------------|-------|
| 1% - 33%   | Baja        | 1     |
| 34%- 67%   | Media       | 2     |
| 68%- 99%   | Alta        | 3     |

#### Determinación del Impacto.

*Tabla V.XXXVIII: Valoración del impacto de los riesgos*

| Impacto          | Costo | Retraso   | Impacto Técnico                                | Valor |
|------------------|-------|-----------|--|-------|
| <b>Bajo</b>      | < 1 % | 1 semana  | Ligero efecto en el desarrollo del proyecto.   | 1     |
| <b>Moderados</b> | < 5%  | 2 semanas | Moderado efecto en el desarrollo del proyecto. | 2     |
| <b>Alto</b>      | < 10% | 1 mes     | Severo efecto en el desarrollo del proyecto    | 3     |
| <b>Crítico</b>   | > 10% | > 1 mes   | El proyecto no puede ser culminado.            | 4     |

**Determinación de la Exposición al riesgo.**

*Tabla V.XXXIX: Valoración de la Exposición al Riesgo.*

| Impacto             | Baja=1 | Mediado=2 | Alto=3 | Crítico=4 |
|---------------------|--------|-----------|--------|-----------|
| <b>Probabilidad</b> |        |           |        |           |
| <b>Alta=3</b>       | 3      | 6         | 9      | 12        |
| <b>Media=2</b>      | 2      | 4         | 6      | 8         |
| <b>Baja=1</b>       | 1      | 2         | 3      | 4         |

*Tabla V.XL: Código de colores según la exposición al Riesgo*

| Exposición del Riesgo | Valor | Color    |
|-----------------------|-------|----------|
| Baja                  | 1 o 2 | Verde    |
| Media                 | 3 o 4 | Amarillo |
| Alta                  | >= 6  | Rojo     |

*Tabla V.XLI: Determinación de la Prioridad del riesgo.*

| Riesgo | Probabilidad |       |        | Impacto |         | Exposición al riesgo |             |
|--------|--------------|-------|--------|---------|---------|----------------------|-------------|
|        | %            | Valor | Proba. | Valor   | Impacto | Valor                | Exposición. |
| R2     | 40%          | 2     | Media  | 3       | Alto    | 6                    | Alta        |
| R5     | 30%          | 2     | Media  | 3       | Alto    | 6                    | Alta        |
| R3     | 40%          | 2     | Media  | 3       | Alto    | 6                    | Alta        |
| R1     | 70%          | 1     | Baja   | 3       | Alto    | 3                    | Media       |
| R6     | 20%          | 1     | Baja   | 3       | Alto    | 3                    | Media       |
| R7     | 10%          | 1     | Baja   | 3       | Alto    | 4                    | Media       |
| R4     | 10%          | 1     | Baja   | 2       | Media   | 2                    | Baja        |



**5.2.7.3. Hoja de Riesgos**

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO  |                           |                               |                                     |
|---|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| ID. DEL RIESGO: R1  |                           | FECHA:                        |                                     |
| Probabilidad: Baja<br>Valor: 1  | Impacto: Alto<br>Valor: 3 | Exposición: Media<br>Valor: 3 | Prioridad: 1                        |
| DESCRIPCIÓN: Cambio de asesor técnico del proyecto (director de tesis).   |                           |                               |                                     |
| REFINAMIENTO:<br><u>Causas:</u> Solicitud de renuncia, por parte del profesor, enfermedad o disposición de las autoridades de la escuela.<br><u>Consecuencias:</u> Cambio de proyecto, pérdida de tiempo. |                           |                               |                                     |
| REDUCCIÓN:<br>Cooperar con el profesor en todos los aspectos.<br>Informar a las autoridades nuestra satisfacción con el maestro   |                           |                               |                                     |
| SUPERVISIÓN:<br>Al inicio del proyecto se debe quedar de acuerdo en la planificación del proyecto, para no tener problemas a futuro.  |                           |                               |                                     |
| GESTIÓN:<br>Agotar todos los medios necesarios para lograr la permanencia del asesor dentro del proyecto.   |                           |                               |                                     |
| ESTADO ACTUAL:  |                           |                               |                                     |
|   |                           | Fase de reducción iniciada    | <input checked="" type="checkbox"/> |
|   |                           | Fase de Supervisión iniciada  | <input type="checkbox"/>            |
|   |                           | Gestionando el riesgo         | <input type="checkbox"/>            |
| RESPONSABLES: Equipo de Desarrollo  |                           |                               |                                     |

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO   |                           |                              |              |
|--|---------------------------|------------------------------|--------------|
| ID. DEL RIESGO: R2   |                           | FECHA:                       |              |
| Probabilidad: Media<br>Valor: 2  | Impacto: Alto<br>Valor: 3 | Exposición: Alta<br>Valor: 6 | Prioridad: 1 |
| DESCRIPCIÓN: Inexistencia del hardware requerido para la implementación del proyecto en la empresa   |                           |                              |              |
| REFINAMIENTO:<br><u>Causas:</u> La tecnología que se utilizará requiere equipo de cómputo adecuado para su normal y óptimo rendimiento.<br><u>Consecuencias:</u> Retraso del proyecto y riesgo de no poder implementar el sistema. |                           |                              |              |
| REDUCCIÓN:<br>Adquirir equipos de última tecnología adecuados para la implementación del sistema.  |                           |                              |              |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>SUPERVISIÓN:</b><br>Solicitar al gerente de la empresa la adquisición de los equipos necesarios para la implementación del sistema.    |                                     |
| <b>GESTIÓN:</b><br>Lograr obtener las características necesarias que deben tener los equipos para el correcto funcionamiento del sistema. |                                     |
| <b>ESTADO ACTUAL:</b>   |                                     |
| Fase de reducción iniciada  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fase de Supervisión iniciada  | <input type="checkbox"/>            |
| Gestionando el riesgo   | <input type="checkbox"/>            |
| <b>RESPONSABLES:</b> Equipo de Desarrollo.  |                                     |

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO   |                           |                              |              |
|--|---------------------------|------------------------------|--------------|
| ID. DEL RIESGO: R3   |                           | FECHA:                       |              |
| Probabilidad: Media<br>Valor: 2  | Impacto: Alta<br>Valor: 3 | Exposición: alta<br>Valor: 6 | Prioridad: 1 |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b><br>El presupuesto asignado no fue suficiente para culminar el proyecto.  |                           |                              |              |
| <b>REFINAMIENTO:</b><br><u>Causas:</u><br>Planificación incorrecta de los recursos disponibles para la ejecución del proyecto o mala inversión de los mismos para llevar a cabo tareas no previstas.<br><u>Consecuencias:</u><br>Retraso del proyecto hasta que se obtengan los nuevos recursos. |                           |                              |              |
| <b>REDUCCIÓN:</b><br>Emplear los recursos económicos solo en lo que necesariamente fue planificado<br>No invertir recursos en tareas no planificadas para evitar que se agoten sobre la marcha del proyecto.   |                           |                              |              |
| <b>SUPERVISIÓN:</b><br>Controlar que los gastos efectuados hasta el momento sean únicamente los ya planificados.   |                           |                              |              |
| <b>GESTIÓN:</b><br>Llevar un gasto completamente eficaz para evitar el desperdicio del recurso económico.  |                           |                              |              |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>ESTADO ACTUAL:</b>                     |                                     |
| Fase de reducción iniciada                | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fase de Supervisión iniciada              | <input type="checkbox"/>            |
| Gestionando el riesgo                     | <input type="checkbox"/>            |
| <b>RESPONSABLES:</b> Equipo de Desarrollo |                                     |

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO  |                            |                                     |              |
|---|----------------------------|-------------------------------------|--------------|
| <b>ID. DEL RIESGO:</b> R4   |                            | <b>FECHA:</b>                       |              |
| Probabilidad: Baja<br>Valor: 1  | Impacto: Media<br>Valor: 2 | Exposición: Media<br>Valor: 2       | Prioridad: 1 |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b><br>Falta de formación del equipo de desarrollo en el manejo de las herramientas.  |                            |                                     |              |
| <b>REFINAMIENTO:</b><br><br><u>Causas:</u> Desconocimiento de la utilización de las herramientas, utilización de nuevas tectologías<br><u>Consecuencias:</u> Retraso en la realización del proyecto |                            |                                     |              |
| <b>REDUCCIÓN:</b><br>Realizar cursos, recopilar información sobre las herramientas.   |                            |                                     |              |
| <b>SUPERVISIÓN:</b><br>Al inicio del proyecto se deben conocer las herramientas que vamos a emplear para así poder seguir investigando sobre las mismas   |                            |                                     |              |
| <b>GESTIÓN:</b><br>Preparar al equipo de desarrollo mediante cursos, bibliografía y consultas con personas que dominen las herramientas.  |                            |                                     |              |
| <b>ESTADO ACTUAL:</b>   |                            |                                     |              |
| Fase de reducción iniciada  |                            | <input checked="" type="checkbox"/> |              |
| Fase de Supervisión iniciada  |                            | <input type="checkbox"/>            |              |
| Gestionando el riesgo   |                            | <input type="checkbox"/>            |              |
| <b>RESPONSABLES:</b> Equipo de Desarrollo.  |                            |                                     |              |

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO   |                              |                                     |              |
|--|------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| ID. DEL RIESGO: R5   |                              | FECHA:                              |              |
| Probabilidad: Media<br>Valor: 2  | Impacto: Alto<br>Valor: 3    | Exposición: Alto<br>Valor: 6        | Prioridad: 1 |
| DESCRIPCIÓN: Pérdida de apoyo del nivel estratégico de la empresa.   |                              |                                     |              |
| REFINAMIENTO:<br><u>Causas:</u> Falta de comunicación por parte del Jefe del proyecto con el nivel estratégico acerca del avance del proyecto.<br><u>Consecuencias:</u> Desconfianza en el nivel estratégico con la realización del proyecto, No poder continuar con el proyecto |                              |                                     |              |
| REDUCCIÓN:<br>Mantener una comunicación constante con el nivel estratégico de la empresa.  |                              |                                     |              |
| SUPERVISIÓN:<br>Presentar los reportes acerca de los beneficios que el proyecto que se encuentra en ejecución traerá a la empresa una vez que este sea terminado.  |                              |                                     |              |
| GESTIÓN:<br>- Informar periódicamente al nivel estratégico sobre el avance del proyecto en ejecución.  |                              |                                     |              |
| ESTADO ACTUAL:   |                              |                                     |              |
|  | Fase de reducción iniciada   | <input checked="" type="checkbox"/> |              |
|  | Fase de Supervisión iniciada | <input type="checkbox"/>            |              |
|  | Gestionando el riesgo        | <input type="checkbox"/>            |              |
| RESPONSABLES: Equipo de desarrollo.  |                              |                                     |              |

| HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO   |                           |                               |              |
|--|---------------------------|-------------------------------|--------------|
| ID. DEL RIESGO: R6   |                           | FECHA:                        |              |
| Probabilidad: Baja<br>Valor: 1   | Impacto: Alto<br>Valor: 3 | Exposición: Media<br>Valor: 3 | Prioridad: 1 |
| DESCRIPCIÓN: Cambio del responsable del proyecto.  |                           |                               |              |
| REFINAMIENTO:<br><u>Causas:</u> Puede suceder en casos extremos, como fallecimiento, viaje obligado, desacuerdo con otro miembro del proyecto.<br><u>Consecuencias:</u> Retraso en la entrega, o no se realice el proyecto |                           |                               |              |
| REDUCCIÓN:<br>Mantener una buena relación en el equipo de trabajo, en caso de desacuerdo.  |                           |                               |              |
| SUPERVISIÓN:<br>Tratar de ser más responsables con las tareas encomendadas.  |                           |                               |              |
| GESTIÓN:   |                           |                               |              |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Tener comunicación permanente con el equipo de trabajo, y comunicar de todos los avances del proyecto que se realice. |                                     |
| <b>ESTADO ACTUAL:</b>   |                                     |
| Fase de reducción iniciada  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fase de Supervisión iniciada  | <input type="checkbox"/>            |
| Gestionando el riesgo   | <input type="checkbox"/>            |
| <b>RESPONSABLES:</b> Equipo de desarrollo   |                                     |

| <b>HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>   |                                     |                               |              |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|
| <b>ID. DEL RIESGO:</b> R7   |                                     | <b>FECHA:</b>                 |              |
| Probabilidad: Baja<br>Valor: 1  | Impacto: Alto<br>Valor: 3           | Exposición: Media<br>Valor: 3 | Prioridad: 1 |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b> Daños en los dispositivos de almacenamiento.                                    |                                     |                               |              |
| <b>REFINAMIENTO:</b>  |                                     |                               |              |
| <u>Causas:</u> Puede suceder por fallas técnicas en los equipos de cómputo                          |                                     |                               |              |
| <u>Consecuencias:</u> Pérdida significativa del trabajo realizado.                                  |                                     |                               |              |
| <b>REDUCCIÓN:</b>   |                                     |                               |              |
| Realizar una o varias copias de seguridad.  |                                     |                               |              |
| <b>SUPERVISIÓN:</b>   |                                     |                               |              |
| Respaldar la información.   |                                     |                               |              |
| <b>GESTIÓN:</b>   |                                     |                               |              |
| Cada avance que se haga de debe guardar un respaldo en otra unidad de disco o en medios extraíbles. |                                     |                               |              |
| <b>ESTADO ACTUAL:</b>   |                                     |                               |              |
| Fase de reducción iniciada  | <input checked="" type="checkbox"/> |                               |              |
| Fase de Supervisión iniciada  | <input type="checkbox"/>            |                               |              |
| Gestionando el riesgo   | <input type="checkbox"/>            |                               |              |
| <b>RESPONSABLES:</b> Equipo de desarrollo   |                                     |                               |              |

### 5.2.8. Definición de los casos de uso

Según definió Jacobson [Jacobson92], un caso de uso es un documento narrativo que describe la secuencia de eventos de un actor (agente externo) que usa un sistema para completar un proceso, es decir, una forma de usar una función que ofrece el sistema.

El Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS; como parte de su infraestructura posee el Mezclador de Líquidos cuya finalidad es de mezclar líquidos livianos para aportar el proceso de producción.

Para el mezclado de líquidos se utiliza, materia prima, recipientes contenedores (tanques), válvulas para el control del proceso y un mezclador, siguiendo las siguientes fases.

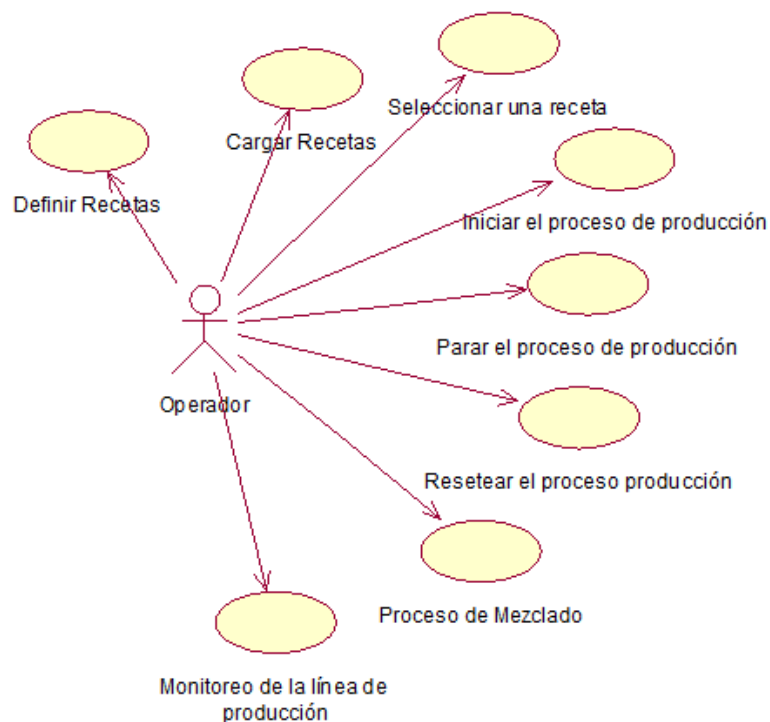
**Primera Fase.-** El operador selecciona una receta requerida, y presiona el botón verde de inicio, indicándonos que el sistema va a proceder mezclar los líquidos contenidos en los tanques, según las cantidades establecidas en la receta.

**Segunda Fase.-** El sistema procede a descargar de cada contenedor, los líquidos según las cantidades especificadas de descarga, indicadas en la receta, para su mezcla

**Tercera Fase.-** Se procede a realizar la mezcla durante un tiempo de duración de acuerdo a la receta y termina la secuencia de elaboración de una receta pasa a un estado de espera, donde el operador podrá elegir otra receta.

Para evitar posibles fallos o inconsistencias durante todo el proceso cada una de las fases debe poseer un sistema de control o paro de emergencia.

5.2.8.1. Diagrama de Casos de uso



*Figura V.27: Diagrama de Casos de Uso*

5.2.8.2. Casos de uso de alto nivel

| Caso de Uso | Definir las recetas  |
|-------------|--|
| Actores     | Operador   |
| Tipo        | Primario   |
| Descripción | El usuario operador debe elaborar recetas, según sea su requerimiento, es decir definir cuál será la cantidad requerida de materia prima que formará parte de la receta.<br>Esta información se registrará en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, detallando cada uno de los elementos y cantidades que formará las recetas. |

| <b>Caso de Uso</b> | <b>Cargar recetas</b>   |
|--------------------|---|
| <b>Actores</b>     | Operador  |
| <b>Tipo</b>        | Primario  |
| <b>Descripción</b> | El usuario operador, debe seleccionar la hoja de cálculo física, previamente elaborada, el que contenga los datos de las recetas, para poder cargar al sistema. |

| <b>Caso de Uso</b> | <b>Seleccionar una receta</b>  |
|--------------------|--|
| <b>Actores</b>     | Operador   |
| <b>Tipo</b>        | Primario   |
| <b>Descripción</b> | Ya cargada las recetas en el sistema, el usuario operador, simplemente selecciona, la receta que desea producir. |

| <b>Caso de Uso</b> | <b>Iniciar el proceso de producción</b>   |
|--------------------|---|
| <b>Actores</b>     | Operador  |
| <b>Tipo</b>        | Primario  |
| <b>Descripción</b> | Cuando ya esté lista la receta que se elige para producir, el usuario operador, oprime el botón Iniciar o la tecla F1 para empezar el proceso de mezcla |

| <b>Caso de Uso</b> | <b>Detener el proceso de producción</b>   |
|--------------------|---|
| <b>Actores</b>     | Operador  |
| <b>Tipo</b>        | Primario  |
| <b>Descripción</b> | El usuario operador, en caso de fallos podrá realizar un paro de emergencia, es decir detener el proceso de producción y luego continuar. |

| <b>Caso de Uso</b> | <b>Resetear el proceso de producción</b>  |
|--------------------|---|
| <b>Actores</b>     | Operador  |
| <b>Tipo</b>        | Primario  |
| <b>Descripción</b> | El usuario operador, en caso de que sea necesario, realizará el reset, es decir volver al estado inicial del proceso.<br>El sistema volverá a tomar valores iniciales establecidos en la receta |



| <b>Caso de Uso</b> | <b>Monitoreo de la línea de producción</b>  |
|--------------------|---|
| <b>Actores</b>     | Operador  |
| <b>Tipo</b>        | Primario  |
| <b>Descripción</b> | El usuario operador, a través de la información brindada por el sistema podrá observar el buen funcionamiento del proceso de mezclado que se está realizando. |

### 5.2.8.3. Conceptos de casos de uso

Cabe mencionar que no todas las funciones que realiza el sistema se producen a través de la interacción con el usuario, lo cual imposibilita que se puedan definir a través de los casos de uso.

Esto sucede con las acciones que el usuario delega en el sistema o con las que se realizan de manera automática, razón por la cual se utilizará la representación en forma de conceptos de uso propuesta en [Sánchez99].

Por tanto, con la notación en forma de conceptos de uso se contemplarán acciones que no son demandadas por el usuario.

| <b>Concepto de Uso</b>            | <b>Concepto de la Operación</b>   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Conexión del SCADA con PLC</b> | <p><b>Propósito:</b> Conectar el sistema de recetas con el PLC</p> <p><b>Modo de funcionamiento:</b> Cuando haga el uso del sistema, Se realiza una conexión automática mediante el protocolo de comunicaciones MODBUS, con el PLC TWDLCAE40DRF, debido que ésta controla al módulo mezclador de líquidos.</p> <p><b>Dinámica:</b> Permanece conectada durante el funcionamiento del sistema.</p> |

| Concepto de Uso                      | Concepto de la Operación  |
|--------------------------------------|---|
| <b>Desconexión del SCADA con PLC</b> | <p><b>Propósito:</b> Desconectar el sistema de recetas con el PLC</p> <p><b>Modo de funcionamiento:</b> Se realiza la desconexión cuando el sistema se cierra o deje de usar.</p> <p><b>Dinámica:</b> Funciona cuando cierra o termina el sistema de recetas.</p> |

| Concepto de Uso            | Concepto de la Operación   |
|----------------------------|--|
| <b>Proceso de Mezclado</b> | <p><b>Propósito:</b> Realizar la mezcla durante un intervalo de tiempo.</p> <p><b>Modo de funcionamiento:</b> Cuando esté completa la fase de descarga de cada uno de los líquidos continua el proceso de mezcla, esto ocurre durante un lapso de tiempo establecido para cada receta</p> <p><b>Dinámica:</b> Funciona sólo al momento de requerirlo</p> |

| Concepto de Uso                            | Concepto de la Operación  |
|--|---|
| <b>Monitoreo de la línea de producción</b> | <p><b>Propósito:</b> Realizar el monitoreo del proceso de Producción.</p> <p><b>Modo de funcionamiento:</b> Se trata de una actividad de tiempo real, es decir lo que está sucediendo en el módulo mezclador de líquidos, lo refleja en la interfaz de usuario a través de la pantalla</p> <p><b>Dinámica:</b> Esta actividad está constantemente activa durante el o no proceso de producción.</p> |

### 5.3. ANÁLISIS

Se comienza con la descripción de casos de uso en formato extendido, lo que permite tener una visión más exacta de qué y cómo se debe realizar lo descrito en los casos de uso en formato de alto nivel.

A partir de esta descripción, se realiza la construcción de los diagramas de secuencia, diagrama de estado y diagrama de actividades.

Posteriormente, con la información que se pueda extraer de lo realizado hasta ese momento, se realiza la construcción del modelo conceptual, para dar una primera visión de lo que será el sistema.

### 5.3.1. Casos de uso en formato extendido

| <b>Caso de Uso</b>   | <b>Definir las recetas</b>  |  |
|--|---|--|
| <b>Actores</b>   | Operador  |  |
| <b>Propósito</b>   | Establecer o definir una receta   |  |
| <b>Tipo</b>  | Primario y esencial   |  |
| <b>Visión General</b>  | <p>El usuario operador debe elaborar recetas, según sea su requerimiento, es decir definir cuál será la cantidad requerida de materia prima que formará parte de la receta.</p> <p>Esta información se registrará en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, detallando cada uno de los elementos y cantidades que formará las recetas.</p> |  |
| <b>Referencias</b>   | RQ1   |  |
| <b>Curso Típico de Eventos</b>   |   |  |
| <b>Usuario</b>   | <b>Sistema</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Usuario operador define de manera manual las recetas, en una hoja de cálculo de Excel, a manera de una matriz de datos, donde se registrará todas las recetas que desea que produzca el mezclador de líquidos</li> <li>2. La hoja de cálculo de la receta se debe guardar en un formato que el SCADA Lookout entienda, para posteriormente proceder a cargar.</li> <li>3. Se deberá definir los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de litros de materia prima A, B, C ya que el mezclador tiene 3 recipientes, y cada una de ellas contendrá las materias primas</li> <li>• El tiempo de mezcla en segundos</li> </ul> </li> </ol> |   |  |
| <b>Cursos Alternativos</b>   |   |  |
|  |   |  |

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Caso de Uso</b>             | <b>Cargar recetas</b>  |   |
| <b>Actores</b>                 | Operador, sistema  |   |
| <b>Propósito</b>               | Cargar una base de datos de recetas definidas  |   |
| <b>Tipo</b>                    | Primario y esencial  |   |
| <b>Visión General</b>          | El usuario operador, debe seleccionar la hoja de cálculo física, previamente elaborada, el que contenga los datos de las recetas, para poder cargar al sistema.  |   |
| <b>Referencias</b>             | RQ2  |   |
| <b>Curso Típico de Eventos</b> |  |   |
|                                | <b>Usuario</b>   | <b>Sistema</b>  |
|                                | <p>1. El usuario operador mediante la interfaz del sistema, selecciona cargar recetas.</p> <p>3. Selecciona las recetas definidas en la hoja de cálculo de Excel, selecciona cargar en el cuadro del diálogo del sistema</p>   | <p>2. Abre un cuadro de diálogo, para que usuario pueda buscar el archivo y seleccione cargar.</p> <p>4. Crea automáticamente una lista de las recetas definidas en la hoja de Excel, para que el usuario posteriormente pueda seleccionar una de ellas e iniciar el proceso de producción.</p> |
| <b>Cursos Alternativos</b>     |  |   |
|                                | <p>3. En caso de no seleccionar ninguna base de datos de recetas, el sistema quedará vacío, sin ningún proceso de producción</p> <p>4. Si falla al momento de asociar las recetas al sistema, se debe corregir la base de datos, ya que puede contener errores o que no se guardó en el formato requerido por el sistema</p> |   |

|                                |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Caso de Uso</b>             | <b>Seleccionar una receta</b>  |  |
| <b>Actores</b>                 | Operador   |  |
| <b>Propósito</b>               | Escoger una receta para poder iniciar el proceso de producción.  |  |
| <b>Tipo</b>                    | Primario   |  |
| <b>Visión General</b>          | Ya cargada las recetas en el sistema, el usuario operador, simplemente selecciona, la receta que desea producir.   |  |
| <b>Referencias</b>             | RQ3  |  |
| <b>Curso Típico de Eventos</b> |  |  |
|                                | <b>Usuario</b>   | <b>Sistema</b>   |
|                                | <p>1. El usuario operador mediante la interfaz del sistema, oprime seleccionar una receta.</p> <p>3. Toma la decisión de qué receta a producir y oprime el botón seleccionar del sistema</p> | <p>2. Abre un cuadro de diálogo, para que usuario pueda escoger la receta que desea producir.</p> <p>4. Relaciona las cantidades de materia prima, el tiempo de mezcla, etc., a cada</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | uno de los objetos lógicos que se encuentran definidos en el sistema, como los recipientes contenedores, mezclador, etc. |
| <b>Cursos Alternativos</b>   |  |
| 3. En caso de no seleccionar ninguna receta, el sistema por defecto seleccionará la primera de la lista. |  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Caso de Uso</b>    | <b>Iniciar el proceso de producción</b>  |
| <b>Actores</b>        | Operador   |
| <b>Propósito</b>      | Iniciar el proceso de producción   |
| <b>Tipo</b>           | Primario   |
| <b>Visión General</b> | Cuando ya esté lista la receta que se elige para producir, el usuario operador, oprime el botón Iniciar o la tecla F12 para empezar el proceso de mezcla |
| <b>Referencias</b>    | RQ4  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Curso Típico de Eventos</b>   |  |
| <b>Usuario</b>   | <b>Sistema</b>   |
| 1. Mediante la interfaz del sistema, el usuario operador selecciona el botón iniciar para producir la receta escogida. | 2. Realiza la sincronización del sistema con el PLC, y ésta a su vez con el módulo mezclador.<br>3. Completada la sincronización, se pone en marcha para realizar el proceso de producción.<br>4. Todo el proceso que se efectúa es presentado al usuario en la pantalla en tiempo real. |

|   |  |
|---|--|
| <b>Cursos Alternativos</b>  |  |
| 1. Si el usuario operador no oprime iniciar, el sistema quedará en un estado de espera o reposo.          |  |
| 2. En caso de no establecer la comunicación con el PLC no se procederá a realizar la orden de producción. |  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Caso de Uso</b>    | <b>Detener el proceso de producción</b>   |
| <b>Actores</b>        | Operador  |
| <b>Propósito</b>      | Iniciar el proceso de producción  |
| <b>Tipo</b>           | Primario  |
| <b>Visión General</b> | El usuario operador, en caso de fallos podrá realizar un paro de emergencia, es decir detener el proceso de producción y luego continuar. |
| <b>Referencias</b>    | RQ5   |

| <b>Curso Típico de Eventos</b>  |  |
|---|--|
| <b>Usuario</b>  | <b>Sistema</b>   |
| 1. Haciendo uso de la interfaz del sistema, el usuario operador selecciona el botón STOP para detener o pausar el proceso de producción de la receta. | 2. Recoge la petición del usuario, y automáticamente detiene o pausa el proceso de producción. |
| <b>Cursos Alternativos</b>  |  |
|   |  |

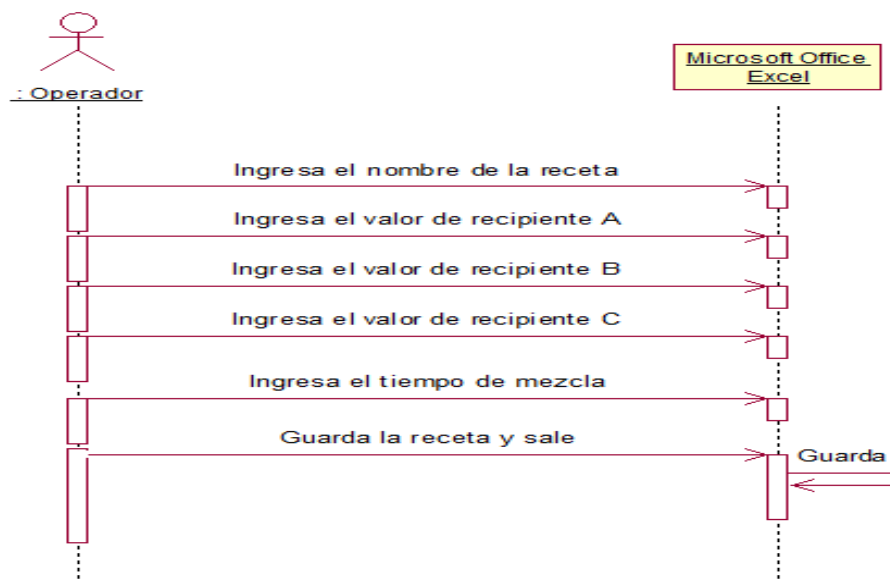
| <b>Caso de Uso</b>  | <b>Resetear el proceso de producción</b>  |
|---|---|
| <b>Actores</b>  | Operador  |
| <b>Propósito</b>  | Ejecutar el reset del proceso de producción   |
| <b>Tipo</b>   | Primario  |
| <b>Visión General</b>   | El usuario operador, en caso de que sea necesario, realizará el reset, es decir volver al estado inicial del proceso.<br>El sistema volverá a tomar valores iniciales establecidos en la receta |
| <b>Referencias</b>  | RQ6   |
| <b>Curso Típico de Eventos</b>  |   |
| <b>Usuario</b>  | <b>Sistema</b>  |
| 1. Mediante la interfaz del sistema, el usuario operador selecciona el botón RESET para detener y volver al estado inicial de la secuencia de producción. | 2. Recoge la petición del usuario, y automáticamente detiene la producción, donde asigna valores iniciales a cada objeto del sistema. (Recipiente contenedor A, B, C, mezclador, etc. )         |
| <b>Cursos Alternativos</b>  |   |
|   |   |

| <b>Caso de Uso</b>             | <b>Monitoreo de la línea de producción</b>  |
|--------------------------------|---|
| <b>Actores</b>                 | Operador  |
| <b>Propósito</b>               | Vigilar el proceso de producción  |
| <b>Tipo</b>                    | Primario  |
| <b>Visión General</b>          | El usuario operador, a través de la información brindada por el sistema podrá observar el buen funcionamiento del proceso de mezclado que se está realizando. |
| <b>Referencias</b>             | RQ7   |
| <b>Curso Típico de Eventos</b> |   |

| Usuario                             | Sistema  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Vigila el proceso de producción. | 2. Mediante la pantalla visualiza el proceso de producción en tiempo real. |
| <b>Cursos Alternativos</b>          |  |
|                                     |  |

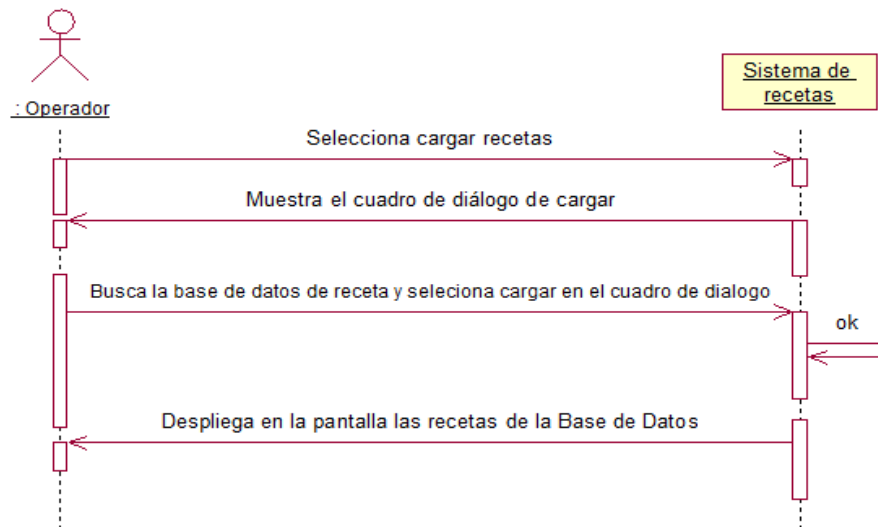
### 5.3.2. Diagramas de secuencia del sistema

#### 5.3.2.1. Caso de Uso Definir Recetas



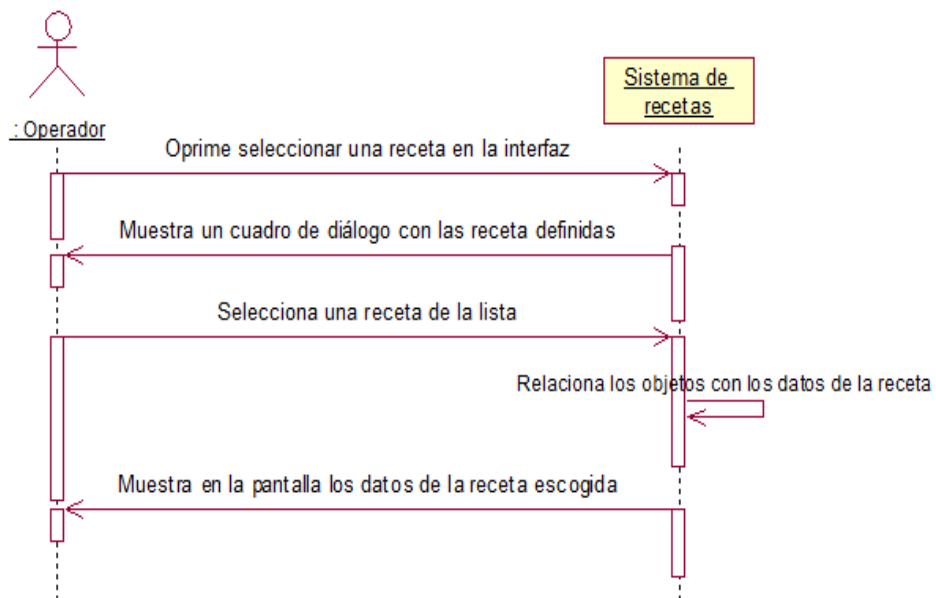
*Figura V.28: Diagrama de secuencia Definir Receta*

### 5.3.2.2. Caso de Uso Cargar Recetas



*Figura V.29: Diagrama de Secuencia Cargar Recetas*

### 5.3.2.3. Caso de Uso Seleccionar una receta



*Figura V.30: Diagrama de Secuencia Seleccionar una receta*



### 5.3.2.4. Caso de Uso Iniciar el proceso de producción

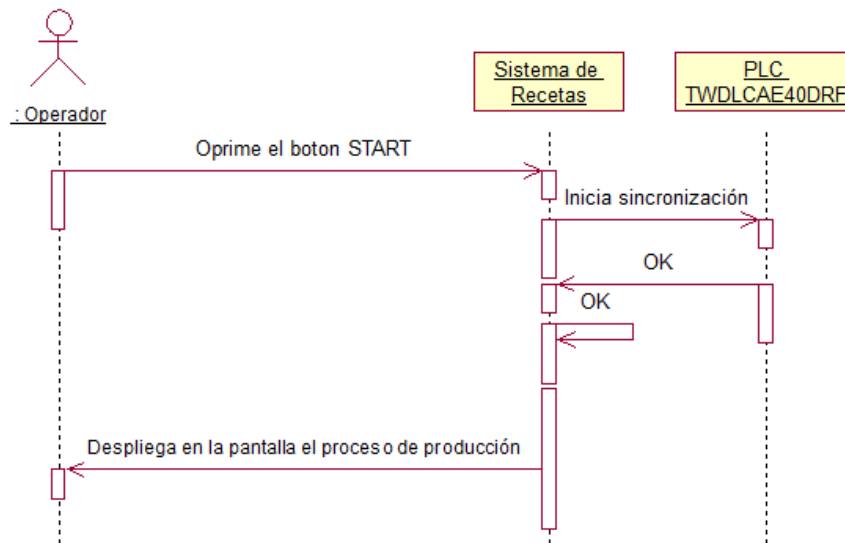
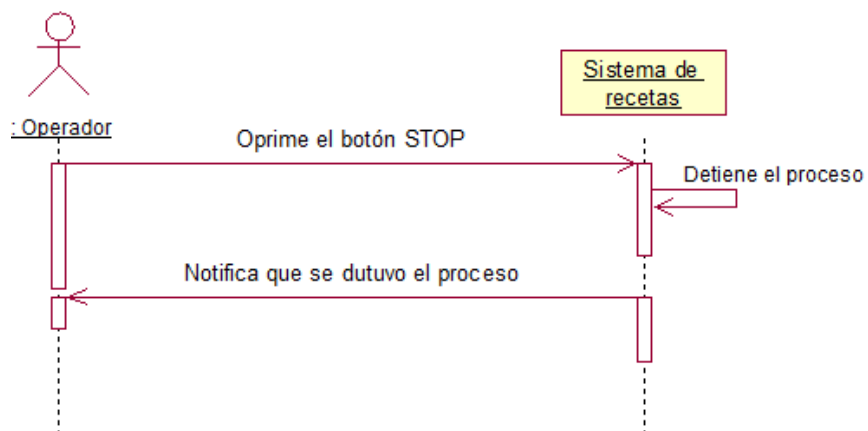


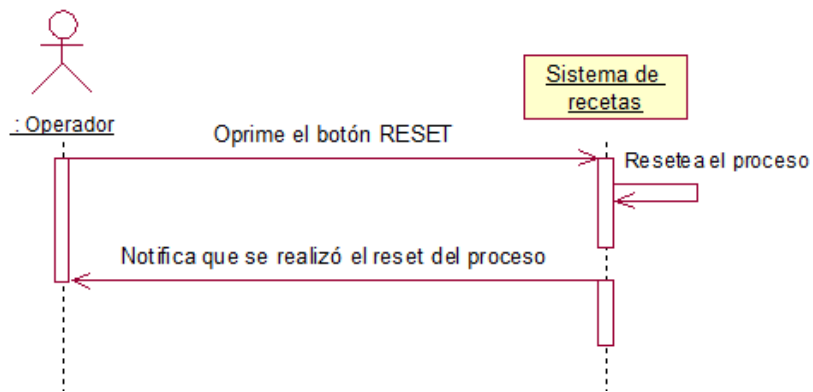
Figura V.31: Diagrama de secuencia Iniciar el proceso de producción

### 5.3.2.5. Caso de Uso Detener el Proceso de Producción



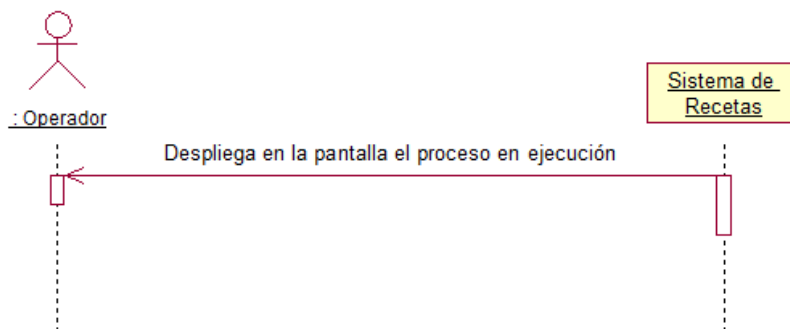
FiguraV.32: Diagrama de secuencia Detener el proceso de producción

### 5.3.2.6. Caso de Uso Resetear el proceso de Producción



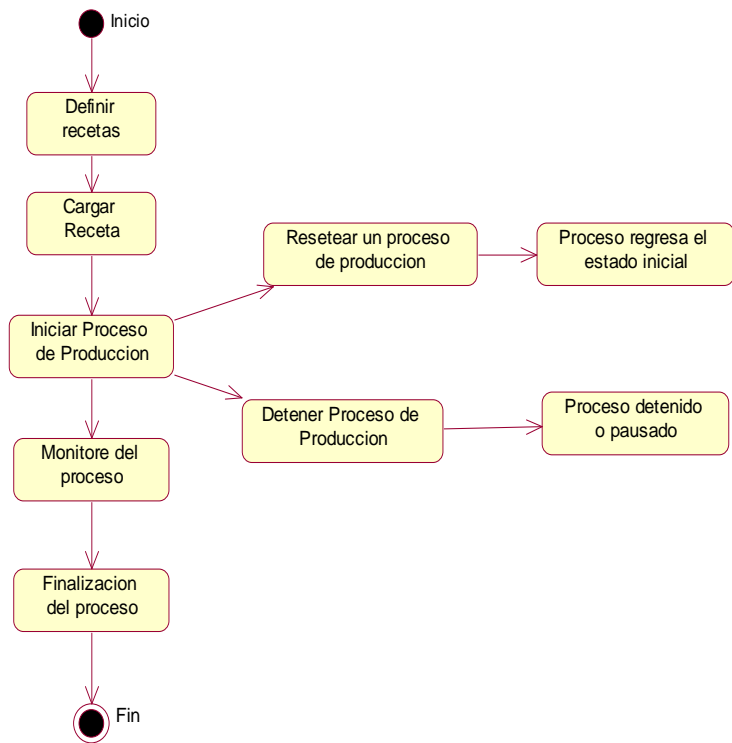
*Figura V.33: Diagrama de secuencia Resetear el proceso de producción*

### 5.3.2.7. Monitoreo de la línea de producción



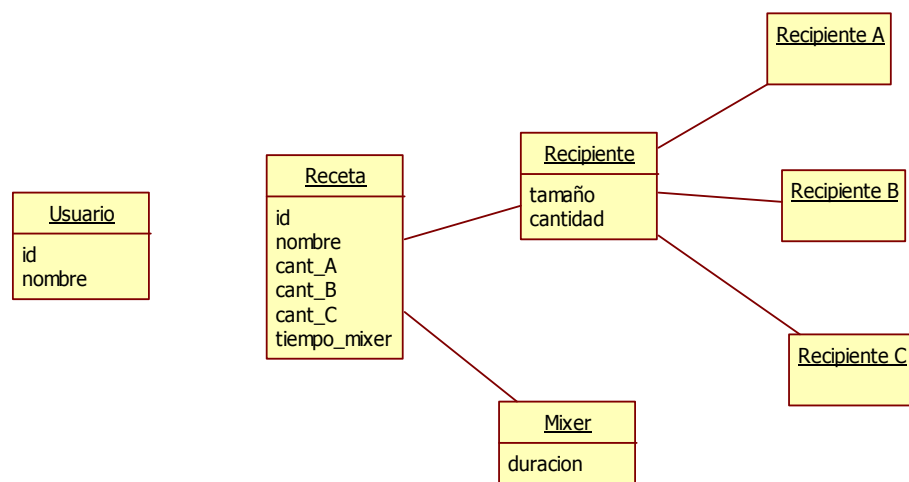
*Figura V.34: Diagrama de secuencia Monitoreo de la línea de producción*

### 5.3.3. Diagrama de estados



*FiguraV.35: Diagrama de estados*

### 5.3.4. Modelo Conceptual



*FiguraV.36: Diseño Conceptual*

### 5.3.5. Definición del Diagrama de Actividades

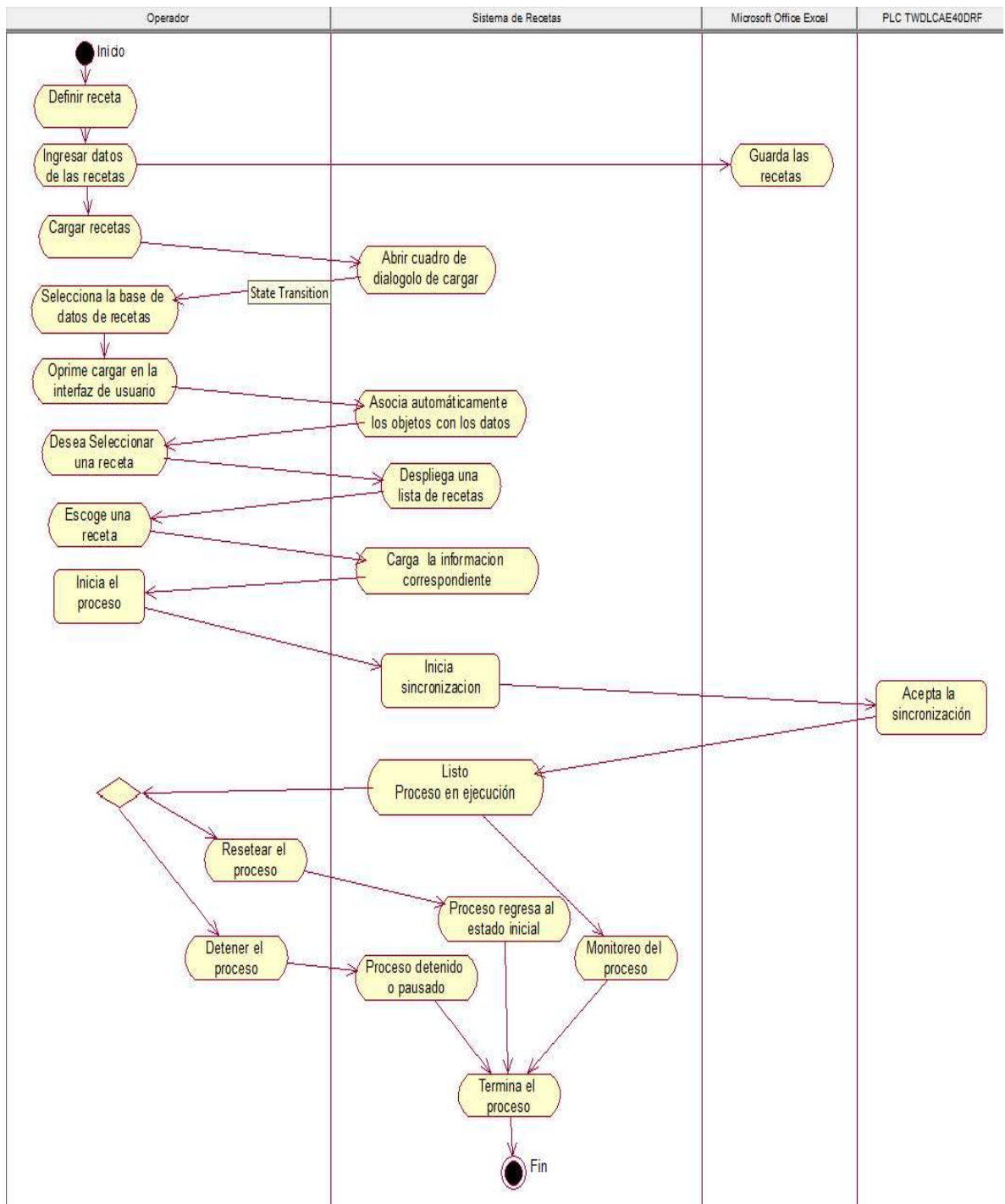


Figura V.37: Diagrama de actividades

## **5.4. DISEÑO**

La decisión de qué software y qué hardware se utilice, es fundamental, en esta fase define la arquitectura del sistema, lo que permite tener una visión de la organización global del sistema que incluye sus componentes, las relaciones entre sí y el ambiente.

Se define las interfaces de usuario, cuál es el medio con que el usuario puede comunicarse con la computadora, la interacción del usuario con el sistema reflejada con los diagramas de interacción.

Además se elaborará un diagrama de clases que representará las clases que serán utilizadas dentro del sistema y las relaciones que existen entre ellas, a partir de ella tener un esquema de base de datos.

También para representar cómo un sistema está dividido en componentes y el hardware utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre sus componentes se realizará el diagrama de componentes y despliegue.

### 5.4.1. Definición de la arquitectura del sistema

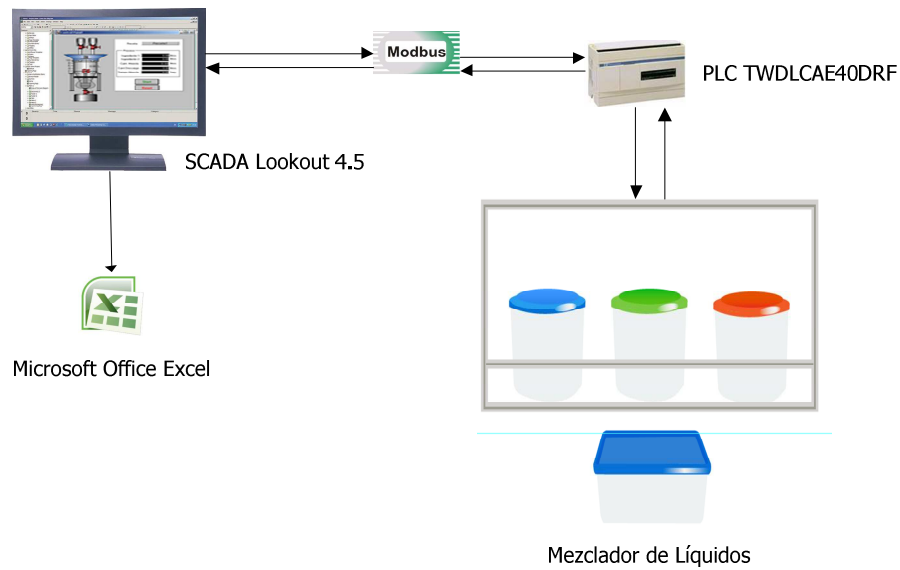


Figura V.38: Definición de la arquitectura del sistema

### 5.4.2. Definición de la interfaz de usuario.

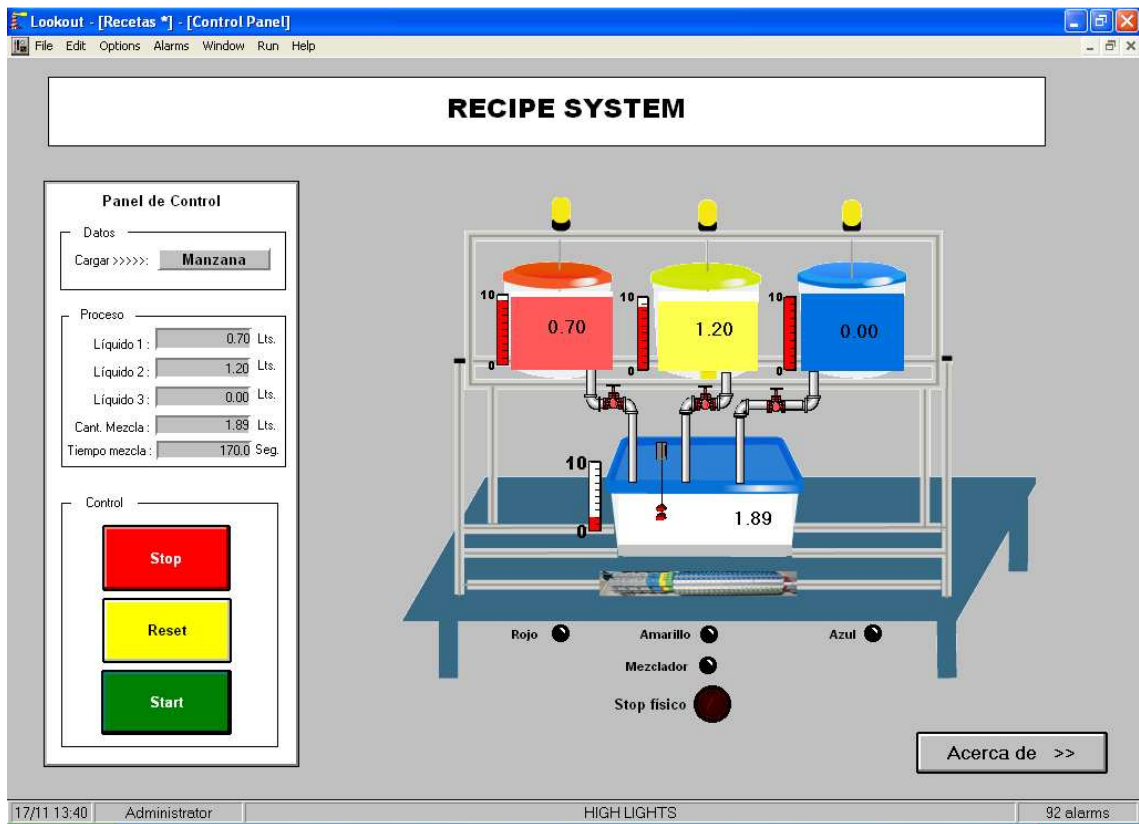
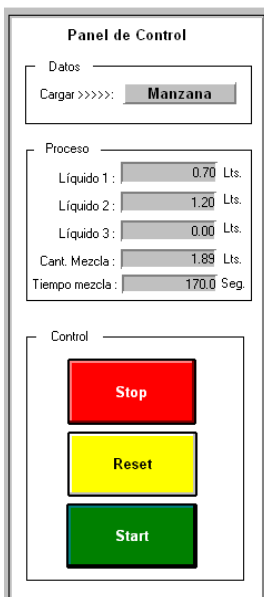
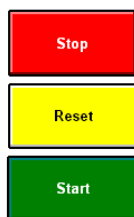


Figura V.39: Pantalla principal de sistema de recetas



*Figura V.40: Panel de control del sistema*



*Figura V.41: Órdenes principales del sistema*



*Figura V.42: Cuadro de diálogo para escoger una receta*



Figura V.43: Cuadro de diálogo para cargar recetas al sistema

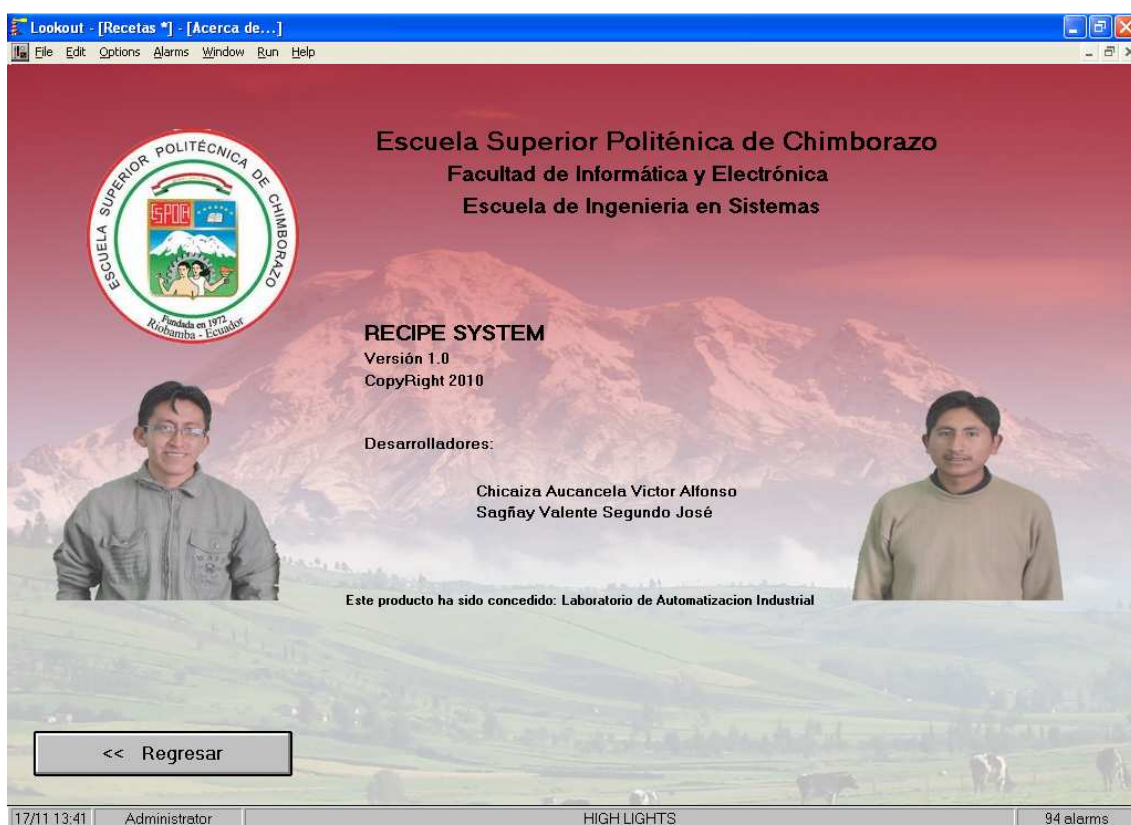
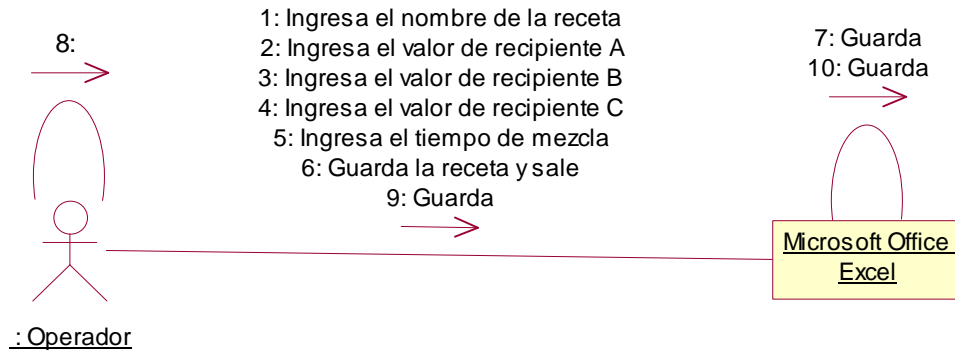


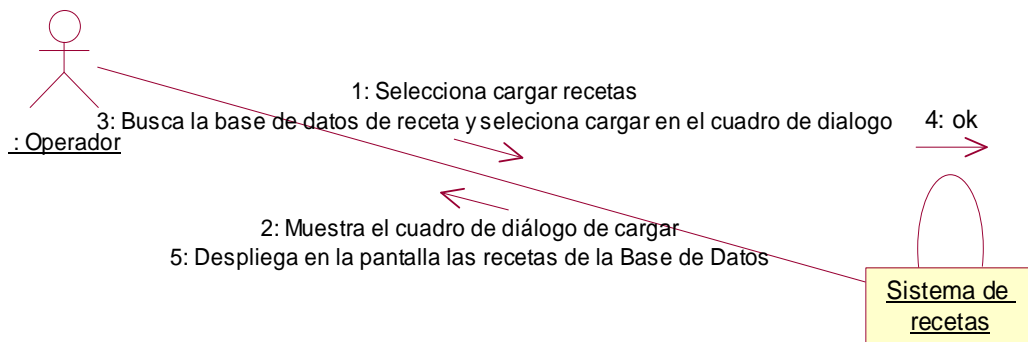
Figura V.44: Pantalla de Acerca de Recipe System



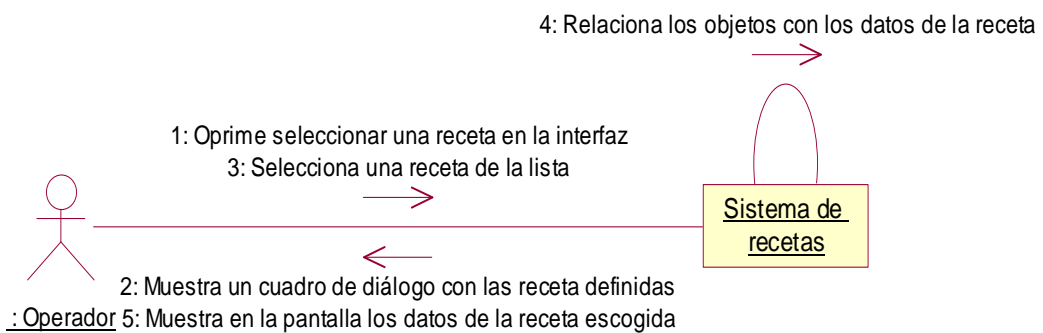
### 5.4.3. Diagramas de interacción



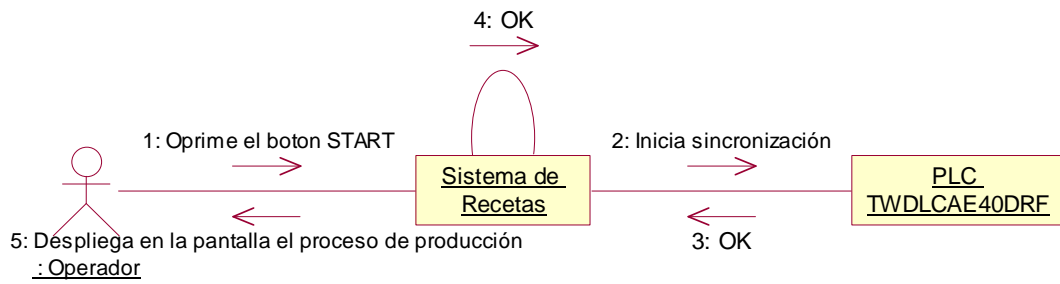
**Figura V.45:** Diagrama de colaboración definir recetas



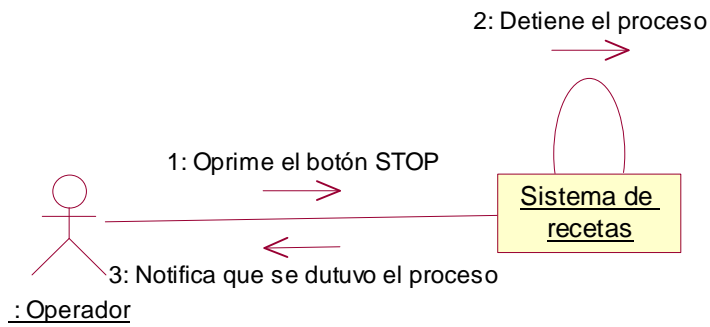
**Figura V.46:** Diagrama de colaboración cargar Recetas



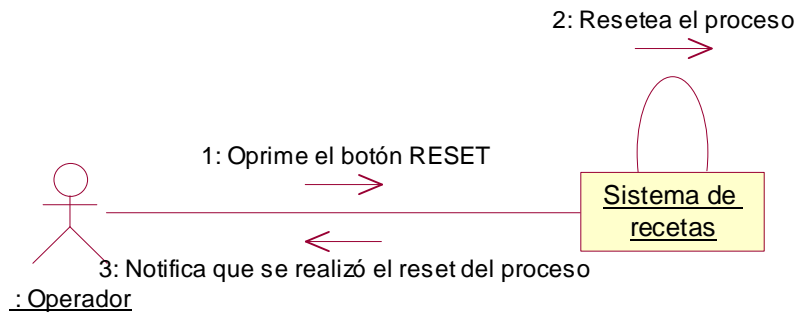
**Figura V.47:** Diagrama de colaboración seleccionar una receta



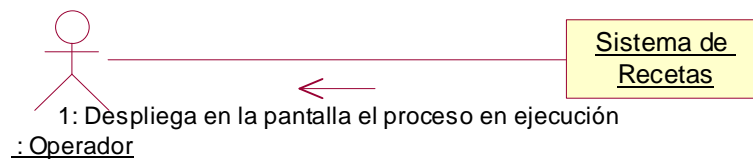
**Figura V.48:** Diagrama de colaboración iniciar el proceso de producción



**Figura V.49:** Diagrama de colaboración detener el proceso de producción

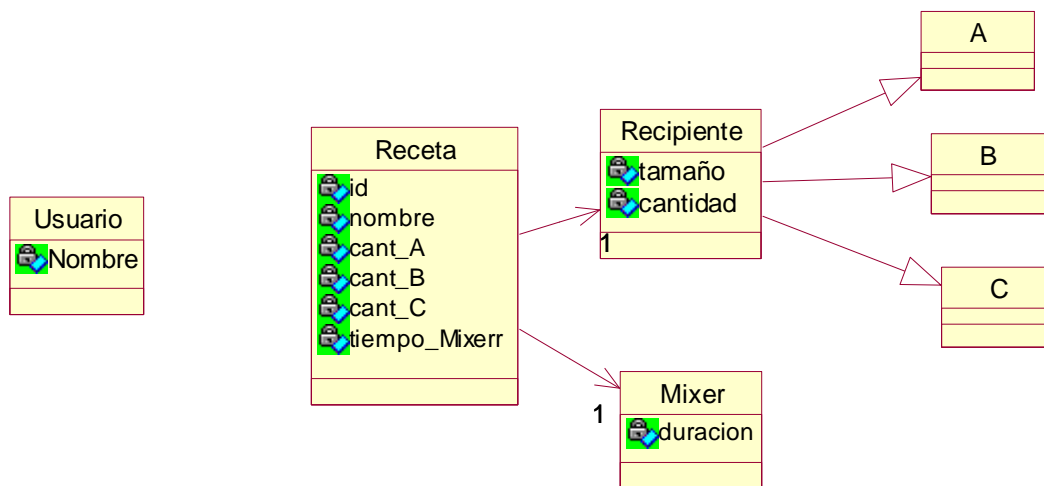


**Figura V.50:** Diagrama de colaboración reset de un proceso de producción



**Figura V.51:** Monitoreo del proceso de producción

#### 5.4.4. Diagrama de clase de diseño.



*Figura V.52: Diagrama de clases*

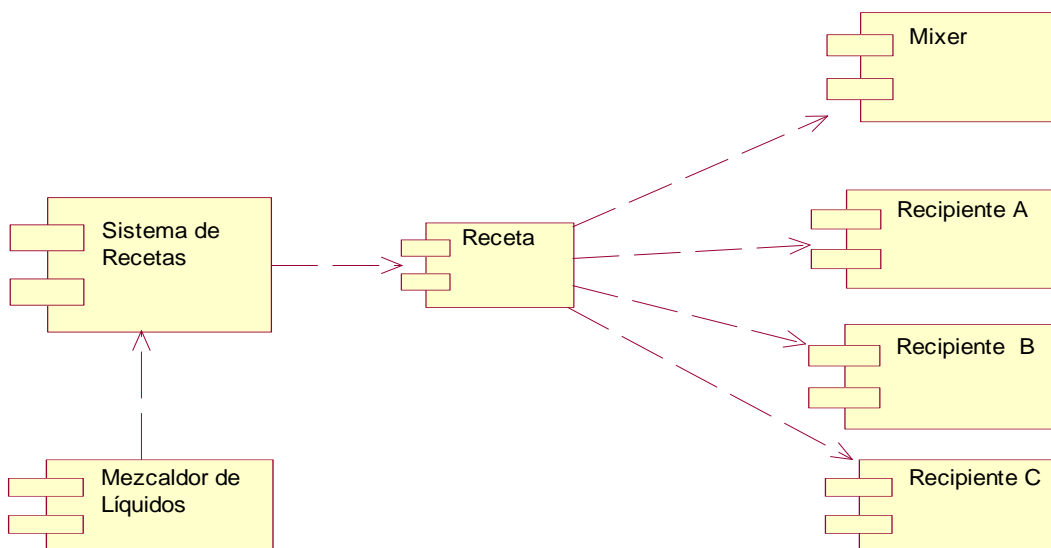
#### 5.4.5. Esquema de base de datos.

El sistema de recetas no utiliza una base de datos relacional, más bien es una tabla bidimensional común, elaborado en Microsoft Office Excel, con el esquema que se detalla a continuación.

**Tabla V.XLII:** Tabla de recetas

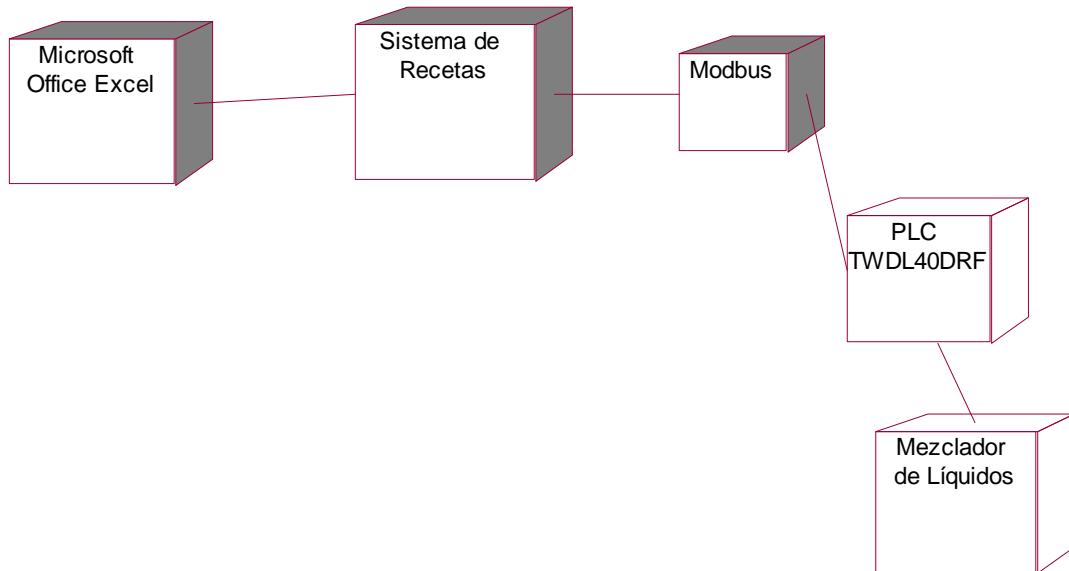
| Nombre de la receta | Ingrediente 1<br>(en litros) | Ingrediente 2<br>(en litros) | Ingrediente 3<br>(en litros) | Mezclado<br>(en segundos) |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Receta 1            | 0.30                         | 0.20                         | 0.10                         | 0:00:05                   |
| Receta 2            | 0.50                         | 0.10                         | 0.40                         | 0:00:05                   |
| Receta 3            | 0.30                         | 0.30                         | 0.30                         | 0:00:10                   |
| Receta 4            | 9.00                         | 1.00                         | 1.00                         | 0:00:05                   |
| ....                | ...                          | ...                          | ...                          | ...                       |
| ....                | ...                          | ...                          | ...                          | ...                       |
| Receta N            | ...                          | ...                          | ...                          | ...                       |

**5.4.6. Diagrama de componentes**



**Figura V.53:** Diagrama de componentes

### 5.4.7. Diagrama de Despliegue



*Figura V.54: Diagrama de despliegue*

## **5.5. IMPLEMENTACIÓN**

Una vez modelado el sistema, se procede a la programación e implementación del mismo. Esta fase se centra en crear una aplicación que permita el control y monitoreo del proceso de mezclado de líquidos en el cual se emplea el SCADA Lookout Development System, protocolo de comunicaciones Modbus y para la programación del controlador Twido Suite 2.20.

### **5.5.1. Implementación del sistema de recetas**

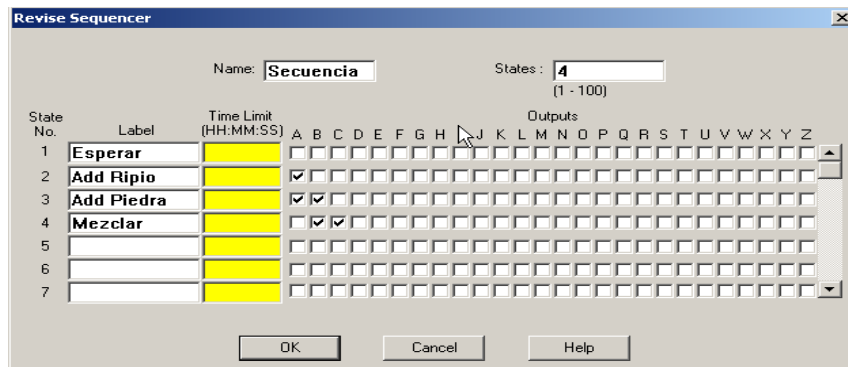
En el desarrollo del SCADA (Sistema de control y adquisición de datos), el HMI (Interfase hombre-máquina) juega un papel muy importante en la ejecución del sistema ya que el primero involucra todas las pantallas de operación, ejecución y monitoreo de todo el proceso, y el segundo es donde reside toda las secuencias de operación del sistema, es el cerebro controlador de toda la lógica de proceso.

En el medio de la automatización industrial existen varios HMI desarrollados por distintas compañías, para el caso de nuestra tesis hemos usado el software Lookout Development System 5.0 principalmente por su facilidad de manejo y por la compatibilidad que tiene con el PLC seleccionado.

## Definición de Objetos

### A. Secuencer (Secuenciador)

Crea un objeto secuenciador que genera una secuencia de estados en salidas asociadas. El secuenciador permanecerá en el estado actual hasta que se alcanza el límite de tiempo de ese estado o hasta una instrucción Goto o Jump. Causa que la entrada haga una transición a otro estado, es un objeto de control.



*Figura V.55: Objeto Secuencer*

### B. Recipe (Recipiente)

Es un objeto de control y exhibición, que crea un sistema de recetas en un uso de hoja de cálculo tal como Microsoft EXCEL e importa una receta para permitir que el usuario seleccione una receta particular. La receta permite cualquier cantidad de ingredientes; cada columna en la hoja de cálculo representa un ingrediente específico.

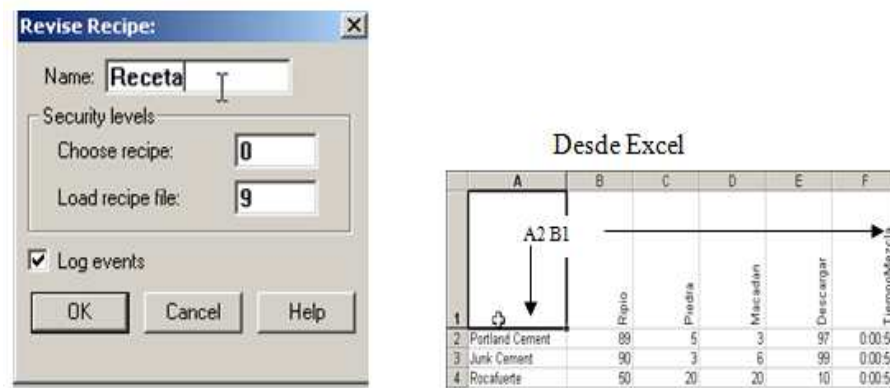


Figura V.56: Objeto Recipe

### C. Spreadsheet (Hoja de cálculo)

Se comporta como un registro, donde registra permanentemente datos al disco duro en archivos del tipo CSV de hojas de cálculo con estándar del tipo valores separados por coma (.csv).

Especifica qué variable muestrea en cada columna y configura un disparador lógico que registre el sistema de datos cada vez el disparador se hace ON o registra datos en intervalos especificados de tiempo.

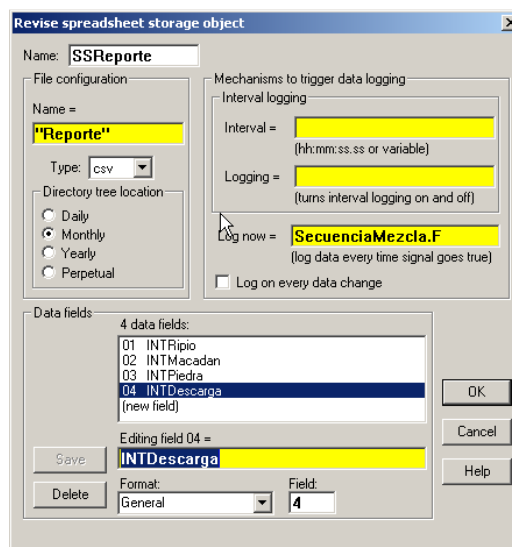


Figura V.57: Objeto Spreadsheet



## PushButton (Botón)

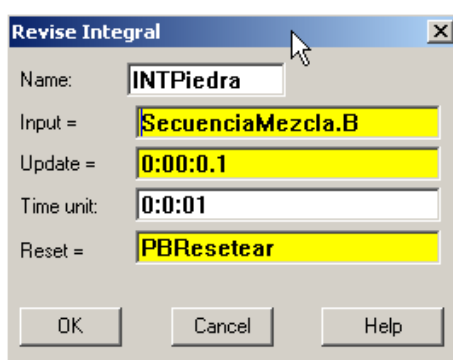
Crea un botón momentáneo para navegar entre los paneles de control dentro de Lookout, o para iniciar cualquier otra acción, tal como ejecutar una aplicación externa, o enclavar una bomba ON u OFF.



*Figura V.58: Objeto PushButton*

## D. Integral

Totaliza una señal de entrada numérica que represente una tasa con respecto a tiempo, especificando la unidad de tiempo. Totaliza el flujo basado en un caudal medido es un uso típico de integral.



*Figura: V.1 Objeto Integral*

### **5.5.2. Programación del controlador**

Para poder programar el PLC TWDL40DRF, es necesaria una herramienta de programación y configuración que sirva de interface entre el programador y el PLC. Esta herramienta posibilita la configuración de todos los módulos involucrados en el controlador y convertirá el programa generado por el programador en un “lenguaje” lógico y accesible para los usuarios en palabras digitales interpretadas por el microprocesador de la CPU del controlador.

En el caso particular de Shneider Electric la herramienta de programación es el software Twido Suite 2.20 y la versión a utilizar en este proyecto es la 2.20, el cual permite configurar y programar a los PLC TWIDO, así como a todos los PLC’s actualmente comercializados por TWIDO.

El Twido Suite 2.20 es un conjunto de herramientas y ambiente de aplicaciones basado en entorno Windows para desarrollo de programas, conforme con estándar IEC 1131-3 de programación de PLC’s. (Anexo C)

### **5.5.3. Configuración del protocolo de comunicaciones Modbus**

La comunicación de datos entre los equipos de control involucrados en la automatización juega un papel muy importante en el desarrollo de un SCADA. El vínculo físico entre el computador y el PLC debe cumplir con ciertas exigencias que permitan un intercambio de datos rápido y confiable para una correcta ejecución del sistema.

Modbus es un protocolo de comunicaciones para aplicaciones de control industrial. Los dispositivos conectados pueden intercambiar mensajes para el control y la supervisión de los procesos en las ubicaciones remotas de una planta industrial

## CAPÍTULO VI

### *Análisis de resultados para la comprobación de la hipótesis*

En el contenido previo de este documento investigativo, se ha proporcionado información relevante acerca de cómo un sistema SCADA ayuda automatizar un proceso industrial en la mezcla de líquidos de manera rápida y precisa.

Se ha profundizado el estudio de los sistemas, demostrando de cada una de ellas ventajas y desventajas a la hora de implementa una aplicación software así como algunas de sus características.

En este capítulo se pretende cuantificar el tiempo, personal, calidad, facilidad de la optimización a través de la implementación del sistema en el módulo mezclador, y con ello finalmente se ejecutará la comprobación de la hipótesis del presente trabajo de investigación.

### 6.1. Descripción de la Hipótesis

**Hipótesis investigativa:** “La implementación de un sistema de recetas en el módulo mezclador de líquidos del laboratorio de automatización industrial de la EIS-ESPOCH optimizará la mezcla de líquidos livianos y su producción”

### 6.2. Operacionalización Conceptual de Variables:

A continuación indicamos

*Tabla VI.XLIII: Operacionalización Conceptual de Variables*

| VARIABLE   | TIPO DE VARIABLE |
|--|------------------|
| La implementación de un sistema de recetas en el módulo mezclador de líquidos del laboratorio de automatización industrial de la EIS-ESPOCH. | V. Independiente |
| Optimización de la mezcla de líquidos livianos y su producción.  | V. Dependiente   |

### 6.3. Operacionalización Metodológica de Variables:

Mostramos la metodología de las variables.

*Tabla VI.XLIV: Operacionalización Metodológica de Variables*

| VARIABLES  | CATEGORÍAS | INDICADORES | ÍNDICES   |
|--|------------|-------------|---|
| La implementación de un sistema de recetas en el módulo mezclador de líquidos del laboratorio de automatización industrial de la EIS-ESPOCH. | Diseño     | Física      | Medios de transmisión componentes neumáticos, eléctricos, e informáticos, Módulo de mezclado de líquidos. |
|  | conexión   | Enlace      | Protocolo de línea  |

|   |                               |   |   |
|---|-------------------------------|---|---|
|   |                               |   | serial Modbus RS-232  |
|   |                               | Red   | TCP   |
|   |                               | Transporte  | UDP   |
|   |                               | Aplicación  | Lookout   |
|   | Programar                     | Lookout 5.0   | Programación utilizando objetos   |
| Implementar   | Montaje del sistema           | Implementar un sistema de recetas para el modulo mezclador. |   |
| Optimizar la mezcla de líquidos livianos y su producción. | Recursos del PLC TWDL40DRFCAE | Configuración del hardware                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Entradas</li> <li>• Número de Salidas</li> </ul>   |
|   |                               | Objetos de memoria  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Temporizadores</li> <li>• Número de Memorias</li> </ul>  |
|   |                               | Uso de memoria  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bits de memoria</li> <li>• Configuración</li> <li>• Dispositivos de memoria de datos</li> <li>• Código ejecutable</li> <li>• Dispositivo de memoria de código</li> <li>• Datos ejecutivos</li> </ul> |
|   |                               | Programas listas , diagramas y Símbolos                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de Bloques de RUNGS/REDES</li> </ul>  |
|   |                               |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de símbolos utilizados</li> </ul>   |
|   | Producción                    | Factor producto   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> <li>• Cumplimiento de la mezcla requerida</li> <li>• Proceso de mezclado</li> <li>• Precisión de la mezcla</li> </ul>   |
|   |                               | Factor humano   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de personal a</li> </ul>  |

|  |                                     |                  |   |
|--|-------------------------------------|------------------|---|
|  |                                     |                  | utilizar  |
|  |                                     | Factor económico | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo de producción para una receta</li> </ul> |
|  |                                     | Factor tiempo    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de producción de una receta</li> </ul>  |
|  | Comprobación por juicio de expertos | Experiencia      | Experiencia   |

#### 6.4. Determinación de Escalas

A continuación establecemos los valores de forma cuantitativa; cada variable que se evalúa tendrá un peso que se encuentra en un rango de 0 hasta 4. A continuación detallamos las posibles interpretaciones que mostramos en la siguiente tabla:

*Tabla VI.XLV: Determinación de escalas para la comprobación de la hipótesis*

| Cuantitativa | Cualitativa |                    |                     |                    |                | Porcentaje % |
|--------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 0            | No          | Malo               | No cumple           | Muy difícil        | Manual         | <20          |
| 1            | -           | Regular            | -                   | Difícil            |                | >= 20 y <40  |
| 2            | -           | Bueno              | Cumple parcialmente | Medianamente fácil | Semiautomático | >=40 y <=60  |
| 3            | -           | Medianamente bueno | -                   | Fácil              |                | >= 60 y <80  |
| 4            | Si          | Muy bueno          | Si cumple           | Muy Fácil          | Automático     | >=80 y <=100 |

Para la comprobación de la hipótesis se realizara a través de una estadística descriptiva; con los datos que obtenemos; además se realizara a través de Juicio de expertos, para lo cual hemos contado con la colaboración del Ingeniero Pablo Montalvo Jaramillo con 23 años de experiencia, Ingeniero Humberto Matheu, pertenecientes a la Escuela de

Mantenimiento y el Dr. Marco Haro con 18 años de experiencia perteneciente a la Escuela de Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### 6.5. Definición del ámbito

En nuestra investigación hemos observado algunas industrias de la ciudad de Riobamba que utilizan productos obtenidos de la mezcla de líquidos livianos, a continuación se ha definido en categorías de la siguiente manera:

*Tabla VI.XLVI: Ejemplos de aplicación del sistema de recetas*

| Tipo de industria          | Productos   |
|----------------------------|---|
| Farmacias,<br>Veterinarias | Para la producción de nuevos medicamentos como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Alcohol</li><li>• Vitaminas líquidas</li><li>• Sueros</li></ul>   |
| Pinturas                   | En las industria de pinturas de cuadros y artesanías: <ul style="list-style-type: none"><li>• Mezcla de colores para murales y lienzos.</li></ul> Para la venta y distribución de pinturas a los clientes: <ul style="list-style-type: none"><li>• Colores para la demostración</li></ul> En la producción de colores para proceder a pintar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Carros</li><li>• Casas</li><li>• Ropa (Jeans)</li></ul> |
| Bebidas                    | En la producción de bebidas alcohólicas como los cocteles, jugos a nivel de sabores.  |

Viendo el amplio campo de la aplicación de mezclado de líquidos livianos hemos optado por centrar nuestro experimento por mezclado de colores primarios para obtener otros productos finales; el tipo de material que se utiliza será anielina para no estropear el modulo mezclador existente en el Laboratorio de automatización industrial de EIS.



Para los ensayos contamos con la colaboración de la empresa como “PINTURAS Y MATICES” ubicado en la Unidad Nacional S/N y Bolivia además con EXPOCOLOR ubicado en la Primera Constituyente 13-23 y Brasil; con el personal: Juan Carlos Pacheco Vascones y Patricio Cazar Sánchez encargados del área del mezclado y producción de colores.

#### **6.6. Definición de Categorías**

**Recursos del PLC TWDL40DRFCAE.-** se refiere a la utilización óptima de los recursos del PLC TWDL40DRFCAE, como son memorias, temporizadores, entradas, salidas, líneas de rungs, donde se involucra los prototipos de sistemas de mezclado de líquidos livianos basados en recetas: Convencional y Recipe System (Anexos B y C).

**Producción.-** con esta categoría se mide la calidad del producto, el tiempo de mezclado líquidos, el costo que involucra en realizar este proceso; se orienta principalmente a los ensayos realizados en el módulo mezclador y gracias a la colaboración de la empresa privada como “Pinturas y Matices”. (Anexo F).

**Comprobación por juicios de expertos.-** se toma en consideración los criterios de expertos en proceso industriales, en especial en el campo de mezclado de líquidos, donde se evalúa los criterios como el tiempo, espacio físico, factor humano y optimización de recursos (Anexo D).

**Tabla VI.XLVII:** Categorías del Recursos del PLC TWDL40DRFCAE

| <b>Indicadores</b>                     | <b>Concepto</b>  |
|--|--|
| Configuración del hardware             | Se refiere al número de Entradas y salidas del PLC usados por los sistemas   |
| Objetos de memoria                     | Ser refiere al número de Temporizadores y memorias   |
| Uso de memoria                         | Se describe los Bits de memoria, Configuración, Dispositivos de memoria de datos, Código ejecutable, Dispositivo de memoria de código y Datos ejecutivos |
| Programas listas, diagramas y Símbolos | Ser presenta el número de Bloques de RUNGS/REDES<br>Numero de símbolos utilizados  |

**Producción.-** con los ensayos realizados se determina la capacidad de producción de uno o más unidades, sea con el proceso manual de mezclado o mediante el sistema Recipe System.

**Tabla VI.XLVIII:** Categorías de la Producción

| <b>Indicadores</b> | <b>Concepto</b>   |
|--------------------|---|
| Factor producto    | Se refiere a la Calidad, Número de unidades a producir, Cumplimiento de la mezcla requerida |
| Factor humano      | Número de personal a utilizar   |
| Factor económico   | Costo de producción   |
| Factor tiempo      | Tiempo de producción de una receta  |

### **6.7. Planteamiento del ensayo**

Para nuestra prueba utilizaremos los 3 colores básicos como son Azul, Rojo, y Amarillo.

Gracias a la colaboración de la empresa Pinturas y Matices se presenta la siguiente tabla se muestran las proporciones adecuadas para obtener 1 Galón del color; los colores base

se han tomado como muestra y obtenemos se ha tomado como prueba y el resultado los colores base se han tomado por razones de poder apreciar el mezclado de los mismos:

*Tabla VI.XLIX: Recetas para ensayo*

| <b>Tipo de color a Obtener</b> | <b>Rojo (Litros)</b> | <b>Amarillo (Litros)</b> | <b>Azul (Litros)</b> | <b>Total (Litros)</b> |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Manzana                        | 1.39                 | 2.39                     | 0                    | 3.78 litros = 1 Galón |
| Verde Agua                     | 0                    | 2.39                     | 1.39                 | 3.78 litros = 1 Galón |
| Turquesa                       | 0                    | 0.89                     | 2.89                 | 3.78 litros = 1 Galón |
| Violeta                        | 1.24                 | 0                        | 2.54                 | 3.78 litros = 1 Galón |
| Azul marino                    | 1.39                 | 0                        | 2.39                 | 3.78 litros = 1 Galón |
| Verde hoja                     | 0.76                 | 1.76                     | 1.26                 | 3.78 litros = 1 Galón |

Reducimos la cantidad de la mezcla para efectos de prueba a la mitad, obtendremos 1.89 litros de cada color; las cantidades necesarias para las pruebas están dadas de la siguiente forma:

*Tabla VI.L: Recetas para los ensayos*

| <b>Tipo de color a Obtener</b> | <b>Rojo (Litros)</b> | <b>Amarillo (Litros)</b> | <b>Azul (Litros)</b> | <b>Total (Litros)</b>   |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Manzana                        | 0.695                | 1.195                    | 0                    | 1.89 litros = ½ Galones |
| Verde Agua                     | 0                    | 1.195                    | 0.69                 | 1.89 litros = ½ Galones |
| Turquesa                       | 0                    | 0.445                    | 1.445                | 1.89 litros = ½ Galones |
| Violeta                        | 0.62                 | 0                        | 1.27                 | 1.89 litros = ½ Galones |
| Azul marino                    | 0.695                | 0                        | 1.195                | 1.89 litros = ½ Galones |
| Verde hoja                     | 0.38                 | 0.88                     | 0.63                 | 1.89 litros = ½ Galones |

## **6.8. Comprobación**

Para la obtención de los datos de los indicadores: Configuración del Hardware, Objetos de Memoria, Uso de Memoria, Programas y listas de diagramas utilizamos el software TwidoSuite 2.0, el cual nos da la información más relevantes; de los sistemas a prueba, ver detalles Anexos B,C; para los indicadores: Factor Producto, Factor Humano, Factor

Económico, Factor tiempo se realiza pruebas aplicativas demostración ver detalles Anexo F.

### 6.8.1. Indicador Configuración del hardware

La evaluación considera los porcentajes mínimos de hardware utilizado:

0% a 19 % = muy bueno (uso muy bueno de recurso hardware)

20% a 39% = medianamente bueno (uso medianamente bueno de recurso hardware)

40% a 59 %= bueno (buen uso de recurso hardware)

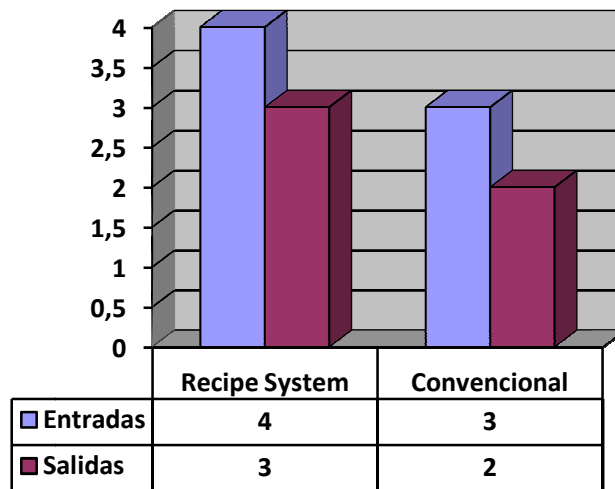
60% a 79 %= Regular (uso regular de recurso hardware)

80% a 100 %= Malo (mal uso de recurso hardware)

**Tabla VI.LI:** Configuración de hardware

| Nº | Índices            | Recipe System | Valor | Convencional | Valor | Referencia  |
|----|--------------------|---------------|-------|--------------|-------|---|
| 1  | Número de Entradas | 1             | 4     | 5            | 3     | Anexo B y C<br>Sección<br>Configuración del<br>Hardware |
|    |                    | 4.16%         |       | 20.83%       |       |   |
| 2  | Número de Salidas  | 5             | 3     | 7            | 2     |   |
|    |                    | 31.25%        |       | 43.75%       |       |   |

Elaborado por: Segundo Sagna, Victor Chicaiza



**Figura VI.59:** Configuración de hardware

### Análisis

En base a los datos presentados en configuración del hardware, se compara los dos sistemas, donde Recipe System ocupa 1 sola entrada de 24 entradas posibles con un porcentaje de 4.16% y 5 salidas de 16 posibles obteniendo 31.25%, a comparación de Convencional (Anexo B y C); lo que demuestra que el sistema desarrollado como Recipe System para el modulo mezclador consume menos recurso hardware; la finalidad de este indicador nos permite saber de mejor forma como optimizar el hardware del PLC TWDL40DRFCAE que estamos utilizando.

#### 6.8.2. Indicador Objetos de Memoria

La evaluación considera los porcentajes mínimos de objetos de memoria:

0% a 19 % = muy bueno (uso muy bueno de objetos de memoria)

20% a 39% = medianamente bueno (uso medianamente bueno de objetos de memoria)

40% a 59 % = bueno (buen uso de objetos de memoria)

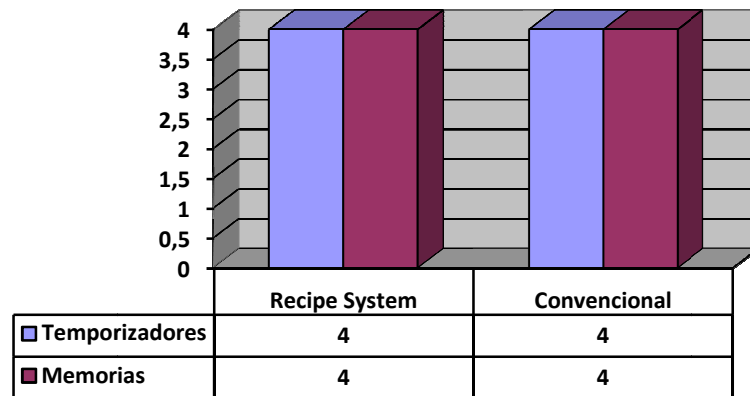
60% a 79 % = Regular (uso regular de objetos de memoria)

80% a 100 % = Malo (mal uso de objetos de memoria)

**Tabla VI.LII: Objetos de Memorias**

| Nº       | Índices      | Recipe System | Valor | Convencional | Valor | Referencia  |
|----------|--------------|---------------|-------|--------------|-------|---|
| 1        | Temporizador | 0             | 4     | 16           | 4     | Anexo B y C<br>Sección<br>Configuración del<br>Hardware |
|          |              | 0 %           |       | 12.5%        |       |   |
| Memorias | 4            | 4             | 18    | 4            |       |   |
|          | 1.56%        |               | 7.03% |              |       |   |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



*Figura VI.60: Objetos de Memorias*

### Análisis

Otro indicador analizado son los objetos de memoria donde Recipe System utiliza 0 temporizadores de 128 en total, con un porcentaje de 0%; por otra parte las memorias utilizadas por Recipe System son 4 de un total de 256 que están a disposición obteniendo un porcentaje de 1.56%; como resultado se ha seleccionado a Recipe Sytem como software idóneo porque ahorra objetos al momento de construir un sistema de recetas.

### 6.8.3. Indicador Uso de Memoria

La evaluación considera los porcentajes mínimos de uso de memoria:

0% a 19 % = muy bueno (uso muy bueno de uso de memoria)

20% a 39% = medianamente bueno (uso medianamente bueno de uso de memoria)

40% a 59 %= bueno (buen uso de uso de memoria)

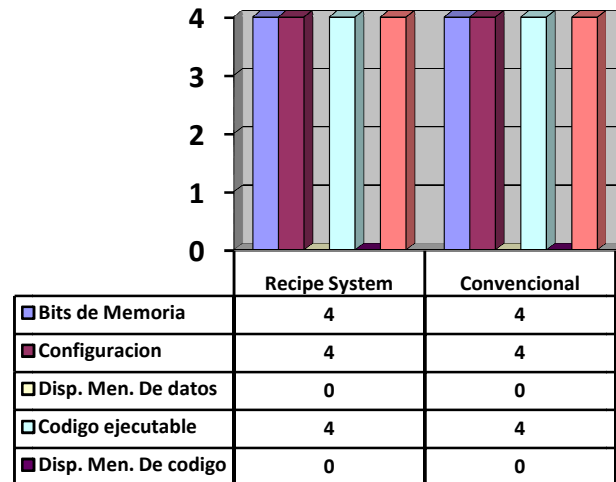
60% a 79 %= Regular (uso regular de uso de memoria)

80% a 100 %= Malo (mal uso de uso de memoria)

**Tabla VI.LIII: Uso de Memorias**

| Nº | Índices                           | Recipe System  | Valor | Convencional   | Valor | Referencia                         |
|----|-----------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|------------------------------------|
| 1  | Bits de memoria                   | 5              | 4     | 18             | 4     | Anexo B y C Sección Uso de memoria |
|    |                                   | 0.1%           |       | 0.1%           |       |                                    |
| 2  | Configuración                     | 394 palabras   | 4     | 423 palabras   | 4     |                                    |
|    |                                   | 11.4%          |       | 12.3%          |       |                                    |
| 3  | Dispositivos de memoria de datos  | 2968 palabras  | 0     | 2935 palabras  | 0     |                                    |
|    |                                   | 86%            |       | 85%            |       |                                    |
| 4  | Código ejecutable                 | 67 palabras    | 4     | 779 palabras   | 4     |                                    |
|    |                                   | 0.4%           |       | 4.8%           |       |                                    |
| 5  | Dispositivos de memoria de código | 16317 palabras | 0     | 15605 palabras | 0     |                                    |
|    |                                   | 99.6%          |       | 95.2%          |       |                                    |
| 6  | Datos ejecutivos                  | 82 palabras    | 4     | 85 palabras    | 4     |                                    |
|    |                                   | 2.4%           |       | 2.5%           |       |                                    |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



**Figura VI.61: Uso de Memorias**

**Análisis**

De acuerdo a los datos presentados por ambos sistemas; se muestra la comparación entre Recipe System y Convencional, los datos obtenidos tiene similar equivalencia con diferencia en el campo de código ejecutable pues al realizar un sistema Convencional tenemos más líneas entre más recetas se quiera disponer, mientras que con Recipe

System minimizamos el aumento de líneas de código, los resultados obtenidos fueron puestos a prueba en el módulo mezclador de líquidos obteniendo varios valores como se muestran en el gráfico anterior; como resultado de las pruebas observamos que Recipe System optimiza las líneas de código para un sistema de recetas para el módulo mezclador (Anexo B y C).

#### 6.8.4. Indicador Programas listas y diagramas

La evaluación considera los porcentajes mínimos de diagramas y símbolos:

0% a 19 % = muy bueno (uso muy bueno de diagramas y símbolos)

20% a 39% = medianamente bueno (uso medianamente bueno de diagramas y símbolos)

40% a 59 % = bueno (buen uso de diagramas y símbolos)

60% a 79 % = Regular (uso regular de diagramas y símbolos)

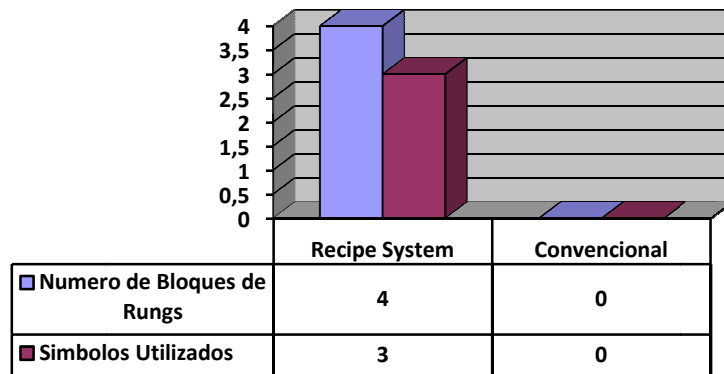
80% a 100 % = Malo (mal uso de diagramas y símbolos)

**Tabla VI.LIV:** *Programas listas y diagramas*

| Nº | Índices                    | Recipe System | Valor | Convencional | Valor | Referencia   |
|----|----------------------------|---------------|-------|--------------|-------|--|
| 1  | Numero de bloques de Rungs | 4             | 4     | 41           | 0     | Anexo B y C<br>Sección Programas y listas de Diagramas, Símbolos |
|    |                            | 8.88%         |       | 91.11%       |       |  |
| 2  | Símbolos utilizados        | 10            | 4     | 46           | 0     |  |
|    |                            | 17.85%        |       | 82.14%       |       |  |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza





*Figura VI.62: Programas listas y diagramas*

### **Análisis**

De los datos obtenidos observamos que al momento de desarrollo de un sistema de recetas para el modulo mezclador de líquidos con Recipe System reducimos la creación de bloques de Rung con 4 a comparación con Convencional que es necesario 41 bloques de Rungs; otro indicador analizado son los símbolos utilizados en el que Recipe System solamente utiliza 10 símbolos a comparación con 46 símbolos utilizados por Convencional (Anexo B y C); como resultado de los análisis podemos decir que el sistema implementado para el modulo mezclador de líquidos como es Recipe System nos ayuda a tener un estándar de sistema para recetas sin tener que realizar modificaciones extensas o crear nuevos bloques de Rungs.

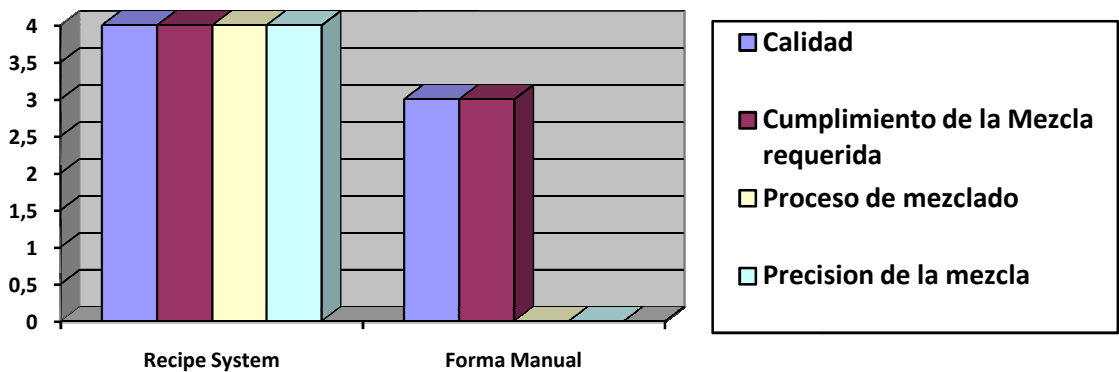
### 6.8.5. Indicador Factor Producto

La evaluación considera los porcentajes mínimos:

**Tabla VI.LV: Factor Producto**

| Nº | Índices                             | Recipe System | Valor | Forma manual        | Valor | Referencia |
|----|-------------------------------------|---------------|-------|---------------------|-------|------------|
| 1  | Calidad                             | Muy bueno     | 4     | Medianamente bueno  | 3     | Anexo F    |
| 2  | Cumplimiento de la mezcla requerida | Si cumple     | 4     | Cumple Parcialmente | 3     |            |
| 3  | Proceso de mezclado                 | Automático    | 4     | Manual              | 0     |            |
| 4  | Precisión de la mezcla              | Si            | 4     | No                  | 0     |            |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



**Figura VI.63: Factor Producto**

#### Análisis

En las pruebas realizadas se obtuvo como resultados en el indicador de calidad, la receta solicitada mediante el procesamiento con nuestro sistema en el módulo mezclador, la calidad del color solicitado tiene mejor densidad por lo que obtuvo la calificación de muy bueno, mientras que de forma manual la calidad varía con respecto a la precisión que tenga el personal al momento de realizar la mezcla, porque el contraste del color no es el mismo con respecto a lo solicitado (Anexos F Sección 1). El cumplimiento mezcla

requerida se basa en el indicador anterior. Para el proceso de mezclado observamos que no necesitamos personal para el mezclado puesto que se lo realiza de forma automática por parte de nuestro sistema. Otro parámetro analizado es la precisión de la mezcla observamos que la precisión que tiene los empleados varia pues se sobrepasaron con 2 a 3 cm<sup>3</sup> variando dependiendo de la cantidad que necesiten; mientras que realizando con nuestro sistema obtenemos cantidades exactas con una precisión requerida (Anexo F Sección 1).

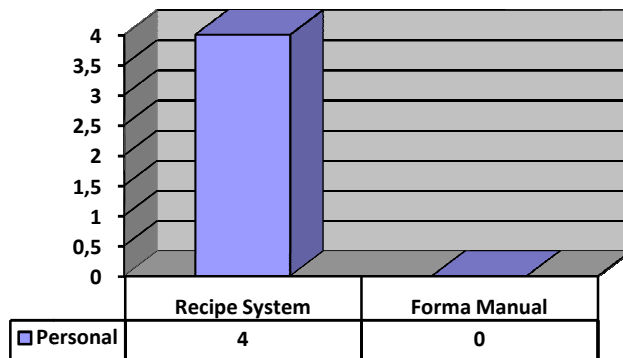
### 6.8.6. Indicador Factor humano

La evaluación considera los porcentajes mínimos:

**Tabla VI.LVI: Factor Humano**

| Nº | Índices                           | Recipe System | Valor | Forma manual | Valor | Referencia |
|----|-----------------------------------|---------------|-------|--------------|-------|------------|
| 1  | Personal necesario para la mezcla | No necesario  | 4     | Necesario    | 0     | Anexo F    |

Elaborado por: Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



**Figura VI.64: Factor Humano**

### **Análisis**

El indicador analizado es el personal que se necesita para la mezcla de líquidos, observamos que no es necesario pues el modulo mediante el sistema implementado realiza todo el proceso de mezcla; además la comparación realizada muestra que nos ahorramos esfuerzos por parte del personal en mezclar la cantidad requerida; el personal solamente intervendría al momento de llenar los envases de colores básicos para la mezcla.

#### **6.8.7. Indicador Factor económico**

Valoración basada en los costos de producción de cuatro recetas (Anexo F Sección costo de producción:

El costo es altamente accesible (menor a \$0.01) = muy bueno

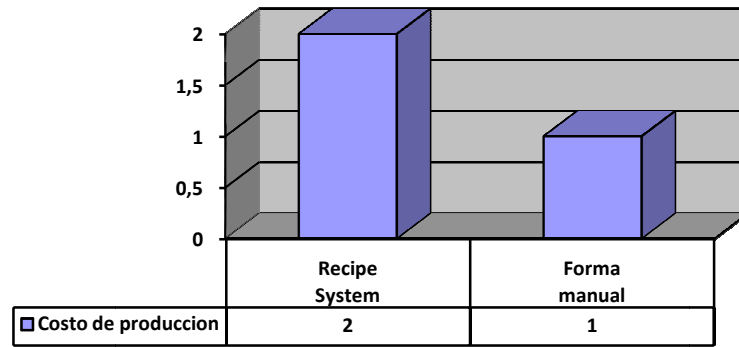
El costo es accesible (mayor a \$0.01 a \$0.10) = bueno

El costo medianamente (mayor a \$0.10) = regula bueno

***Tabla VI.LVII: Factor económico***

| <b>Nº</b> | <b>Índices</b>                      | <b>Recipe System</b> | <b>Valor</b> | <b>Forma manual</b> | <b>Valor</b> | <b>Referencia</b> |
|-----------|-------------------------------------|----------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|
| 1         | Costo de producción para una receta | Bueno                | 4            | Regular             | 2            | Anexo F           |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



*Figura VI.65: Factor económico*

### **Análisis**

El factor económico es muy importante, se ha analizado tomando en cuenta el salario que percibe un trabajador mensualmente; y obtenemos el precio tiene el proceso de mezcla por trabajador y lo calculamos por el número de recetas que puede procesar en un promedio de tiempo que se demora en mezclar; calculado y analizado los valores hemos obtenido (Anexo F Sección 3), que nuestro sistema ahorra totalmente con un valor de \$ 0.0013 centavo de dólar a comparación con \$6 centavos de dólar; es decir el ahorro incrementa mientras se aumente la producción de mezcla de líquidos mediante nuestro modulo mezclador.

### **6.8.8. Indicador Factor tiempo**

Valoración basada en los promedios de los tiempos utilizados para la mezcla de líquidos de cuatro recetas (Anexo F Sección 2 y 3):

El Tiempo es altamente accesible (0 minutos) = muy bueno

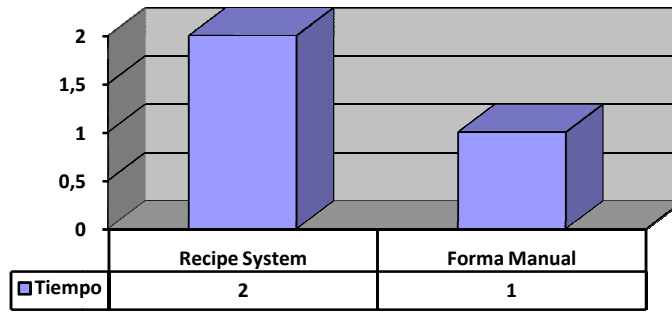
El Tiempo es accesible (0 a 5 minutos) = bueno

El Tiempo medianamente (mayor a 5 minutos) = regular

**Tabla VI.LVIII:Factor tiempo**

| Nº | Índices   | Recipe System | Valor | Forma manual | Valor | Referencia |
|----|---|---------------|-------|--------------|-------|------------|
| 1  | Tiempo en realizar la mezcla para cada una de las recetas | Bueno         | 2     | Regular      | 1     | Anexo F    |

**Elaborado por:** Segundo Sagñay, Victor Chicaiza



**Figura VI.66: Factor tiempo**

**Análisis**

El tiempo que toma en realizar la mezcla en el caso del sistema Recipe System es constante, este valor constante lo hemos determinado porque de esa manera no alteraremos la calidad y textura que es recomendada por el trabajador quien trabaja a diario con la mezcla de colores; además el poseer un mezclador o rotador que agita los líquidos sin variar en su intensidad de mezcla, la diferencia radicara en el tiempo en preparar los colores bases; en el caso de la forma manual de mezclar colores se observa que poseen diversos valores de tiempo porque al momento de procesar una receta la tonalidad no adquiere con facilidad el resultado final, a causa de que algunos casos que la agitación del líquido es insuficiente.

### 6.8.9. Indicador Experiencia

**Tabla VI.LIX:** Análisis cualitativo del juicio de expertos

| EXPERTO                          | Ing. Pablo Montalvo  | Ing. Humberto Matheu  | Ing. Marco Haro.   | Conclusión  |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| <b>PARÁMETRO</b>                 |  |   |  |   |
| Con respecto a la Automatización | En los tiempos modernos y la necesidad de competitividad industrial es necesario que las industrias tengan tecnología de punta en su proceso de fabricación siendo uno de ellas la automatización. | Es un sistema operativo lógico que maneja procesos tiempos y costos.  | Permite optimizar los procesos de producción y mejorar la calidad y seguridad y por ende la productividad  | En base al criterio emitido se concluye que la automatización brinda mejores oportunidades de crecimiento a las empresas.       |
| Con respecto a la mecatrónica    | La mecatrónica nos permite trabajar con elementos mecatrónicos, electrónicos e informáticos integrando en un solo sistema lo que ha permitido el desarrollo industrial.                            | Es una evolución que parte desde un trabajo manual, siguiendo por un sistema automático hasta llegar a sistemas basados en inteligencia artificial. | Actualmente los avances tecnológicos han permitido integrar la mecánica y la electrónica en el control automático en casi todos los ámbitos de la industria. | Se concluye que la mecatrónica brinda la oportunidad de incrementar la calidad y cantidad en la producción de una empresa.      |
| Factor tiempo                    | Es muy importante y necesario en la actualizada ya que esta mejora la productividad  | Si se reduce el tiempo, ya que se integran módulos de selección, representados objetos en un sistema informático.                                   | Definitivamente es el medio que permitirá mejorar los niveles de productividad alcanzando productos a normas de calidad                                      | De acuerdo a la opinión emitida se evidencia claramente la reducción de tiempos de respuesta al utilizar un sistema de recetas. |
| Factor Espacio                   | Si mejora y aumenta la   | Al incrementar la   | Definitivamente se   | Los expertos concluyen que  |

|                                       |  |   |   |   |
|---------------------------------------|--|---|---|---|
| Físico                                | productividad  | producción es necesario utilizar sistemas similares a este para optimizar el espacio físico destinado a la mezcla de líquidos.  | optimizara el tiempo de preparación de las recetas y medios más altos de garantizar la equidad de procesión en las cantidades de cada uno de los componentes del producto final | implementando un sistema de recetas se puede optimizar el espacio físico.   |
| Factor recurso humano                 | Si se reduce el esfuerzo y evita fallas por fatiga y por errores de medición   | Es lógico que el personal humano disminuya y las estadísticas así lo demuestran   | No, el talento humano siempre estará presente para observar y constatar la productividad del proceso.   | Según su criterio no es un objetivo de la automatización reducir el recurso humano, pero es indudable que esto siempre ocurre.  |
| Optimización de la gestión de recetas | Si mejora completamente la calidad y los tiempos de producción   | Este sistema mejora la gestión, ya que el proceso se lo hace de forma automática y la persona únicamente se vuelve un observador de dicho proceso.                      | Si la elaboración de recetas pre calculado disminuirá los tiempos de preparación de cada producto.  | La gestión de inventarios mejora notablemente ya que la posibilidad de cometer errores por una maquina es mínima comparada con una persona.   |
| Implementación de un módulo didáctico | Es necesario tener sistemas modernos y afines a las necesidades industriales que permiten al estudiante tener conocimiento de punta. | Es importante para el aprendizaje de los estudiantes, ya que permite implementar de forma práctica los conocimientos adquiridos en el área de mecatrónica e informática | Siempre la observación y la ejecución practica de un proceso automático mejorara el aprendizaje   | Apoyan la implementación de este tipo de investigaciones, ya que con ello se brinda la oportunidad a los estudiantes de ampliar su conocimiento no solamente en la parte teórica, sino además en la parte práctica. |



### 6.8.9.1. Valoración Cuantitativa

La valoración se hará en base a la siguiente tabla.

**Tabla VI.LX:** *Parámetros de calificación del análisis cuantitativo*

| VARIABLES                     | VALOR |
|-------------------------------|-------|
| Estoy de acuerdo              | 4     |
| Estoy parcialmente de acuerdo | 2     |
| No estoy acuerdo              | 0     |

**Tabla VI.LXI:** *Análisis Cuantitativo del juicio de Expertos*

| EXPERTO  | Ing. Pablo Montalvo | Ing. Humberto Matheu | Ing. Marco Haro. | Valoración |
|--|---------------------|----------------------|------------------|------------|
| PARÁMETRO  |                     |                      |                  |            |
| Con respecto a la Automatización   | 4                   | 4                    | 4                | 12         |
| Con respecto a la mecatrónica  | 4                   | 4                    | 4                | 12         |
| Factor tiempo  | 4                   | 4                    | 4                | 12         |
| Factor Espacio Físico  | 4                   | 4                    | 4                | 12         |
| Factor recurso humano  | 4                   | 2                    | 0                | 6          |
| Optimización de la gestión de mezclado de líquidos y su proceso de producción. | 4                   | 4                    | 4                | 12         |
| Implementación de un módulo didáctico  | 4                   | 4                    | 4                | 12         |

### Análisis

Los datos de las Encuestas se encuentran en el Anexo D.

En las tablas anteriores se refleja los criterios vertidos por los expertos sobre cada uno de los factores que intervienen en la optimización de mezcla de líquidos livianos como son:

**Tiempos de respuesta.-** en el análisis cualitativo se obtuvo una opinión favorable en cuanto a este parámetro se reducirá, y en el análisis cuantitativo se alcanzó una valoración de 12, lo cual refleja que los expertos están completamente de acuerdo que los tiempos de respuestas del sistema de recetas serán menores al utilizar un Scada.

**Espacio Físico.-** del análisis cualitativo y cuantitativo se determinó que los expertos coinciden, en que se optimizara la utilización del espacio físico con la implementación del sistema desarrollado.

**Recursos humanos.-** este es el único parámetro en que no coincidieron completamente los expertos en el análisis cualitativo y cuantitativo, sin embargo en la valoración conjunta de los tres expertos se puede determinar que mediante la implementación de este sistema si se reduce el recurso humano necesario para la operación del mismo.

## **6.9. Comparativa final**

El análisis investigativo se realiza desde 3 ámbitos diferentes con criterios similares; los datos analizados anteriormente de cada uno de los parámetros se puede dar como cumplida la hipótesis planteada por los siguientes motivos:

- Los indicadores analizados: configuración de hardware, objetos de memoria, uso de la memoria, listas y diagramas, son sacados por la necesidad de comprar con otro sistema de recetas de iguales características y así saber si el sistema hecho supera a cualquier otro que pueda presentarse; de los resultados analizados se demuestra que el sistema Recipe System implementado en el módulo mezclador de líquidos optimiza los recursos utilizados para su funcionamiento, tomando en cuenta los valores con menor porcentaje para dicha conclusión.
- Para los indicadores: factor producto, factor humano, factor económico, factor tiempo; están basados principalmente para demostrar la que el sistema de recetas realizado optimiza la producción de la mezcla de líquidos si lo ponemos ya en producción en cualquier empresa dedicada al procesamiento de recetas, como un

ejemplo práctico demostrado con la mezcla de colores; los valores presentados anteriormente en dichos análisis nos demuestran que es óptimo para la producción debido a que reduce costos de sueldos, reduce tiempos de producción de mezclas y finalmente el personal requerido.

- Otro de los indicadores analizados es la experiencia de expertos; gracias al apoyo de los encuestados se ha unificado las valoraciones cualitativas y cuantitativas de las respuestas obtenidas, y da como análisis de los expertos que el sistema de recetas permitirá optimizar la mezcla de líquidos livianos y su producción.

Una vez analizado y resumiendo los datos obtenidos, se da como conclusión final que el sistema implementado de recetas para el modulo mezclador de líquidos optimiza la producción dando como cierta la hipótesis planteada.

## CONCLUSIONES

- Mediante la integración de aplicaciones informáticas y mecatrónicas a la industria, podemos mejorar, incrementar la producción, obteniendo un producto final de calidad.
- Para la selección del sistema se realizó un análisis comparativo de los aspectos más importantes relacionados entre convencionales y Scadas a la presente investigación, como son operaciones del producto, revisión del producto, aprendizaje y aspectos económicos, el puntaje más alto fue conseguido por Lookout, por lo cual fue seleccionado como el sistema más idóneo para la implementación del sistema de recetas para el modulo mezclador de líquidos.
- La metodología de desarrollo de Craig Larman, fue adaptada para cubrir todas las etapas de un proyecto mecatronico, incluyéndose fase de desarrollo e implementación, mecánica, electrónica, y neumática.
- Mediante la utilización de Lookout como software Scada y el protocolo Modbus se puede realizar la comunicación entre un PLC TWDLCAE40DRF y el PC, se desarrolla también un panel Frontal en Lookout, el cual a más de monitoreo permite el control, adquirir, y procesar las receta permitiendo el control de la mezcla de los líquidos de nuestra receta.
- La adquisición de datos en el cual se encuentra la cantidad de líquidos de los recipientes 1 2 y 3 y además la carga los tiempos de mezcla son proporcionados por medio de un archivo de Excel, la misma que permite la interacción entre el Panel de control y el modulo mezclador de líquidos, lo que permite una gran escalabilidad y facilidad de utilización al usuario.

- Con la implementación de un sistema de recetas realizado en scada como es Lookout se reduce el costo si se desea implementar a gran escala, ya que permite realizar el control de forma visual por medio de objetos que simulan el proceso que se está realizando, en lugar de diagrama de contactos en el que debemos estar asignando múltiples memorias lógicas para cada receta que se desea implementar como es Ladder, por lo que se evita el uso de sistemas complejos
- Mediante la implementación del sistema de recetas, de acuerdo al análisis cualitativo y cuantitativo de la comprobación de la hipótesis por juicios de expertos, se determina que los parámetros que optimizan el mezclado de líquidos son: tiempos de respuesta, espacio físico y recursos humanos. Lo cual representa la reducción de los costos de operación y por ende el incremento de utilidades para la empresa.

## RECOMENDACIONES

- Antes de poner en marcha el sistema de recetas, se recomienda verificar que la instalación física del sistema eléctrico, neumático y mecánico, se encuentre de acuerdo a los diseños especificados en el capítulo de desarrollo, para evitar daños en los equipos así como posibles lesiones en las personas que lo manipulan.
- Para futuras proyectos de tesis, estudiar metodologías de desarrollo para proyectos mecatrónicos que se adapten a las características del proyecto, teniendo en cuenta que deberá realizarse modificaciones a dicha metodología, ya que a más de desarrollo de software se integran procesos mecatronicos.
- En caso de que se necesiten realizar modificaciones en el sistema, se recomienda a los técnicos estudiar el capítulo de desarrollo del presente trabajo y a los usuarios leer detenidamente el manual de usuario para una correcta utilización del sistema de recetas.
- Durante todo el proceso de desarrollo, tanto físico como lógico, se vayan realizando pruebas continuas, ya que de esta forma se evita la pérdida de tiempo y se aseguran el éxito del proyecto.

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo, seleccionar, mediante un estudio comparativo entre sistema de programación convencional y SCADA, el sistema más adecuado para el desarrollo e implementación de un sistema de recetas aplicado al módulo mezclador de líquidos livianos, existente en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

La evaluación se realizó entre Ladder como sistema de programación convencional y Lookout como sistema de programación SCADA, se determinó un 75% para Lookout y 56.25% para Ladder, seleccionándose a Lookout como el sistema de programación apropiada para el desarrollo e implementación de un sistema de recetas aplicado al módulo mezclador de líquidos livianos.

Con el estudio realizado, se desarrolló un sistema de recetas, para el módulo mezclador de líquidos del Laboratorio de Automatización Industrial de La EIS, empleando Lookout Development System 5.0, implantado bajo la metodología de desarrollo de software Craig Larman, por su flexibilidad en el orden en que se realizan ciertas tareas, e incluso de no realizar alguna de ellas.

El sistema de recetas implementado para el mezclado de líquidos combina diferentes porciones de líquidos livianos, según las especificaciones establecidas en la receta, el usuario operador escoge una receta a producir, como resultado obtiene un producto final, donde el proceso de producción es monitoreado y controlado.

Se concluyó que, con la implementación del sistema de recetas, se optimizó el proceso de mezclado de líquidos livianos y su producción.

Se recomienda para la correcta instalación y utilización del sistema de recetas se apliquen los manuales técnicos y de usuario adjuntos en este proyecto de investigación.

## **SUMMARY**

We conducted a comparative study between conventional programming system and SCADA for a development and implementation of a system applied to the mixer module recipes of light fluid existing in the Industrial Automation Laboratory School Engineering Systems ESPOCH.

The evaluation was conducted from ladder as conventional programming, it was determined a 75.00% for Lookout, 56.25 for Ladder, Lookout was selected as the programming system appropriate for the development and implementation of as system applied to the module recipes of light fluid mixer.

In the study, developed a recipe system for the liquid mixer module Industrial Automation Laboratory of the EIS, using Lookout Development System 5.0, implanted under the software development methodology Craig Larman, by flexibility in the order in which they perform certain tasks, and even not to make any them.

The implemented system recipes for mixing different blends liquid lots of lighter fluid, according to the specifications in the recipe, operator user chooses a recipe to produce, as a result get a final product where the production process is monitored and controlled.

With the implementation of prescribing system was optimized mixing process lighter fluid and its production.

It is recommended for proper installation and use of prescription system applied technical manuals and user attachments in this research project.



## **GLOSARIO**

### **COM (Component Object Model)**

Proporciona un mecanismo para permitir la comunicación entre objetos de una aplicación o entre distintos procesos, proporcionando mecanismos para que un objeto pueda mostrar su funcionalidad a través de una interfaz.

### **OPC (OLE par el control de Procesos)**

OPC es la forma abreviada de “OLE for Process Control” y significa tecnología OLE para el control de procesos. OC es un interfaz estándar basada en los requerimientos de la tecnología OLE/COM y DCOM de Microsoft, que facilita el intercambio de datos en forma estandarizada y simple entre aplicaciones de control y automatización, entre dispositivos y sistemas de campo y entre aplicaciones administrativas y de oficina.

### **AUTOMATIZACIÓN**

Automatización es la tecnología que trata de la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción.

### **GRAF CET**

Grafcet permite representar gráficamente y de forma estructurada el funcionamiento de una operación secuencial. Método analítico que divide cualquier sistema de control secuencial en una serie de pasos a los que se asocian acciones, transiciones y condiciones.

### **LENGUAJE LADDER**

Programa escrito en lenguaje Ladder compuesto por una representación gráfica de instrucciones de un programa de controlador con símbolos para contactos, bobinas y bloques en una serie de escalones ejecutados de forma secuencial por un controlador.

## **MODBUS**

Protocolo industrial de comunicaciones Modbus apareció en 1979 y fue desarrollado por la Gould Modicon ahora AEG Schneider Automation, para transmitir y recibir datos de control entre los controladores PLC y el computador.

## **PLC**

Los controladores lógicos programables o PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés), son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial, están diseñados para controlar en tiempo real procesos secuenciales en un medio industrial. Su manejo y programación puede ser realizada por personal electricista, electrónico o de instrumentación, son conocimientos de informática.

# ANEXOS

*Anexo A: Evaluación de parámetros requeridos*

*Anexo B: Detalles técnicos sistema Convencional.*

*Anexo C: Detalles técnicos del sistema Recipe System.*

*Anexo D: Recolección de información*

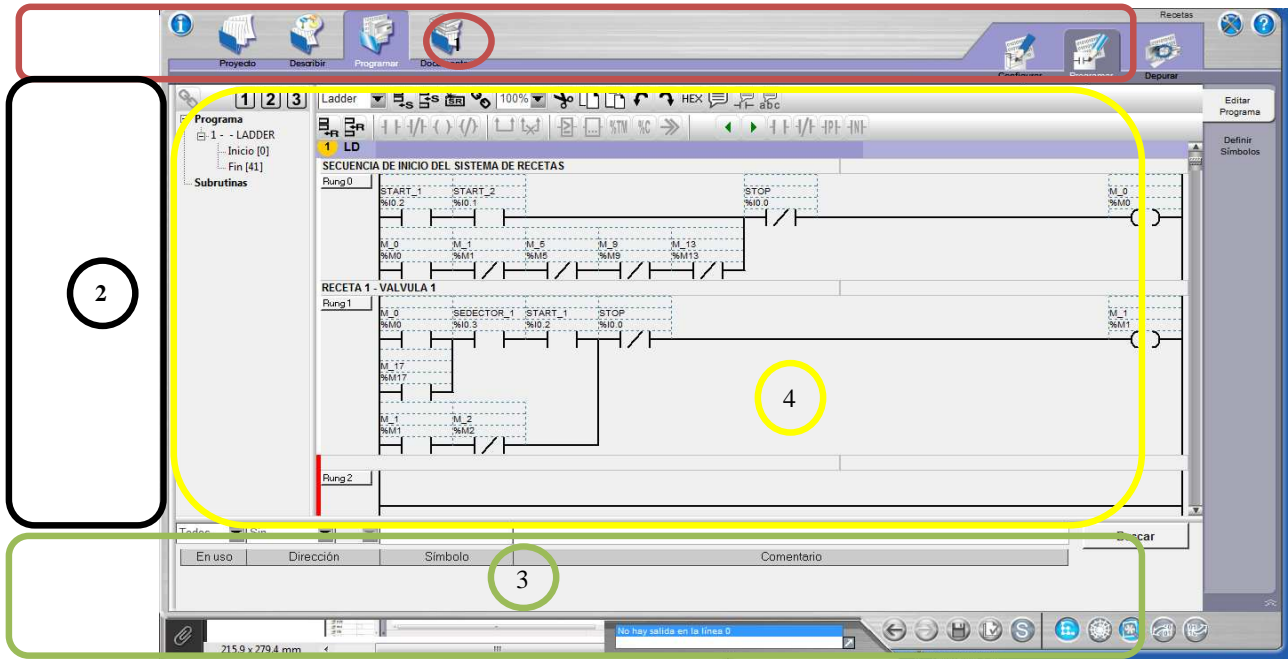
*Anexo E: Manual de Usuario*

*Anexo F: Mezcla de líquidos*



**Anexo A:** *Análisis y Evaluación de parámetros  
requeridos*

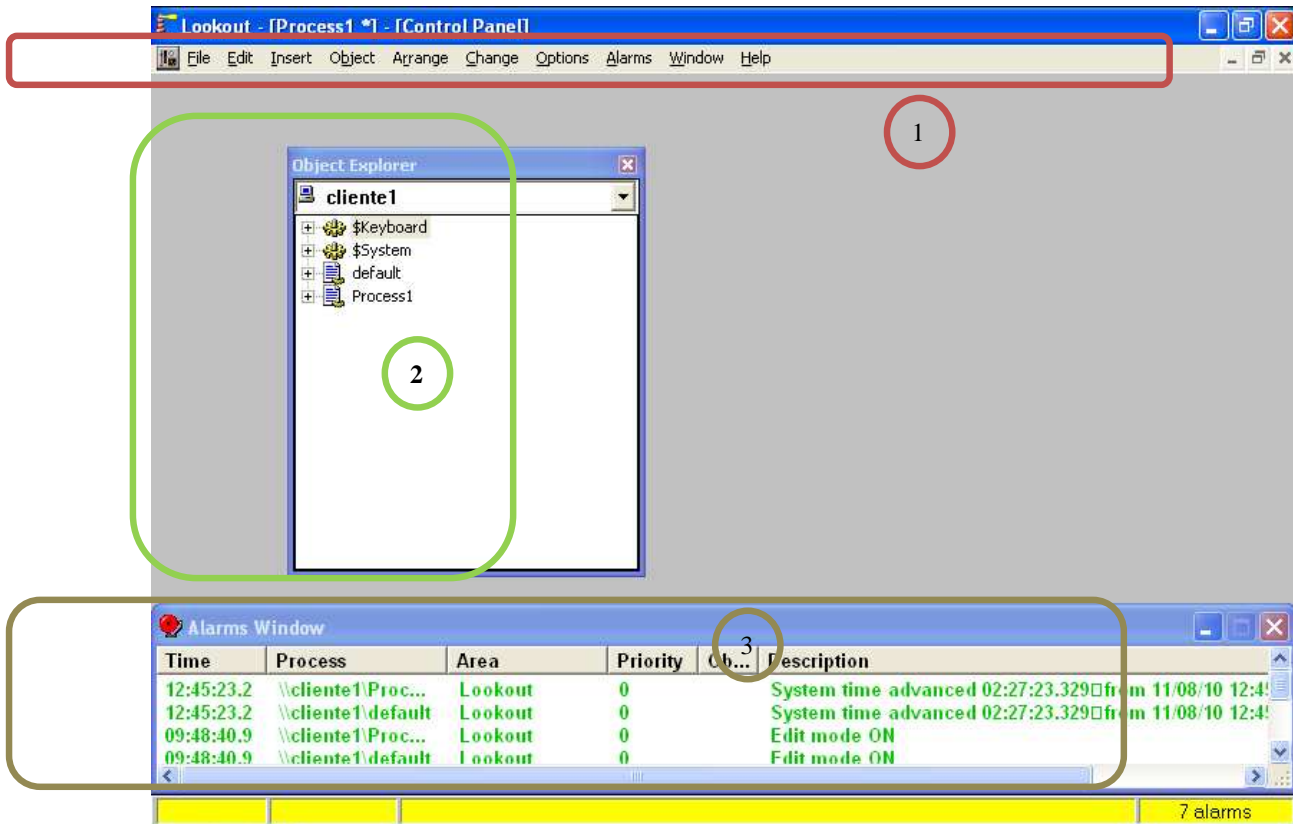
## Sección 1: Personalización Menús



*Ilustración 1: Interfaz TwidoSuite 2.20*

| Áreas | Descripción   |
|-------|---|
| 1     | Contiene secciones como:<br>Proyecto: datos informativos del proyecto<br>Describir: módulos físicos que estamos utilizando<br>Programar: donde realizamos el sistema utilizando Ladder<br>Documentar: donde obtenemos datos informativos de nuestro proyecto<br>Configurar: configuramos el comportamiento de nuestro.<br>Programar: realizamos el programa utilizando los valores.<br>Depurar: donde ponemos en ejecución nuestro programa realizado |
| 2     | Contiene la división de nuestro sistema donde podemos navegar por nuestro código desde el inicio hasta el final.  |
| 3     | Contiene secciones en el que podemos guardar, verificar que no tenga errores, buscar.   |
| 4     | Donde se desarrolla todo el programa.   |

## Sección 2: Personalización Menús



*Ilustración 2: Interfaz Lookout 5.0*

| Áreas | Descripción  |
|-------|--|
| 1     | <p>Contiene secciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>File: donde podemos administrar de forma completa nuestro proyecto</li> <li>Edit: todas la funcionalidades para modificar nuestro proyecto</li> <li>Insert: todas las funciones propias Lookout</li> <li>Object: administración de objetos de Lookout</li> <li>Arrange: formato del contenido.</li> <li>Change: cambiar atributos a los objetos creados.</li> <li>Options: poder configurar nuestro proyecto con los objetos físicos.</li> <li>Alarms: gestión de errores que puede tener nuestro proyecto.</li> <li>Windows: administración de proyectos por medio de ventanas.</li> <li>Help: ayudas para el usuario o desarrollador</li> </ul> |
| 2     | Administración de los objetos creados en nuestro proyecto; parte principal y muy importante que le diferencia de las anteriores.   |
| 3     | Nos indica el estado en que se encuentra nuestro proyecto; además muestra los errores que pueden contener de forma detallada y óptima.   |

### Sección 3: Personalización objetos

| Tipo   | Descripción  |
|--|--|
|    | Agregar una sección<br>Insertar una sección<br>Crear una subrutina   |
|    | Dividir en dos secciones<br>Tamaño de vista  |
|    | Cortar<br>Copiar<br>Pegar  |
|    | Cancelar cambios<br>Restablecer modificaciones<br>Mostrar hexadecimal o decimal  |
|    | Ver/ocultar comentario de rung<br>Ver/ocultar comentarios<br>Ver/ocultar símbolos  |
|   | Agrega una nueva red<br>Inserta una nueva red  |
|  | Contacto abierto<br>Contacto cerrado<br>Bobina<br>Bobina Inversa   |
|  | Insertar nueva conexión<br>Eliminar la conexión  |
|  | Bloque de comparación<br>Temporizadores<br>Contadores  |
|  | Paleta anterior<br>Paleta siguiente<br>Contacto normalmente abierto<br>Contacto cerrado<br>Contacto de flanco ascendente<br>Contacto de flanco descendente |



## Sección 4: Personalización objetos

Lookout posee 56 objetos que cada uno cumple con su funcionalidad [12]. Detallamos los 7 más importantes que utilizamos para la elaboración de recetas:

| Clases de objetos                | Categoría             | Descripción  |
|----------------------------------|-----------------------|--|
| SEQUENCER<br>(Secuenciador)      | Control               | Crea un objeto secuenciador que genera una secuencia de estados en salidas asociadas. El secuenciador permanecerá en el estado actual hasta que se alcanza el límite de tiempo de ese estado o hasta una instrucción Goto o Jump. Causa que la entrada haga una transición a otro estado.  |
| RECIPE<br>(Receta de Objetos)    | Control<br>Exhibición | Crea un sistema de recetas en un uso de hoja de cálculo tal como Microsoft EXCEL e importa una receta para permitir que el usuario seleccione una receta particular. La receta permite cualquier cantidad de ingredientes; cada columna en la hoja de cálculo representa un ingrediente específico.  |
| Spreadsheet<br>(Hoja de Cálculo) | Registro              | Registra permanentemente datos al disco duro en archivos del tipo CSV de hojas de cálculo con estándar del tipo valores separados por coma (.csv).<br>Especifica qué variable muestrea en cada columna e configura un disparador lógico que registre el sistema de datos cada vez el disparador se hace ON o registra datos en intervalos especificados de tiempo. |
| Pushbutton<br>(Botón)            | Control<br>Exhibición | Crea un botón momentáneo para navegar entre los paneles de control dentro Lookout, o para iniciar cualquier otra acción, tal como ejecutar una aplicación externa, o enclavar una bomba ON u OFF.  |
| Animator<br>(Animador)           | Exhibición            | Anima o coloca en movimiento archivos de gráficos dinámicamente con cualquier combinación de movimiento horizontal y vertical, cambiando tamaño, visibilidad y cambios de color. Muestra imágenes consecutivas de fotos en BITMAP para simular movimientos complejos en la pantalla.   |
| Integral<br>(Integral)           | Cálculo,<br>Control   | Totaliza una señal de entrada numérica que represente una tasa con respecto a tiempo, especificando la unidad de tiempo. Totaliza el flujo basado en un caudal medido es un uso típico de integral.  |
| Modbus                           | Driver                | Se comunica con cualquier aparato que permita protocolos seriales Modbus, que tenga un puerto Modbus o tenga un módulo Ethernet. Modbus necesita usar la tarjeta de red y el software adecuado que se instalará en la computadora. El protocolo serial se comunica a través de protocolos ASCII y RTU.   |

---

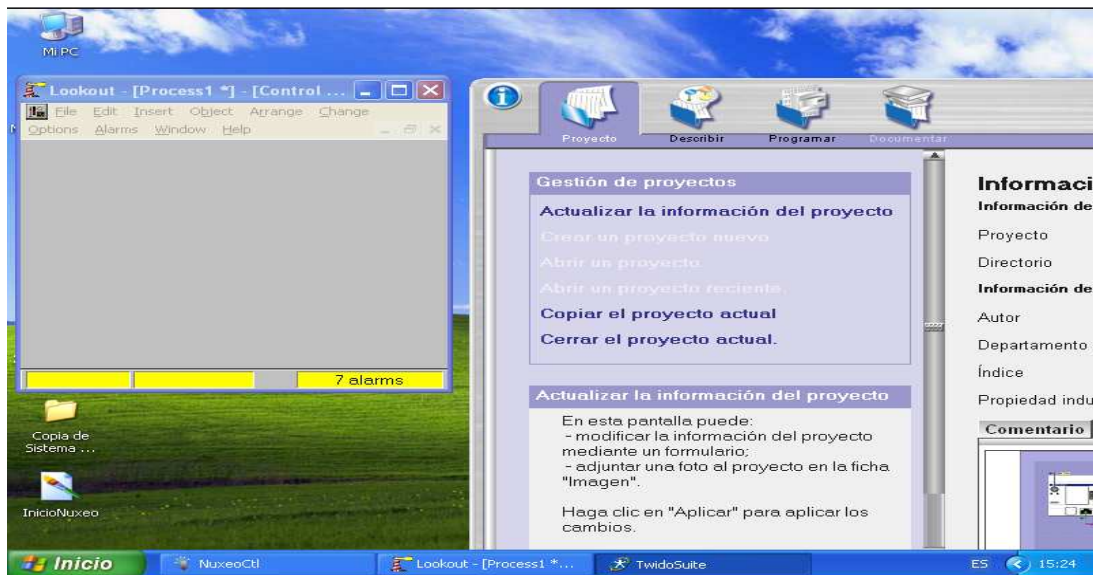
12 Mayor información:

<http://translate.google.com.ec/translate?u=http%3A%2F%2Fglobal.wonderware.com%2FEN%2FPages%2FWonderwareHMISCADA.aspx&sl=en&tl=es&hl=&ie=UTF-8>

## Sección 5: Software compatible

| Tipo    | Descripción  |
|---------|--|
| Lookout | Es compatible con todas las versiones de Windows para encontrar información de los detalles técnicos: <a href="http://www.ni.com/pdf/products/us/4msw131-132.pdf">http://www.ni.com/pdf/products/us/4msw131-132.pdf</a><br>Al tener instalado previamente software como es Office, Herramientas de multimedia (Windows media player), Visual Studio 2008, Herramientas de diseño gráfico (Adobe Flash Cs4) no existe ninguna incompatibilidad.   |
| Ladder  | Es compatible con todas las versiones de Windows para encontrar información de los detalles técnicos: <a href="http://imagenes.mailxmail.com/cursos/pdf/controladores-logicos-programables-7400.pdf">http://imagenes.mailxmail.com/cursos/pdf/controladores-logicos-programables-7400.pdf</a><br>Al tener instalado previamente software como es Office, Herramientas de multimedia (Windows media player), Visual Studio 2008, Herramientas de diseño gráfico (Adobe Flash Cs4) no existe ninguna incompatibilidad. |

En la figura siguiente muestra la forma como pueden coexistir varios sistemas



*Ilustración 3: Coexistencia entre programas*

## Sección 6: Uso de recurso hardware

Los valores obtenidos son capturados por la opción de Administrador de tareas que es parte del sistema operativo Windows Xp.

| Software | Datos obtenidos |             |          | Calificación                 |
|----------|-----------------|-------------|----------|------------------------------|
|          | Procesador      | Memoria RAM | Promedio | Recursos mínimos de Hardware |
| Lookout  | 87%             | 45%         | 66%      | 1                            |
| Ladder   | 59%             | 41%         | 50%      | 2                            |

La evaluación considera los porcentajes de recursos mínimos:

| Porcentaje % | Calificación       | Valor |
|--------------|--------------------|-------|
| <20          | Muy bueno          | 4     |
| >= 20 y <40  | Medianamente bueno | 3     |
| >=40 y <=60  | Bueno              | 2     |
| >= 60 y <80  | Regular            | 1     |
| >=80 y <=100 | Malo               | 0     |

## Sección 7: Facilidad de uso

La evaluación se considera de la siguiente manera:

| Valor | Calificación       |
|-------|--------------------|
| 0     | Muy difícil        |
| 1     | Difícil            |
| 2     | Medianamente fácil |
| 3     | Fácil              |
| 4     | Muy fácil          |

## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Encuesta de Evaluación facilidad de uso

**Objetivo:** La presente encuesta se realiza con la finalidad de determinar el nivel facilidad de uso que se puede obtener en los sistemas **Ladder** y **Lookout**.

Por favor complete la encuesta cuidadosamente y señale sus respuestas con una “X” en la respuesta apropiada.

**Nombre:**

**Profesión:**

1. ¿Considera usted que al abrir el software por primera vez, la función que cumple el mismo fue?

**Ladder**

- Incomprensible( )
- Medianamente incomprensible( )
- Comprensible( )
- Medianamente comprensible( )
- Muy comprensible( )

**Lookout**

- Incomprensible( )
- Medianamente incomprensible( )
- Comprensible( )
- Medianamente comprensible( )
- Muy comprensible( )

2. ¿Según los servicios de ayuda y realimentación en línea son?

**Ladder**

- Malo( )
- Regular( )
- Bueno( )
- Muy Bueno( )
- Excelente( )

**Lookout**

- Malo( )
- Regular( )
- Bueno( )
- Muy Bueno( )
- Excelente( )

3. ¿Luego de utilizar la herramienta su nivel de satisfacción es?

**Ladder**

- Malo( )
- Regular( )
- Bueno( )
- Muy Bueno( )
- Excelente( )

**Lookout**

- Malo( )
- Regular( )
- Bueno( )
- Muy Bueno( )
- Excelente( )

4. ¿Los iconos y colores de las herramientas que conforman la interfaz indican las acciones que realizan?

**Ladder**

- No( )
- Pocas herramientas( )
- Algunas herramientas( )
- La mayoría de herramientas( )
- Todas las herramientas( )

**Lookout**

- No( )
- Pocas herramientas( )
- Algunas herramientas( )
- La mayoría de herramientas( )
- Todas las herramientas( )

5. ¿Considera usted que el manejo del software es?

**Ladder**

- Muy difícil( )
- Difícil( )
- Fácil( )
- Muy Fácil( )

**Lookout**

- Muy difícil( )
- Difícil( )
- Fácil( )
- Muy Fácil( )

Los resultados obtenidos son los siguientes:

| Pregunta  | Ladder | Lookout |
|---|--------|---------|
| ¿Considera usted que al abrir el software por primera vez, la función que cumple el | 3/5    | 3/5     |

|  |                        |                        |
|--|------------------------|------------------------|
| mismo fue?   | 0                      | 0                      |
| -Incomprensible( )   | 0                      | 0                      |
| -Medianamente incomprensible( )  | 4                      | 10                     |
| -Comprensible( )   | 12                     | 3                      |
| -Medianamente comprensible( )  | 0                      | 0                      |
| -Muy comprensible( )   |                        |                        |
| ¿Según los servicios de ayuda y realimentación en línea son?   | 3/5                    | 3/5                    |
| -Malo( )   | 0                      | 0                      |
| -Regular( )  | 0                      | 0                      |
| -Bueno( )  | 6                      | 10                     |
| -Muy Bueno( )  | 9                      | 3                      |
| -Excelente( )  | 0                      | 0                      |
| ¿Luego de utilizar la herramienta su nivel de satisfacción es?   | 2/5                    | 3/5                    |
| -Malo( )   | 0                      | 0                      |
| -Regular( )  | 0                      | 0                      |
| -Bueno( )  | 10                     | 6                      |
| -Muy Bueno( )  | 3                      | 9                      |
| -Excelente( )  | 0                      | 0                      |
| ¿Los iconos y colores de las herramientas que conforman la interfaz indican las acciones que realizan? | 2/5                    | 3/5                    |
| -No( )   | 0                      | 0                      |
| -Pocas herramientas( )   | 8                      | 10                     |
| -Algunas herramientas( )   | 6                      | 3                      |
| -La mayoría de herramientas( )   | 0                      | 0                      |
| -Todas las herramientas( )   |                        |                        |
| ¿Considera usted que el manejo del software es?  | 3/5                    | 3/5                    |
| -Muy difícil( )  | 0                      | 0                      |
| -Difícil( )  | 0                      | 0                      |
| -Fácil( )  | 18                     | 18                     |
| -Muy Fácil( )  | 0                      | 0                      |
| <b>RESULTADO</b>   | 3/5 Medianamente fácil | 3/5 Medianamente fácil |

## Sección 8: Compatibilidad

La compatibilidad entre las herramientas está detallada de la siguiente manera:

| Tipo    | Descripción   |
|---------|---|
| Lookout | <p>Fuente: <a href="http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522">http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522</a></p> <p>De lo investigado por la referencia anterior Lookout no tiene herramientas diferentes fuera de su misma línea donde pueda abrir sus archivos. Lookout al momento de abrir sus archivos busca con extensión l4p, lks.</p>  |
| Ladder  | <p>Fuente: <a href="http://www.instrumentacionycontrol.net/es/curso-completo-de-plcs/110-capitulo-5-conociendo-el-lenguaje-en-escalera-ladder-en-los-plcs.html">http://www.instrumentacionycontrol.net/es/curso-completo-de-plcs/110-capitulo-5-conociendo-el-lenguaje-en-escalera-ladder-en-los-plcs.html</a></p> <p>La investigación anterior nos muestra que los archivos realizados con Ladder en su mayor parte se puede abrir con otras herramientas que se detalla a continuación:</p> |

- Allen-Bradley with DF1
- Allen-Bradley with Ethernet/IP
- Schneider Momentum/Quantum with MODBUS
- Schneider TSX Premium & Micro with UniTelWay
- Schneider TWIDO with MODBUS/RTU
- Wago I/O modules with MODBUS
- Siemens S7-200 with PPI and S7-300/400 using ISOTCP
- Omron CJ and CS with FINS TCP/UDP and FINS Hostlink

Son herramientas que soportan Ladder, además los componentes básicos como son las memorias, entradas y salidas, deben estar correctamente configurados.

La valoración se basa en relación a la posibilidad de software de abrir y/o editar un diseño en otro programa con similares funcionalidades de la suite en competencia, en base a la siguiente valoración:

| Descripción   | Calificación | Valor |
|---|--------------|-------|
| Es compatible con otros software de similares características   | SI           | 4     |
| No es compatible con otro software de similares características | NO           | 0     |

| Software | Calificación   |       |
|----------|----------------|-------|
|          | Compatibilidad | Valor |
| Lookout  | No             | 1     |
| Ladder   | Si             | 4     |

## Sección 9: Control de usuario

Los detalles de los controles de usuarios esta dado de la siguiente manera:

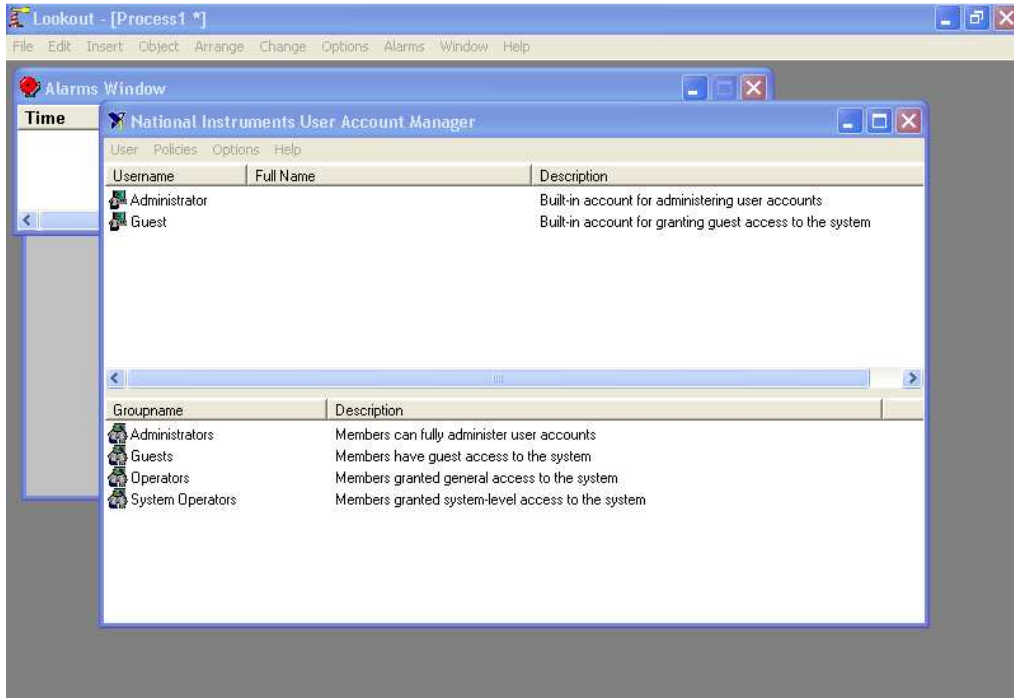
| Tipo    | Descripción   |
|---------|---|
| Lookout | <p>Fuente: <a href="http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522">http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522</a></p> <p>Integración con otras aplicaciones: Base de datos, PLC, etc</p> <p>Tipo de enlace: SQL</p> <p>Lenguajes de programación: Propio</p>   |
| Ladder  | <p>Fuente: <a href="http://www.global-download.schneider-electric.com/85257563005C5CC2/all/852566B70073220C85256EFA005F16A9/\$File/31004676_k01_001_02.pdf">http://www.global-download.schneider-electric.com/85257563005C5CC2/all/852566B70073220C85256EFA005F16A9/\$File/31004676_k01_001_02.pdf</a></p> <p>Integración con otras aplicaciones: No dispone</p> <p>Tipo de enlace: propio</p> <p>Lenguajes de programación: propio</p> |

La valoración se basa en el soporte de controles que ofrecen Lookout y Ladder y las ventajas de desventajas:

| Descripción   | Calificación       | Valor |
|---|--------------------|-------|
| Soporte integración con otras aplicaciones, tipo de enlace, lenguajes de programación | Muy bueno          | 4     |
| Soporte integración con otras aplicaciones, tipo de enlace                            | Medianamente bueno | 3     |
| Soporte integración con otras aplicaciones, tipo de enlace, lenguajes de programación | Bueno              | 2     |
| Tipo de enlace, lenguajes de programación   | Regular            | 1     |
| No tiene soporte para integración   | Malo               | 0     |

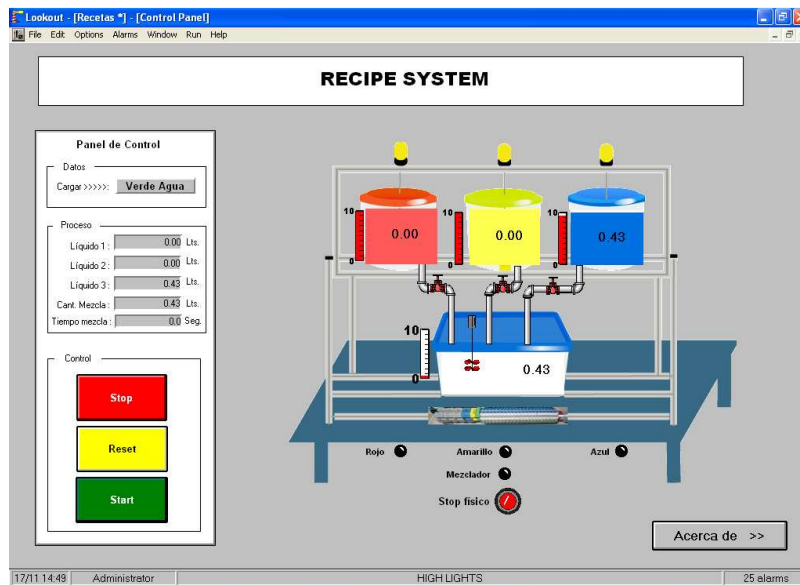
| Software | Calificación       |       |
|----------|--------------------|-------|
|          | Control de Usuario | Valor |
| Lookout  | Medianamente bueno | 3     |
| Ladder   | Malo               | 0     |

## Seguridades



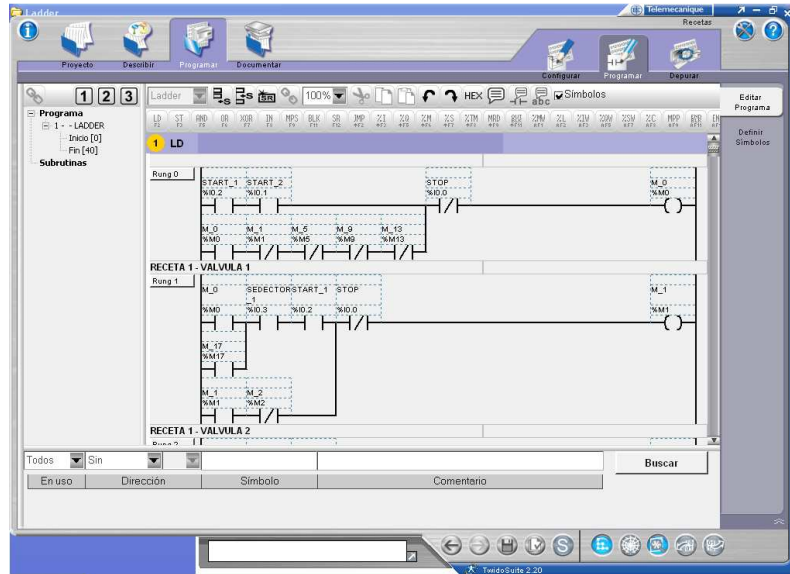
*Ilustración 4: Seguridades para el sistema*

**Visualización**



*Ilustración 5: Visualización en Lookout*





**Ilustración 6:** Visualización en Ladder

**Sección 10: Aspectos Económicos**

Los detalles de los controles de usuarios esta dado de la siguiente manera:

| Tipo    | Descripción  |
|---------|--|
| Lookout | <p>Fuente: <a href="http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522">http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12522</a></p> <p>Versión completa: \$ 14,960.00<br/> Mantenimiento del sistema anual: \$ 2,310.00<br/> Personalización: \$ 0 no contiene gastos de personalización</p>  |
| Ladder  | <p>Fuente: <a href="http://www.global-download.schneider-electric.com/85257563005C5CC2/all/852566B70073220C85256EFA005F16A9/\$File/31004676_k01_001_02.pdf">http://www.global-download.schneider-electric.com/85257563005C5CC2/all/852566B70073220C85256EFA005F16A9/\$File/31004676_k01_001_02.pdf</a></p> <p>Versión completa: 0 solamente se gasta en IDEs que soporten Ladder<br/> Mantenimiento del sistema anual: 0<br/> Personalización: 0</p> |

La valoración de los costo de software disponibles en el mercado [13]. se basa en el soporte de controles que ofrecen Lookout y Ladder y las ventajas de desventajas:

| Descripción                                  | Calificación       | Valor |
|--|--------------------|-------|
| El costo es altamente accesible(\$200-400\$) | Muy bueno          | 4     |
| El costo es accesible (\$400-\$600)          | Medianamente bueno | 3     |
| El costo medianamente accesible(\$600-\$100) | Bueno              | 2     |
| El costo no es accesible (\$1000-.....)      | Regular            | 1     |

13 <http://www.buscape.com.mx/software-aplicativos--pgl.html?kw=aviso,06-10-2007>

| <b>Software</b> | <b>Calificación</b> |                      |                        |              |
|-----------------|---------------------|----------------------|------------------------|--------------|
|                 | <b>Licencia</b>     | <b>Mantenimiento</b> | <b>Personalización</b> | <b>Valor</b> |
| Lookout         | Regular             | Regular              | Muy bueno              | 1            |
| Ladder          | Muy bueno           | Medianamente bueno   | Regular                | 4            |

**Anexo B: Manual con detalles técnicos Ladder**

# TwidoSuite Recetas



---

**Información sobre el proyecto**

---

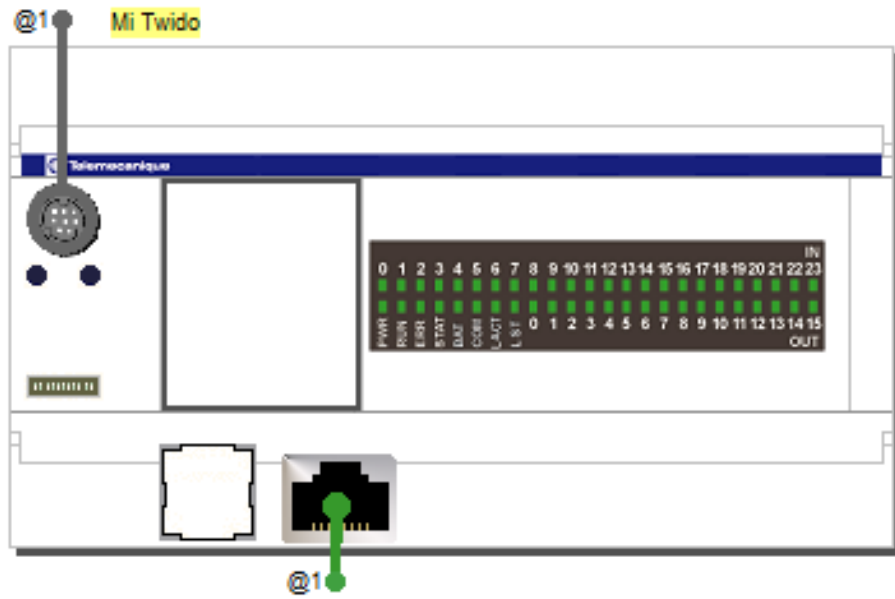
Impreso el 01/12/2010  
Autor Departamento Índice  
Propiedad Industrial  
Comentario

---

---

**Cronología**

---



# Propiedades

---



## Nomenclatura

| Familia | Referencia   | Cantidad |
|---------|--------------|----------|
| Twido   | TWDLCAE40DRF | 1        |

## Configuración del hardware

### Base

---

TWDLCAE40DRF

## Configuración objetos de memoria:

### Configuración del temporizador(% TM)

| Uso | % TM  | Símbolo | Tipo | Ajustable | Base de tiempo | Preselección |
|-----|-------|---------|------|-----------|----------------|--------------|
| Sí  | %TM1  | T_1     | TON  | Sí        | 1s             | 5            |
| Sí  | %TM2  | T_2     | TON  | Sí        | 1s             | 4            |
| Sí  | %TM3  | T_3     | TON  | Sí        | 1s             | 5            |
| Sí  | %TM4  | T_4     | TON  | Sí        | 1s             | 5            |
| Sí  | %TM5  | T_5     | TON  | Sí        | 1s             | 3            |
| Sí  | %TM6  | T_6     | TON  | Sí        | 1s             | 2            |
| Sí  | %TM7  | T_7     | TON  | Sí        | 1s             | 1            |
| Sí  | %TM8  | T_8     | TON  | Sí        | 1s             | 4            |
| Sí  | %TM9  | T_9     | TON  | Sí        | 1s             | 6            |
| Sí  | %TM10 | T_10    | TON  | Sí        | 1s             | 6            |
| Sí  | %TM11 | T_11    | TON  | Sí        | 1s             | 3            |
| Sí  | %TM12 | T_12    | TON  | Sí        | 1s             | 4            |
| Sí  | %TM13 | T_13    | TON  | Sí        | 1s             | 4            |
| Sí  | %TM14 | T_14    | TON  | Sí        | 1s             | 3            |
| Sí  | %TM15 | T_15    | TON  | Sí        | 1s             | 2            |
| Sí  | %TM16 | T_16    | TON  | Sí        | 1s             | 2            |

### Bits de memoria(% M)

| Uso | % M  | Símbolo | Asignado |
|-----|------|---------|----------|
| Sí  | %M0  | M_0     | Sí       |
| Sí  | %M1  | M_1     | Sí       |
| Sí  | %M2  | M_2     | Sí       |
| Sí  | %M3  | M_3     | Sí       |
| Sí  | %M4  | M_4     | Sí       |
| Sí  | %M5  | M_5     | Sí       |
| Sí  | %M6  | M_6     | Sí       |
| Sí  | %M7  | M_7     | Sí       |
| Sí  | %M8  | M_8     | Sí       |
| Sí  | %M9  | M_9     | Sí       |
| Sí  | %M10 | M_10    | Sí       |
| Sí  | %M11 | M_11    | Sí       |
| Sí  | %M12 | M_12    | Sí       |
| Sí  | %M13 | M_13    | Sí       |
| Sí  | %M14 | M_14    | Sí       |
| Sí  | %M15 | M_15    | Sí       |
| Sí  | %M16 | M_16    | Sí       |
| Sí  | %M17 | M_17    | Sí       |

### Configuración de los objetos externos Comm

### Configuración de los objetos externos Drive

### Configuración de los objetos externos Tesys

### Configuración de los objetos externos Advantys OTB

## Usodememoria

### Estadísticasdeutilizacióndelamemoria

---

#### Datosdelusuario

|                           |                       |       |
|---------------------------|-----------------------|-------|
| Bitsdememoria             | :18Bits               |       |
|                           | 0.1%Palabrasdememoria |       |
|                           | :0Palabras            | 0.0%  |
| Copiadeseguridadrealizada | :???                  |       |
| RAM=EEPROM                | :???                  |       |
| Constantes                | :0Palabras            |       |
|                           | 0.0%Configuración     |       |
|                           | :423Palabras          | 12.3% |
| Disp.Mem.Datos            | :2935                 | 85.0% |
|                           | Palabras              |       |

#### Programadeaplicación

|                  |                    |          |
|------------------|--------------------|----------|
| Códigoejecutable | :779Palabras       | 4.8%Dato |
| sdeprograma      | :4Palabras         |          |
|                  | 0.1%cambiosenlínea |          |
|                  | :0Palabras         | 0.0%     |
| Disp.Mem.código  | :15605             | 95.2%    |
|                  | Palabras           |          |

#### Otros

|                 |             |      |
|-----------------|-------------|------|
| Datosejecutivos | :85Palabras | 2.5% |
|-----------------|-------------|------|



## Configurar el comportamiento

### Niveles funcionales

#### Gestión de los niveles funcionales

---

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Gestión: | Automático          |
| Nivel:   | Lo más alto posible |

### Modo de exploración

#### Modo de exploración

---

|               |        |
|---------------|--------|
| Modo:         | Normal |
| Duración(ms): | -      |

#### Watchdog

---

|               |     |
|---------------|-----|
| Duración(ms): | 250 |
|---------------|-----|

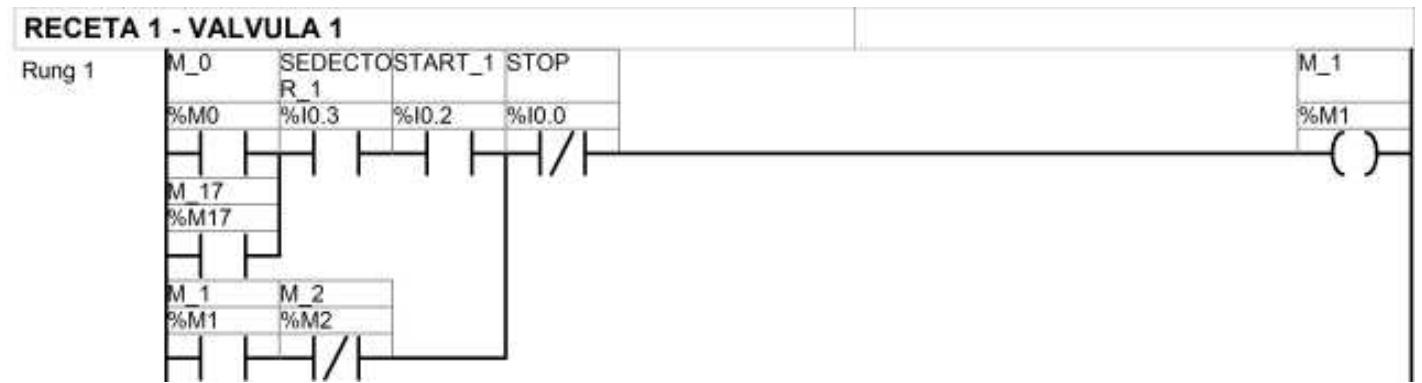
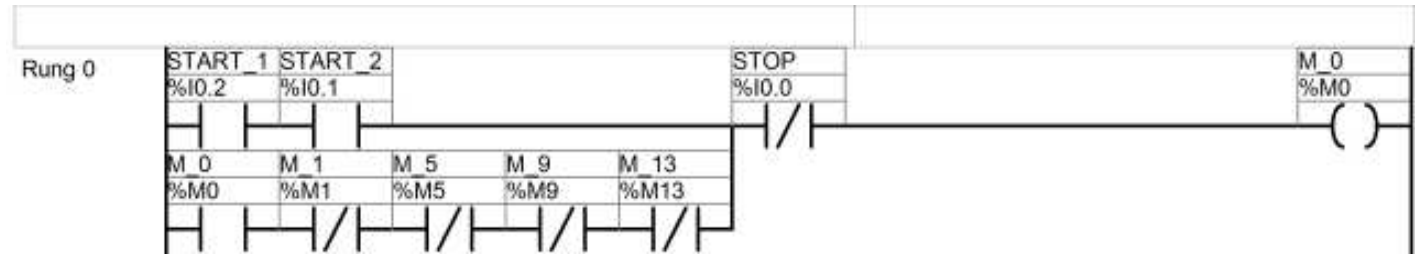
#### Evento periódico

---

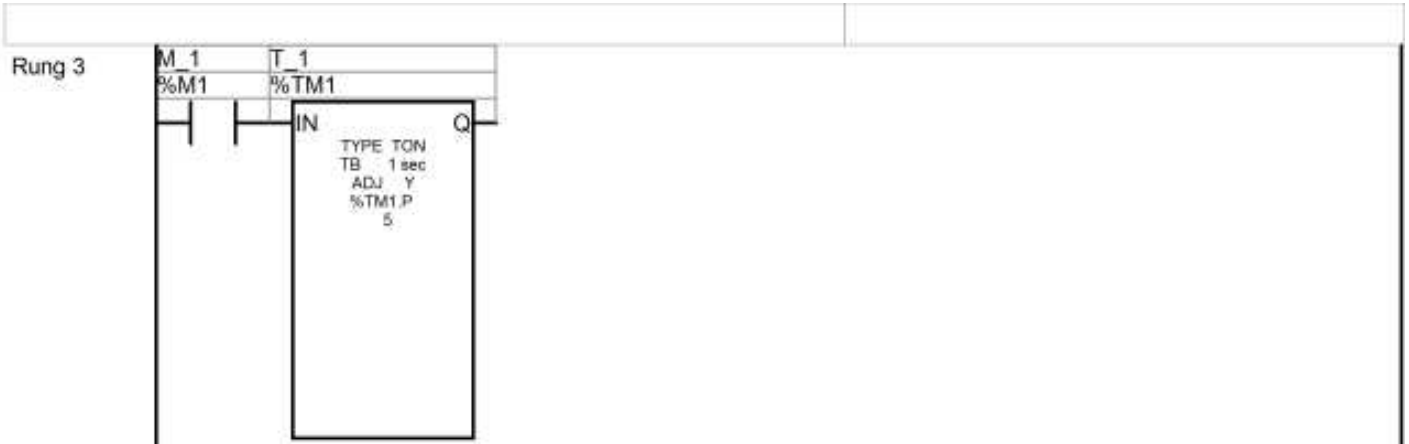
|               |    |
|---------------|----|
| No utilizado: | Sí |
|---------------|----|

# Programalistasydiagramas

## 1 LD



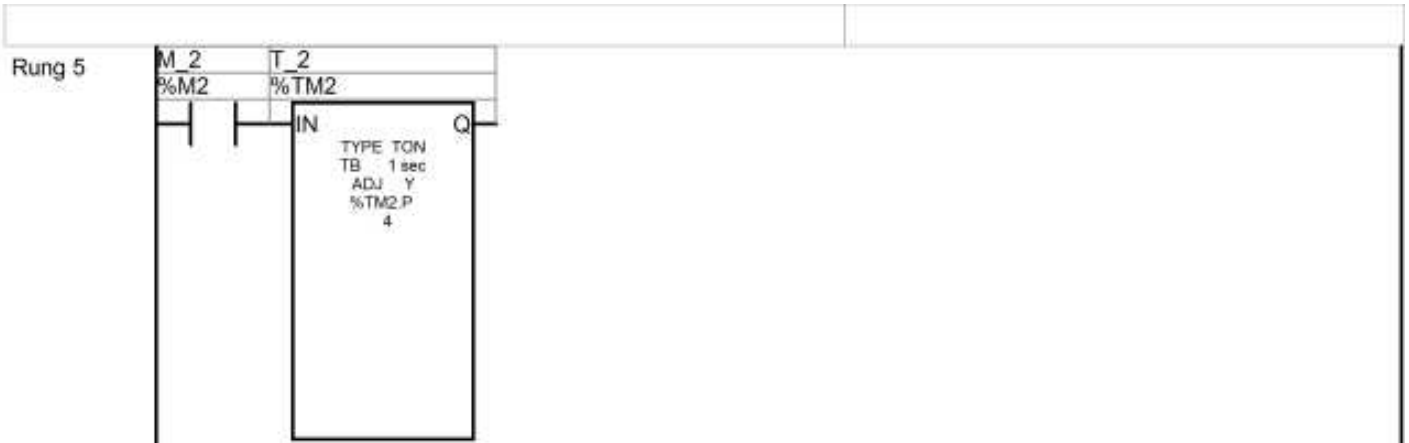
%I0.0.0          STOP



%TM1          T\_1  
%M1          M\_1



%M2          M\_2  
%TM2.Q          %TM2.Q  
%M3          M\_3  
%M4          M\_4  
%I0.0.0          STOP



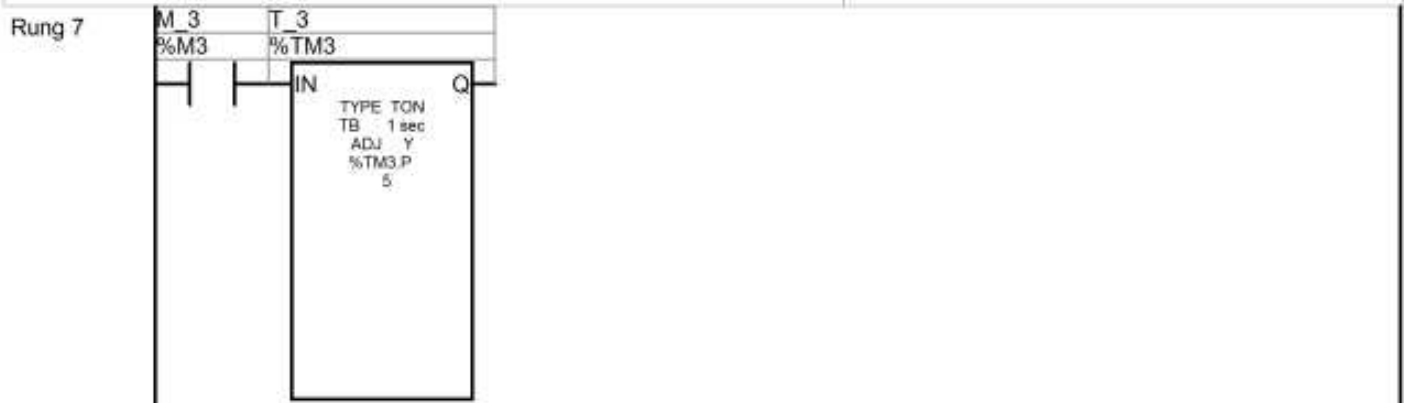
%TM2          T\_2  
%M2          M\_2



### RECETA 1 MIXER

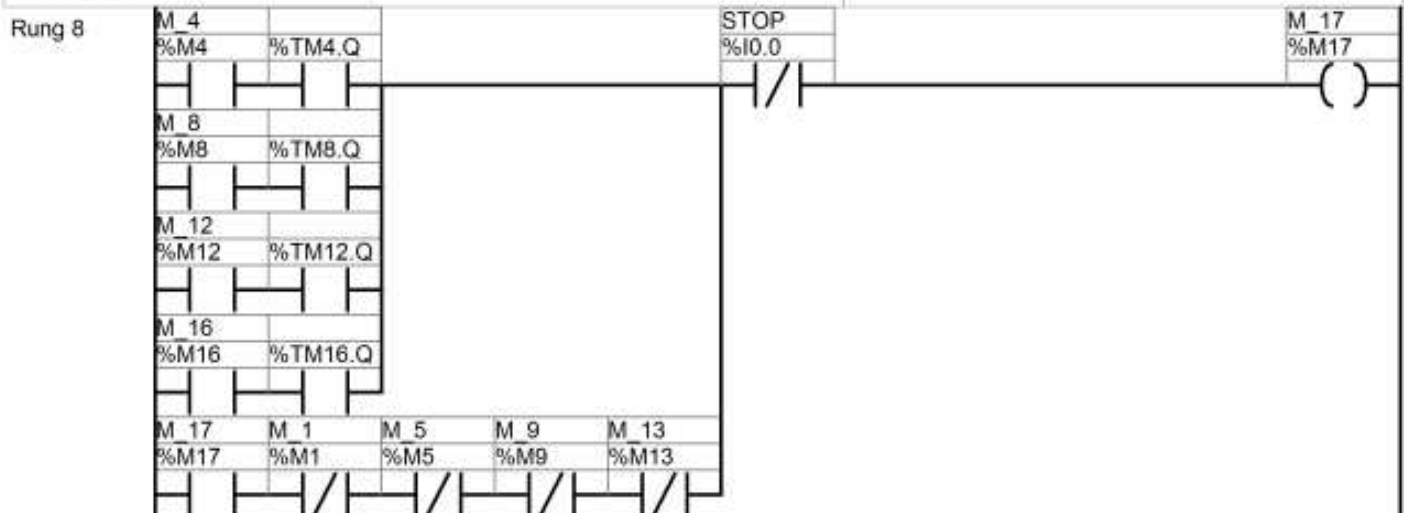


%M3            M\_3  
 %TM3.Q  
 %M4            M\_4  
 %M17          M\_17  
 %I0.0.0       STOP



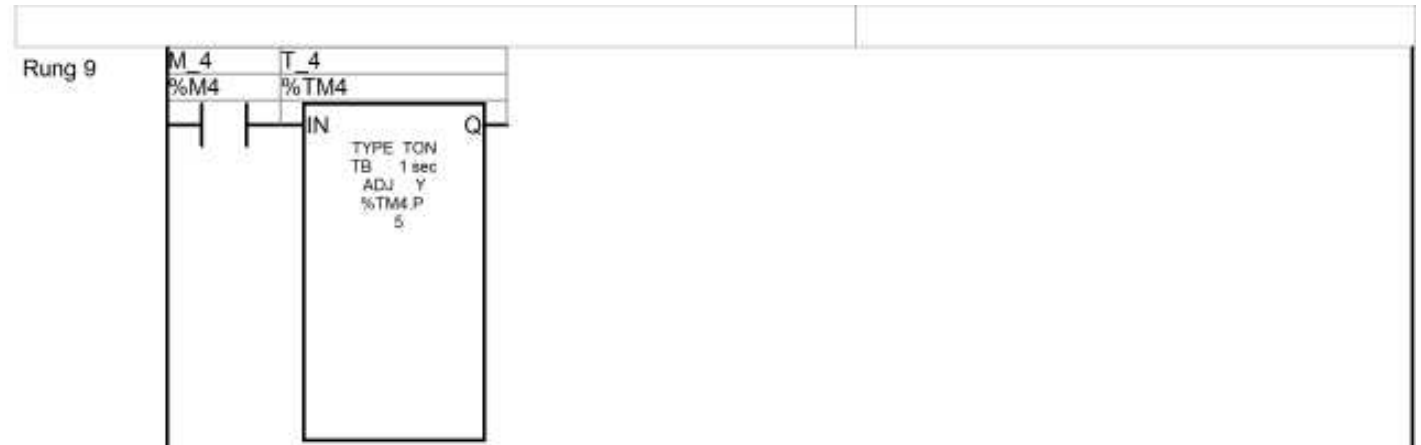
%TM3            T\_3  
 %M3            M\_3

### PARADA



%M4            M\_4  
 %TM4.Q  
 %M8            M\_8  
 %TM8.Q  
 %M12          M\_12  
 %TM12.Q  
 %M16          M\_16

%TM16.Q  
%M17 M\_17  
%M1 M\_1  
%M5 M\_5  
%M9 M\_9  
%M13 M\_13  
%I0.0.0 STOP



%TM4 T\_4  
%M4 M\_4



%TM8 T\_8  
%M8 M\_8

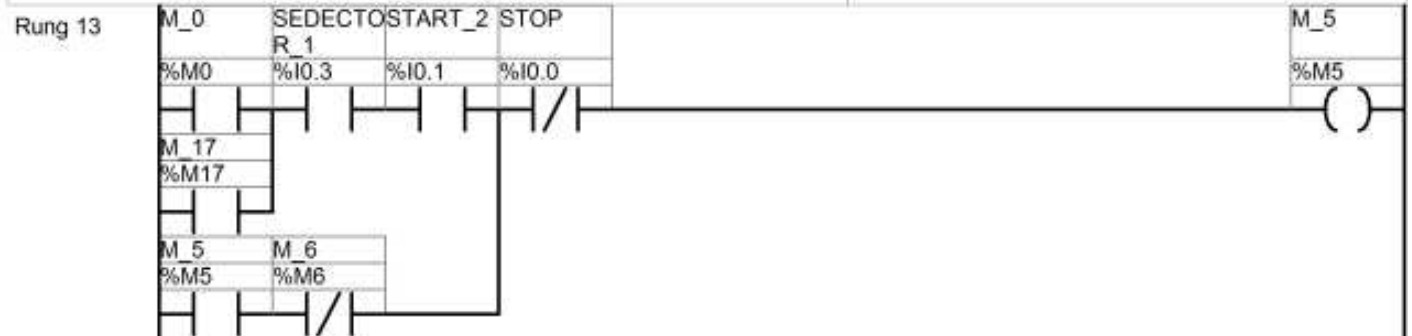


%TM12      T\_12  
 %M12      M\_12



%TM16      T\_16  
 %M16      M\_16

**RECETA 2 - VALVULA 1**



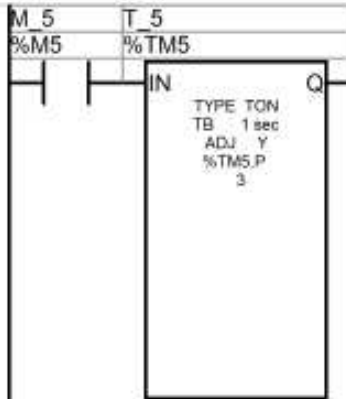
%M0          M\_0  
 %M17        M\_17  
 %I0.0.3     SEDECTOR\_1  
 %I0.0.1     START\_2  
 %M5          M\_5  
 %M6          M\_6  
 %I0.0.0     STOP

**RECETA 2 - VALVULA 2**



%M5          M\_5  
 %TM5.Q      M\_6  
 %M6          M\_6  
 %M7          M\_7  
 %I0.0.0     STOP

Rung 15



%TM5            T\_5  
 %M5            M\_5

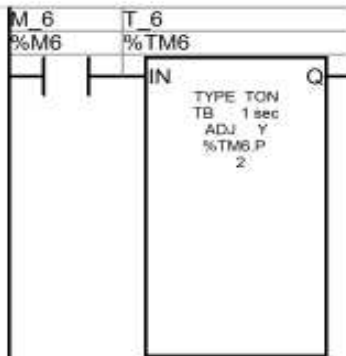
**RECETA 2 - VALVULA 3**

Rung 16



%M6            M\_6  
 %TM6.Q        M\_7  
 %M7            M\_8  
 %I0.0.0        STOP

Rung 17

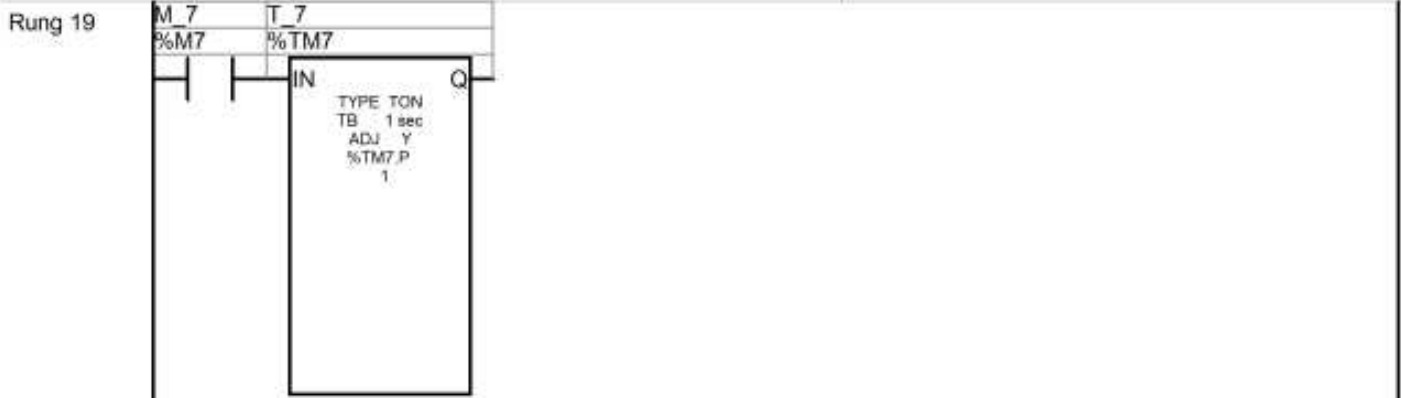


%TM6            T\_6  
 %M6            M\_6

**RECETA 2 MIXER**

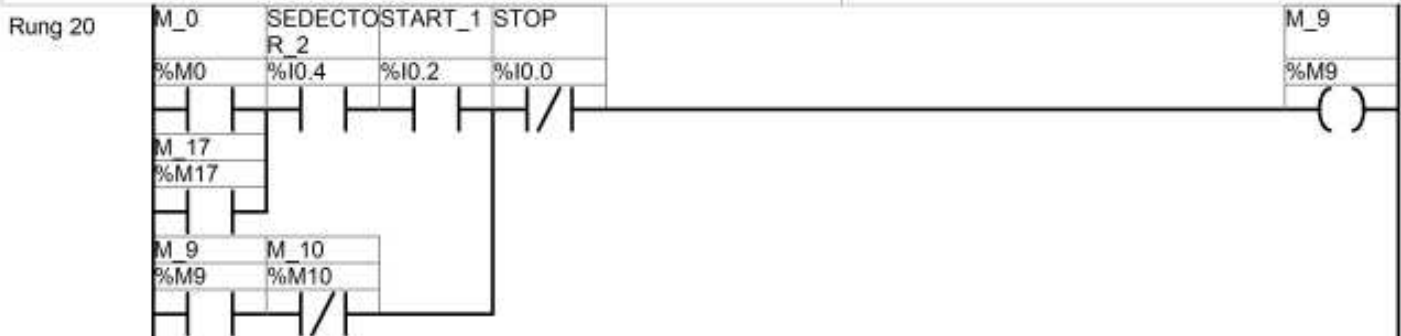


|         |      |
|---------|------|
| %M7     | M_7  |
| %TM7.Q  |      |
| %M8     | M_8  |
| %M17    | M_17 |
| %I0.0.0 | STOP |



|      |     |
|------|-----|
| %TM7 | T_7 |
| %M7  | M_7 |

**RECETA 3 - VALVULA 1**

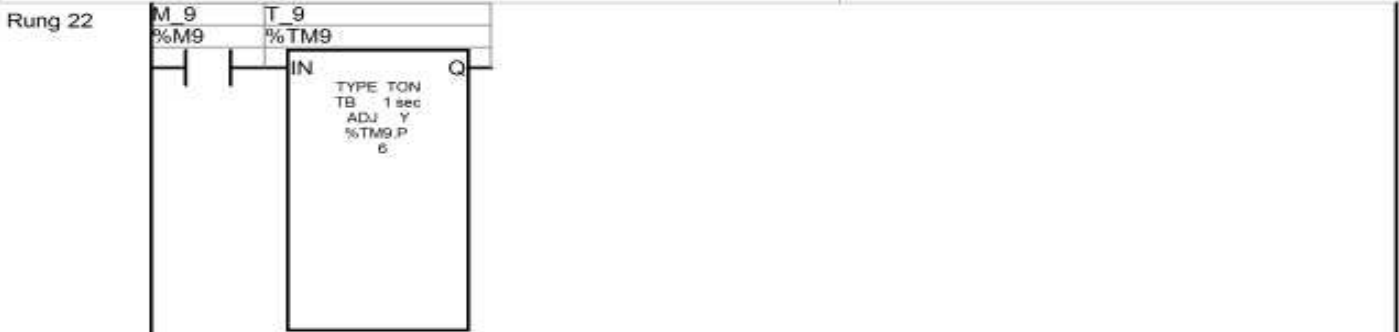


|         |            |
|---------|------------|
| %M0     | M_0        |
| %M17    | M_17       |
| %I0.0.4 | SEDECTOR_2 |
| %I0.0.2 | START_1    |
| %M9     | M_9        |
| %M10    | M_10       |
| %I0.0.0 | STOP       |

**RECETA 3 - VALVULA 2**



%M9            M\_9  
 %TM9.Q  
 %M10           M\_10  
 %M11           M\_11  
 %I0.0.0        STOP



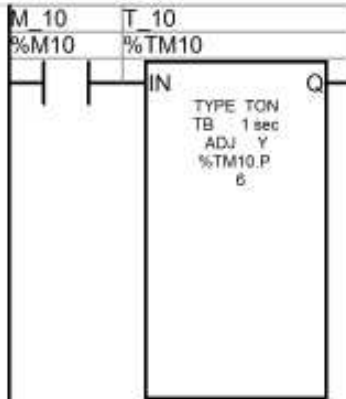
%TM9            T\_9  
 %M9            M\_9

**RECETA 3 - VALVULA 3**



%M10            M\_10  
 %TM10.Q  
 %M11           M\_11  
 %M12           M\_12  
 %I0.0.0        STOP

Rung 24



%TM10 T\_10  
%M10 M\_10

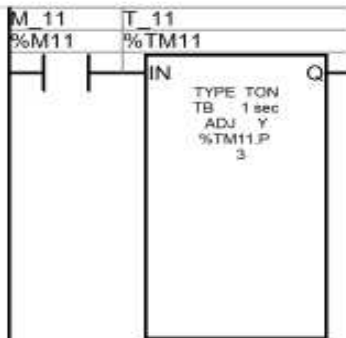
### RECETA 3 MIXER

Rung 25



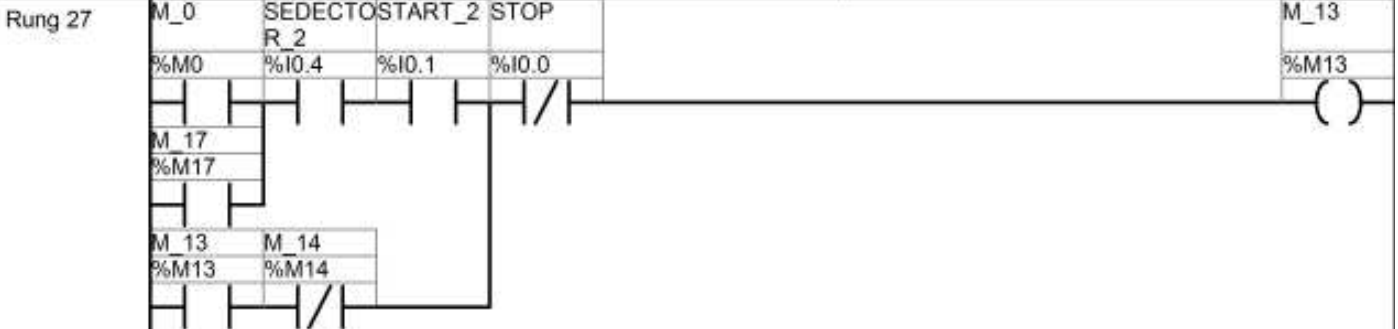
%M11 M\_11  
%TM11.Q  
%M12 M\_12  
%M17 M\_17  
%I0.0.0 STOP

Rung 26



%TM11 T\_11  
%M11 M\_11

### RECETA 4 - VALVULA 1



|         |            |
|---------|------------|
| %M0     | M_0        |
| %M17    | M_17       |
| %I0.0.4 | SEDECTOR_2 |
| %I0.0.1 | START_2    |
| %M13    | M_13       |
| %M14    | M_14       |
| %I0.0.0 | STOP       |

### RECETA 4 - VALVULA 2



|         |        |
|---------|--------|
| %M13    | M_13   |
| %TM13.Q | TM13.Q |
| %M14    | M_14   |
| %M15    | M_15   |
| %I0.0.0 | STOP   |



|       |      |
|-------|------|
| %TM13 | T_13 |
| %M13  | M_13 |



**RECETA 4 - VALVULA 3**



%M14            M\_14  
 %TM14.Q        M\_14  
 %M15            M\_15  
 %M16            M\_16  
 %I0.0.0        STOP



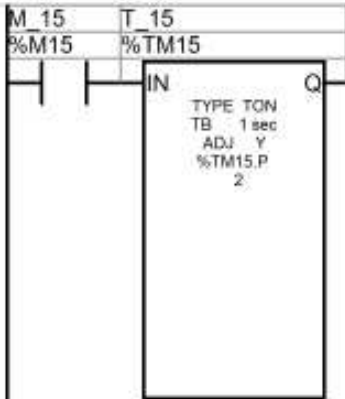
%TM14            T\_14  
 %M14            M\_14

**RECETA 4 MIXER**



%M15            M\_15  
 %TM15.Q        M\_15  
 %M16            M\_16  
 %M17            M\_17  
 %I0.0.0        STOP

Rung 33



%TM15            T\_15  
 %M15            M\_15

**ASIGNACIONES A LAS SALIDAS FISICAS**

Rung 34



%M1            M\_1  
 %M5            M\_5  
 %M9            M\_9  
 %M13           M\_13  
 %Q0.0.3        VALVULA\_1

Rung 35



%M2            M\_2

|         |           |
|---------|-----------|
| %M6     | M_6       |
| %M10    | M_10      |
| %M14    | M_14      |
| %Q0.0.4 | VALVULA_2 |



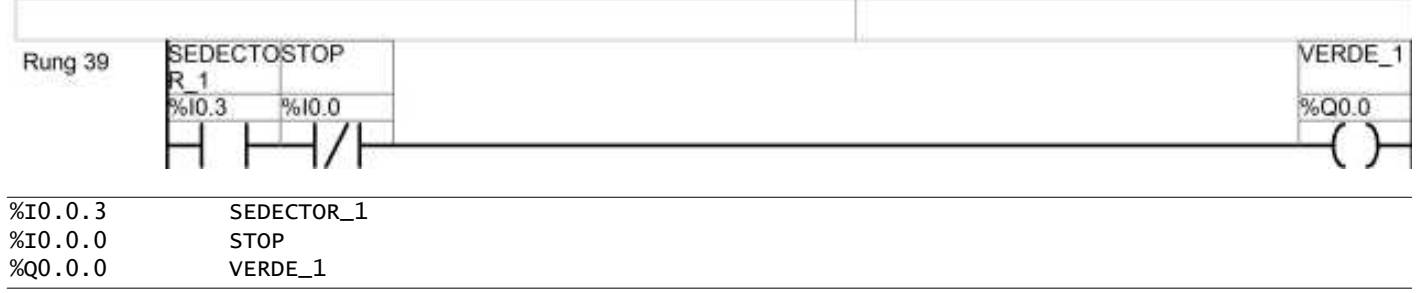
|         |           |
|---------|-----------|
| %M3     | M_3       |
| %M7     | M_7       |
| %M11    | M_11      |
| %M15    | M_15      |
| %Q0.0.5 | VALVULA_3 |



|         |       |
|---------|-------|
| %M4     | M_4   |
| %M8     | M_8   |
| %M12    | M_12  |
| %M16    | M_16  |
| %Q0.0.6 | MIXER |



|         |      |
|---------|------|
| %I0.0.0 | STOP |
| %Q0.0.2 | ROJO |



## Símbolos

| Enuso | Dirección | Símbolo    | Comentario |
|-------|-----------|------------|------------|
| Sí    | %Q0.6     | MIXER      |            |
| Sí    | %M0       | M_0        |            |
| Sí    | %M1       | M_1        |            |
| Sí    | %M2       | M_2        |            |
| Sí    | %M3       | M_3        |            |
| Sí    | %M4       | M_4        |            |
| Sí    | %M5       | M_5        |            |
| Sí    | %M6       | M_6        |            |
| Sí    | %M7       | M_7        |            |
| Sí    | %M8       | M_8        |            |
| Sí    | %M9       | M_9        |            |
| Sí    | %M10      | M_10       |            |
| Sí    | %M11      | M_11       |            |
| Sí    | %M12      | M_12       |            |
| Sí    | %M13      | M_13       |            |
| Sí    | %M14      | M_14       |            |
| Sí    | %M15      | M_15       |            |
| Sí    | %M16      | M_16       |            |
| Sí    | %M17      | M_17       |            |
| No    | %M18      | M_18       |            |
| No    | %M19      | M_19       |            |
| Sí    | %Q0.2     | ROJO       |            |
| Sí    | %I0.3     | SEDECTOR_1 |            |
| Sí    | %I0.4     | SEDECTOR_2 |            |
| Sí    | %I0.2     | START_1    |            |
| Sí    | %I0.1     | START_2    |            |
| Sí    | %I0.0     | STOP       |            |
| Sí    | %TM1      | T_1        |            |
| Sí    | %TM2      | T_2        |            |
| Sí    | %TM3      | T_3        |            |
| Sí    | %TM4      | T_4        |            |
| Sí    | %TM5      | T_5        |            |
| Sí    | %TM6      | T_6        |            |
| Sí    | %TM7      | T_7        |            |
| Sí    | %TM8      | T_8        |            |
| Sí    | %TM9      | T_9        |            |
| Sí    | %TM10     | T_10       |            |
| Sí    | %TM11     | T_11       |            |
| Sí    | %TM12     | T_12       |            |
| Sí    | %TM13     | T_13       |            |
| Sí    | %TM14     | T_14       |            |
| Sí    | %TM15     | T_15       |            |
| Sí    | %TM16     | T_16       |            |
| No    | %TM17     | T_17       |            |
| No    | %TM18     | T_18       |            |
| No    | %TM19     | T_19       |            |
| No    | %TM20     | T_20       |            |
| Sí    | %Q0.3     | VALVULA_1  |            |
| Sí    | %Q0.4     | VALVULA_2  |            |
| Sí    | %Q0.5     | VALVULA_3  |            |
| Sí    | %Q0.0     | VERDE_1    |            |
| Sí    | %Q0.1     | VERDE_2    |            |

## Referencias cruzadas

| Dirección | Símbolo | Sección  | Líneas/Redes | Operador |
|-----------|---------|----------|--------------|----------|
|           |         | 1        | 1            | )        |
|           |         | 1        | 2            | )        |
|           |         | 1        | 3            | BLK: END |
|           |         | 1        | 3            | IN       |
|           |         | 1        | 4            | )        |
|           |         | 1        | 5            | BLK: END |
|           |         | 1        | 5            | IN       |
|           |         | 1        | 6            | )        |
|           |         | 1        | 7            | BLK: END |
|           |         | 1        | 7            | IN       |
|           |         | 1        | 8            | )        |
|           |         | 1        | 8            | )        |
|           |         | 1        | 8            | )        |
|           |         | 1        | 8            | )        |
|           |         | 1        | 9            | BLK: END |
|           |         | 1        | 9            | IN       |
|           |         | 1        | 10           | BLK: END |
|           |         | 1        | 10           | IN       |
|           |         | 1        | 11           | BLK: END |
|           |         | 1        | 11           | IN       |
|           |         | 1        | 12           | BLK: END |
|           |         | 1        | 12           | IN       |
|           |         | 1        | 13           | )        |
|           |         | 1        | 14           | )        |
|           |         | 1        | 15           | BLK: END |
|           |         | 1        | 15           | IN       |
|           |         | 1        | 16           | )        |
|           |         | 1        | 17           | BLK: END |
|           |         | 1        | 17           | IN       |
|           |         | 1        | 18           | )        |
|           |         | 1        | 19           | BLK: END |
|           |         | 1        | 19           | IN       |
|           |         | 1        | 20           | )        |
|           |         | 1        | 21           | )        |
|           |         | 1        | 22           | BLK: END |
|           |         | 1        | 22           | IN       |
|           |         | 1        | 23           | )        |
|           |         | 1        | 24           | BLK: END |
|           |         | 1        | 24           | IN       |
|           |         | 1        | 25           | )        |
|           |         | 1        | 26           | BLK: END |
|           |         | 1        | 26           | IN       |
|           |         | 1        | 27           | )        |
|           |         | 1        | 28           | )        |
|           |         | 1        | 29           | BLK: END |
|           |         | 1        | 29           | IN       |
|           |         | 1        | 30           | )        |
|           |         | 1        | 31           | BLK: END |
|           |         | 1        | 31           | IN       |
|           |         | 1        | 32           | )        |
|           |         | 1        | 33           | BLK: END |
|           |         | 1        | 33           | IN       |
| %I0.0.0   | STOP    | 1        | 1            |          |
|           |         | ANDNSTOP | 1            | 2        |
|           |         | ANDNSTOP | 1            | 4        |
|           |         | ANDNSTOP | 1            | 6        |
|           |         | ANDN     |              |          |



| Dirección | Símbolo    | Sección | Líneas/Redes | Operador |
|-----------|------------|---------|--------------|----------|
| %I0.0.0   | STOP       | 1       | 8            | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 13           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 14           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 16           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 18           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 20           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 21           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 23           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 25           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 27           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 28           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 30           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 32           | ANDN     |
|           | STOP       | 1       | 38           | LD       |
|           | STOP       | 1       | 39           | ANDN     |
| %I0.0.1   | START_2    | 1       | 13           | AND      |
|           | START_2    | 1       | 27           | AND      |
| %I0.0.2   | START_1    | 1       | 1            | AND      |
|           | START_1    | 1       | 20           | AND      |
| %I0.0.3   | SEDECTOR_1 | 1       | 1            | AND      |
|           | SEDECTOR_1 | 1       | 13           | AND      |
|           | SEDECTOR_1 | 1       | 39           | LD       |
| %I0.0.4   | SEDECTOR_2 | 1       | 20           | AND      |
|           | SEDECTOR_2 | 1       | 27           | AND      |
|           | SEDECTOR_2 | 1       | 40           | LD       |
| %M0       | M_0        | 1       | 1            | LD       |
|           | M_0        | 1       | 13           | LD       |
|           | M_0        | 1       | 20           | LD       |
|           | M_0        | 1       | 27           | LD       |
| %M1       | M_1        | 1       | 1            | OR(      |
|           | M_1        | 1       | 1            | ST       |
|           | M_1        | 1       | 2            | LD       |
|           | M_1        | 1       | 3            | LD       |
|           | M_1        | 1       | 8            | ANDN     |
| %M2       | M_1        | 1       | 34           | LD       |
|           | M_2        | 1       | 1            | ANDN     |
|           | M_2        | 1       | 2            | OR(      |
|           | M_2        | 1       | 2            | ST       |
|           | M_2        | 1       | 4            | LD       |
|           | M_2        | 1       | 5            | LD       |
| %M3       | M_2        | 1       | 35           | LD       |
|           | M_3        | 1       | 2            | ANDN     |
|           | M_3        | 1       | 4            | OR(      |
|           | M_3        | 1       | 4            | ST       |
|           | M_3        | 1       | 6            | LD       |
|           | M_3        | 1       | 7            | LD       |
| %M4       | M_3        | 1       | 36           | LD       |
|           | M_4        | 1       | 4            | ANDN     |
|           | M_4        | 1       | 6            | OR(      |
|           | M_4        | 1       | 6            | ST       |
|           | M_4        | 1       | 8            | LD       |
|           | M_4        | 1       | 9            | LD       |
| %M5       | M_4        | 1       | 37           | LD       |
|           | M_5        | 1       | 8            | ANDN     |
|           | M_5        | 1       | 13           | OR(      |
|           | M_5        | 1       | 13           | ST       |
|           | M_5        | 1       | 14           | LD       |
|           | M_5        | 1       | 15           | LD       |
| %M6       | M_5        | 1       | 34           | OR       |
|           | M_6        | 1       | 13           | ANDN     |



| Dirección | Símbolo | Sección | Líneas/Redes | Operador |
|-----------|---------|---------|--------------|----------|
| %M6       | M_6     | 1       | 14           | OR(      |
|           | M_6     | 1       | 14           | ST       |
|           | M_6     | 1       | 16           | LD       |
|           | M_6     | 1       | 17           | LD       |
|           | M_6     | 1       | 35           | OR       |
| %M7       | M_7     | 1       | 14           | ANDN     |
|           | M_7     | 1       | 16           | OR(      |
|           | M_7     | 1       | 16           | ST       |
|           | M_7     | 1       | 18           | LD       |
|           | M_7     | 1       | 19           | LD       |
| %M8       | M_7     | 1       | 36           | OR       |
|           | M_8     | 1       | 8            | OR(      |
|           | M_8     | 1       | 10           | LD       |
|           | M_8     | 1       | 16           | ANDN     |
|           | M_8     | 1       | 18           | OR(      |
| %M9       | M_8     | 1       | 18           | ST       |
|           | M_8     | 1       | 37           | OR       |
|           | M_9     | 1       | 8            | ANDN     |
|           | M_9     | 1       | 20           | OR(      |
|           | M_9     | 1       | 20           | ST       |
| %M10      | M_9     | 1       | 21           | LD       |
|           | M_9     | 1       | 22           | LD       |
|           | M_9     | 1       | 34           | OR       |
|           | M_10    | 1       | 20           | ANDN     |
|           | M_10    | 1       | 21           | OR(      |
| %M11      | M_10    | 1       | 21           | ST       |
|           | M_10    | 1       | 23           | LD       |
|           | M_10    | 1       | 24           | LD       |
|           | M_10    | 1       | 35           | OR       |
|           | M_11    | 1       | 21           | ANDN     |
| %M12      | M_11    | 1       | 23           | OR(      |
|           | M_11    | 1       | 23           | ST       |
|           | M_11    | 1       | 25           | LD       |
|           | M_11    | 1       | 26           | LD       |
|           | M_11    | 1       | 36           | OR       |
| %M13      | M_12    | 1       | 8            | OR(      |
|           | M_12    | 1       | 11           | LD       |
|           | M_12    | 1       | 23           | ANDN     |
|           | M_12    | 1       | 25           | OR(      |
|           | M_12    | 1       | 25           | ST       |
| %M14      | M_12    | 1       | 37           | OR       |
|           | M_13    | 1       | 8            | ANDN     |
|           | M_13    | 1       | 27           | OR(      |
|           | M_13    | 1       | 27           | ST       |
|           | M_13    | 1       | 28           | LD       |
| %M15      | M_13    | 1       | 29           | LD       |
|           | M_13    | 1       | 34           | OR       |
|           | M_14    | 1       | 27           | ANDN     |
|           | M_14    | 1       | 28           | OR(      |
|           | M_14    | 1       | 28           | ST       |
| %M16      | M_14    | 1       | 30           | LD       |
|           | M_14    | 1       | 31           | LD       |
|           | M_14    | 1       | 35           | OR       |
|           | M_15    | 1       | 28           | ANDN     |
|           | M_15    | 1       | 30           | OR(      |
| %M17      | M_15    | 1       | 30           | ST       |
|           | M_15    | 1       | 32           | LD       |
|           | M_15    | 1       | 33           | LD       |
|           | M_15    | 1       | 36           | OR       |
|           | M_16    | 1       | 8            | OR(      |
| %M18      | M_16    | 1       | 12           | LD       |

| Dirección | Símbolo   | Sección | Líneas/Redes | Operador |
|-----------|-----------|---------|--------------|----------|
| %M16      | M_16      | 1       | 30           | ANDN     |
|           | M_16      | 1       | 32           | OR(      |
|           | M_16      | 1       | 32           | ST       |
|           | M_16      | 1       | 37           | OR       |
| %M17      | M_17      | 1       | 1            | OR       |
|           | M_17      | 1       | 6            | ANDN     |
|           | M_17      | 1       | 8            | OR(      |
|           | M_17      | 1       | 8            | ST       |
|           | M_17      | 1       | 13           | OR       |
|           | M_17      | 1       | 18           | ANDN     |
|           | M_17      | 1       | 20           | OR       |
|           | M_17      | 1       | 25           | ANDN     |
|           | M_17      | 1       | 27           | OR       |
|           | M_17      | 1       | 32           | ANDN     |
| %Q0.0.0   | VERDE_1   | 1       | 39           | ST       |
| %Q0.0.1   | VERDE_2   | 1       | 40           | ST       |
| %Q0.0.2   | ROJO      | 1       | 38           | ST       |
| %Q0.0.3   | VALVULA_1 | 1       | 34           | ST       |
| %Q0.0.4   | VALVULA_2 | 1       | 35           | ST       |
| %Q0.0.5   | VALVULA_3 | 1       | 36           | ST       |
| %Q0.0.6   | MIXER     | 1       | 37           | ST       |
| %TM1      | T_1       | 1       | 3            | BLK      |
| %TM1.Q    | T_1.Q     | 1       | 2            | AND      |
| %TM2      | T_2       | 1       | 5            | BLK      |
| %TM2.Q    | T_2.Q     | 1       | 4            | AND      |
| %TM3      | T_3       | 1       | 7            | BLK      |
| %TM3.Q    | T_3.Q     | 1       | 6            | AND      |
| %TM4      | T_4       | 1       | 9            | BLK      |
| %TM4.Q    | T_4.Q     | 1       | 8            | AND      |
| %TM5      | T_5       | 1       | 15           | BLK      |
| %TM5.Q    | T_5.Q     | 1       | 14           | AND      |
| %TM6      | T_6       | 1       | 17           | BLK      |
| %TM6.Q    | T_6.Q     | 1       | 16           | AND      |
| %TM7      | T_7       | 1       | 19           | BLK      |
| %TM7.Q    | T_7.Q     | 1       | 18           | AND      |
| %TM8      | T_8       | 1       | 10           | BLK      |
| %TM8.Q    | T_8.Q     | 1       | 8            | AND      |
| %TM9      | T_9       | 1       | 22           | BLK      |
| %TM9.Q    | T_9.Q     | 1       | 21           | AND      |
| %TM10     | T_10      | 1       | 24           | BLK      |
| %TM10.Q   | T_10.Q    | 1       | 23           | AND      |
| %TM11     | T_11      | 1       | 26           | BLK      |
| %TM11.Q   | T_11.Q    | 1       | 25           | AND      |
| %TM12     | T_12      | 1       | 11           | BLK      |
| %TM12.Q   | T_12.Q    | 1       | 8            | AND      |
| %TM13     | T_13      | 1       | 29           | BLK      |
| %TM13.Q   | T_13.Q    | 1       | 28           | AND      |
| %TM14     | T_14      | 1       | 31           | BLK      |
| %TM14.Q   | T_14.Q    | 1       | 30           | AND      |
| %TM15     | T_15      | 1       | 33           | BLK      |
| %TM15.Q   | T_15.Q    | 1       | 32           | AND      |
| %TM16     | T_16      | 1       | 12           | BLK      |
| %TM16.Q   | T_16.Q    | 1       | 8            | AND      |

## Listadelaspreferenciasquesevanaimprimir

### Directorio:

#### Parámetros

---

Ruta: C:\ProgramFiles\SchneiderElectric\TwidoSuite\Misproyectos

### Imagen:

#### Parámetros

---

Imagen: Imagenpordefecto  
Ruta:

### Nivelesfuncionales:

#### Parámetros

---

Tipo: Automático  
Nivel: Lomásaltoposible

### Gestióndeconexiones:

#### Conexión

---

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Nombre            | COM5    |
| Tipodeconexión    | COMI    |
| P/Teléfono        | COM5    |
| Punit/Dirección   | Punit   |
| Caudal            |         |
| Paridad           | Ninguna |
| Bitsdeparada      |         |
| Tiempoespera      | 5000    |
| Tiempoesperapausa | 5       |

## Acercade

### Licencia:

---

Compañía:Conexus  
Apellido de usuarioAlfonsoNombre  
del usuario  
Aucancela  
Estado:Versión registradaNúmero  
de días de prueba:-

**Anexo C: Manual con detalles técnicos Lookout**

# TwidoSuite Recetas



---

**Información sobre el proyecto**

---

Impreso el 01/12/2010  
Autor Sistema de Recetas  
Departamento  
Índice Propiedad  
Industrial  
Comentario

---

---

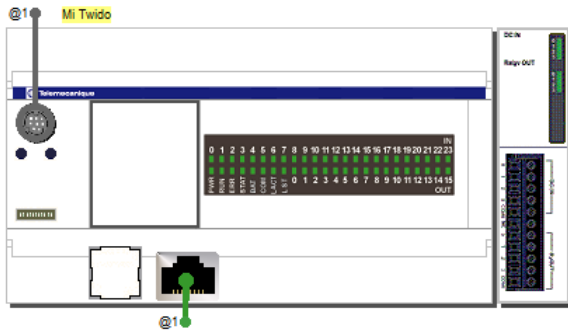
**Cronología**

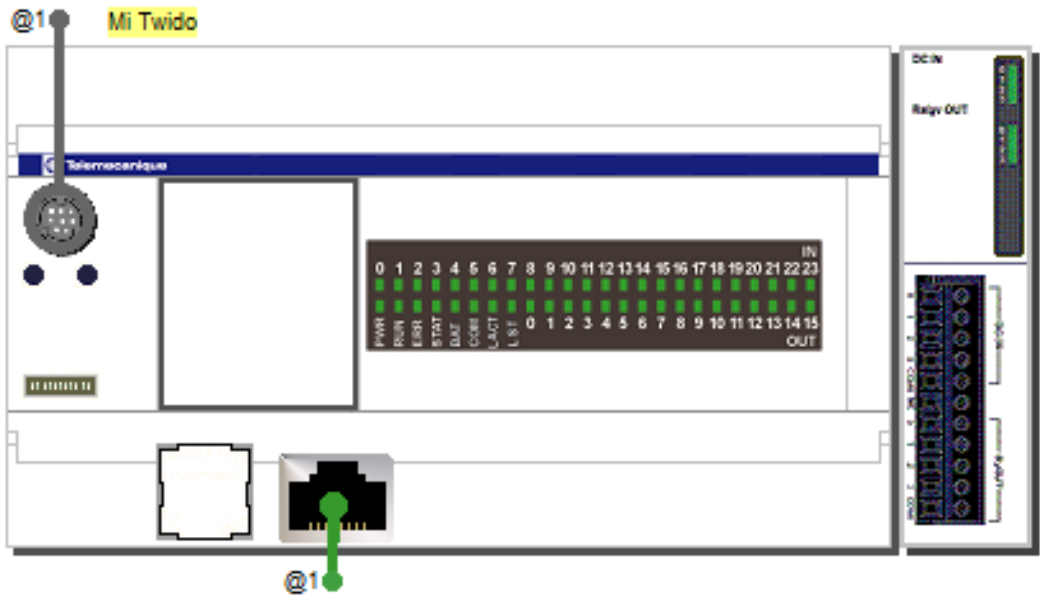
---



## Resumen

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Portada                         | 1  |
| Cronología                      | 3  |
| Resumen                         | 4  |
| DescripciónGráfica              | 5  |
| Propiedades                     | 7  |
| Nomenclatura                    | 8  |
| Hardware                        | 9  |
| Objetosdememoria                | 10 |
| Usodememoria                    | 11 |
| Configuracióndel comportamiento | 12 |
| Contenido                       | 13 |
| Símbolos                        | 14 |
| Referenciascruzadas             | 15 |
| Tabladeanimación                | 16 |
| Preferencias                    | 17 |
| Acercade                        | 18 |
| Númerototalde páginas           | 18 |





# Propiedades

## PuertoEthernet:

ConfiguracióndirecciónIPDir

---

ecciónIP:

Máscaradesubred:

Direccióndelapasarela:

IPmarcada

---

DirecciónIPmarcada:

Tiempodeinactividad

---

Tiempo(min):10

Dispositivosremotos

---

Índice

IP

UnitID

Tiempodeespera

## Nomenclatura

| Familia | Referencia   | Cantidad |
|---------|--------------|----------|
| Twido   | TWDLCAE40DRF | 1        |
| Twido   | TM2DMM8DRT   | 1        |

## Configuración del hardware

### Base

---

TWDLCAE40DRF

### Módulos del bus de ampliación

---

1: TM2DMM8DRT

## Configuración objetos de memoria:

Configuración del temporizador(% TM)

Configuración del contador(% C)

Configuración de los registros(% R)

Configuración del conmutador de tambor cíclico(% DR)

Configuración de fechador(% SCH)

Configuración de contadores rápidos(% FC)

Configuración de los contadores muy rápidos(% VFC)

Palabras de memoria(% MD)

Palabras de memoria(% MW)

Palabras de memoria(% MF)

Bits de memoria(% M)

| Uso | % M | Símbolo | Asignado |
|-----|-----|---------|----------|
| Sí  | %M1 | M_1     | Sí       |
| Sí  | %M2 | M_2     | Sí       |
| Sí  | %M3 | M_3     | Sí       |
| Sí  | %M4 | M_4     | Sí       |

Configuración PID(PID)

Configuración constante(% KD)

Configuración constante(% KW)

Configuración constante(% KF)

Configuración de PLS/PWM(% PLS/% PWM)

Configuración de los objetos externos Comm

Configuración de los objetos externos Drive

Configuración de los objetos externos Tesys

Configuración de los objetos externos Advantys OTB

## Usodememoria

### Estadísticasdeutilizacióndelamemoria

---

#### Datosdelusuario

|                           |                       |       |
|---------------------------|-----------------------|-------|
| Bitsdememoria             | :5Bits                |       |
|                           | 0.1%Palabrasdememoria |       |
|                           | :0Palabras            | 0.0%  |
| Copiadeseguridadrealizada | :???                  |       |
| RAM=EEPROM                | :???                  |       |
| Constantes                | :0Palabras            |       |
|                           | 0.0%Configuración     |       |
|                           | :394Palabras          | 11.4% |
| Disp.Mem.Datos            | :2968                 | 86.0% |
|                           | Palabras              |       |

#### Programadeaplicación

|                  |                     |       |
|------------------|---------------------|-------|
| Códigoejecutable | :39Palabras         |       |
|                  | 0.3%Datosdeprograma |       |
|                  | :4Palabras          |       |
|                  | 0.1%cambiosenlínea  |       |
|                  | :0Palabras          | 0.0%  |
| Disp.Mem.código  | :16345              | 99.7% |
|                  | Palabras            |       |

#### Otros

|                 |             |      |
|-----------------|-------------|------|
| Datosejecutivos | :82Palabras | 2.4% |
|-----------------|-------------|------|





## Configurar el comportamiento

### Niveles funcionales

#### Gestión de los niveles funcionales

---

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Gestión: | Automático          |
| Nivel:   | Lo más alto posible |

### Modo de exploración

#### Modo de exploración

---

|               |        |
|---------------|--------|
| Modo:         | Normal |
| Duración(ms): | -      |

#### Watchdog

---

|               |     |
|---------------|-----|
| Duración(ms): | 250 |
|---------------|-----|

#### Evento periódico

---

|               |    |
|---------------|----|
| No utilizado: | Sí |
|---------------|----|

### Arranque

#### Parámetros

---

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| Arranque automático en Run: | No      |
| Entrada Run/Stop:           | Ninguno |

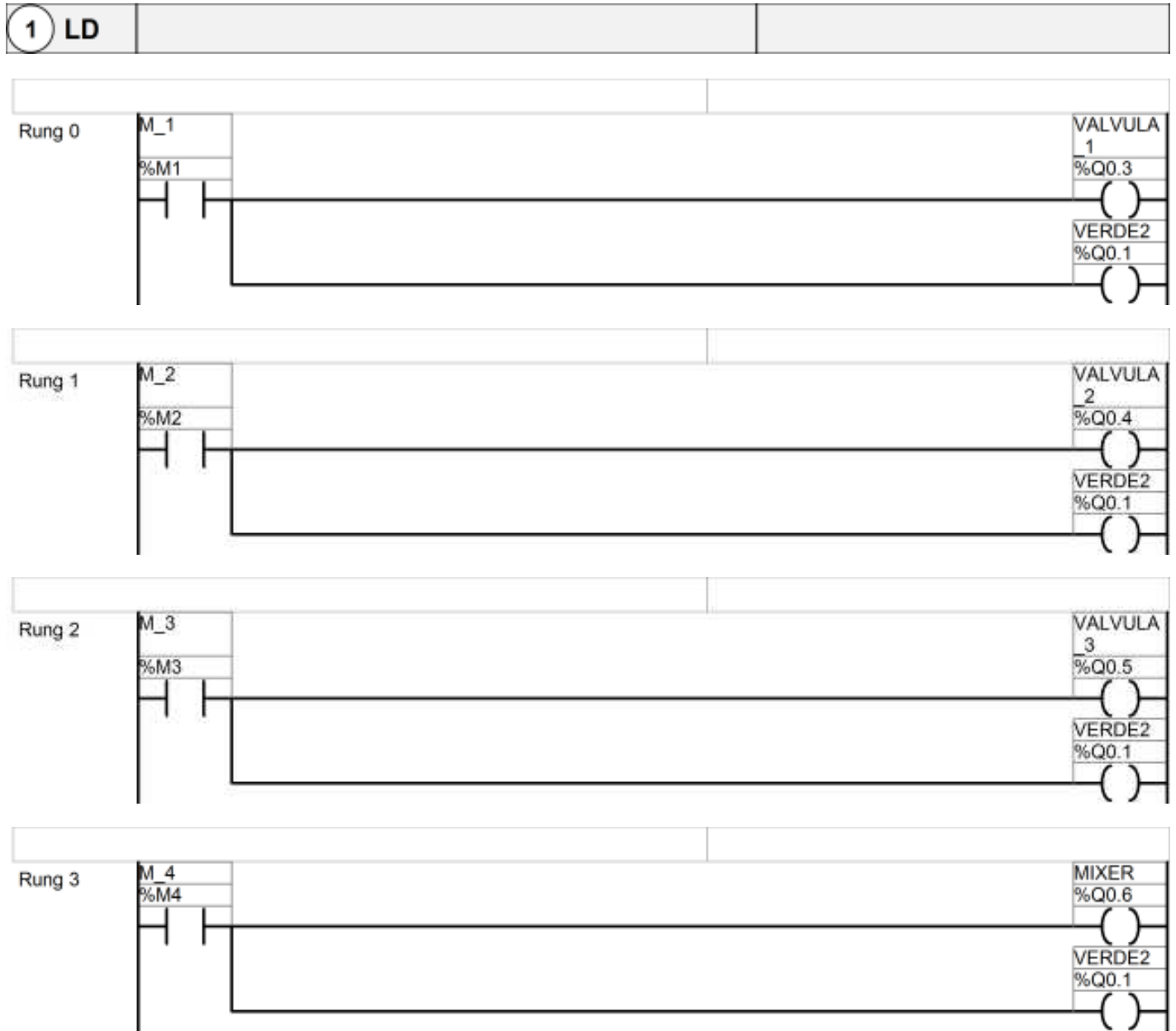
### Almacenamiento automático

#### Parámetros

---

|  |    |
|--|----|
| Almacenamiento automático en RAM=>EEPROM | Sí |
| :  |    |

# Programalistasydiagramas



## Símbolos

| Enuso | Dirección | Símbolo   | Comentario |
|-------|-----------|-----------|------------|
| SÍ    | %Q0.6     | MIXER     |            |
| SÍ    | %M1       | M_1       |            |
| SÍ    | %M2       | M_2       |            |
| SÍ    | %M3       | M_3       |            |
| SÍ    | %M4       | M_4       |            |
| NO    | %M5       | M_5       |            |
| NO    | %M6       | M_6       |            |
| NO    | %M7       | M_7       |            |
| NO    | %M8       | M_8       |            |
| NO    | %M9       | M_9       |            |
| NO    | %M10      | M_10      |            |
| NO    | %Q0.2     | ROJO      |            |
| SÍ    | %Q0.3     | VALVULA_1 |            |
| SÍ    | %Q0.4     | VALVULA_2 |            |
| SÍ    | %Q0.5     | VALVULA_3 |            |
| NO    | %Q0.0     | VERDE1    |            |
| SÍ    | %Q0.1     | VERDE2    |            |

## Referencias cruzadas

| Dirección | Símbolo   | Sección | Líneas/Redes | Operador |
|-----------|-----------|---------|--------------|----------|
| %M2       | M_2       | 1       | 1            | LD       |
| %M3       | M_3       | 1       | 2            | LD       |
| %M4       | M_4       | 1       | 3            | LD       |
| %Q0.0.1   | VERDE2    | 1       | 1            | ST       |
|           | VERDE2    | 1       | 2            | ST       |
|           | VERDE2    | 1       | 3            | ST       |
| %Q0.0.4   | VALVULA_2 | 1       | 1            | ST       |
| %Q0.0.5   | VALVULA_3 | 1       | 2            | ST       |
| %Q0.0.6   | MIXER     | 1       | 3            | ST       |

## Tabladeanimación

## Listadelaspreferenciasquesevanaimprimir

### Directorio:

#### Parámetros

---

Ruta: C:\ProgramFiles\SchneiderElectric\TwidoSuite\Misproyectos

### Imagen:

#### Parámetros

---

Imagen: Imagenpordefecto  
Ruta:

### Nivelesfuncionales:

#### Parámetros

---

Tipo: Automático  
Nivel: Lomásaltoposible

### Gestióndeconexiones:

#### Conexión

---

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Nombre            | COM5    |
| Tipodeconexión    | COMI    |
| P/Teléfono        | COM5    |
| Punit/Dirección   | Punit   |
| Caudal            |         |
| Paridad           | Ninguna |
| Bitsdeparada      |         |
| Tiempoespera      | 5000    |
| Tiempoesperapausa | 5       |





**Anexo D: Recolección de información**

## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### COMPROBACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

**Objetivo:** La siguiente encuesta se aplicará para comprobar la hipótesis de la tesis titulada, “ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN CONVENCIONAL Y SISTEMAS SCADA APLICADO AL MÓDULO MEZCLADOR DE LÍQUIDOS Y SU IMPLEMENTACIÓN EN UN SISTEMA DE RECETAS. CASO PRACTICO: LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA EIS”, implementado en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

**Nombre:**

**Experiencia:**

**Profesión:**

1. ¿Cuál es su criterio sobre la automatización industrial?
2. ¿Cuál es su criterio sobre la aplicación mecatrónica?
3. ¿Considera Ud. Importante que las empresas incorporen sistemas mecatrónicos, destinadas al área de producción de productos?
4. ¿Cree Ud. que con la implementación de un sistema SCADA para manejo de recetas industriales, reducirá el tiempo de mezcla de líquidos y su producción?
5. ¿Cree Ud. que mediante la implementación de un sistema SCADA para las recetas, se reducirá el esfuerzo necesario del talento humano para la gestión de mezclado de líquidos y obtención de productos finales?
6. ¿Cree Ud. que la implementación de un sistema SCADA para manejo de recetas, permitirá optimizar la gestión de mezclado de líquidos y su proceso de producción?
7. ¿Cuál es su opinión respecto a la implementación de un módulo didáctico para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la cátedra de mecatrónica?
8. ¿Qué sugerencia podría hacer respecto a los temas abordados?

**Anexo E:Manual de usuario**

**MANUAL DE USUARIO**  
**(Recipe System)**

## Contenido

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Copyright ©.....</b>                               | <b>254</b> |
| <b>2. Introducción.....</b>                              | <b>255</b> |
| <b>3. Generalidades del sistema. ....</b>                | <b>255</b> |
| <b>3.1. Requerimientos Mínimos.....</b>                  | <b>255</b> |
| 3.1.1. Hardware.....                                     | 255        |
| 3.1.2. Software.....                                     | 255        |
| <b>3.2. Creación de Recetas .....</b>                    | <b>255</b> |
| <b>3.3. Ejecución.....</b>                               | <b>256</b> |
| <b>3.4. Carga de las recetas .....</b>                   | <b>258</b> |
| <b>3.5. Selección de una receta a producir.....</b>      | <b>260</b> |
| <b>3.6. Opciones Generales del Panel de Control.....</b> | <b>260</b> |

## *1. Copyright* ©

La ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO. Prohíbe la copia o  
reproducción total o parcial de este  
documento y del Sistema de Recetas para el  
mezclado de líquidos “**Recipe System**”

Noviembre 2010

## ***2. Introducción***

Bienvenidos al Manual de Usuario de Recipe System, este documento se detallará el funcionamiento del sistema de recetas para el módulo mezclador de líquidos livianos, el mismo que consta de un panel de control para el monitoreo del proceso de mezclado de líquidos.

## ***3. Generalidades del sistema.***

### **3.1. Requerimientos Mínimos**

#### **3.1.1. Hardware**

- Procesador Pentium IV a 3.0 GHz o superior
- 512 MB de memoria RAM
- 100 MB de espacio en disco
- 1 puerto RS232
- 1 PLC TWDLCAE40DRF
- 1 Cable de datos para conexión PLC a PC a través del Puerto RS232

#### **3.1.2. Software**

- Sistema Operativo Microsoft Windows XP Profesional
- Lookout Development System 5.0
- Modbus

### **3.2. Creación de Recetas**

Para poder crear o definir una receta utilizamos Microsoft Excel, con la estructura siguiente:

#### a) Columnas

- Nombre de las recetas
- Ingrediente o Líquido 1

- Ingrediente o Líquido 2
- Ingrediente o Líquido 3
- Mezcla

b) Filas

Las filas contendrán valores de cada uno de los elementos que conformará una nueva receta. Ejemplo.

|         | Líquido1 | Líquido2 | Líquido3 | Mezcla  |
|---------|----------|----------|----------|---------|
| Receta1 | 0.30     | 0.20     | 0.10     | 0:00:05 |
| Receta2 | 0.50     | 0.10     | 0.40     | 0:00:05 |
| Receta3 | 0.30     | 0.30     | 0.30     | 0:00:10 |
| Receta4 | 9.00     | 1.00     | 1.00     | 0:00:05 |

*Figura 67: Definición de las recetas*

La unidad de medida de los Líquidos 1, 2, 3 serán en litros, y la mezcla en segundos.

Entonces:

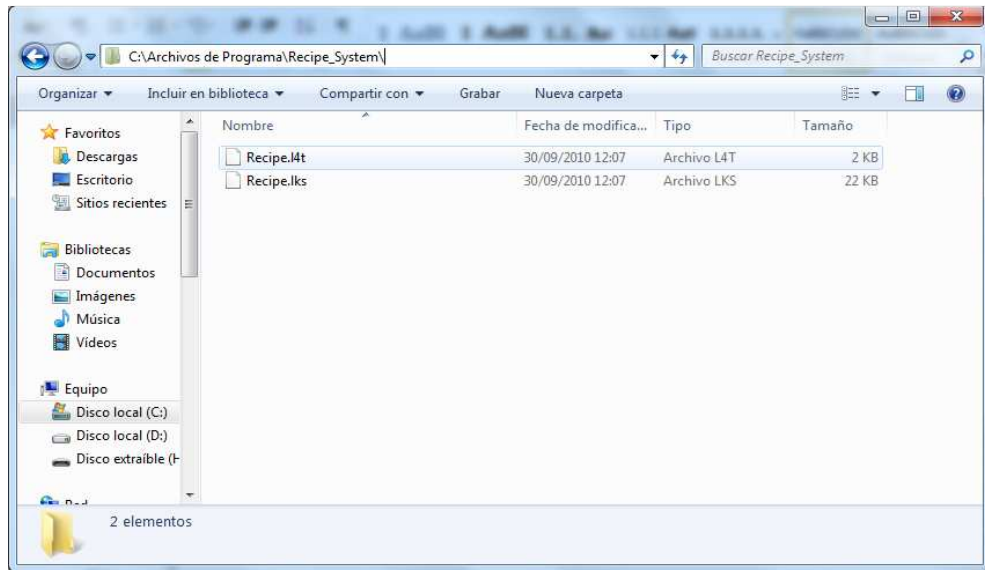
Receta 1, estará conformado por:

0.3 litros de líquido 1, 0.2 de líquido 2, 0.1 de líquido 3, y se mezclará durante 5 segundos.

### **3.3. Ejecución**

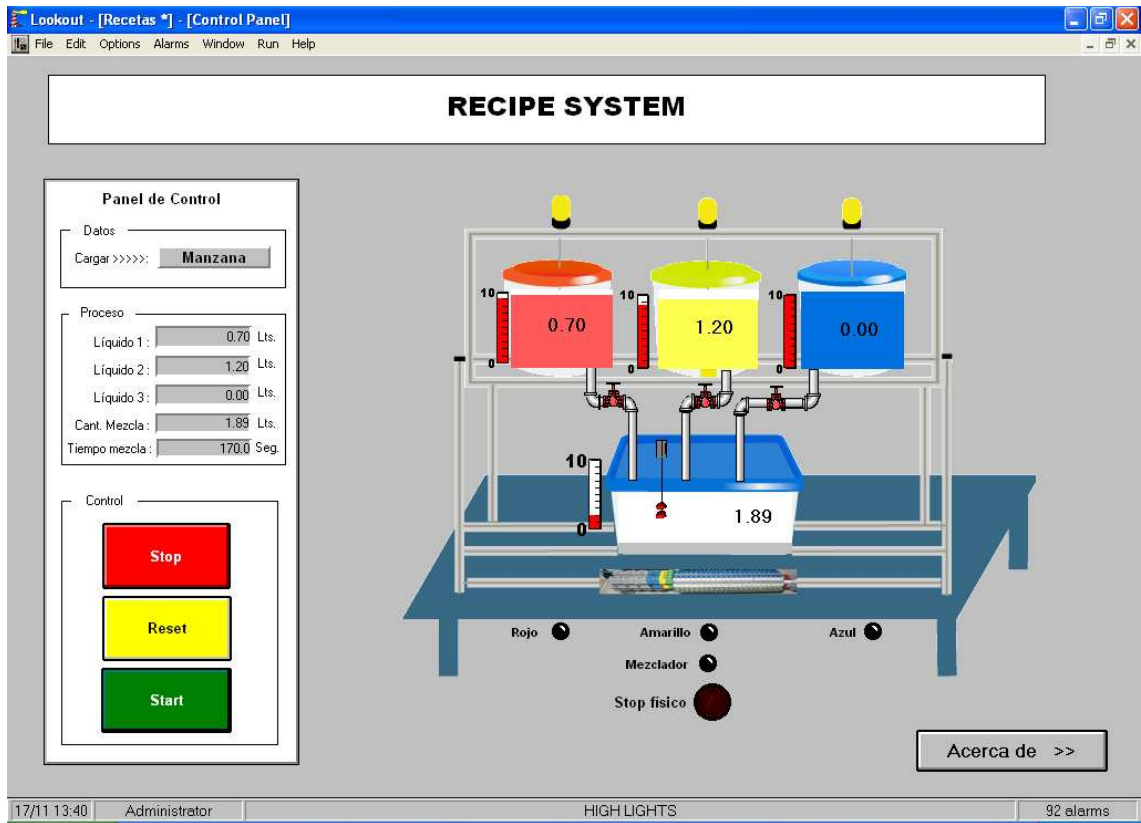
Para ejecutar el Panel de control del Recipe System (sistema de recetas), ingrese a la ruta C:\Archivos de Programa\Recipe\_System\Recipe.l4p, como se observa en la figura 2, si el programa no se encuentra copie del CD a la misma ruta tal como se muestra en la pantalla.





**Figura 68: Archivo del panel de control**

Si todos los programas se encuentran instalados satisfactoriamente se verá una imagen como en la figura 3, si no es así póngase contacto con la persona encargada del sistema para poder resolver el inconveniente.

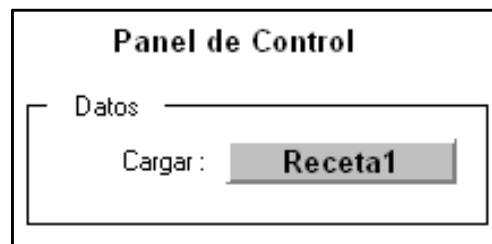


*Figura 69: Panel de Control*

### 3.4. Carga de las recetas

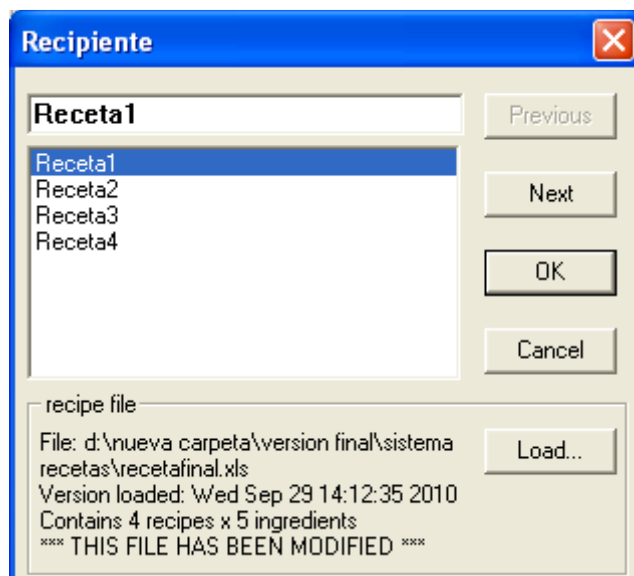
Las recetas se cargan al sistema a partir de una hoja de cálculo de Excel.

En el panel de control hay una opción de cargar, como se muestra la figura 4.



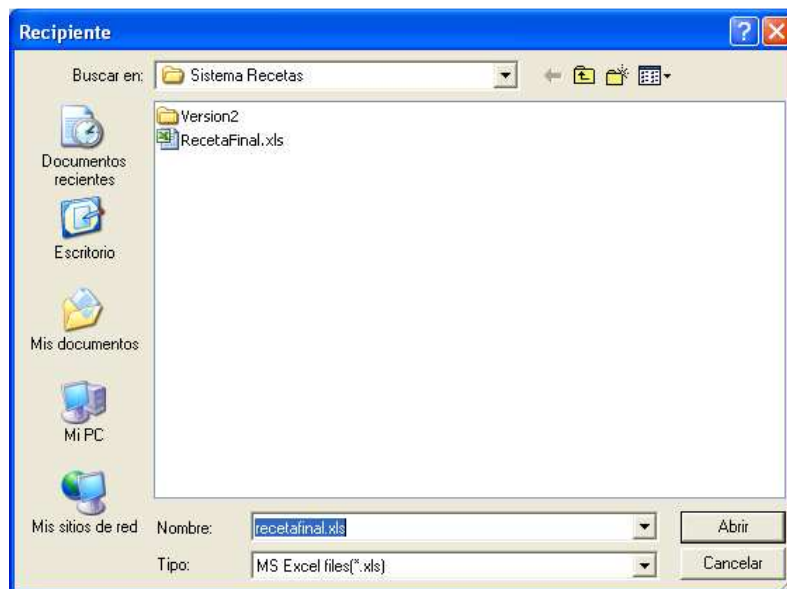
*Figura 70: Opción cargar*

El sistema abre un cuadro de diálogo para que el usuario pueda escoger el banco de recetas elaborados previamente en la hoja de cálculo de Microsoft Excel.



**Figura 71: Cargar recetas**

Se selecciona la opción Load... Y se abre un cuadro de diálogo, para que usuario cargue al sistema las recetas.



**Figura 72: Cuadro de dialogo para escoger las recetas**

Posteriormente el sistema automáticamente vincula las recetas elaboradas en Excel al Recipe System. Ya con esto el usuario puede escoger una de las n recetas elaboradas y empezar a producir.

### 3.5. Selección de una receta a producir

Cuando el sistema ya esté cargada con las recetas, se procede a escoger una receta a producir, se accede a la opción cargar en el panel de control, se abre una ventana como se muestra en la figura 5, se selecciona la receta que desea producir, posteriormente se oprime el botón OK, para finalizar el proceso.

### 3.6. Opciones Generales del Panel de Control

Entre la opciones generales del Recipe System tenemos Start, Stop, Reset, como se ve en la figura 7.

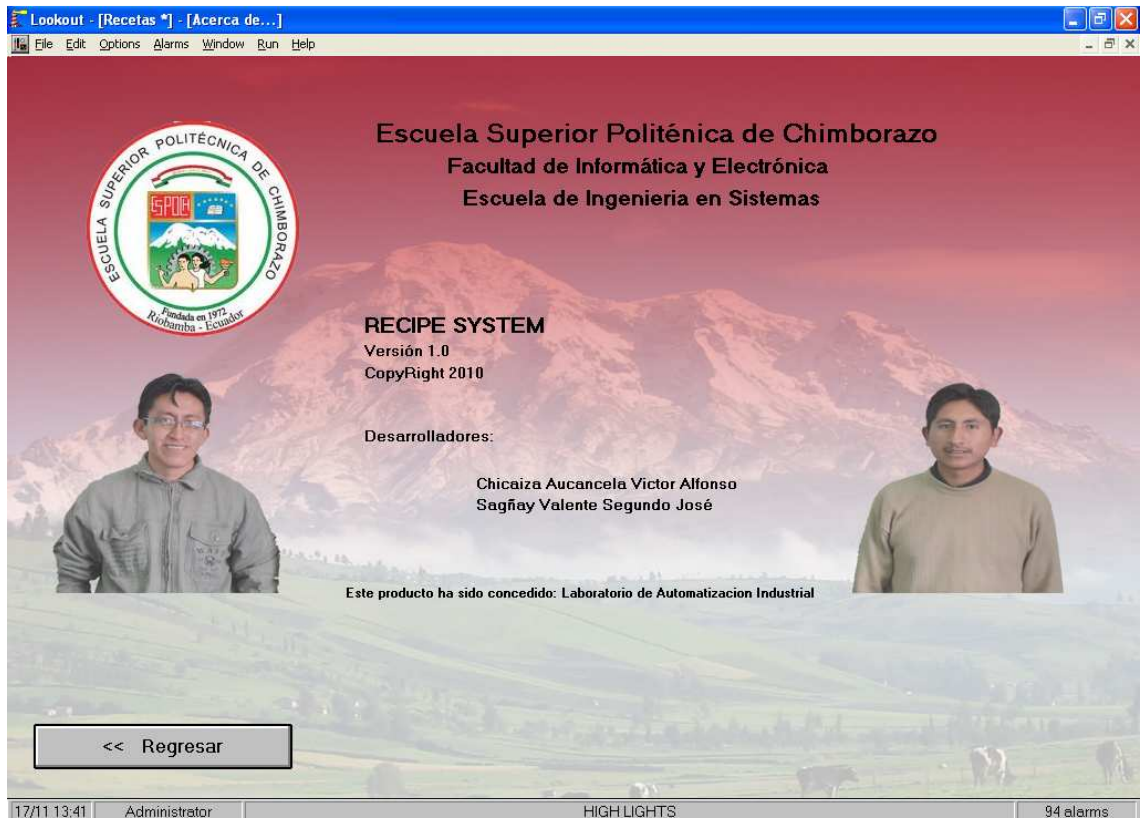


***Figura 73: Opciones del Recipe System***

**Start:** Le indica al sistema de recetas que desde ese momento iniciará la tarea del proceso de mezcla y producción.

**Stop:** Le dice al sistema que detenga el proceso, tal como esté sus componentes, esto se lo hace por si en algún momento existe un problema con alguna parte mecánica, eléctrica, neumática, del proceso, que el sistema detenga por completo.

**Reset:** Esta opción sitúa al sistema de receta en una posición estable, esto por si hubo la necesidad de parar el proceso por algún problema.



*Figura 74: Acerca de... Recipe System*

**Anexo F: Mezcla de líquidos**

## Sección 1: Selección de colores



*Ilustración 7: Selección materiales*



*Ilustración 8: Selección de colores*

## Sección 2: Mezcla de colores forma manual



*Ilustración 9: Obtener colores base*







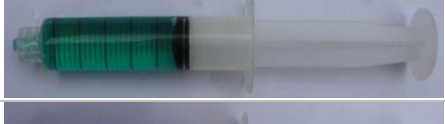

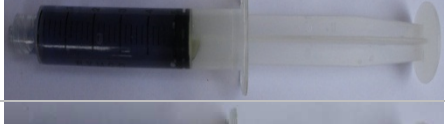





**Ilustración 10: Mezcla de colores**

Tabla de valores obtenidos:

**Tiempos de mezcla forma manual**

| Tipo de color a Obtener | Tiempo de mezcla | Personal Necesario |
|-------------------------|------------------|--------------------|
| Manzana                 | 1.15 min         | 1                  |
| Verde Agua              | 1 min            | 1                  |
| Turquesa                | 1.10 min         | 1                  |
| Violeta                 | 1 min            | 1                  |
| Azul marino             | 0.50 min         | 1                  |
| Verde hoja              | 1.30 min         | 1                  |

**Resultados obtenidos forma manual**

| Tipo de color a Obtener | Color Requerido   | Resultado  |
|-------------------------|---|--|
| Manzana                 |  |  |
| Verde Agua              |  |  |
| Turquesa                |  |  |
| Violeta                 |  |  |
| Azul marino             |  |  |
| Verde hoja              |  |  |



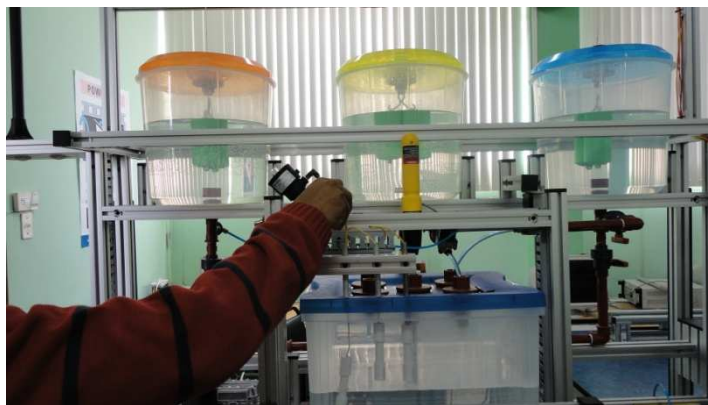
### Datos obtenidos de calidad de mezcla forma manual

| Tipo de color a Obtener | Calidad                                     |
|-------------------------|---|
| Manzana                 | Similar con variación en cantidad de mezcla |
| Verde Agua              | Similar con variación en cantidad de mezcla |
| Turquesa                | Similar con variación en cantidad de mezcla |
| Violeta                 | Similar con variación en cantidad de mezcla |
| Azul marino             | Similar con variación en cantidad de mezcla |
| Verde hoja              | Similar con variación en cantidad de mezcla |

### Sección 3: Mezcla de colores con Recipe System



*Ilustración 11: Obtener colores base*



*Ilustración 12: Mezcla de colores*







*Figura: 2 Mezcla de colores*

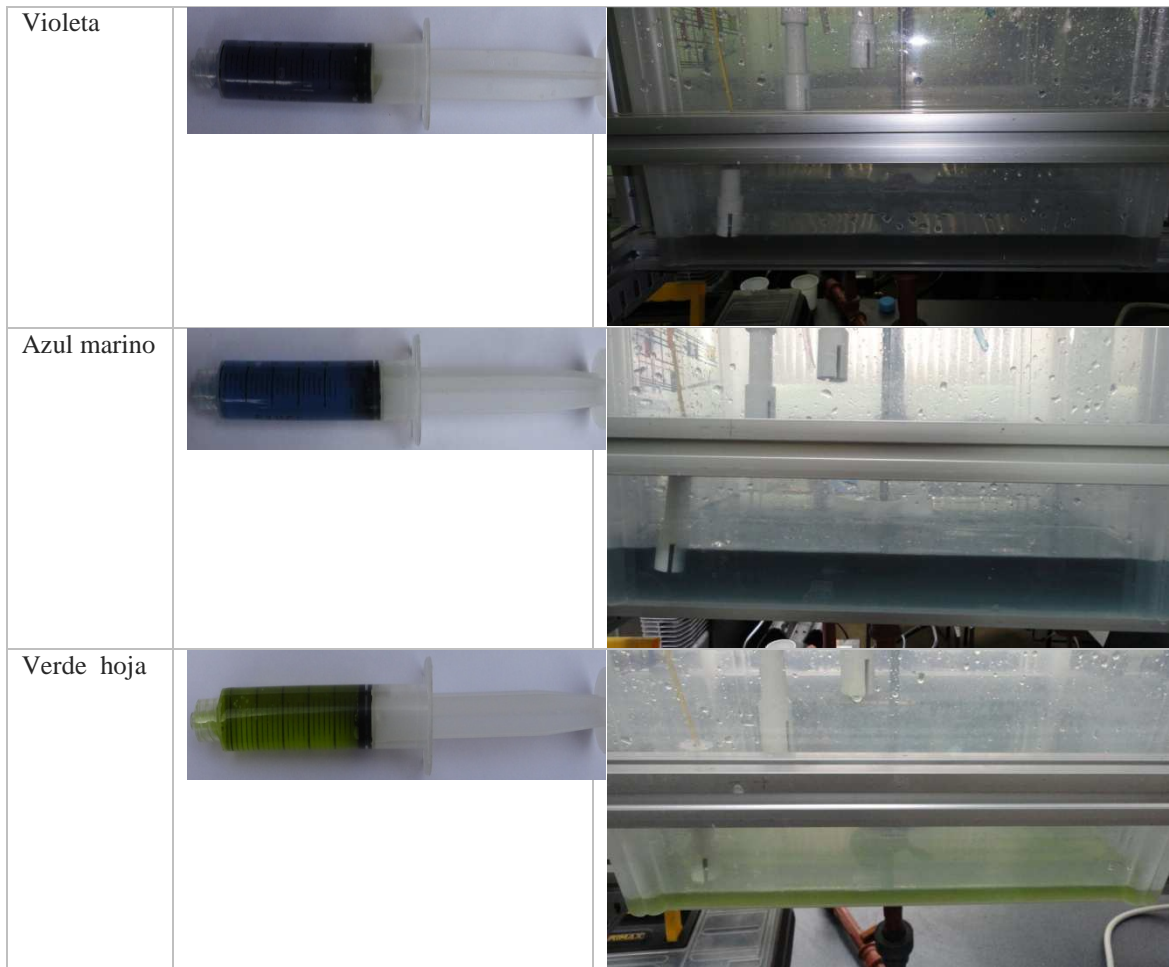
## Tabla de valores obtenidos:

### Tiempos de mezclas

| Tipo de color a Obtener | Tiempo de mezcla | Personal Necesario |
|-------------------------|------------------|--------------------|
| Manzana                 | 15 segundos      | 0                  |
| Verde Agua              | 15 segundos      | 0                  |
| Turquesa                | 15 segundos      | 0                  |
| Violeta                 | 15 segundos      | 0                  |
| Azul marino             | 15 segundos      | 0                  |
| Verde hoja              | 15 segundos      | 0                  |

### Resultados obtenidos

| Tipo de color a Obtener | Color Requerido   | Resultado  |
|-------------------------|---|--|
| Manzana                 |   |   |
| Verde Agua              |  |  |
| Turquesa                |  |  |



**Datos obtenidos de la calidad de mezcla**

| <b>Tipo de color a Obtener</b> | <b>Calidad</b> |
|--------------------------------|----------------|
| Manzana                        | Exacta         |
| Verde Agua                     | Exacta         |
| Turquesa                       | Exacta         |
| Violeta                        | Exacta         |
| Azul marino                    | Exacta         |
| Verde hoja                     | Exacta         |

### **Sección 3: Costos de producción**

#### **Costo Sueldo forma manual:**

Sueldo básico a empleados: \$240

Personal requerido: 1

Tiempo promedio de mezcla de colores: 1 min por cada receta

Mes 30 días= 14400 min

Calculamos cuanto nos costaría pagar por cada mezcla realizada:

$$14400\text{min} \quad \$240 = \$0.01$$

$$1 \text{ min} \quad X$$

Como son 4 recetas para la mezcla = \$ 0.06

Asignado a número de personal requerido =  $\$0.06 * 1 = \$0.06$

El sueldo que se paga al personal por realizar la mezcla seria \$6 centavos de dólar.

#### **Costo Sueldo sistema:**

Sueldo básico a empleados: \$240

Personal requerido: 0

Tiempo promedio de mezcla de colores: 15 segundos por cada receta

Mes 30 días= 14400 min = 864000 segundos

Calculamos cuanto nos costaría pagar por cada mezcla realizada:

864000 segundos                      \$240 = \$0.004

15segundos                      X

Como son 4 recetas para la mezcla = \$ 0.01 centavos

Asignado a número de personal requerido = \$0.01 \* 0 = \$0

El sueldo que se paga al personal por realizar la mezcla seria \$0 centavos de dólar.

### **Costo Electricidad forma manual:**

Costo Kw/h de electricidad utilizado para realizar la mezcla: \$0

Personal requerido: 1

Tiempo promedio de mezcla de colores: 5.20 min por cada receta

Cálculos el costo que nos representa realizar la mezcla utilizando electricidad:

60 min                      \$0 = \$0

1 min X

Como son 4 recetas para la mezcla = \$ 0

Asignado a número de personal requerido = \$0 \* 1 = \$0

El costo por pago de electricidad es \$0.

**Costo Electricidad sistema:**

Costo Kw/h de electricidad utilizado para realizar la mezcla: \$0.08

Personal requerido: 1

Tiempo promedio de mezcla de colores: 5.20 min por cada receta

Cálculos el costo que nos representa realizar la mezcla utilizando electricidad:

$$60 \text{ min } \$0.08 = \$0.000333$$

$$0.25 \text{ min } \quad X$$

$$\text{Como son 4 recetas para la mezcla} = \$ 0.0013$$

$$\text{Asignado a número de personal requerido} = \$0.0013 * 1 = \$0.0013$$

El costo por pago de electricidad por realizar las 4 mezclas de \$0.0013 centavos de dólar.

**Costo económico total:**

***Tabla LXII Costo final calculado***

| <b>Factor</b> | <b>Forma Manual</b> | <b>Sistema Implementado</b> |
|---------------|---------------------|-----------------------------|
| Sueldo        | 6 centavos de dólar | 0 centavos de dólar         |
| Electricidad  | 0                   | 0.0013 centavos de dólar    |
| <b>Total</b>  | 6 centavos de dólar | 0.0013 centavos de dólar    |

# BIBLIOGRAFÍA

## COMPONENTES

- [http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF\\_AnaS/Capitulo2.pdf](http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF_AnaS/Capitulo2.pdf)2010-01-18  
2010-04-17
- [http://www.reporteroindustrial.com/ri/secciones/RI/ES/MAIN/NOTICIAS/PROC/doc\\_73609\\_HTML.html?idDocumento=73609](http://www.reporteroindustrial.com/ri/secciones/RI/ES/MAIN/NOTICIAS/PROC/doc_73609_HTML.html?idDocumento=73609)  
2010-04-22
- <http://es.farnell.com/square-d/rxm4ab1bd/interface-relay/dp/1545217>
- [http://www.mercantil.com/rc/ie/details.asp?meco\\_code=300062080&ie=1&page=5](http://www.mercantil.com/rc/ie/details.asp?meco_code=300062080&ie=1&page=5)  
2010-05-01
- [http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/a0fc27f76281375386256b5f00662116/\\$FILE/Unilever%20-%20procesosneumaticos.pdf](http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/a0fc27f76281375386256b5f00662116/$FILE/Unilever%20-%20procesosneumaticos.pdf)  
2010-05-12

## CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)

- [http://www.mescorza.com/manten/autom\\_teoría/ind\\_auto\\_teoría.htm](http://www.mescorza.com/manten/autom_teoría/ind_auto_teoría.htm)  
2010-04-17
- <http://www.automatas.org/software.htm>

2010-04-17

- [http://electri-arely.blogspot.com/2008/11/lenguaje-de-programacin-ladder-diagrama\\_19.html](http://electri-arely.blogspot.com/2008/11/lenguaje-de-programacin-ladder-diagrama_19.html)

2010-04-17

- [http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF\\_AnaS/Capitulo2.pdf](http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/CruzF_AnaS/Capitulo2.pdf)

2010-04-17

- <http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/conceCptos-generales-programacion>

2010-04-17

### **PROTOCOLO MODBUS.**

- <http://www.modbus.org>.

2009-12-22

- [http:// www.applicom-int.com](http://www.applicom-int.com)

2009-12-28

### **SCADAS.**

- <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>.

2009-12-22

- <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>

2009-12-28

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Batch\\_processing](http://en.wikipedia.org/wiki/Batch_processing)

2009-12-28