

**SISTEMA DE ACCESO REMOTO A TRAVÉS DE INTERNET
A LA PLANTA SISTEMA A EVENTOS DISCRETOS (SED) DEL
LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS (LCP) DEL PROGRAMA
DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL (PIAI)**

ANEXOS



**JHESSICA JARAMILLO CAICEDO
VICTOR IVAN JOAQUI TANDIOY**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
POPAYÁN
2013**

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO 1. MANUAL DE USO DEL ADMINISTRADOR	1
I. Etapa 1: Encendido de la planta.....	2
1. Acondicionamiento de la planta en campo.....	2
2. Encendido de la planta.....	4
II. Etapa2: Comunicación del PLC con el RSLogix 500.....	4
1. Paso 1: Conexión física del PLC con el PC	5
2. Paso 2: Configuración de las comunicaciones del PLC con el software RS Logix500	6
III. Etapa 3: Proceso de descarga del código Ladder al PLC Micrologix 1500.....	12
IV. Etapa 4: Iniciar herramientas para permitir acceso remoto	12
1. Paso 1: Iniciar NI OPC Servers.....	12
2. Paso 2: Abrir Panel Remoto.....	14
3. Paso 3: Iniciar aplicación web	15
V. Check List.....	15
VI. Uso de SEDLAB para el Administrador.....	17
I. Introducción.....	22
II. Objetivos	23
1. Objetivo general	23
2. Objetivo específico.....	23
III. Pre-Requisitos.....	23
IV. Material necesario.....	23
V. Uso de SEDLAB para el Estudiante	23
1. Iniciar Sesión.....	23
2. Cambiar contraseña	24
3. Acceso al panel remoto.....	24
VII. Análisis de resultados	33
1. Cálculo de volumen y flujo de cada tanque.....	33
2. Variación del caudal en relación al flujo de proceso	36
ANEXO 3. AMEF DE LA PLANTA SED	37

ANEXO 4. GRAFCET	41
ANEXO 5. MÉTRICA PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.	45
ANEXO 6. CASOS DE USO DE SEDLAB	49
I. Caso de Uso Registro en el sitio web	49
II. Caso de Uso Crear Reserva	51
III. Caso de Uso Eliminar Reserva	52
IV. Caso de Uso Editar Reserva	52
V. Caso de Uso Consultar reservas	53
VI. Caso de Uso Acceso al Panel Remoto	54
VII. Caso de Uso Recuperar contraseña.....	55
VIII. Caso de Uso Cambiar contraseña.....	55
ANEXO 7. VALIDACIÓN DE RESTRICCIONES	57
I. Validación de la restricción 1	57
II. Validación de las restricciones 2 y 3	57
III. Validación de la restricción 4	58
IV. Validación de la restricción 5	61
V. Validación de la restricción 6	61
VI. Validación de las restricciones 7 y 8.....	62
VII. Validación de la restricción 9	63
VIII. Validación de la restricción 10	63

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo del proceso.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Vista superior de la motobomba mostrando el tornillo principal</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Llave selectora en la posición PLC.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4. Breaker en posición ON</i>	<i>4</i>
<i>Figura 5. Conexión entre el PC y el PLC.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 6. Switch Program-Run en el PLC</i>	<i>5</i>
<i>Figura 7. Cable DF1</i>	<i>6</i>
<i>Figura 8. Ubicación del cable serial DF1 en PLC.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 9. Inicialización de RsLinx Classic</i>	<i>7</i>
<i>Figura 10. Ventana principal de RsLinx para crear un driver a través del icono configure drivers.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 11. Ventana para elegir el protocolo DF1 en RSLinx</i>	<i>8</i>
<i>Figura 12. Configuración del Driver RS-232 DF1</i>	<i>8</i>
<i>Figura 13. Verificación de Puerto COM.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 14. Ventana con la configuración exitosa del driver</i>	<i>10</i>
<i>Figura 15. Pestaña Comms en el LADDER</i>	<i>11</i>
<i>Figura 16. Configuración de ventana Communications.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 17. Abrir NI OPC Servers</i>	<i>13</i>
<i>Figura 18. Archivo .opf de NI OPC Server</i>	<i>13</i>
<i>Figura 19. Abrir cliente OPC rápido (NI OPC Servers).....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 20. Cliente rápido (NI OPC Servers)</i>	<i>14</i>
<i>Figura 21. Iniciar el Panel Remoto</i>	<i>15</i>
<i>Figura 22. Inicio de sesión para usuarios registrados</i>	<i>18</i>
<i>Figura 23. Registro de usuarios nuevos.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 24. Recuperar contraseña.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 25. Asignar Permisos</i>	<i>19</i>
<i>Figura 26. Gestionar Reserva</i>	<i>20</i>
<i>Figura 27. Crear nueva Reserva</i>	<i>21</i>
<i>Figura 28. Cambiar contraseña.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 29. Panel Remoto</i>	<i>25</i>
<i>Figura 30. Barra de herramientas para la ejecución del Panel Remoto</i>	<i>25</i>
<i>Figura 31. Diagrama de flujo del proceso.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 32. Botón RESET.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 33. Botones de los procedimientos</i>	<i>27</i>
<i>Figura 34. Estado de ejecución de los procedimientos</i>	<i>27</i>

<i>Figura 35. Cámara USB.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 36. Toma de datos de la Planta</i>	<i>29</i>
<i>Figura 37. Graficet.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 38. Diagrama de casos de uso del sistema</i>	<i>50</i>
<i>Figura 39. Marcado inicial de la restricción 1</i>	<i>58</i>
<i>Figura 40. Marcado final de la restricción 1</i>	<i>59</i>
<i>Figura 41. Marcado inicial de las restricciones 2 y 3.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 42. Marcado final restricciones 2 y 3</i>	<i>60</i>
<i>Figura 43. Marcado de la restricción 4.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 44. Marcado para la restricción 5.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 45. Marcado de la restricción 6.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 46. Marcado de las restricciones 7 y 8.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 47. Marcado de la restricción 10.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 48. Marcado inicial de restricción 9.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 49. Marcado final de restricción 9.....</i>	<i>65</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Etiquetas de los instrumentos de caudal de entrada y salida para cada uno de los tanques de la planta sed.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2. Check List para uso de SEDLAB.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3. Descripción de tiempos del Procedimiento 1.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4. Descripción de tiempos del Procedimiento 2.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 5. Descripción de tiempos del Procedimiento 3.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. Descripción de tiempos del Procedimiento 4.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7. Resultado de los procedimientos realizados para caracterizar el comportamiento del flujo y la capacidad de cada tanque.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 8. Descripción de forma, dimensiones y capacidad de cada tanque... </i>	<i>34</i>
<i>Tabla 9. Volumen y Flujo en los Tanques presentes en cada Procedimiento</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10. AMEF de la Planta SED [3].....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Descripción de símbolos usados en Diagrama Grafcet.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 12. Métrica para las características de los criterios de selección</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 13. Especificaciones de los casos de uso</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 14. Caso de uso Registro en el sitio web</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 15. Curso típico de acontecimientos (Registro en el sitio web)</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 16. Caso de uso Crear Reserva</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 17. Curso típico de acontecimientos (Crear Reserva).....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 18. Caso de uso Eliminar Reserva</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 19. Curso típico de acontecimientos (Eliminar Reserva).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 20. Caso de uso Editar Reserva.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 21. Curso típico de acontecimientos (Editar Reserva).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 22. Caso de uso Consultar usuarios con reservas</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 23. Curso típico de acontecimientos (Consultar reservas)</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 24. Caso de uso Acceso al Panel remoto.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 25. Curso típico de acontecimientos (Acceso al Panel Remoto)</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 26. Caso de uso Recuperar Contraseña</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 27. Curso típico de acontecimientos (Recuperar Contraseña).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 28. Caso de uso Cambiar Contraseña</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 29. Curso típico de acontecimientos (Cambiar Contraseña)</i>	<i>56</i>

ANEXO 1. MANUAL DE USO DEL ADMINISTRADOR

Para usar la planta caso de estudio de forma remota, es decir a través de SEDLAB, el administrador debe seguir las etapas consignadas a continuación.

Para ampliar la información sobre los componentes de la planta caso de estudio el lector puede referenciarse a [1].

Se sugiere que este manual sea de conocimiento del estudiante para que tenga una idea del procedimiento necesario para usar el acceso remoto, incluso podría ser un proceso colaborativo entre el alumno y el laboratorista como hoy en día se realiza.

El material necesario tanto software como hardware es, las versiones nombradas pueden ser reemplazadas por posteriores:

- **Microsoft Visual Studio 2010** con SQL Server 2008, éste es usado por el sistema de acceso y reserva.
- **LabView 2010** con NI OPC Server e ImaqUSB, usado para visualizar el Panel Remoto y su publicación en Internet.
- **IIS 7**, es el servidor web que permite publicar el sistema de acceso y reserva.
- **Rockwell Automation** con RSLinx y RSLogix 500, utilizado para configurar el driver y descargar el código ladder en el dispositivo de control.
- **Planta SED**, recurso real al cual se accede.
- **Cámaras USB y micrófono**, necesarios para brindar sensación de telepresencia mediante audio y video.
- **Computador**, para alojar todo el software nombrado previamente, con las siguientes características o mejores:
 - a) Sistema Operativo: Windows 7 Home Premium SP1 64 Bits
 - b) Memoria RAM: 3 Gb
 - c) Procesador: IntelCore I3

I. Etapa 1: Encendido de la planta

Antes de encender la planta es necesario acondicionarla. El acondicionamiento de la planta SED consiste en asegurar que las condiciones iniciales de la motobomba y las válvulas manuales sean las adecuadas para que funcione adecuadamente.

En la Figura 1 se presenta un diagrama de flujo bajo la norma ISA S.5.1, en la que se señalan los instrumentos que interactúan en los procedimientos a ejecutar sobre la planta, en las etiquetas se ha usado el número 150, el cual corresponde al LCP de la Planta SED en la sección 0, el significado de cada una es relacionado en la Tabla 1

1. Acondicionamiento de la planta en campo

1.1. Paso 1: Purga de la motobomba

Si se vacía el impulsor de la motobomba, que es una rueda que envía hacia arriba el agua, la bomba trabaja en seco, y no tiene agua que impulsar, incluso se puede quemar, porque la misma agua que bombea le sirve de refrigerante. Para que funcione correctamente es necesario entonces "purgar" el aire llenando de agua la succión. Para purgar la bomba, siga los siguientes pasos:

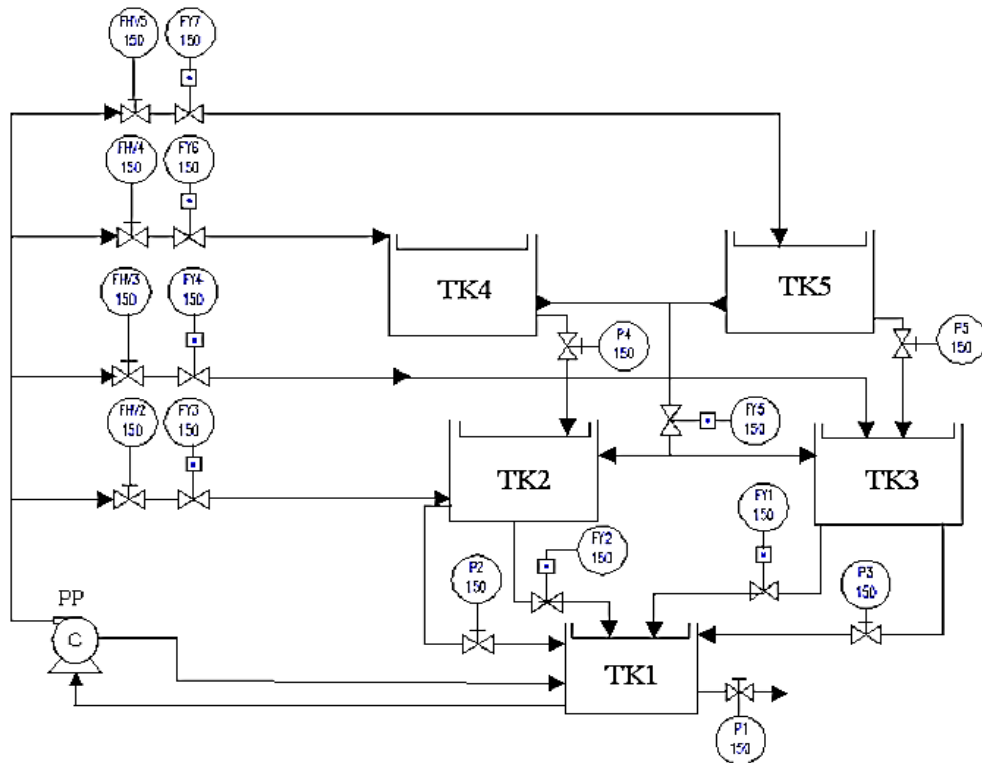
- Quitar el tornillo principal – Ubicado en la parte superior de la motobomba (ver Figura 2).
- Verter agua por el orificio donde estaba el tornillo hasta que comience a rebosarse, volver a poner el tornillo.

Tabla 1. Etiquetas de los instrumentos de caudal de entrada y salida para cada uno de los tanques de la planta sed

Tanque	Caudal de entrada		Caudal de salida	
	Válvula manual	Electro-válvula	Electro-Válvula	Válvula de purga
TK1	-	-	-	P1
TK2	FHV2	FY3	FY2	P2
TK3	FHV3	FY4	FY1	P3
TK4	FHV4	FY6	FY5	P4
TK5	FHV5	FY7	FY5	P5

Fuente: Propia, Marzo de 2013

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 2. Vista superior de la motobomba mostrando el tornillo principal



Fuente: Propia, Marzo de 2013

1.2. Paso 2: Abrir válvulas manuales y cerrar las de purga

Para permitir el flujo del líquido a través del circuito hidráulico las válvulas manuales deben estar abiertas.

En la Tabla 1 se amplía la información de las válvulas y su relación con cada tanque.

2. Encendido de la planta

Antes de encender la planta se debe verificar que la planta se encuentre conectada a la fuente de 120 V AC.

2.1. Paso 1: Llevar la llave selectora a la posición PLC

La llave selectora permite elegir si el control de la planta se hace mediante el PLC o el Nodo NAGA (red Device Net). Se debe llevar la llave selectora a su posición de comunicación con el PLC como lo indica la Figura 3.

Figura 3. Llave selectora en la posición PLC.



Fuente: Propia, Marzo de 2013

2.2. Paso 2: Energizar la Planta SED

Para energizar la planta se debe llevar el breaker a su estado activo, es decir ON. El breaker debe quedar como lo indica la Figura 4.

Figura 4. Breaker en posición ON



Fuente: Propia, Marzo de 2013

2.3. Paso 3: Encender el PC asignado a la Planta SED.

II. Etapa2: Comunicación del PLC con el RSLogix 500

La comunicación entre el PLC y el PC se realiza a través del software RSLogix 500, y es posible gracias a la utilización de un protocolo de comunicación, el uso del protocolo se realiza mediante la instalación de un pequeño programa denominado Driver. Los controladores MicroLogix 1500 aceptan, entre otros, el protocolo DF1 Full-Duplex para comunicarse mediante la conexión RS-232 a dispositivos externos, como es el caso de las computadoras. El protocolo DF1 Full-Duplex proporciona una conexión punto

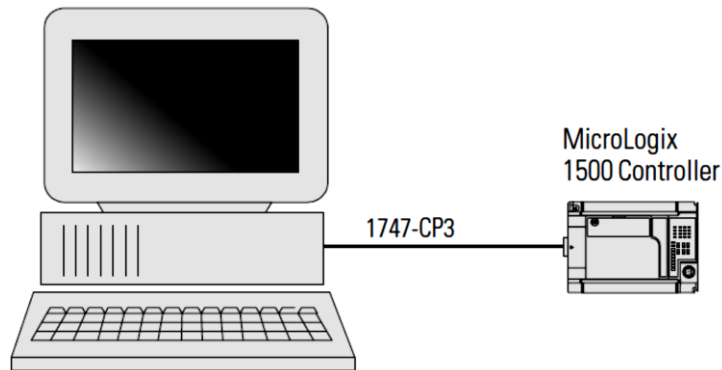
a punto entre los dos dispositivos y ofrece transmisión simultánea bidireccional.

Para permitir la comunicación entre el software RSLogix 500 y el PLC Micrologix 1500, el administrador deberá seguir los pasos citados a continuación:

1. Paso 1: Conexión física del PLC con el PC

Para conectar el PLC Micrologix 1500 con el PC, primero se debe conectar el cable serial DF1 al PLC (Ver Figura 5).

Figura 5. Conexión entre el PC y el PLC



Fuente: Propia, Marzo de 2013

1.1. PLC en el modo Program

Se debe verificar que el switch del PLC, se encuentre en la posición Program. La Figura 6 muestra en donde se encuentra ubicado este switch.

Figura 6. Switch Program-Run en el PLC



Fuente: Propia, Marzo de 2013

1.2. Conexión del cable DF1

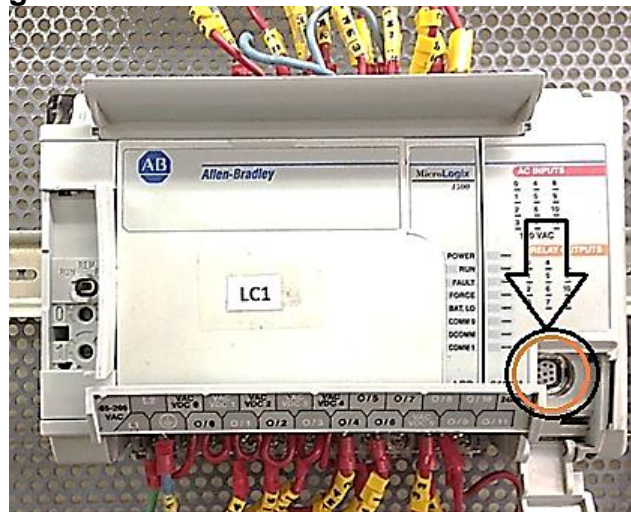
Para conectar el cable serial DF1 (Ver Figura 7), primero se conecta al PLC como se muestra en la Figura 8. A continuación se conecta el extremo libre del cable serial DF1 al terminal RS-232 del PC.

Figura 7. Cable DF1



Fuente: Propia, Mazo de 2013

Figura 8. Ubicación del cable serial DF1 en PLC



Fuente: Propia, Marzo de 2013

2. Paso 2: Configuración de las comunicaciones del PLC con el software RS Logix500

RsLinx es un sistema operativo de red (Network Operating System) que se encarga de regular las comunicaciones entre los diferentes dispositivos de la red. Proporciona el acceso del PLC Micrologix 1500 a una gran variedad de aplicaciones de Rockwell Software, tales como RSLogix 500. El servicio (servidor – cliente) que utiliza el software RSLogix 500 para instalar el driver de comunicaciones del PLC Micrologix 1500 es el RsLinx Communications Service.

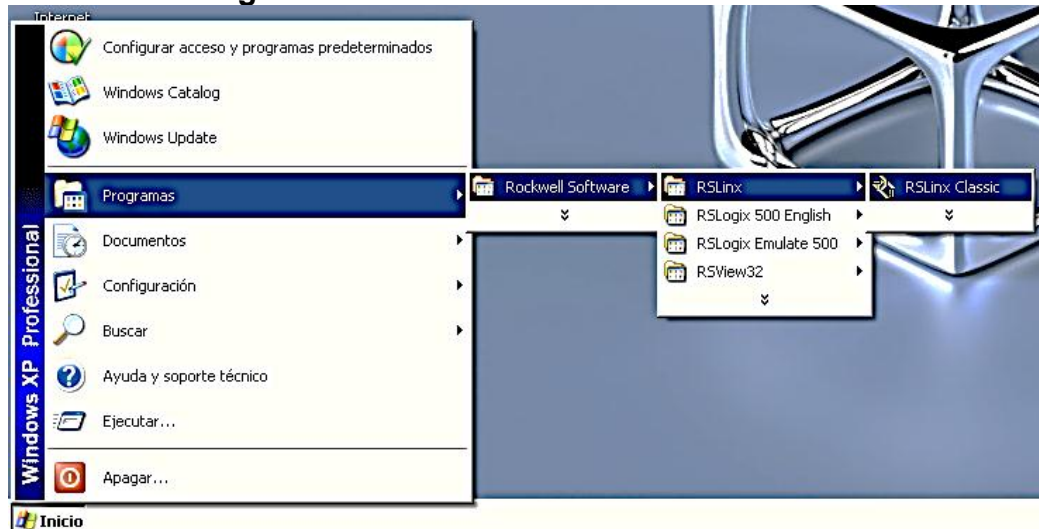
RsLinx ofrece una variedad de drivers, sin embargo para establecer la comunicación mediante el protocolo DF1, es preciso elegir el Driver DF1.

2.1. Selección del driver

Para elegir el Driver DF1 se realizan los siguientes pasos:

- a) En **Inicio**, vaya a **Rockwell Software**, luego **RSLink** y por último haga clic en **RsLink Classic**, como se muestra en la Figura 9.

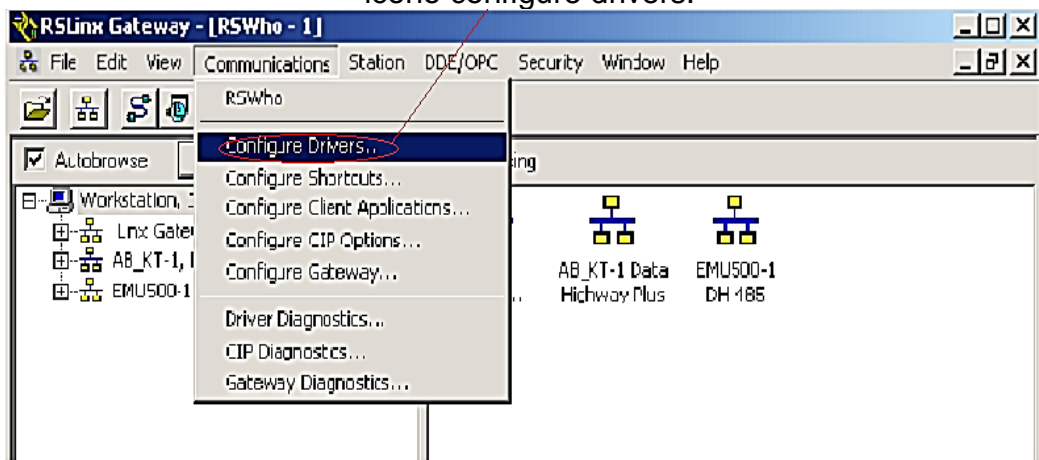
Figura 9. Inicialización de RsLink Classic



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- b) Una vez abierto, pulsar la pestaña **Communications**, y seleccionar la opción **Configure Drivers** como se muestra en la Figura 10.

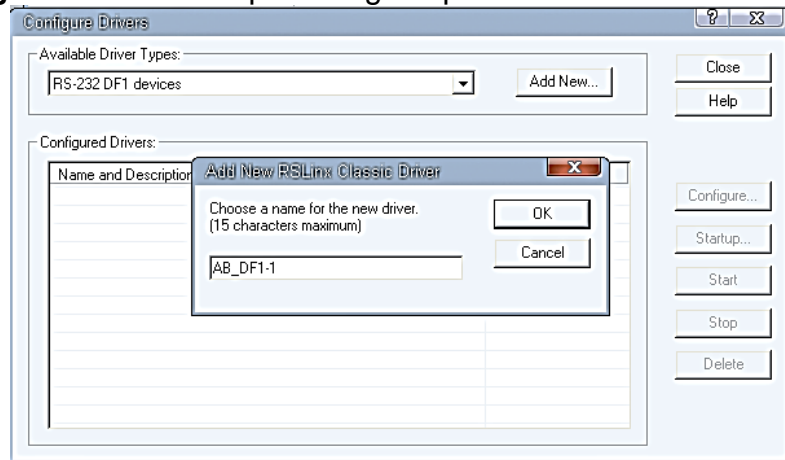
Figura 10. Ventana principal de RsLink para crear un driver a través del icono configure drivers.



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- c) A continuación debe abrirse una ventana como se ve en la Figura 11. En la opción **Available Driver Types**, se selecciona la opción **RS-232 DF1 devices**. Se presiona **Add New** (Use el nombre por defecto **AB_DF1 - 1**).

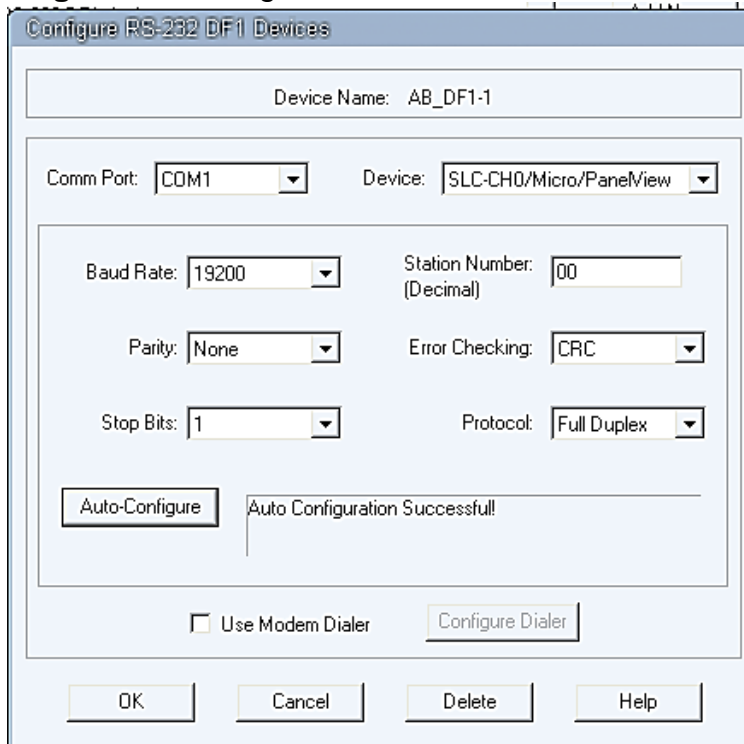
Figura 11. Ventana para elegir el protocolo DF1 en RSLinx



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- d) En la ventana que se despliega, se selecciona la opción **Autoconfigure**, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12. Configuración del Driver RS-232 DF1



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- e) Verificar que aparezca el mensaje **Auto Configuration Successful**, Presionar **OK**.

NOTA: Si la auto-configuración no es exitosa podrían aparecer los siguientes mensajes:

- **Failed to find baud and parity! Check all cables and switch settings!**

Esto puede indicar que el Puerto serial para la computadora no está habilitado, el cable está dañado o no está conectado correctamente, o el protocolo para el canal del procesador no está configurado para comunicación RS- 232 full dúplex.

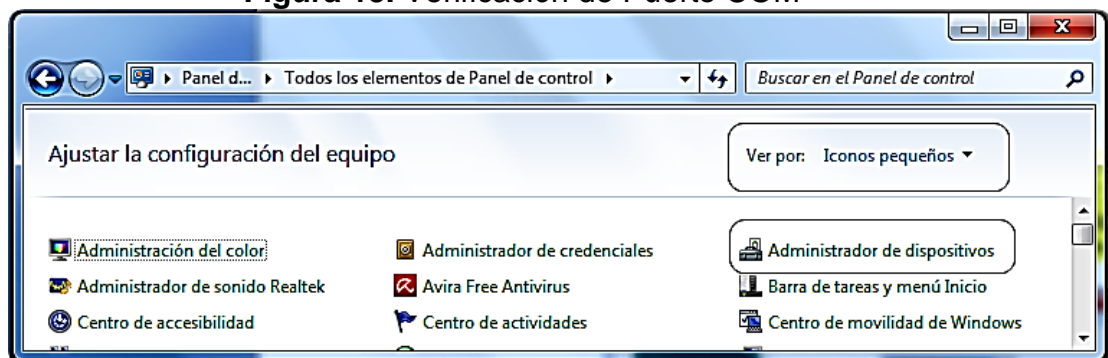
- **Unable to verify settings due to packet time-out! (or Unable to verify settings due to a NAK!) Check all cables and configuration and try again.**

Estos dos mensajes usualmente indican que el canal en el procesador no está configurado para comunicación RS- 232 full dúplex.

- **Unable to open specified port for configuration testing!**

Hay conflicto en el Puerto serial –El puerto está siendo usado por otro driver en RSLinx o por un dispositivo diferente tal como un modem, para lo cual se debe verificar el puerto de comunicación haciendo clic en **Panel de Control**, cambie la vista a Iconos pequeños y presione **Administrador de dispositivos**, en la ventana desplegada ubique el **Prolific USB-to-Serial Comm Port (COM_)**, y lea el número de COM que aparece entre paréntesis, Ver Figura 13.

Figura 13. Verificación de Puerto COM

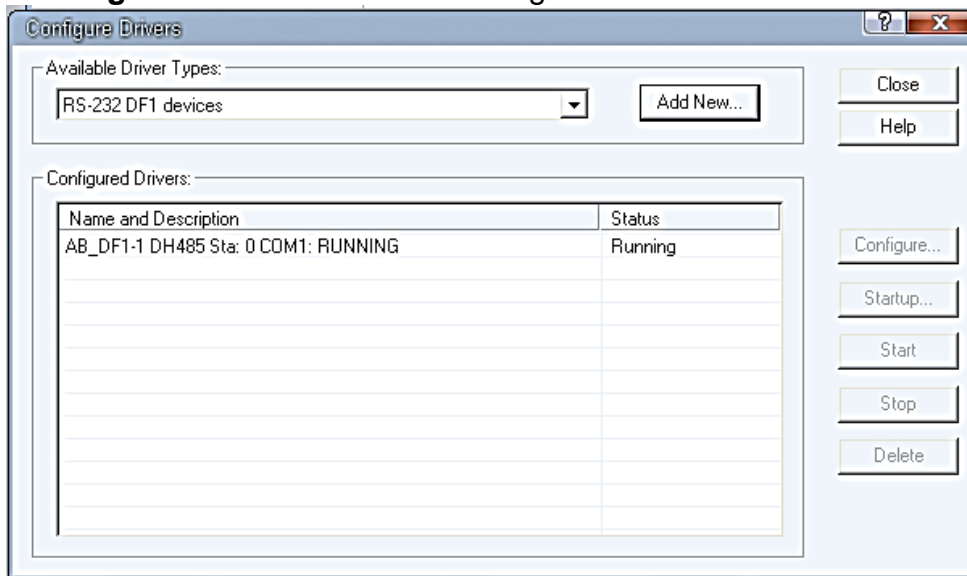


Fuente: Propia, Febrero de 2013

2.2. Cerrar la ventana de configuración del driver

- Una vez configurado el Driver debe observarse que el PLC ya estableció comunicación con el PC mediante el estado (**Status**) en modo **Running**, como se muestra en la Figura 14, cerrar la ventana de **Configure Drivers**.

Figura 14. Ventana con la configuración exitosa del driver



Fuente: Propia, Marzo de 2013

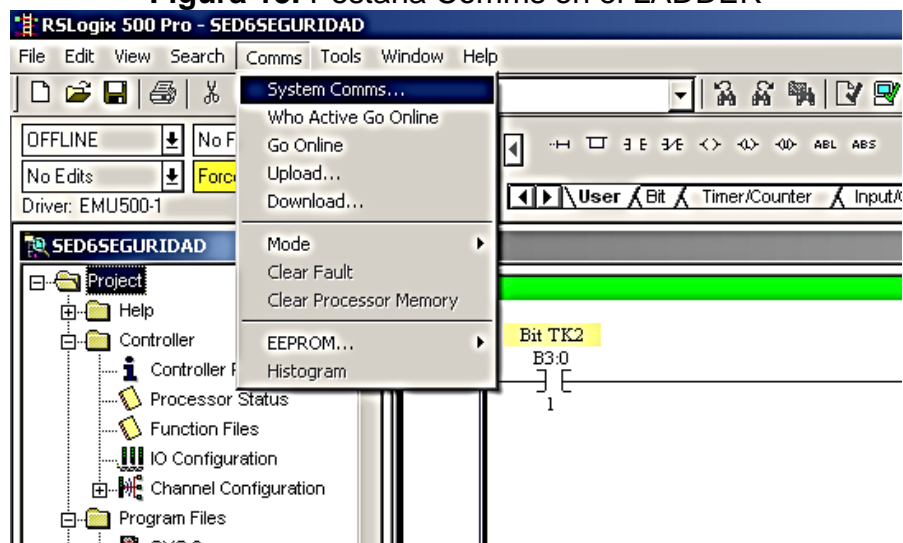
2.3. Inicialización de Ladder y configuración de las comunicaciones en el RSLogix 500

Iniciar el Ladder usado para la caracterización de flujo de la planta, para lo cual se debe cargar el acceso directo llamado "**LADDER_SEDLAB**" que se encuentra en el escritorio del PC o descargarlo del siguiente sitio <https://www.dropbox.com/sh/ikcg37t7u698l8v/gh9EryLsHI>

Para configurar los parámetros de las comunicaciones del sistema en RSLogix 500 realizar los siguientes pasos:

- a) En la parte superior de la ventana principal en el software RSLogix 500 dar clic sobre el menú desplegable **Comms**, posteriormente en el sub menú **System Comms**, como se indica en la Figura 15.

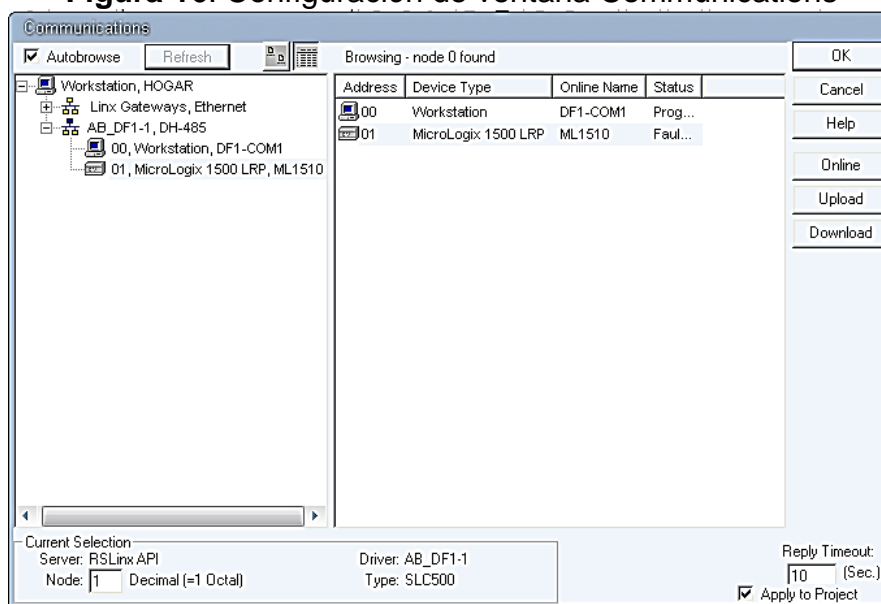
Figura 15. Pestaña Comms en el LADDER



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- b) En el árbol de la ventana **Communications**, en el lado izquierdo de la pantalla, abrir el Driver que se ha configurado (**AB_DF1-1**), en el lado derecho de la pantalla se mostrarán; un ícono del PC y un ícono del procesador con el cual se está comunicando. Seleccione el **PLC Micrologix 1500**, dando clic sobre este, posteriormente active **Apply to project** (el cual está en la parte inferior derecha de la ventana). Ver Figura 16.

Figura 16. Configuración de ventana Communications



Fuente: Propia, Marzo de 2013

III. Etapa 3: Proceso de descarga del código Ladder al PLC Micrologix 1500.

Para llevar a cabo este procedimiento se deben ejecutar los siguientes pasos:

- a) Presionar **Download**, ahora, si se despliega la ventana *revisión note* presionar OK (esta ventana no siempre aparece).
- b) Si se despliega la ventana **Apply Channel Configuration to online procesor** dar clic en la opción **No aplicar**.
- c) Luego se despliega la ventana RSLogix 500 Pro, dar clic en SI.
- d) Llevar al switch del PLC al modo **REMOTE**, ver Figura 6. En caso de que aparezca una ventana emergente que indica si se desea llevar el código Ladder online, dar clic en No.
- e) Una vez realizado este procedimiento se debe llevar el switch del PLC al modo RUN y se pueden cerrar todas las aplicaciones de Rockwell Automation que se estén ejecutando.

IV. Etapa 4: Iniciar herramientas para permitir acceso remoto

En Labview se hace necesario verificar la conexión del PC con el PLC y luego iniciar el VI creado para SEDLAB, finalmente ejecutar la aplicación de para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

1. Paso 1: Iniciar NI OPC Servers

Aunque es posible que el NI OPC Servers ya se encuentre iniciado al encender el PC, a continuación están los pasos por si esto no ocurre. Este procedimiento es necesario para permitir la conexión de LabView con el PLC.

- a) Abrir NI OPC Servers seleccionando **Inicio>>Todos los programas>>National Instruments>>NI OPC Servers>> NI OPC Servers**, por defecto se abrirá la última aplicación en la que se trabajó. Ver Figura 17.

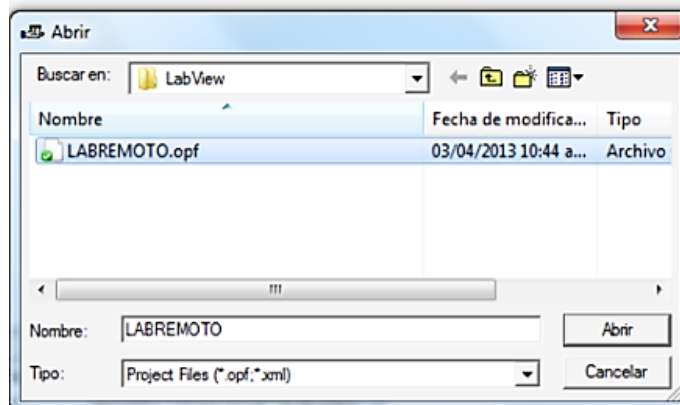
Figura 17. Abrir NI OPC Servers



Fuente: Propia, Febrero de 2013

- b) En el menú **File >> Open >> LabRemoto.opf**, este archivo está disponible en el PC de la planta, sin embargo se puede descargar de <https://www.dropbox.com/sh/ikcg37t7u698I8v/gh9EryLsHI>. Ver Figura 18.

Figura 18. Archivo .opf de NI OPC Server

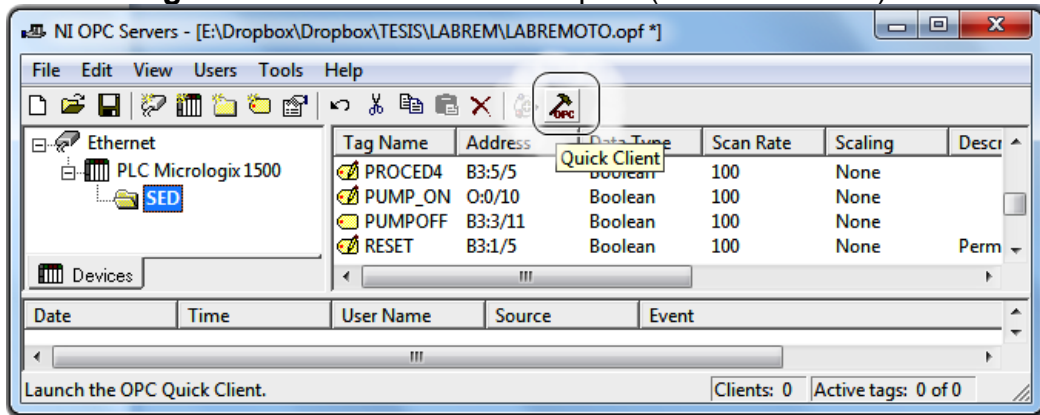


Fuente: Propia, Marzo de 2013

- c) Para confirmar que el PLC se esté comunicando con el servidor OPC correctamente se puede lanzar el cliente OPC rápido. Presionar el botón **Quick OPC Client** como se indica en la Figura 19
- d) En el árbol de la parte superior izquierda de la pantalla seleccionar el canal y el dispositivo que se ha configurado; en este caso, **Ethernet.PLC.Micrologix 1500.SED**. En la parte superior derecha de la pantalla aparecerá la variable con su valor y parámetros de configuración,

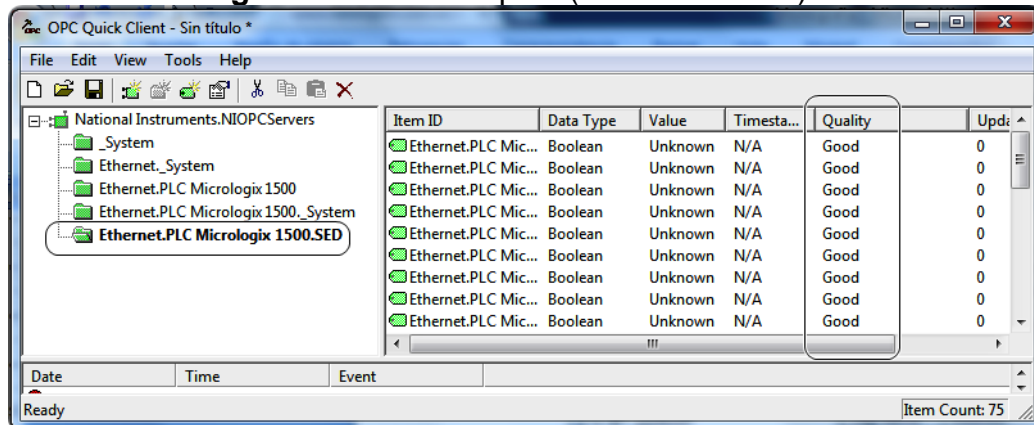
allí se debe verificar que la **Quality** este **Good**, puede cerrar el Quick OPC Client sin guardar la configuración. Y finalmente cerrar el servidor. Ver Figura 20.

Figura 19. Abrir cliente OPC rápido (NI OPC Servers)



Fuente: Propia, Febrero de 2013

Figura 20. Cliente rápido (NI OPC Servers)

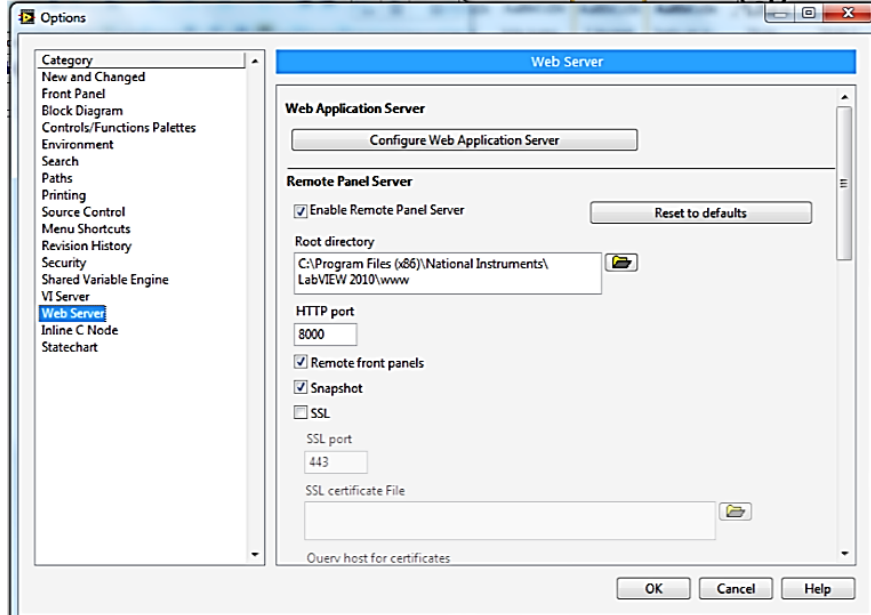


Fuente: Propia, Febrero de 2013

2. Paso 2: Abrir Panel Remoto

Abrir el Proyecto llamado SEDLAB, guardado en el PC de la planta o descargarlo de <https://www.dropbox.com/sh/ikcg37t7u698l8v/gh9EryLsHI> y dejar abierto durante el acceso remoto. Al abrirlo verificar que el servidor web se está ejecutando, haciendo clic en **Tools>> Options** al lado derecho en **Web Servers** verificar que **Enable Remote Panel Server** esté check, como se muestra en la Figura 21.

Figura 21. Iniciar el Panel Remoto



Fuente: Propia, Marzo de 2013

3. Paso 3: Iniciar aplicación web

Ejecutar el archivo LABREM, guardado en el escritorio del PC de la planta.

V. Resumen de Condiciones Iniciales: Check List

Las etapas descritas previamente, se resumen junto a algunas condiciones más, en la Tabla 2 y deben ser aseguradas por el laboratorista antes de iniciar cada práctica remota.

Las condiciones fueron divididas en grupos por facilidad para su revisión:

- **Panel de Campo:** Corresponden a las condiciones físicas que deben ser supervisadas, en especial la purga de la Motobomba.
- **Panel de Control:** Estas condiciones se resumen en encender la planta y descargar el ladder correspondiente en el PLC
- **Cableado:** Se presenta la distribución de bornes de relés de conmutación, para que se verifique su conexión mediante continuidad.
- **Sistema:** Se sugiere que se destine un computador para ser usado solo como servidor y nada más, con esto las condiciones que aparecen en

Sistema, solo deberán ser configuradas la primera vez que se encienda el PC

Tabla 2. Check List para uso de SEDLAB

Cant	Elemento	Condición		✓
Panel de Campo				
4	Válvulas manuales de carga	Abiertas		<input type="checkbox"/>
5	Válvulas de purga o alivio	Cerradas		<input type="checkbox"/>
1	Motobomba	Purgada		<input type="checkbox"/>
1	Tanque de suministro (TK1)	Nivel de 25 cm		<input type="checkbox"/>
1	Cámara USB	Conectada al PC		<input type="checkbox"/>
4	Regletas indicadoras de nivel (TK2, 3, 4,5)	Adheridas a los tanques		<input type="checkbox"/>
Panel de Control				
1	PLCMicrologix 1500	Con ladder previamente descargado		<input type="checkbox"/>
1	PLC Micrologix 1500 serie C	Modo RUN		<input type="checkbox"/>
1	Llave selectora	Escenario PLC		<input type="checkbox"/>
1	Fuente de Alimentación 1761 NE-AIC	Conectada		<input type="checkbox"/>
1	Breaker	Posición ON		<input type="checkbox"/>
Cableado				
		I/O PLC	Relé	
1	FY2150 De Bornera A, Borne 16 hasta Bornera D, Borne 8	I/9(3)	CM3(12)	Hay continuidad <input type="checkbox"/>
1	FY3150 De Bornera A, Borne 12 hasta Bornera D, Borne 6	I/10(4)	CM4(9)	Hay continuidad <input type="checkbox"/>
1	FY5150 De Bornera A, Borne 10 hasta Bornera D, Borne 5	O/2(4)	CM4(10)	Hay continuidad <input type="checkbox"/>
1	FY6150 De Bornera A, Borne 8 hasta Bornera D, Borne 4	O/3(1)	CM4(11)	Hay continuidad <input type="checkbox"/>

1	FY7150 De Bornera A, Borne 20 hasta Bornera D, Borne 10	O/5(2)	CM4(12)	Hay continuidad	<input type="checkbox"/>
1	Inicio Motobomba De Bornera A, Borne 2 hasta Bornera B, Borne 15	O/7(4)	CM3(9)	Hay continuidad	<input type="checkbox"/>
1	Parada de la motobomba De Bornera A, Borne 2 hasta Bornera B, Borne 15	O/8(3)	CM3(10)	Hay continuidad	<input type="checkbox"/>
Sistema					
1	Web Server Labview 2010		ON		<input type="checkbox"/>
1	Aplicación Web		Ejecutándose		<input type="checkbox"/>
1	VI Labview		Abierto		<input type="checkbox"/>
1	PC		ON		<input type="checkbox"/>

Continuación Tabla 2

Fuente: Propia, Marzo de 2013

VI. Uso de SEDLAB para el Administrador

Como Administrador el Laboratorista tiene acceso a TODAS las funciones de la página Web, sin embargo en esta sección solo se explicará la principal (Inicio de sesión) y el uso de dos pantallas exclusivas de este rol de usuario, ya que las demás funcionalidades se explicarán en el manual del estudiante.

1. Iniciar Sesión

A esta pantalla se accede haciendo clic en la parte superior derecha, en **Iniciar Sesión**; cuando el usuario ya tenga una cuenta podrá iniciar llenando el formulario que aparece en la Figura 22, sin embargo, al acceder por primera vez deberá **Registrarse**, y llenar el formulario, el nuevo usuario deberá prestar atención al correo inscrito ya que es el medio por el cual es posible recuperar la contraseña como se explicará más adelante.

Figura 22. Inicio de sesión para usuarios registrados

The screenshot shows the SEDLAB website's login interface. At the top, there is a blue header with the SEDLAB logo on the left and a link for "[Iniciar sesión]" on the right. Below the header is a dark navigation bar with buttons for "Inicio", "Acerca de", "Cambiar Contraseña", "Asignar Permisos", "Gestionar Reservas", and "Controlar Planta". The main content area is titled "INICIAR SESIÓN" and contains the following elements:

- A paragraph: "Especifique su nombre de usuario y contraseña. [Registrarse](#) si no tiene una cuenta."
- A form titled "Información de cuenta" with the following fields:
 - "Nombre de usuario:" with a text input field and a red asterisk to its right.
 - "Contraseña:" with a text input field.
 - A checkbox labeled "Mantenerme conectado".
- A link: "[Olvidaste la contraseña?](#)"
- A button: "Iniciar sesión"

Fuente: Propia, Marzo de 2013

Figura 23. Registro de usuarios nuevos

The screenshot shows the SEDLAB website's registration interface. At the top, there is a blue header with the SEDLAB logo on the left and a link for "[Iniciar sesión]" on the right. Below the header is a dark navigation bar with buttons for "Inicio", "Acerca de", "Cambiar Contraseña", "Asignar Permisos", "Gestionar Reservas", and "Controlar Planta". The main content area is titled "CREAR UNA NUEVA CUENTA" and contains the following elements:

- A paragraph: "Use el formulario siguiente para crear una cuenta nueva."
- A paragraph: "Las contraseñas deben tener una longitud mínima de 6 caracteres."
- A form titled "Información de cuenta" with the following fields:
 - "Nombre de usuario:" with a text input field.
 - "Correo electrónico:" with a text input field and a red asterisk to its right.
 - "Contraseña:" with a text input field.
 - "Confirmar contraseña:" with a text input field.
- A button: "Crear usuario"

Fuente: Propia, Marzo de 2013

En la Figura 22 también es posible acceder a la opción de recuperar la contraseña, cuando se acceda a este vínculo aparecerá una pantalla como la mostrada en la Figura 24, en la cual es usuario deberá escribir su Nombre de Usuario registrado para que el sistema envíe una contraseña que es

generada aleatoriamente, para que el usuario pueda acceder y luego, si desea, la cambie por otra. Ver en manual del estudiante **Cambiar contraseña**.

Figura 24. Recuperar contraseña



The screenshot shows the SEDLAB interface with a navigation bar containing 'Inicio', 'Acerca de', 'Cambiar Contraseña', and 'Asignar Permisos'. Below the navigation bar is a form titled 'RECUPERACION DE CONTRASEÑA' with a sub-header '¿Olvidó su contraseña?'. The form contains the instruction 'Escriba su Nombre de usuario para recibir su contraseña.', a text input field labeled 'Nombre de usuario:', and an 'Enviar' button.

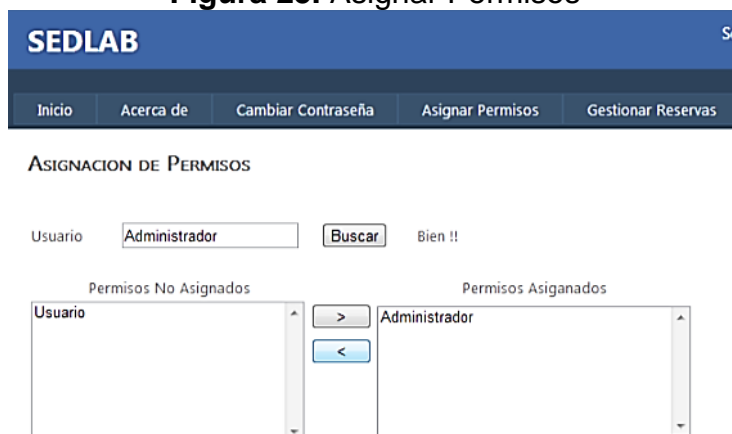
Fuente: Propia, Marzo de 2013

2. Asignar Permisos

Mediante esta pantalla el laboratorista deberá asignar su rol de Administrador, para lo cual debe hacer uso de un usuario ya creado por los autores de este proyecto, para esto primero deberá **Iniciar Sesión** con el Nombre de Usuario *Administrador* y contraseña *123456*, luego, en la pestaña Asignar permisos, digitar nuevamente *Administrador* en el campo usuario, seleccionar el Rol Administrador de la lista de Permisos Asignados, luego hacer clic en < para pasarlo a la Lista de permisos no asignados, con esto el usuario queda sin ningún permiso.

Ahora, se debe ingresar el nuevo Nombre de Usuario y asignar el permiso de Administrador (el de Usuario está implícito si escoge Administrador), de esta manera el nuevo y único Administrador es el laboratorista. Ver Figura 25.

Figura 25. Asignar Permisos



The screenshot shows the SEDLAB interface with a navigation bar containing 'Inicio', 'Acerca de', 'Cambiar Contraseña', 'Asignar Permisos', and 'Gestionar Reservas'. Below the navigation bar is a form titled 'ASIGNACION DE PERMISOS'. The form contains a 'Usuario' input field with 'Administrador' entered, a 'Buscar' button, and the text 'Bien !!'. Below this are two lists: 'Permisos No Asignados' and 'Permisos Asignados'. The 'Permisos Asignados' list contains 'Administrador'. There are '>' and '<' buttons between the two lists to move items.

Fuente: Propia, Marzo de 2013

De aquí en adelante, como nuevo Administrador tendrá la función de asignar el rol de Usuario a los estudiantes que se registren en el sitio web, con lo cual los habilita para acceder al Laboratorio remoto después de **Gestionar Reservas**.

3. Gestionar Reservas

Mediante esta opción el Administrador puede ver la lista de reservas creadas, como se muestra en la Figura 26 y en cada una se tiene la opción de editar o eliminar.

Figura 26. Gestionar Reserva

Usuario	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Observaciones
yadorado	06/05/2013	12:00:00 a.m.	22:00:00	23:59:00 prueba

Fuente: Propia, Marzo de 2013

Si se desea crear una Nueva Reserva hacer clic en el vínculo para obtener la pantalla de la Figura 27, en ella se debe llenar el formulario presentado, no está permitido asignar reservas a usuarios no registrados o sin permiso de usuario, tampoco se permite crear reservas para días pasados, la hora de inicio siempre debe ser menor que la de final, y al lado derecho se mostrará un listado de los horarios NO disponibles para la fecha seleccionada.

Figura 27. Crear nueva Reserva

SEDLAB Sesion Iniciada como **Administrador** [[Cerrar sesión](#)]

[Inicio](#) | [Acerca de](#) | [Cambiar Contraseña](#) | [Asignar Permisos](#) | [Gestionar Reservas](#) | [Controlar Planta](#)

CREAR NUEVA RESERVA

Todos los campos con * son Obligatorios. Horarios **NO** disponibles para la fecha seleccionada

Usuario *

Fecha *

<	mayo de 2013							>
dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb		
28	29	30	1	2	3	4		
5	6	7	8	9	10	11		
12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25		
26	27	28	29	30	31	1		
2	3	4	5	6	7	8		

Hora de inicio *

Hora de fin *

Observaciones*

Fuente: Propia, Marzo de 2013

ANEXO 2. MANUAL DE USO DEL ESTUDIANTE - CARACTERIZACION DEL FLUJO EN LOS TANQUES – PLANTA A EVENTOS DISCRETOS VERSIÓN 3.0

A continuación se presenta el manual del estudiante con todas las consideraciones necesarias para hacer un uso adecuado del laboratorio remoto [2].

I. Introducción

En la industria es muy frecuente encontrar procesos de producción que ejecutan tareas independientes y secuenciales donde su continuidad depende de la realización de procedimientos previos. Una forma de emular este tipo de proceso es el que se presenta en la planta de sistemas a eventos discretos (SED) del laboratorio de control de procesos. La planta SED está compuesta por diversos tanques para el almacenamiento y mezclado de sustancias líquidas, el flujo de materia prima se distribuye por un sistema de tuberías y su control se hace por medio de electroválvulas y sensores de nivel de efecto Hall. Una motobomba impulsa el fluido que se distribuye entre los tanques, los flujos se pueden regular manualmente por medio de válvulas de bola. El control y monitoreo del comportamiento de la planta SED se hace por medio de dos escenarios de automatización. Uno por un PLC local ubicado en el panel de control y que puede programarse desde un PC; herramientas software permiten el modelado y seguimiento del comportamiento de un proceso. El otro escenario de automatización hace uso de un nodo NAGA para comunicarse a una red DeviceNet y permitir el control y monitoreo remoto. Esta segunda práctica en la Planta de Sistemas de Eventos Discretos tiene como propósito identificar las salidas del PLC y su conexión a los actuadores de la planta. El software implementado permite manipular las salidas del PLC para caracterizar los distintos flujos de materia prima en cada uno de los tanques.

II. Objetivos

1. Objetivo general

Caracterizar el flujo de materia prima en cada uno de los tanques de la planta SED de acuerdo a diversas configuraciones del flujo de proceso mediante un panel remoto accedido desde internet que ejecuta un supervisorio implementado para ésta práctica.

2. Objetivo específico

Determinar el flujo de fluido en cada tanque de la planta SED para distintas distribuciones en el sistema de tuberías.

III. Pre-Requisitos

Se recomienda haber realizado la práctica de familiarización con la planta de sistemas a eventos discretos y tener al menos un conocimiento básico de los siguientes temas: Operación del PLC Micrologix 1500 de Rockwell y Operación del software RSLogix 500 de Rockwell.

IV. Material necesario

Se requiere un PC con conexión a internet y navegadores preferiblemente Mozilla FireFox o Internet Explorer de 32 bits, y descargar dos complementos que se pueden encontrar en <https://www.dropbox.com/sh/ikcg37t7u698l8v/gh9EryLsHI> o haciendo clic en el enlace que aparece en el sitio web en la pestaña **Acerca de**

V. Uso de SEDLAB para el Estudiante

El estudiante deberá seguir los siguientes pasos para usar el sistema de acceso remoto a través de internet:

1. Iniciar Sesión

Para iniciar sesión deberá registrarse como se explicó en el manual del Administrador en **Iniciar Sesión**, después deberá notificar al Administrador

de su nombre de usuario para que le asigne permiso de Usuario, así mismo se deberá poner en contacto nuevamente para reservar un espacio de tiempo para la ejecución del Panel Remoto. Como usuario también puede cambiar la contraseña de su cuenta, como se explica a continuación.

2. Cambiar contraseña

A esta pantalla puede acceder cualquier usuario, incluso, si no está autorizado, como se muestra en la Figura 28, se debe llenar un pequeño formulario con la contraseña anterior, la nueva y la confirmación, esta pagina será especialmente usada cuando se recupere la contraseña y se quiera cambiar la que el sistema ha asignado aleatoriamente por una más fácil de recordar.

Figura 28. Cambiar contraseña

SEDLAB Sesion Iniciada como **Administrador** [Cerrar sesión]

Inicio Acerca de Cambiar Contraseña Asignar Permisos Gestionar Reservas Controlar Planta

CAMBIAR CONTRASEÑA

Use el formulario siguiente para cambiar la contraseña.

Las contraseñas nuevas deben tener una longitud mínima de 6 caracteres.

Información de cuenta

Contraseña anterior:

Nueva contraseña:

Confirmar la nueva contraseña:

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

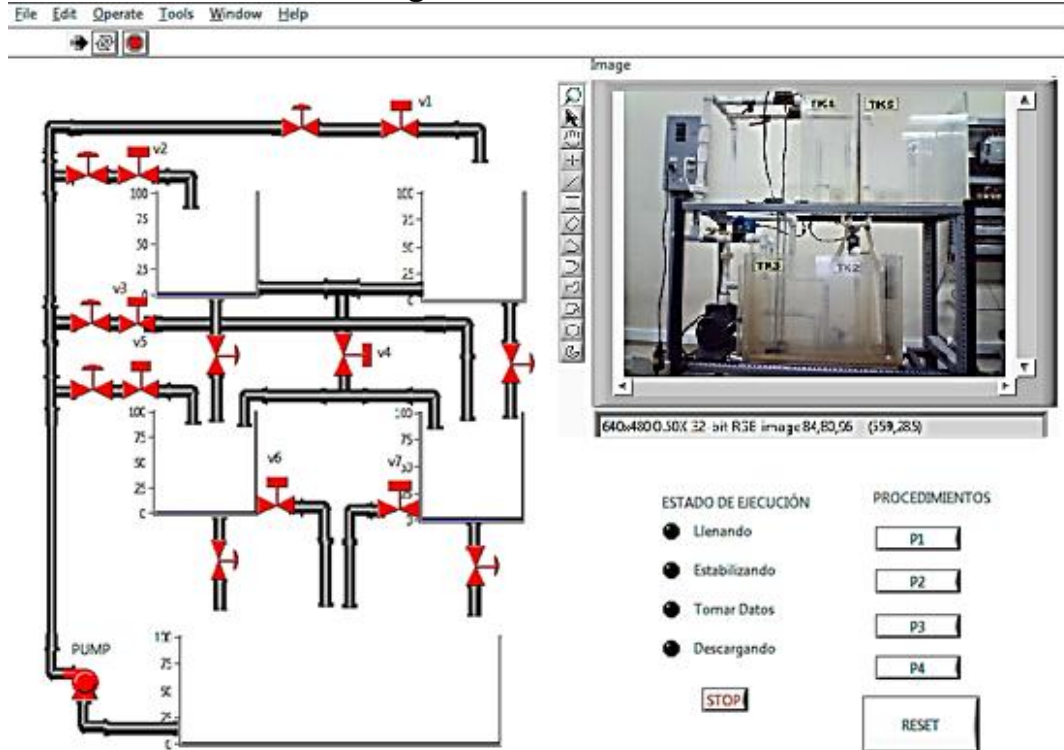
3. Acceso al panel remoto

La fecha y hora reservada, para el acceso remoto, se procederá a caracterizar el comportamiento del flujo de cada tanque en la planta a eventos discretos. Lea atentamente las siguientes consideraciones antes de hacer uso del panel remoto, para que tenga conocimiento de lo que encontrará, como usar los botones y que información será relevante para consignar en la documentación del desarrollo de la práctica.

3.1. Partes del Panel Remoto

En la Figura 29 se muestra el Panel Remoto con el que interactuará el usuario al ingresar a la pestaña Controlar planta.

Figura 29. Panel Remoto



Fuente: Propia, Marzo de 2013

- a) **Barra de herramientas para la ejecución:** Mediante esta barra puede iniciar la ejecución o pararla. Ver Figura 30.

Figura 30. Barra de herramientas para la ejecución del Panel Remoto

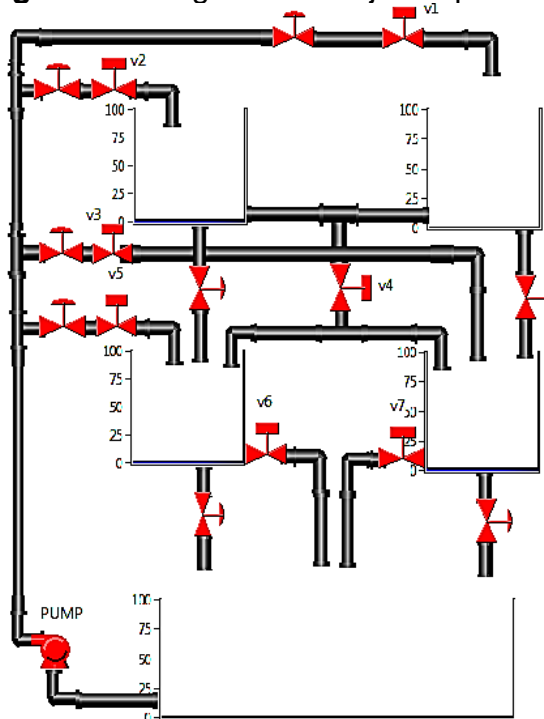


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

- b) **Diagrama del flujo del proceso**

Al lado izquierdo de la pantalla se encuentra un diagrama de flujo de procesos de la planta, como se muestra en la Figura 31, en el cual se muestra la activación y desactivación de las diferentes electroválvulas, mediante un cambio en su color.

Figura 31. Diagrama de flujo del proceso

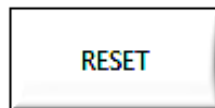


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

c) Botón RESET

Use éste botón (ver Figura 32) si desea parar un procedimiento, descargar los tanques que se hayan alcanzado a llenar y reiniciar todos los valores del ladder, la acción mecánica de este botón engancha el bit asociado hasta que se haga nuevamente clic sobre el mismo para desengancharlo, esto quiere decir que para parar la descarga e iniciar un nuevo procedimiento es necesario volver a dar clic sobre el mismo.

Figura 32. Botón RESET



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

d) Botones inicializadores de los procedimientos

Los botones P1, P2, P3, P4 son los usados para iniciar cada uno de los procedimientos descritos más adelante, la acción mecánica de estos solo requiere un clic porque energizan el bit asociado y se desenganchan de inmediato.

Figura 33. Botones de los procedimientos

PROCEDIMIENTOS

P1

P2

P3

P4

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

e) Estado de la ejecución

Consta de cuatro indicadores: Llenando, Estabilizando, Tomar Datos y Descargando, cada vez que el botón de Tomar Datos este activo deberá anotar el nivel de los tanques observado a través de la cámara, para esto tendrá un tiempo de 15". Cuando **todas las luces estén en color verde oscuro**, como se ve en la Figura 34, significa que el procedimiento ha finalizado.

Figura 34. Estado de ejecución de los procedimientos

ESTADO DE EJECUCIÓN

● Llenando

● Estabilizando

● Tomar Datos

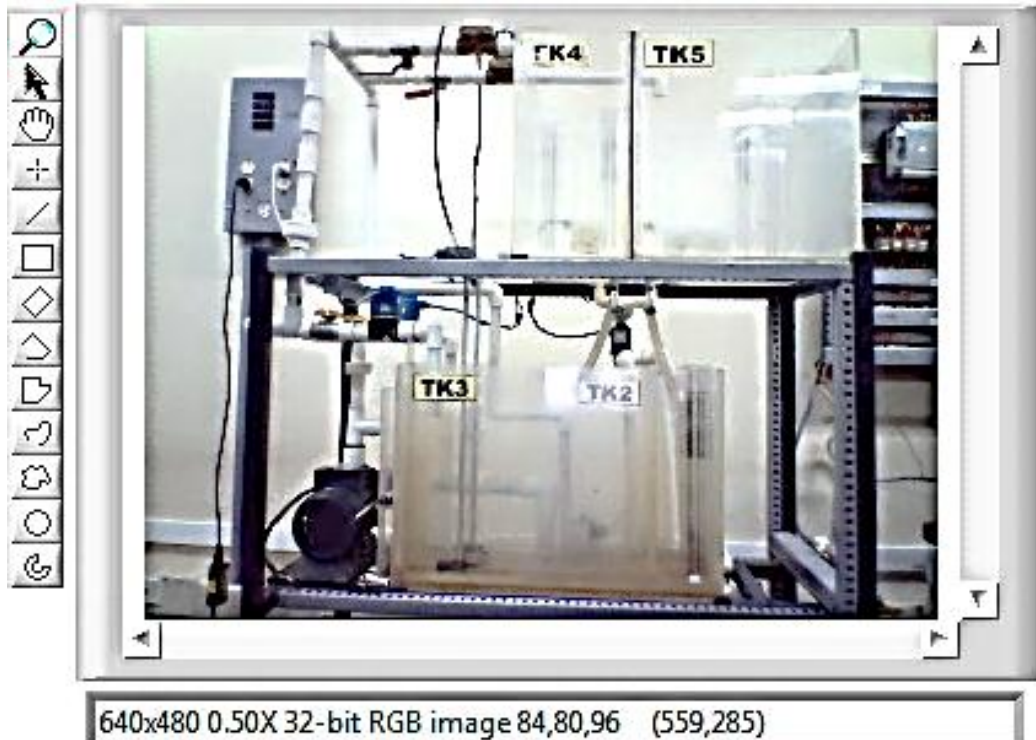
● Descargando

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

f) Tele-presencia

A través de la cámara USB se puede observar el nivel de los tanques, ver Figura 35, el cliente podrá acercar la imagen mediante el ícono de la lupa o alejarla haciendo clic derecho en **zoom to fit**.

Figura 35. Cámara USB



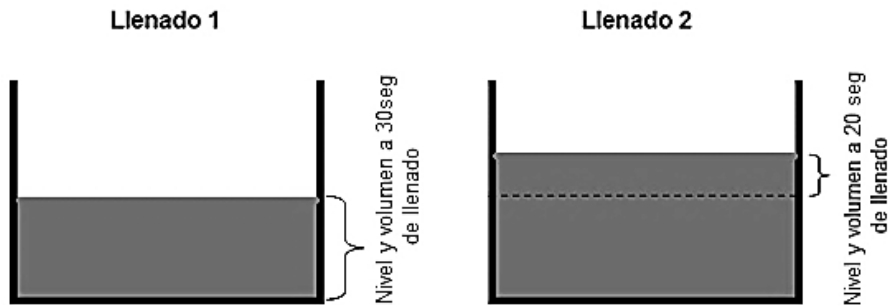
Fuente: Propia, Marzo de 2013.

3.2. Toma de datos en la Planta

Cada uno de los tanques pasa por seis etapas: Llenado 1 (30 seg), Estabilización 1 (el tiempo depende del procedimiento), Toma de datos 1 (15seg), Llenado 2 (20 seg), estabilización 2 y Toma de datos 2 (15seg).

La Toma de datos 1 se realiza como lo indica el tanque a la izquierda de la Figura 36, y la toma de datos 2 como lo muestra el tanque de la derecha de la misma figura. Los valores leídos en las regletas adheridas a cada tanque deberán ser consignados en la Tabla 7.

Figura 36. Toma de datos de la Planta



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Para ejecutar los procedimientos realizar los siguientes pasos. Recuerde observar las luces indicadores del Estado de la Ejecución para tomar los datos necesarios en el momento indicado.

No importa en qué orden se ejecuten los procedimientos, recuerde que el tiempo es el asignado por el laboratorista, verificar que los tanques TK2, TK3, TK4 y TK5 estén vacíos, si esto no es así, presionar RESET para vaciarlos y cuando estén totalmente vacío presionar nuevamente le botón para permitir el inicio de cualquier procedimiento.

3.2.1. Procedimiento 1

Consiste en la activación de UNA válvula a la vez, es decir el llenado de UN SOLO tanque a la vez, en éste procedimiento se llenan los tanques en el siguiente orden: TK2, TK3, TK4 y TK5. La Tabla 3 presenta un resumen de los tiempos de cada etapa en cada tanque.

Tabla 3. Descripción de tiempos del Procedimiento 1

Etapas	Tiempo TK2 (seg)	Tiempo TK3 (seg)	Tiempo TK4 (seg)	Tiempo TK5 (seg)
Llenado 1	30	30	30	30
Estabilización 1	0	0	190	85
Toma de datos 1	30	30	15	15
Llenado 2	20	20	20	20
Estabilización 2	0	0	100	85
Toma de datos 2	30	30	15	15

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

- a) Dar clic en P1.
- b) Se inicia el llenado del TK2.
- c) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK2 se enciende **Tomar Datos**, por tanto anote el nivel y volumen del TK2.

- d) A los 20", cuando termina el llenado 2 del TK2, nuevamente **Tomar Datos** se enciende, anote el nivel y volumen del TK2.
- e) Se inicia el llenado del TK3.
- f) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK3 se enciende **Tomar Datos**, por tanto anote el nivel y volumen del TK3.
- g) A los 20", cuando termina el llenado 2 del TK3, nuevamente **Tomar Datos** se enciende, anote el nivel y volumen deTK3.
- h) Se inicia el llenado del TK4 y el vaciado del TK2 y TK3 (el vaciado no afecta el proceso).
- i) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK4 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el líquido del TK4 y TK5 esté en reposo.
- j) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague **Estabilizando** y se **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen de los tanques 4 y 5.
- k) Cuando se acabe el tiempo para la toma de datos, el TK4 se vaciará para dar paso al llenado del TK5.
- l) Se inicia el llenado del TK5 (Si aún queda fluido en TK2 y TK3 no importa porque la medición necesaria es solo la de los tanques TK4 y TK5).
- m) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK5 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el TK4 y TK5 estén iguales.
- n) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague **Estabilizando** y se encienda **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen de los tanques 4 y 5
- o) Se inicia el vaciado de todos los tanques.
- p) Cuando todos están vacíos todas las luces del **Estado de Ejecución** quedan en color verde oscuro.

3.2.2. Procedimiento 2

Consiste en la activación de DOS válvulas a la vez, es decir el llenado de DOS tanques a la vez, en éste procedimiento se llenan los tanques TK2 y TK3 primero, y luego TK4 y TK5. La Tabla 4 presenta un resumen de los tiempos de cada etapa en cada tanque.

Tabla 4. Descripción de tiempos del Procedimiento 2

Tiempo	TK2 y TK3	TK4 y TK5
Llenado 1	30	30
Estabilización 1	0	15
Toma de datos 1	30	15
Llenado 2	20	20
Estabilización 2	0	15
Toma de datos 2	30	15

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

- a) Dar clic en P2.
- b) Se inicia el llenado del TK2 y TK3.
- c) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK2 y TK3 se enciende **Tomar Datos**, por tanto anote el nivel y volumen del **TK2 y TK3**.
- d) A los 20", cuando termina el llenado 2 del TK2 y TK3, nuevamente TOMAR DATOS se enciende, anote el nivel y volumen de **TK2 y TK3**.
- e) Se inicia el llenado del TK4 Y TK5.
- f) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK4 y TK5 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el TK4 y TK5 estén iguales y el agua esté en reposo.
- g) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague **Estabilizando** y se encienda **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen de los tanques 4 y 5.
- h) A los 20seg, cuando termina el llenado 2 del TK4 y TK5 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el TK4 y TK5 estén iguales y el agua esté en reposo.
- i) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague ESTABILIZAR y se encienda **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen de los tanques 4 y 5.
- j) Se inicia el vaciado de todos los tanques.
- k) Cuando todos están vacíos todas las luces del **Estado de Ejecución** quedan en color verde oscuro.

3.2.3. Procedimiento 3

Consiste en la activación de TRES válvulas a la vez, es decir el llenado de TRES tanques a la vez, en éste procedimiento se llenan los tanques TK2, TK3 y TK5. La Tabla 5 presenta un resumen de los tiempos de cada etapa en los tres tanques.

Tabla 5. Descripción de tiempos del Procedimiento 3

Tiempo	TK2, TK3 y TK5
Llenado 1	30
Estabilización 1	85
Toma de datos 1	15
Llenado 2	20
Estabilización 2	85
Toma de datos 2	15

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

- a) Dar clic en P3.
- b) Se inicia el llenado del TK2, TK3 y TK5.
- c) A los 30seg, cuando termina el llenado 1 del TK2, TK3 y TK5 se enciende **Tomar Datos**, por tanto anote el nivel y volumen del **TK2, TK3 y TK5**.

- d) A los 20", cuando termina el llenado 2 del TK2, TK3 y TK5, nuevamente **Tomar Datos** se enciende, anote el nivel y volumen de **TK2, TK3 y TK5**
- e) Se inicia el vaciado de los tanques 2 y 3.
- f) Cuando todos están vacíos todas las luces del **Estado de Ejecución** quedan en color verde oscuro.

3.2.4. Procedimiento 4

Consiste en la activación de CUATRO válvulas a la vez, es decir el llenado de los CUATRO tanques a la vez (TK2, TK3, TK4, TK5). La Tabla 6 presenta un resumen de los tiempos de cada etapa en los tanques.

Tabla 6. Descripción de tiempos del Procedimiento 4

Tiempo	TK2, TK3, TK4 y TK5
Llenado 1	30
Estabilización 1	15
Toma de datos 1	15
Llenado 2	20
Estabilización 2	15
Toma de datos 2	15

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

- a) Dar clic en P4.
- b) Se inicia el llenado del TK2, TK3, TK4 y TK5.
- c) A los 30", cuando termina el llenado 1 de TK2, TK3, TK4 y TK5 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el TK4 y TK5 estén iguales y el agua esté en reposo.
- d) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague **Estabilizando** y se encienda **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen del TK2, TK3, TK4 y TK5.
- e) A los 20", cuando termina el llenado 2 de TK2, TK3, TK4 y TK5 se enciende **Estabilizando**, por tanto espere a que el TK4 y TK5 estén iguales y el agua esté en reposo.
- f) Cuando el líquido se estabilice, es decir cuando se apague **Estabilizando** y se encienda **Tomar Datos**, anote el nivel y volumen de los tanques 4 y 5
- g) Se inicia el vaciado de todos los tanques.
- h) Cuando todos están vacíos todas las luces del **Estado de Ejecución** quedan en color verde oscuro.

VII. Análisis de resultados

1. Cálculo de volumen y flujo de cada tanque

Realice las siguientes gráficas y cálculos a partir de los datos obtenidos en la sección anterior y con base a lo obtenido responda las preguntas y cuestionamientos planteados al final.

Nota: Para mayor eficiencia en las gráficas y ecuaciones que se piden, se puede utilizar herramientas matemáticas como Matlab o Excel.

- En la Tabla 7 anote las alturas y volúmenes obtenidos en cada procedimiento.
- En la Tabla 8 ubicar la forma de cada tanque de la planta con sus dimensiones, así como su volumen.
- En la Tabla 9 halle el volumen para verificar los datos leídos en las regletas y calcule el flujo de cada tanque en cada uno de los procedimientos.

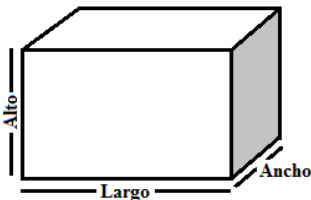
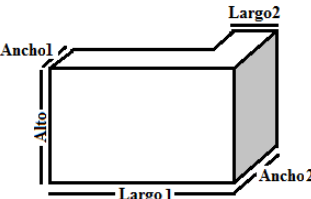
Tabla 7. Resultado de los procedimientos realizados para caracterizar el comportamiento del flujo y la capacidad de cada tanque

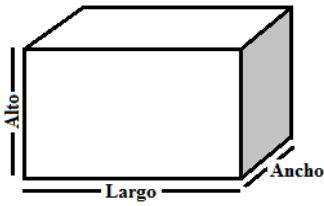
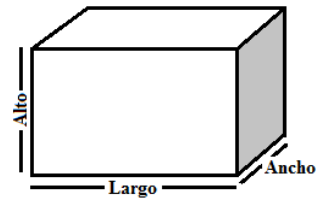
Procedimiento	Tanque	Tiempo (seg)	Altura del líquido (cm)	Volumen (cm ³)	
1	2	30			
		20			
	3	30			
		20			
	4	30			
		20			
	5	30			
		20			
	2	2	30		
			20		
3		30			
		20			
4		30			
		20			
5		30			
		20			
3		2	30		
			20		

	3	30		
		20		
4	2	30		
		20		
	3	30		
		20		
	4	30		
		20		
5	30			
	20			

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 8. Descripción de forma, dimensiones y capacidad de cada tanque

Tanque	Forma y dimensiones (cm)	Volumen (cm ³)
TK2		
	Ancho: 14,9 cm	
	Largo: 41,7 cm	
	Alto: 35,4 cm	
TK3		
	Ancho1: 9,9 cm	
	Largo1: 23,2 cm	
	Ancho2: 41,5 cm	

		Largo2: 8,5 cm Alto: 35,4 cm	
TK4			
		Ancho: 7,5 cm	
		Largo: 24,8 cm	
		Alto: 35,4 cm	
TK5			
		Ancho: 33,7 cm	
		Largo: 24,8 cm	
		Alto: 35,4 cm	

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 9. Volumen y Flujo en los Tanques presentes en cada Procedimiento

Tanque	t (seg)	Procedimiento 1		Procedimiento 2		Procedimiento 3		Procedimiento 4	
		Vol. (cm ³)	Flujo (cm ³ /seg)	Vol. (cm ³)	Flujo (cm ³ /seg)	Vol. (cm ³)	Flujo (cm ³ /seg)	Vol. (cm ³)	Flujo (cm ³ /seg)
TK2	30								
	20								
TK3	30								
	20								
TK4	30					-	-		
	20					-	-		
TK5	30								
	20								

Fuente: Propia, Marzo de 2013

2. Variación del caudal en relación al flujo de proceso

Realice y conteste según sea el caso:

- a) Realice una gráfica en **tres** ejes donde se muestre el flujo de fluido en cada tanque y las electroválvulas que estén activas en cada procedimiento. (eje y: flujo, eje x: número del tanque, eje z: electroválvulas activas).
- b) Realice una gráfica por cada tanque donde se muestre el flujo en cada procedimiento (eje x: Procedimientos, eje y: Flujo).
- c) Determine la variación del flujo en los tanques de la planta a eventos discretos con respecto al Procedimiento 1, de acuerdo al flujo del proceso (esta variación medirla en %).

ANEXO 3. AMEF DE LA PLANTA SED

Para aplicar el AMEF a este proyecto, se han estudiado y definido los posibles fallos, sus causas, efectos y controles actuales para el caso del Panel del campo, ya que el Panel de Control está gobernado en su mayoría por el PLC Micrologix 1500 el cual realiza acciones de acuerdo a la programación ladder descargada en el mismo y las condiciones físicas que se deben garantizar para su correcta operación junto a otra serie de instrucciones y recomendaciones están consignadas en el Anexo 1.

Tabla 10. AMEF de la Planta SED [3]

Componente Panel de Campo	Función	Fallo			Controles Actuales
		Modo (Acontecimiento)	Efecto (Consecuencia)	Causa (Por qué)	
Tanques de almacenamiento	Almacenar el líquido que es impulsado desde el tanque de suministro	Sobrepaso del nivel máximo	Ruptura de los tanques	Apertura de válvula manual, encendido de electroválvula de carga del tanque y motobomba por mucho tiempo	Apertura de las electroválvulas de salida y/o válvulas de Purga

					Temporizar el tiempo de llenado de tal manera que no supere el nivel máximo (puede hacerse mediante LADDER o manualmente)
Tanque de suministro	Almacenar el líquido para impulsarlo hacia los tanques de almacenamiento	Sobrepaso del volumen máximo	Ruptura de los tanques	Llenado manual por encima del nivel máximo para el cual está diseñado	Corrección manual del nivel del tanque
Motobomba	Succionar el líquido depositado en el TK1 y distribuirlo a los diferentes tanques del sistema	Encendido de la motobomba sin salida de líquido	Retención de líquido en circuito de tubería y posterior daño de la motobomba	Apagado de las electroválvulas de carga	Corrección mediante la manipulación de bits con líneas de código Ladder
				Válvulas manuales cerradas	Apertura manual de las válvulas manuales
			La motobomba se puede quemar porque el líquido le sirve como refrigerante	Insuficiencia de líquido en el TK1 o ausencia de proceso de purga	Corrección manual del nivel del tanque o purga manual
Válvulas manuales	Permitir o no el paso del líquido	No apertura o cierre	Paso o bloqueo	Deterioro del instrumento	Mantenimiento de los instrumentos

	a través del circuito de tuberías		involuntario del líquido a través de la tubería		
Circuito de tuberías	Transportar el líquido	Averías	Pérdida de líquido	Deterioro del instrumento	Mantenimiento de los instrumentos
Electroválvulas de carga	Permitir o inhibir el flujo de un fluido a través del circuito de tuberías	No apertura o cierre	Paso o bloqueo involuntario del líquido a través de la tubería	Deterioro del instrumento	Mantenimiento de los instrumentos
Electroválvulas de descarga	Permitir o inhibir el flujo de un fluido a través del circuito de tuberías	No apertura o cierre	Paso o bloqueo involuntario del líquido a través de la tubería	Deterioro del instrumento	Mantenimiento de los instrumentos
Sensores de nivel de efecto hall	Indicar el nivel alto o bajo del líquido	Información incorrecta del nivel del líquido	Ejecución incorrecta de un procedimiento que lo requiera	El corcho que flota indicando el nivel, no se mueve con el líquido	Manipulación manual del corcho
				El nivel de baja del sensor está por encima del nivel mínimo	No se corrige dado que está adherido cada tanque
Agitadores	Mezclar el líquido en el TK2 y/o TK3	No mezcla	Ejecución incorrecta de un	Deterioro del instrumento	Mantenimiento del instrumento

			procedimiento que lo requiera		
Válvulas de purga	Permitir o no el paso del líquido a través de las mangueras	No apertura o cierre	Paso o bloqueo involuntario del líquido a través de la tubería	Deterioro del instrumento	Mantenimiento de los instrumentos

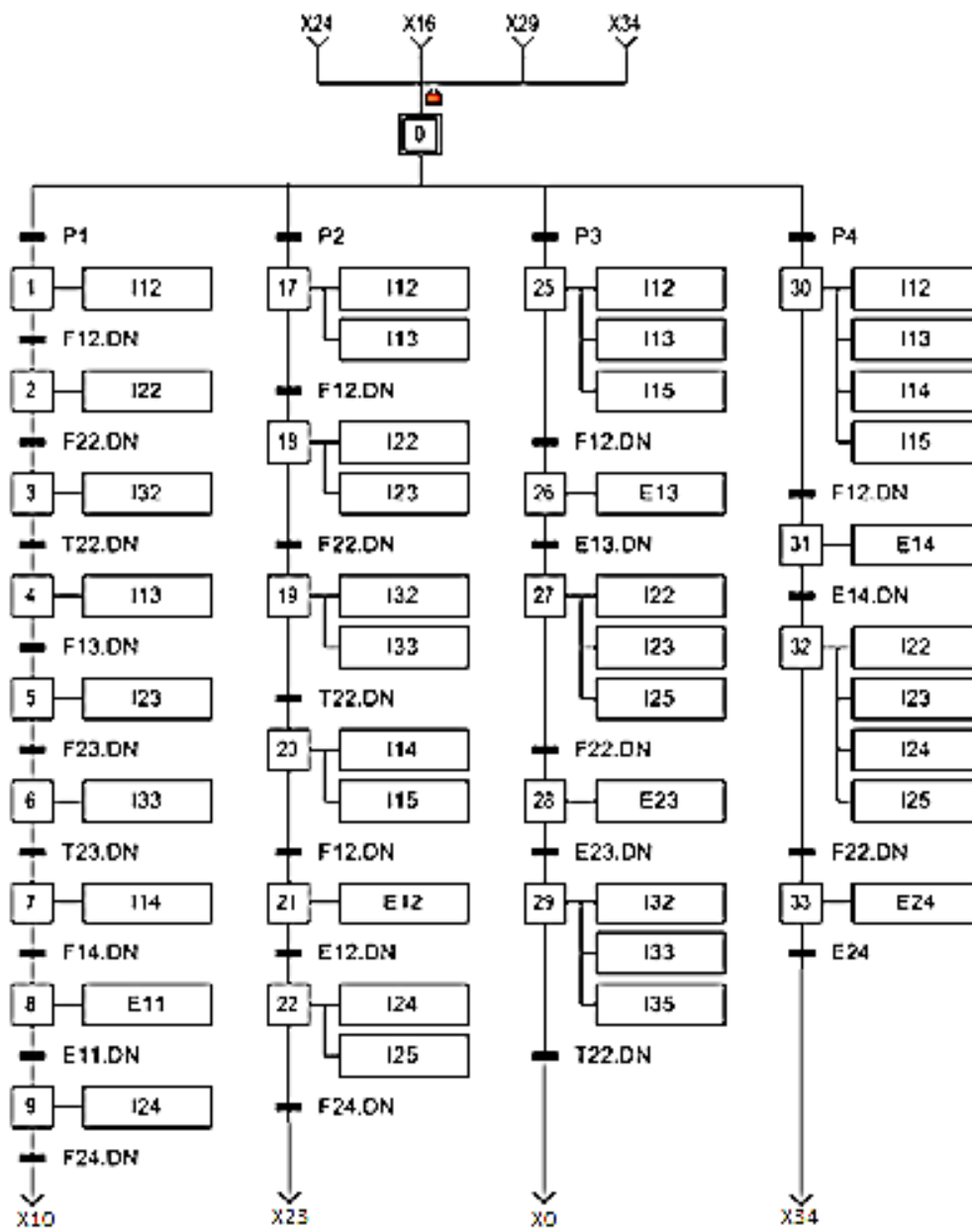
Continuación Tabla 10

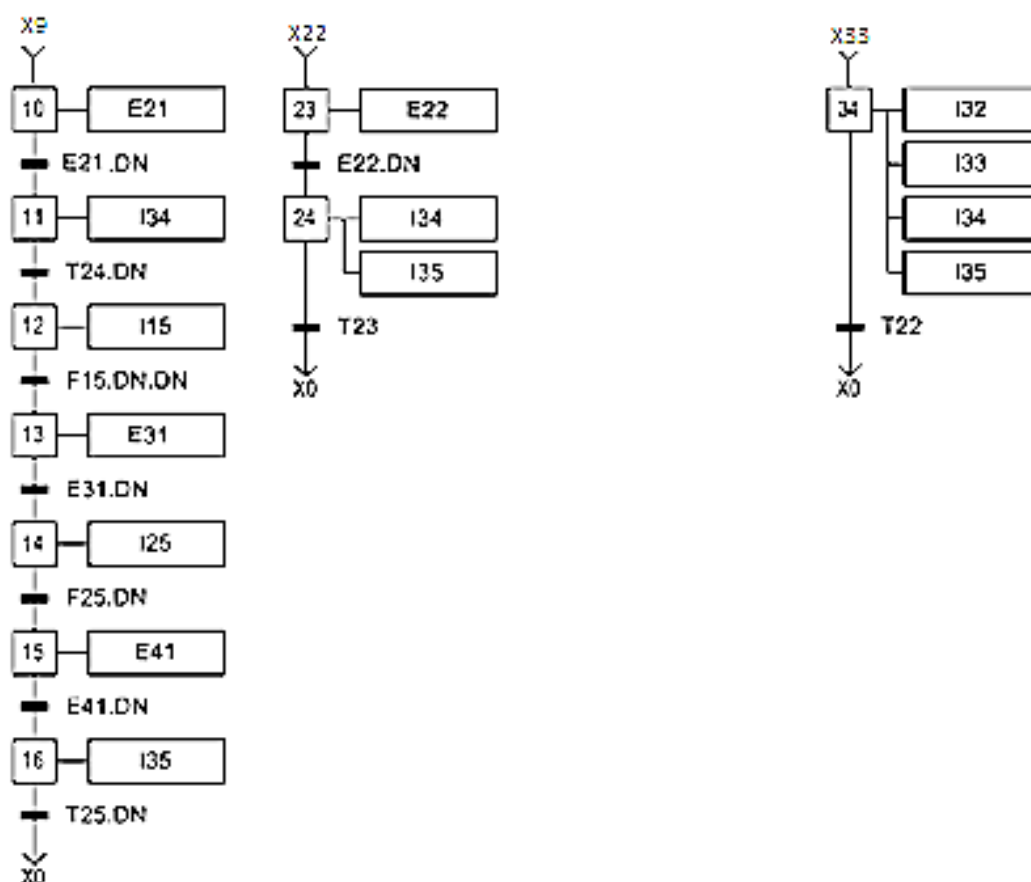
Fuente: Propia, Marzo de 2013.

ANEXO 4. GRAFCET

En este capítulo se muestra el diagrama Grafcet basado en los procedimientos descritos en la sección llamada **Toma de datos en la Planta**, y en la Tabla 11 se especifican los símbolos usados en ese diagrama.

Figura 37. Grafcet





Continuación Figura 37
Fuente: Propia, Marzo de 2013

Tabla 11. Descripción de símbolos usados en Diagrama Graficet

Símbolo	Descripción
P1	Procedimiento 1
P2	Procedimiento 2
P3	Procedimiento 3
P4	Procedimiento 4
I12	Inicio 1 del Tanque 2
I22	Inicio 2 del Tanque 2
I32	Inicio 3 del Tanque 2
I13	Inicio 1 del Tanque 3
I23	Inicio 2 del Tanque 3
I33	Inicio 3 del Tanque 3
I14	Inicio 1 del Tanque 4
I24	Inicio 2 del Tanque 4
I34	Inicio 3 del Tanque 4
I15	Inicio 1 del Tanque 5

I25	Inicio 2 del Tanque 5
I35	Inicio 3 del Tanque 5
E11	Estabilización 1 del Procedimiento 1
E21	Estabilización 2 del Procedimiento 1
E31	Estabilización 3 del Procedimiento 1
E41	Estabilización 4 del Procedimiento 1
E12	Estabilización 1 del Procedimiento 2
E22	Estabilización 2 del Procedimiento 2
E13	Estabilización 1 del Procedimiento 3
E23	Estabilización 2 del Procedimiento 3
E14	Estabilización 1 del Procedimiento 4
E24	Estabilización 2 del Procedimiento 4
F12.DN	Conteo de Llenado 1 del tanque 2 finalizado
F22.DN	Conteo de Llenado 2 del tanque 2 finalizado
T22.DN	Conteo de la 2a Toma de datos del tanque 2 finalizado
F13.DN	Conteo de Llenado 1 del tanque 3 finalizado
F23.DN	Conteo de Llenado 2 del tanque 3 finalizado
T23.DN	Conteo de la 2a Toma de datos del tanque 3 finalizado
F14.DN	Conteo de Llenado 1 del tanque 4 finalizado
F24.DN	Conteo de Llenado 2 del tanque 4 finalizado
T24.DN	Conteo de la 2a Toma de datos del tanque 4 finalizado
F15.DN	Conteo de Llenado 1 del tanque 5 finalizado
F25.DN	Conteo de Llenado 2 del tanque 5 finalizado
T25.DN	Conteo de la 2a Toma de datos del tanque 5 finalizado
E11.DN	Conteo para estabilización 1 del Procedimiento 1 finalizado
E21.DN	Conteo para estabilización 2 del Procedimiento 1 finalizado
E31.DN	Conteo para estabilización 3 del Procedimiento 1 finalizado
E41.DN	Conteo para estabilización 4 del Procedimiento 1 finalizado
E12.DN	Conteo para estabilización 1 del Procedimiento 2 finalizado
E22.DN	Conteo para estabilización 2 del Procedimiento 2 finalizado
E13.DN	Conteo para estabilización 1 del Procedimiento 3 finalizado

E23.DN	Conteo para estabilización 2 del Procedimiento 3 finalizado
E14.DN	Conteo para estabilización 1 del Procedimiento 4 finalizado
E24.DN	Conteo para estabilización 2 del Procedimiento 4 finalizado

Continuación Tabla 11

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

ANEXO 5. MÉTRICA PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.

El proceso de selección de la herramienta para la supervisión y comunicación entre el recurso remoto y el usuario final del SEDLAB se realizó con base en la evaluación de las características que describen los criterios de selección como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. Métrica para las características de los criterios de selección

Criterio de Selección	Funcionalidad	
Característica	Valor	Descripción
Disponibilidad funcional	1	Las funciones provistas por el software son insuficientes para cumplir con los objetivos especificados.
	2	Las funciones provistas por el software son regulares para cumplir con los objetivos especificados.
	3	Las funciones provistas por el software son aceptables para cumplir con los objetivos especificados.
	4	Las funciones provistas por el software son buenas para cumplir con los objetivos especificados.
	5	Las funciones provistas por el software son excelentes para cumplir con los objetivos especificados.
Exactitud	1	La capacidad del software para realizar procesos y entregar los resultados solicitados con precisión es insuficiente.
	2	La capacidad del software para realizar procesos y entregar los resultados solicitados con precisión es regular.
	3	La capacidad del software para realizar procesos y entregar los resultados solicitados con precisión es aceptable.
	4	La capacidad del software para realizar procesos y entregar los resultados solicitados con precisión es buena.
	5	La capacidad del software para realizar procesos y entregar los resultados solicitados con precisión es excelente.

Interoperabilidad	1	La capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos es insuficiente.
	2	La capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos es regular.
	3	La capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos es aceptable.
	4	La capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos es buena.
	5	La capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos es excelente.
Seguridad	1	La capacidad para proteger la información y los datos es insuficiente.
	2	La capacidad para proteger la información y los datos es regular.
	3	La capacidad para proteger la información y los datos es aceptable.
	4	La capacidad para proteger la información y los datos es buena.
	5	La capacidad para proteger la información y los datos es excelente.
Criterio de Selección	Usabilidad	
Característica	Valor	Descripción
Entendimiento	1	La capacidad que tiene el software para permitir al usuario entender como debe ser utilizado es insuficiente.
	2	La capacidad que tiene el software para permitir al usuario entender como debe ser utilizado es regular.
	3	La capacidad que tiene el software para permitir al usuario entender como debe ser utilizado es aceptable.
	4	La capacidad que tiene el software para permitir al usuario entender como debe ser utilizado es buena.
	5	La capacidad que tiene el software para permitir al usuario entender como debe ser utilizado es excelente.
Aprendizaje	1	El acceso a la documentación que permite que permite extender los conocimientos del usuario es insuficiente.
	2	El acceso a la documentación que permite que permite extender los conocimientos del usuario es regular.

	3	El acceso a la documentación que permite que permite extender los conocimientos del usuario es aceptable.
	4	El acceso a la documentación que permite que permite extender los conocimientos del usuario es buena.
	5	El acceso a la documentación que permite que permite extender los conocimientos del usuario es excelente.
Operatividad	1	La capacidad del software para ser operado por el usuario es insuficiente.
	2	La capacidad del software para ser operado por el usuario es regular
	3	La capacidad del software para ser operado por el usuario es aceptable.
	4	La capacidad del software para ser operado por el usuario es buena.
	5	La capacidad del software para ser operado por el usuario es excelente.
Atracción	1	Las cualidades del software para proporcionar entornos favorables que estimulan la atención del usuario son insuficientes.
	2	Las cualidades del software para proporcionar entornos favorables que estimulan la atención del usuario son regulares.
	3	Las cualidades del software para proporcionar entornos favorables que estimulan la atención del usuario son aceptables.
	4	Las cualidades del software para proporcionar entornos favorables que estimulan la atención del usuario son buenas.
	5	Las cualidades del software para proporcionar entornos favorables que estimulan la atención del usuario son excelentes.
Criterio de Selección	Confiabilidad	
Madurez	1	La capacidad que tiene el software para evitar fallas cuando encuentra errores es insuficiente.
	2	La capacidad que tiene el software para evitar fallas cuando encuentra errores es regular.
	3	La capacidad que tiene el software para evitar fallas cuando encuentra errores es aceptable.
	4	La capacidad que tiene el software para evitar fallas cuando encuentra errores es buena.

	5	La capacidad que tiene el software para evitar fallas cuando encuentra errores es excelente.
Tolerancia a errores	1	La capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de errores es insuficiente.
	2	La capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de errores es regular.
	3	La capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de errores es aceptable.
	4	La capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de errores es buena.
	5	La capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de errores es excelente.
Capacidad de Recuperación	1	La Capacidad del software para restablecer su funcionamiento en el caso de una falla es insuficiente.
	2	La Capacidad del software para restablecer su funcionamiento en el caso de una falla es regular.
	3	La Capacidad del software para restablecer su funcionamiento en el caso de una falla es aceptable.
	4	La Capacidad del software para restablecer su funcionamiento en el caso de una falla es buena.
	5	La Capacidad del software para restablecer su funcionamiento en el caso de una falla es excelente.

Continuación Tabla 12

Fuente: Propia, Marzo de 2013. Basado en [4]

ANEXO 6. CASOS DE USO DE SEDLAB

Se divide en dos partes, el diagrama de casos de uso y las especificaciones de los casos de uso, en la Tabla 13 se muestra el *diagrama de casos de uso del sistema*, en el cual se indican las tareas que puede realizar cada usuario, siendo posible compartir algunas y en las especificaciones se explican de manera más detallada las propiedades o atributos de la Tabla 13, cada una de las tablas generadas está basada en [5].

Tabla 13. Especificaciones de los casos de uso

Nombre del caso de uso.	
Actores	Agentes externos al sistema o que interactúan con él.
Iniciador	Actor que comienza el caso de uso.
Propósito	Objetivo del caso de uso.
Resumen	Pequeña descripción del caso.
Curso típico de acontecimientos	Descripción de cómo ocurre la interacción entre los usuarios y el sistema.
Cursos alternativos	Transcurso que sigue el caso de uso en los casos donde no se sigue el camino habitual.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

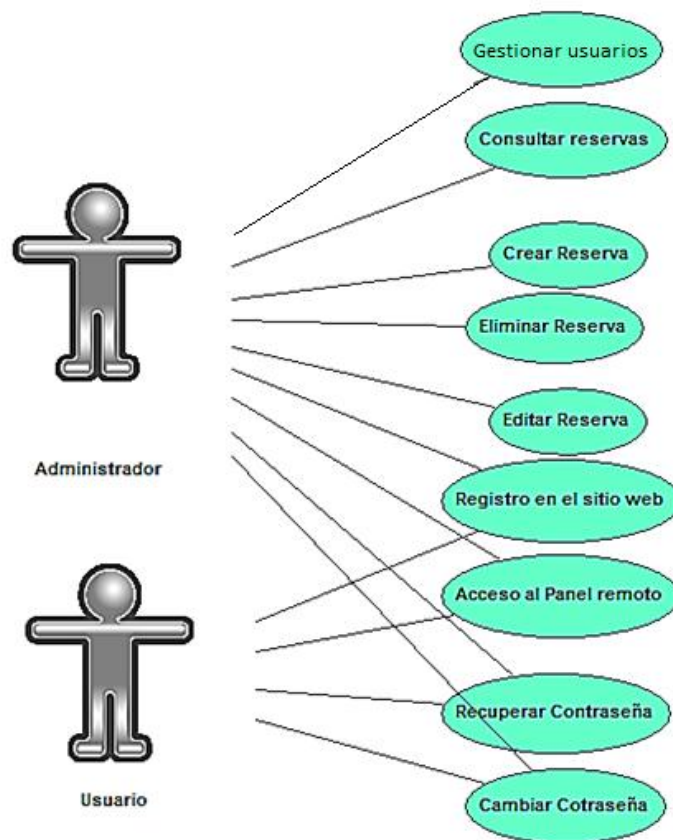
I. Caso de Uso Registro en el sitio web

Tabla 14. Caso de uso Registro en el sitio web

Especificaciones caso de uso Registro en el sitio web	
Actores	Administrador / Alumno.
Iniciador	Administrador / Alumno.
Propósito	Crear un nombre de usuario y una contraseña.
Resumen	El usuario ingresa al sitio web para realizar su registro con el que podrá acceder al panel remoto en caso de ser autorizado.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 15
Cursos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Línea 4: Algún campo obligatorio no ha sido rellenado. Ir a la línea 3. 2. Línea 4: El usuario no confirma los datos. Ir a la línea 3.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 38. Diagrama de casos de uso del sistema



Fuente: Propia, Marzo de 2013

Tabla 15. Curso típico de acontecimientos (Registro en el sitio web)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando un usuario ingresa al sitio web.	
	2. El sistema genera una página con los campos necesarios para registrarse.
3. El usuario introduce todos los datos necesarios.	
4. El usuario confirma los datos.	
	5. Se agrega el usuario a la lista de usuarios.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

II. Caso de Uso Crear Reserva

Tabla 16. Caso de uso Crear Reserva

Especificaciones caso de uso Crear Reserva	
Actores	Administrador.
Iniciador	Administrador.
Propósito	Crear una reserva para que un alumno pueda acceder al panel remoto.
Resumen	El administrador asigna una reserva de tiempo a determinado usuario que ya ha sido autorizado en el sitio web.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 17.
Cursos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Línea 4: El administrador no confirma la acción. Ir a línea 3. 2. Línea 5: Alguno de los datos es incorrecto o algún campo obligatorio no ha sido rellenado. Ir a línea 3. 3. Línea 5: El administrador ha escogido un horario ocupado. Ir a la línea 3.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 17. Curso típico de acontecimientos (Crear Reserva)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el administrador quiere crear una reserva para un usuario autorizado previamente.	
	2. El sistema genera una página con los campos necesarios para crear una reserva.
3. El administrador introduce los datos necesarios.	
4. El administrador confirma la acción.	
	5. El sistema valida cada uno de los datos.
	6. Se registran los datos en el sistema si son válidos.
	7. Se añade la reserva a la lista de eventos.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

III. Caso de Uso Eliminar Reserva

Tabla 18. Caso de uso Eliminar Reserva

Especificaciones caso de uso Eliminar Reserva	
Actores	Administrador.
Iniciador	Administrador.
Propósito	Eliminar una reserva previamente creada por el administrador.
Resumen	El administrador elimina una reserva.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 19.
Cursos alternativos	

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 19. Curso típico de acontecimientos (Eliminar Reserva)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el administrador quiere eliminar una reserva.	
	2. El sistema genera una página con la lista de reservas activas.
3. El administrador elimina de la lista la reserva que desea.	
	4. Se elimina la reserva de la lista de eventos

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

IV. Caso de Uso Editar Reserva

Tabla 20. Caso de uso Editar Reserva

Especificaciones caso de uso Editar Reserva	
Actores	Administrador.
Iniciador	Administrador.
Propósito	Editar una reserva previamente creada por el administrador.
Resumen	El administrador edita una reserva.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 21
Cursos alternativos	1. Línea 5: El administrador no confirma la acción. Ir a línea 3.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 21. Curso típico de acontecimientos (Editar Reserva)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el administrador quiere editar una reserva.	
	2. El sistema genera una página con los campos necesarios para editar una reserva.
3. El administrador elige la reserva que quiere editar.	
4. El actor rellena los campos necesarios con la nueva información.	
5. El actor confirma la acción.	
	6. Se actualiza la información en la lista de reservas.

Fuente: Propia, Marzo de 2013

V. Caso de Uso Consultar reservas

Tabla 22. Caso de uso Consultar usuarios con reservas

Especificaciones caso de uso Consultar Reservas	
Actores	Administrador.
Iniciador	Administrador.
Propósito	Consultar que usuarios ya se encuentran con reservas asignadas.
Resumen	El administrador consulta los horarios reservados y los usuarios relacionados.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 23.
Cursos alternativos	

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 23. Curso típico de acontecimientos (Consultar reservas)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el administrador quiere consultar las reservas.	
	2. El sistema genera una listado de las reservas y la información de los usuarios en cada una.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

VI. Caso de Uso Acceso al Panel Remoto

Tabla 24. Caso de uso Acceso al Panel remoto

Especificaciones caso de uso Acceso al panel remoto	
Actores	Administrador / usuario autorizado.
Iniciador	Administrador / usuario autorizado.
Propósito	Permitir la supervisión y manipulación del Panel Remoto de la planta SED para la elaboración de una práctica.
Resumen	El usuario accede al Panel remoto que opera la planta SED.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 25.
Cursos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Línea 2: El usuario no se encuentra autorizado por el administrador. Ir a la línea 1 2. Línea 3: El usuario no tiene reserva asignada en el momento que está ingresando. Ir a la línea 1

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 25. Curso típico de acontecimientos (Acceso al Panel Remoto)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el actor quiere ingresar al Panel Remoto.	
	2. El sistema valida los datos en el listado de usuarios.
	3. El sistema valida la hora de la reserva.
	4. El sistema genera una página con el panel remoto, si los datos son correctos.
5. El administrador/alumno manipula y supervisa la planta SED mediante el panel Remoto el tiempo que dure la reserva.	
	6. El sistema cierra la página del panel remoto cuando acaba la reserva.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

VII. Caso de Uso Recuperar contraseña

Tabla 26. Caso de uso Recuperar Contraseña

Especificaciones caso de uso Recuperar Contraseña	
Actores	Cualquier usuario registrado.
Iniciador	Cualquier usuario registrado.
Propósito	Enviar al correo inscrito por el usuario en el momento del registro, con una nueva contraseña.
Resumen	El actor recupera la contraseña.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 27.
Cursos alternativos	1. Línea 4: El actor no confirma la acción. Ir a línea 3.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 27. Curso típico de acontecimientos (Recuperar Contraseña)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el actor quiere recuperar la contraseña.	
	2. El sistema envía un mensaje al correo electrónico del actor con una nueva contraseña.
	3. El sistema valida y guarda la información.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

VIII. Caso de Uso Cambiar contraseña

Tabla 28. Caso de uso Cambiar Contraseña

Especificaciones caso de uso Recuperar Contraseña	
Actores	Cualquier usuario registrado.
Iniciador	Cualquier usuario registrado.
Propósito	Modificar la contraseña.
Resumen	El actor cambia la contraseña.
Curso típico de acontecimientos	Ver Tabla 29
Cursos alternativos	1. Línea 4: El actor no confirma la acción. Ir a línea 3.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Tabla 29. Curso típico de acontecimientos (Cambiar Contraseña)

Acciones de los actores	Respuesta del sistema
1. El caso empieza cuando el actor quiere recuperar la contraseña.	
	2. El sistema genera un página solicitando la contraseña actual y la nueva.
3. El actor rellena los campos solicitados.	
4. El actor confirma la acción.	
	5. El sistema valida y guarda la información.

Fuente: Propia, Marzo de 2013.

ANEXO 7. VALIDACIÓN DE RESTRICCIONES

Teniendo en cuenta que CRP tiene incluido el software PIPE [6], y este a su vez trae consigo un simulador de RdP, se hará uso del mismo para verificar la evolución de las marcas, para lo cual se seleccionará la transición que se desea disparar y con el resultado obtenido se verificará que no se violen las restricciones y se siga el procedimiento deseado. Por tanto el objeto de este capítulo es asegurar que el modelo se comporta como se planeó.

A continuación se elabora este análisis con respecto al TK2 ya que los demás trabajan bajo las mismas restricciones, en algunos casos las figuras pierden claridad en la nomenclatura de las transiciones y lugares debido a que la herramienta utilizada no permite modificar los arcos que unen lugares y transiciones, el color rojo denota las transiciones sensibilizadas que se pueden disparar.

I. Validación de la restricción 1

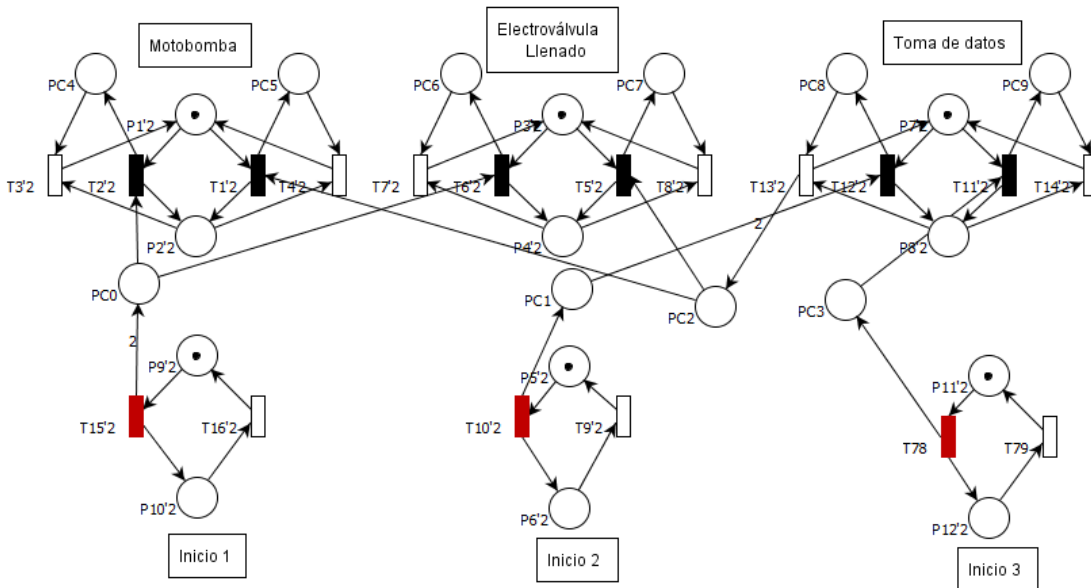
Con la restricción $vT6'i + vT2'i - 2vT15'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T15'2, debe dispararse la transición T6'2 y la transición T2'2 al mismo tiempo, esto significa que si el estudiante oprimió el botón de inicio de cualquier procedimiento desde el Panel remoto, se debe encender al tiempo la motobomba y la electroválvula de carga, lo cual, prueba que siempre que la motobomba es encendida, a la vez es encendida una electroválvula de llenado. La Figura 39 corresponde al supervisor con su marcado inicial y la Figura 40 corresponde al marcado después de disparar la transición T15'2, la restricción 1 es simbolizada como PC0.

II. Validación de las restricciones 2 y 3

Con la restricción 2: $vT3'i - vT2'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T2'2, debe dispararse la transición T3'2, esto significa que si se dispara el encendido 1 de la motobomba se debe activar el apagado 1 (que ocurre cuando el contador de 30" ha finalizado). Con la restricción 3: $vT7'i - vT6'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T6'2, debe dispararse la transición T7'2, esto significa que si se dispara el encendido 1 de la electroválvula se debe activar el apagado 1 (que ocurre cuando el

contador de 30" ha finalizado); lo anterior se hace necesario para que no se activen, en ninguno de los dos casos, las dos transiciones de apagado, ya que una corresponde a 30" y la otra a 20". Dado que las transiciones T3'2 y T7'2, están temporizadas con el mismo tiempo, con estas restricciones se logra que la motobomba no se quede encendida si la electroválvula es apagada, ya que se apagan a la vez. La Figura 41 es la continuación de la Figura 40 y corresponde al marcado después de disparar las transiciones T12'2 y T6'2, para lo cual se activan las transiciones temporizadas T3'2 y T7'2, la restricción 2 es simbolizada como PC4 y la restricción 3 como PC6, el marcado final es mostrado en la Figura 40.

Figura 39. Marcado inicial de la restricción 1

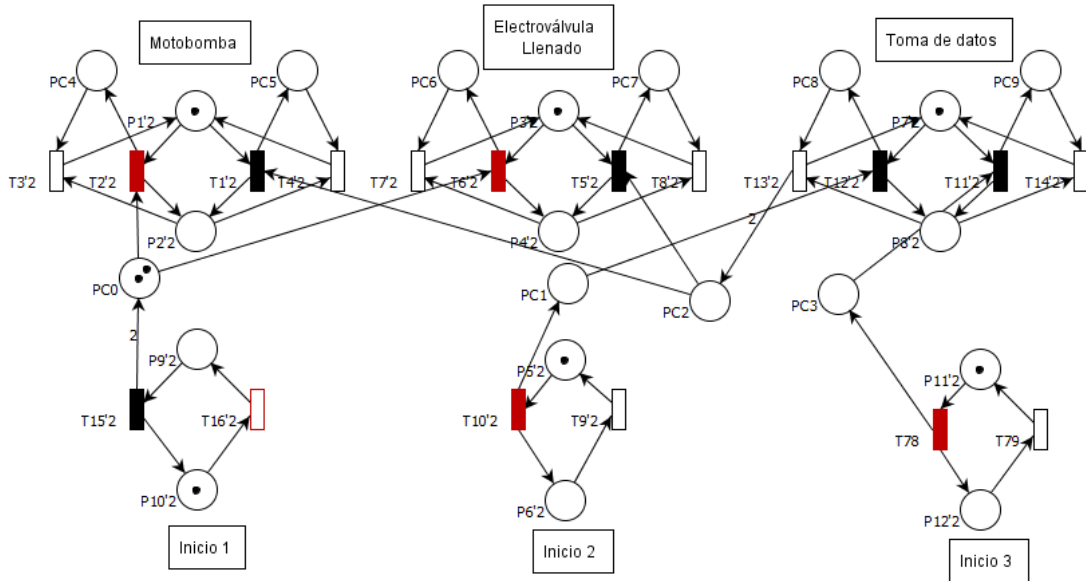


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

III. Validación de la restricción 4

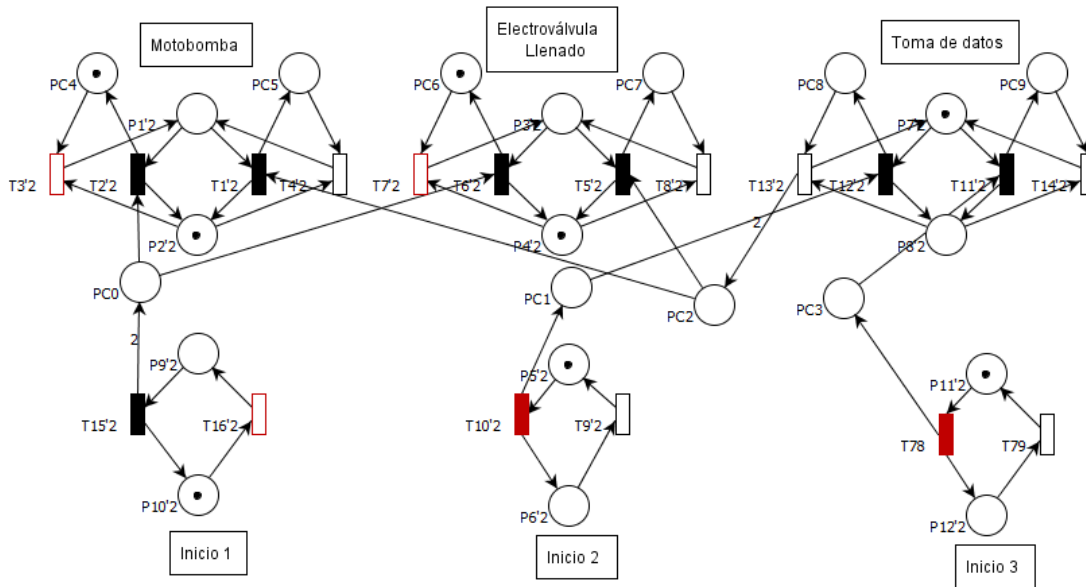
Con la restricción $vT12'i - vT10'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T10'2, debe dispararse la transición T12'2 y la transición T2'2 al mismo tiempo, esto significa que si la estabilización de los tanques, después del llenado 1, ya terminó y por tanto se disparó el inicio 2, se debe encender la toma de datos 1. La Figura 43 corresponde al supervisor con su marcado después de disparar la transición T10'2, la restricción 4 es simbolizada como PC1.

Figura 40. Marcado final de la restricción 1



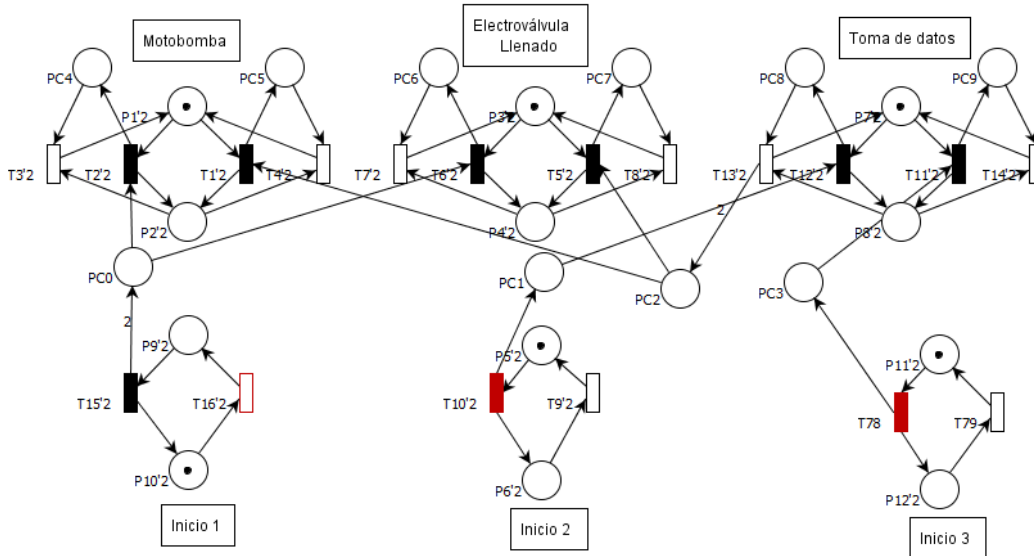
Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 41. Marcado inicial de las restricciones 2 y 3



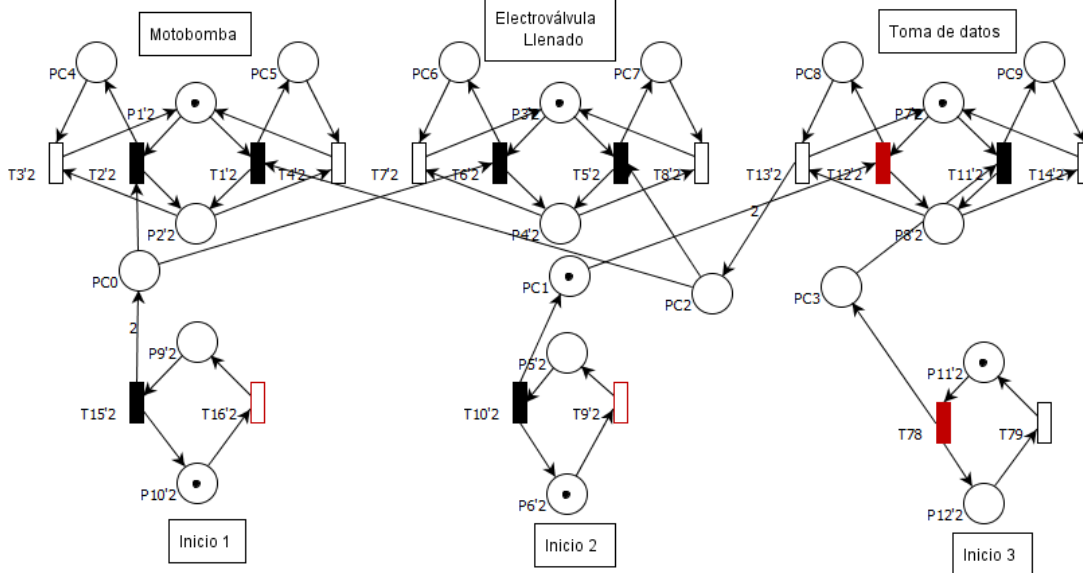
Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 42. Marcado final restricciones 2 y 3



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 43. Marcado de la restricción 4

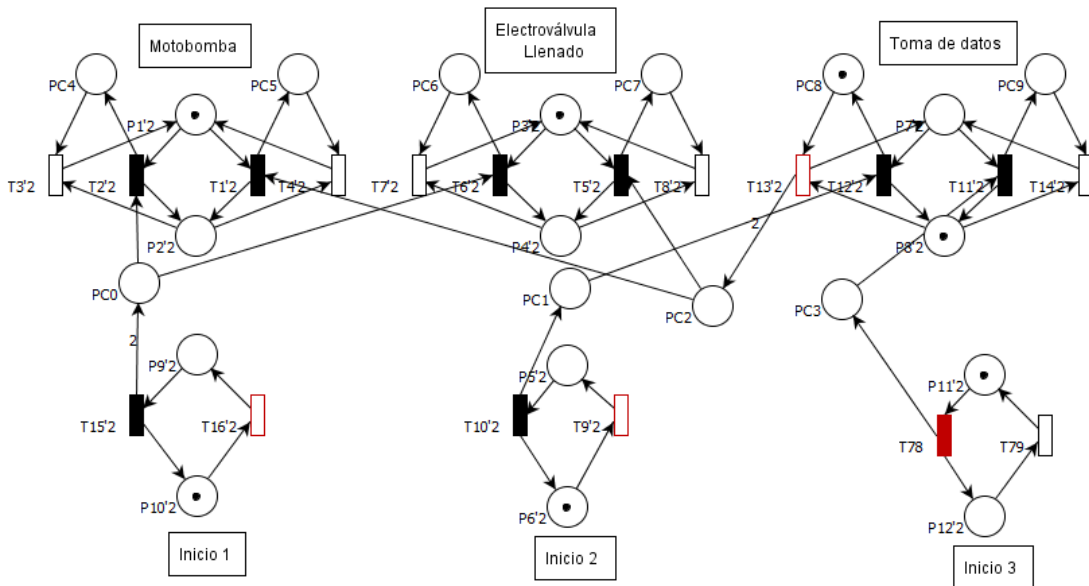


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

IV. Validación de la restricción 5

Con la restricción $vT13'i - vT12'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T12'2, debe dispararse la transición T13'2, esto significa que si se activó la primera toma de datos, se debe usar solo el contador 1 para el apagado, y no el 2. La Figura 44 corresponde al supervisor con su marcado después de disparar la transición T12'2, la restricción 4 es simbolizada como PC8.

Figura 44. Marcado para la restricción 5



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

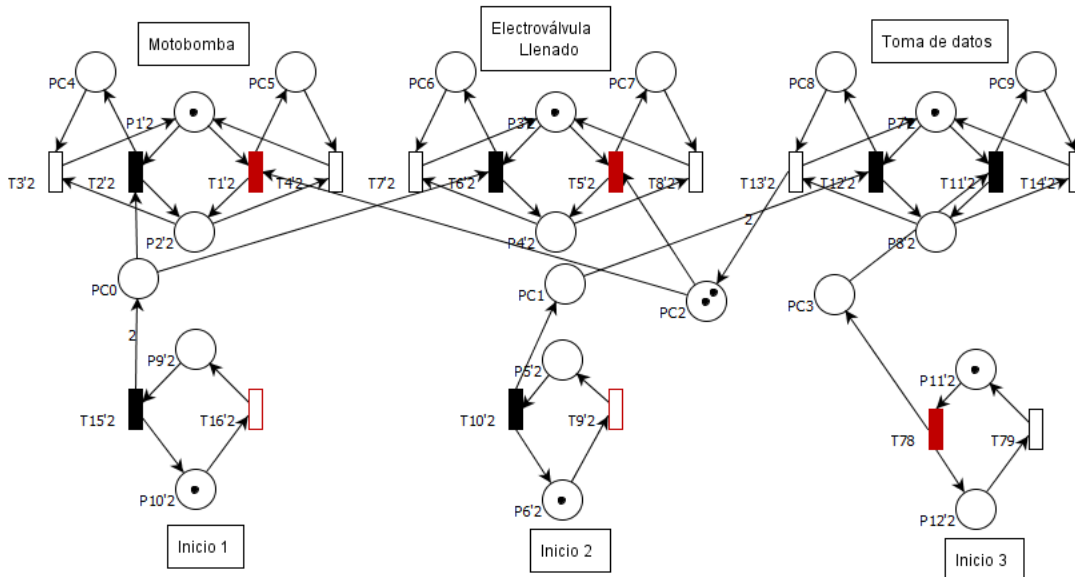
V. Validación de la restricción 6

Con la restricción $vT1'i + vT5'i - 2vT13'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T13'2, debe dispararse la transición T1'2 y la transición T5'2 al mismo tiempo, esto significa que si la toma de datos 1 ya terminó, se debe encender al tiempo la motobomba y la electroválvula de carga, lo cual, prueba, una vez más, que siempre que la motobomba es encendida, a la vez es encendida una electroválvula de llenado. La Figura 45 corresponde al supervisor con el marcado después de disparar la transición T13'2, la restricción 6 es simbolizada como PC2.

VI. Validación de las restricciones 7 y 8

Con la restricción 7: $vT4'i - vT1'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T1'2, debe dispararse la transición T4'2, esto significa que si se dispara el encendido 2 de la motobomba se debe activar el apagado 2 (que ocurre cuando el contador de 20" ha finalizado). Con la restricción 8: $vT8'i - vT5'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T5'2, debe dispararse la transición T8'2, esto significa que si se dispara el encendido 2 de la electroválvula de llenado se debe activar el apagado 2 (que ocurre cuando el contador de 20" ha finalizado); recordemos que lo anterior se hace necesario para que no se activen, en ninguno de los dos casos, las dos transiciones de apagado a la vez, ya que una corresponde a 30" y la otra a 20". Dado que las transiciones T4'2 y T8'2, están temporizadas con el mismo tiempo, con estas restricciones se logra que la motobomba no se quede encendida si la electroválvula es apagada, ya que se apagan simultáneamente. La Figura 46 es la continuación de la Figura 45 y corresponde al marcado después de disparar las transiciones T1'2 y T5'2, para lo cual se activan las transiciones temporizadas T4'2 y T8'2, la restricción 7 es simbolizada como PC5 y la restricción 8 como PC7, el marcado final es mostrado en la Figura 46 en la cual los temporizadores de 20" finalizan y se activa el apagado.

Figura 45. Marcado de la restricción 6

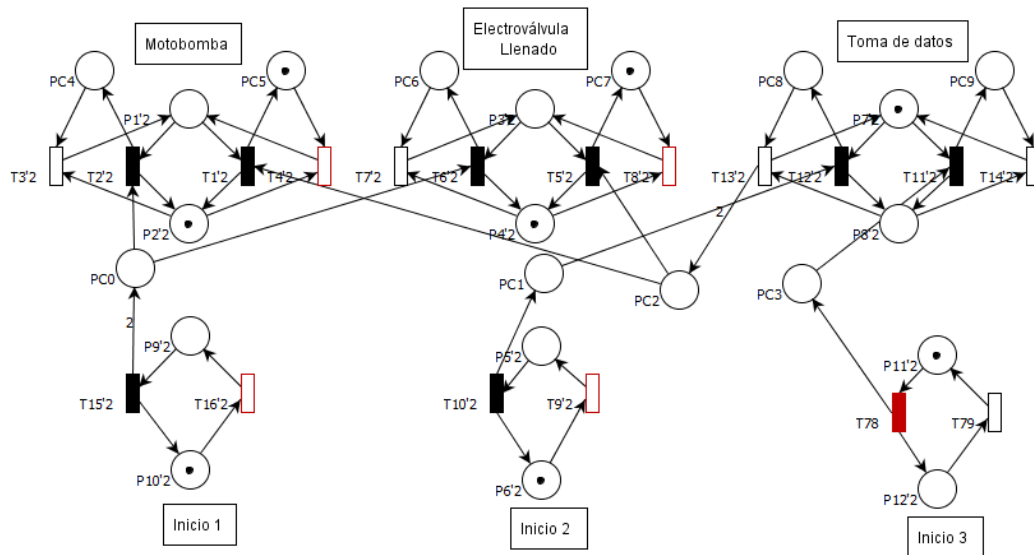


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

VII. Validación de la restricción 9

Con la restricción $vT11'i - vT78'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T78, debe dispararse la transición T11'2, esto significa que si la estabilización 2 de los tanques, después del llenado 2, ya terminó y por tanto se disparó el inicio 3, se debe encender la toma de datos 2. La Figura 48 corresponde al supervisor con su marcado inicial, y la Figura 49 muestra el marcado del supervisor después de disparar la transición T78, la restricción 9 es simbolizada como PC3.

Figura 46. Marcado de las restricciones 7 y 8

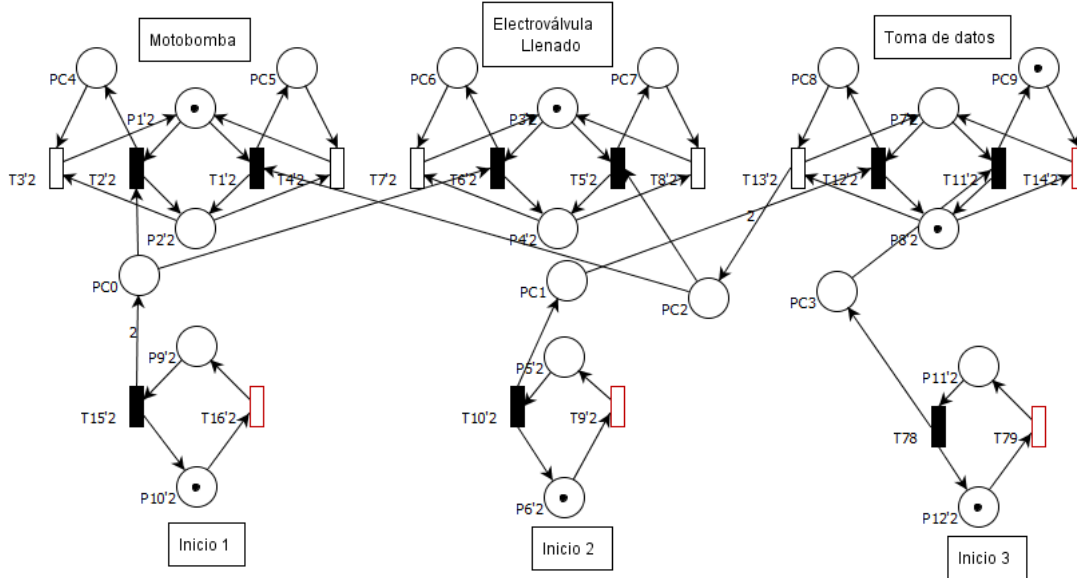


Fuente: Propia, Marzo de 2013.

VIII. Validación de la restricción 10

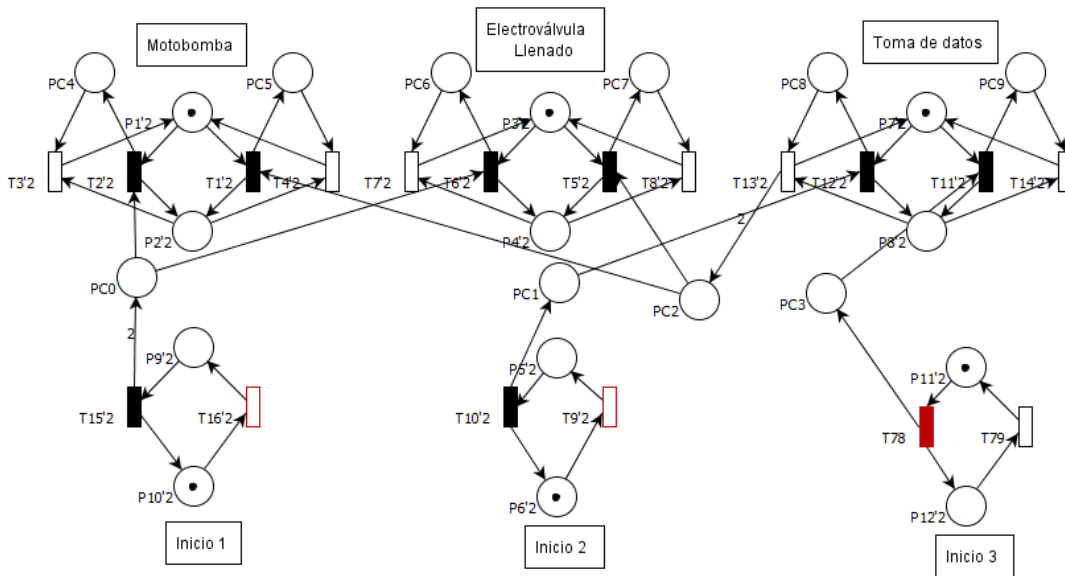
Con la restricción $vT14'i - vT11'i \leq 0$ se garantiza, que si se dispara la transición T11'2, debe dispararse la transición T14'2, esto significa que si se activó la segunda toma de datos, se debe usar solo el contador 2 para el apagado, y no el 1. La Figura 47 corresponde al supervisor con su marcado después de disparar la transición T11'2, la restricción 10 es simbolizada como PC9. Hasta este punto la Rdp vuelve a quedar en su estado inicial como el de la Figura 39, ya que las transiciones T16'2, T9'2 y T79'2 son activadas casi inmediatamente porque los tiempos asociados son de 0,01".

Figura 47. Marcado de la restricción 10



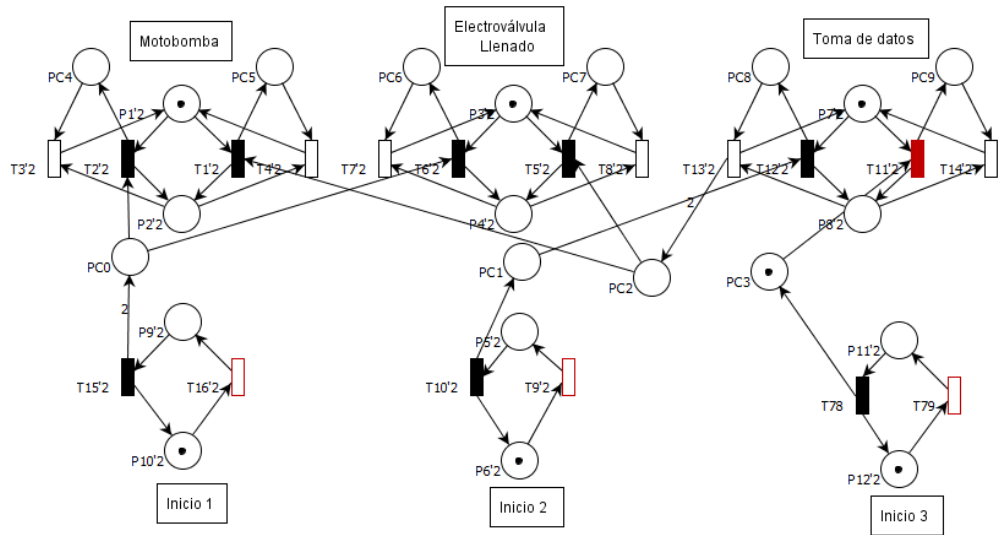
Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 48. Marcado inicial de restricción 9



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

Figura 49. Marcado final de restricción 9



Fuente: Propia, Marzo de 2013.

REFERENCIAS

- [1] Juan Fernando Flórez M. Planta de sistemas a eventos discretos - Reconocimiento de la planta. [Online]. https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fpis.unicauca.edu.co%2Fmoodle-2.1.2%2Fpluginfile.php%2F30121%2Fmod_folder%2Fcontent%2F1%2FP1_SED.pdf%3Fforcedownload%3D1&ei=GhJ4Ue3cK7TW0gHqyoFQ&usg=A
- [2] Francisco Franco, "Caracterización del flujo en la Planta SED,".
- [3] Análisis modal de fallos y efectos (A.M.F.E). [Online]. <http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/amfe.pdf>
- [4] Juan Manuel Segura Mosquera, "Criterios de evaluación para la selección de herramientas software de control y/o supervisión de procesos industriales - SCADA," 2009.
- [5] Andres Felipe Caicedo Moreno. RWLab/Remote WaveLab. [Online]. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11653/1/65479.pdf>
- [6] Cristhian David Buchely and Fausto Ruiz Coque, "Herramienta basada en Redes de Petri para diseño de supervisores de sistemas de eventos discretos," 2012.