



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
TRABAJO DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

MODALIDAD TESIS

TITULO:

“DESARROLLO DE UN SISTEMA HMI PARA LA SUPERVISIÓN DE
CAUDALES “

AUTORA:

MEJIA QUINTEROS PAOLA CAROLINA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. GIOVANNY CUZCO

Riobamba-Ecuador

2010

CALIFICACIÓN

Los miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa de trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

Presidente (Ing. Wilson Baldeón)

Firma

Director (Ing. Giovanni Cuzco)

Firma

Miembro (Ing. Hugo Moreno)

Firma

DERECHO DE AUTOR

Yo, Paola Carolina Mejía soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente

trabajo de investigación, y los derechos
de autoría pertenecen a la Universidad
Nacional de
Chimborazo

DEDICATORIA

A mis padres María y Carlos por su infinito amor, dedicación y sacrificio, base fundamental para alcanzar mi meta.

A mis hermanos Carlos, Darling y Jair por su apoyo incondicional en cada uno de los momentos difíciles de mi carrera

A la memoria de mis más grandes inspiradores de amor, espiritualidad y carácter: mis amados abuelitos Marianita de Jesús y Luis Alfredo.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo quiero agradecer:

A mis padres y hermanos por su paciencia y apoyo.

v A la Facultad de Ingeniería por los conocimientos impartidos durante mi vida estudiantil.

A mí director de tesis Ing. Giovanni Cuzco

ÍNDICE

PAGINA DE AUTORÍA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	ix
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO I	
MARCO REFERENCIAL.....	3

1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Específicos.....	4
1.3 Justificación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2 Fundamentación Teórica.....	6
2.2.1 Sistema Scada.....	6
2.2.1.1 Prestaciones del software de un sistema Scada.....	7
2.2.1.2 Requisitos de un sistema Scada.....	7
2.2.1.3 Componentes de un sistema Scada.....	8
2.2.1.3.1 Unidad Terminal Remota.....	8
2.2.1.3.2 Estación Maestra.....	8
2.2.1.3.3 Infraestructura y Métodos de Comunicación.....	10
2.2.1.4 Funciones principales de un sistema Scada.....	11
2.2.1.4.1 Supervisión remota de instalaciones y equipos.....	11
2.2.1.4.2 Control remoto de instalaciones y equipos.....	11
2.2.1.4.3 Procesamientos de datos.....	11
2.2.1.4.4 Visualización gráfica dinámica.....	12
2.2.1.4.5 Generación de reportes.....	12
2.2.1.4.6 Representación de señales de alarma.....	12
2.2.1.4.7 Almacenamiento de información histórica.....	12
2.2.1.4.8 Programación de eventos.....	12
2.2.2 Controlador Lógico Programable (PLC).....	13

2.2.3 Protocolo OPC.....	22
2.2.3.1 Introducción.....	22
2.2.3.2 Objetivos de creación del protocolo.....	22
2.2.3.3 Antecedentes para la creación de OPC.....	23
2.2.3.4 Características.....	24
2.2.3.4.1 Conectividad Abierta.....	24
2.2.3.4.2 Especificaciones Estándares.....	25
2.2.3.5 Especificaciones OPC actuales y en desarrollo.....	26
2.2.3.5.1 OPC Data Access.....	26
2.2.3.5.2 OPC Alarms & Eventos.....	26
2.2.3.5.3 OPC Batch.....	27
2.2.3.5.4 OPC Data Exchange.....	27
2.2.3.5.5 OPC Historical Data Access.....	27
2.2.3.5.6 OPC Security.....	27
2.2.3.5.7 OPC XML-DA.....	27
2.2.3.5.8 OPC Complex Data.....	28
2.2.3.5.9 OPC Commands.....	28
2.2.3.5.10 OPC Unified Architecture.....	28
2.2.4 Sensores.....	28
2.2.4.1 Características de un sensor.....	29
2.2.4.2 Tipos de sensores.....	30
2.2.4.2.1 Sensores de Proximidad.....	31
2.2.5 Redes Wireless.....	39

CAPITULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	42
--	-----------

3.1 Estudios preliminares para el diseño del sistema.....	42
3.1.1 Visita a la Estación de Bombeo TB11.....	42
3.1.2 Visita a las Oficinas en la ciudad de Riobamba.....	43
3.2 Diseño del sistema.....	44
3.2.1 Diagrama de Bloques.....	47
3.2.2 Diseño del radio enlace.....	48
3.2.2.1 Información general para el estudio del enlace.....	48
3.2.2.2 Descripción del diseño planteado como solución.....	49
3.2.2.3 Cálculos de propagación radioeléctrica.....	50
3.2.2.4 Desarrollo de los cálculos radioeléctricos para el enlace de microonda.....	51
3.3 Implementación del sistema.....	58
3.3.1 Estación de Bombeo.....	58
3.3.1.1 Diagrama de Bloques.....	58
3.3.1.2 Implementación en la Estación de Bombeo.....	60
3.3.2 Enlace de Radio.....	66
3.3.2.1 Implementación del enlace de radio punto a punto.....	66
3.3.3 Oficinas de Riobamba.....	68
3.3.3.1 Diagrama de Bloques.....	68
3.3.3.2 Implementación en las Oficinas en Riobamba.....	70
3.3.3.2.1 Lógica de Programación Intouch.....	70
3.3.3.2.2 Lógica de Programación Kepdirect.....	70
3.3.3.2.3 Lógica de Programación N-SD2000.....	71
3.3.3.2.4 Lógica de Programación FIELZILLA SERVER INTERFACE	71

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	72
--	-----------

CAPITULO V

5.1 Conclusiones.....	81
5.2 Recomendaciones.....	82
Bibliográficos.....	83
Anexos.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

<i>CUADRO 1</i>	
<i>Características del PLC.....</i>	<i>14</i>
 <i>CUADRO 2</i>	
<i>Tipo de Sensores.....</i>	<i>30</i>
 <i>CUADRO 3</i>	
<i>Datos necesarios para el enlace.....</i>	<i>51</i>
 <i>CUADRO 4</i>	
<i>Margen de Desvanecimiento Nominal.....</i>	<i>56</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRAFICO 1</i>	
<i>Esquema de un sistema SCADA.....</i>	<i>6</i>
<i>GRAFICO 2</i>	
<i>PLC con captadores y actuadores.....</i>	<i>13</i>
<i>GRAFICO 3</i>	
<i>Diagrama de Bloques de un PLC.....</i>	<i>14</i>
<i>GRAFICO 4</i>	
<i>Ejemplo de sensor capacitivo</i>	<i>31</i>
<i>GRAFICO 5</i>	
<i>Descripción del sensor capacitivo.....</i>	<i>31</i>
<i>GRAFICO 6</i>	
<i>Ejemplo del sensor inductivo.....</i>	<i>32</i>
<i>GRAFICO 7</i>	
<i>Descripción del sensor inductivo.....</i>	<i>32</i>

<i>GRAFICO 8</i>	
<i>Ejemplo del sensor fin de carrera.....</i>	<i>33</i>
 <i>GRAFICO 9</i>	
<i>Descripción del sensor final de carrera.....</i>	<i>33</i>
 <i>GRAFICO 10</i>	
<i>Ejemplos de sensores infrarrojos.....</i>	<i>34</i>
 <i>GRAFICO 11</i>	
<i>Ejemplos de sensores magnéticos.....</i>	<i>35</i>
 <i>GRAFICO 12</i>	
<i>Explicación del funcionamiento de un sensor ultrasónicos.....</i>	<i>36</i>
 <i>GRAFICO 13</i>	
<i>Sensor ultrasónico de la empresa BINDICATOR.....</i>	<i>36</i>
 <i>GRAFICO 14</i>	
<i>Presentación de los sensores ultrasónicos Q45 de la marca BANNER.....</i>	<i>37</i>
 <i>GRAFICO 15</i>	
<i>Lectura de la señal de corriente de 4 a 20mA originada por el sensor.....</i>	<i>37</i>
 <i>GRAFICO 16</i>	
<i>Los sensores sellados</i>	<i>38</i>
 <i>GRAFICO 17</i>	
<i>Presentación del sensor con conexión sonda.....</i>	<i>38</i>

<i>GRAFICO 18</i>	
<i>Esquema de un enlace de microonda</i>	<i>39</i>
<i>GRAFICO 19</i>	
<i>Ejemplo de un enlace punto a punto</i>	<i>40</i>
<i>GRAFICO 20</i>	
<i>Aplicación wireless como medio para la automatización</i>	<i>41</i>
<i>GRAFICO 21</i>	
<i>Parte de la Estación de Bombeo TB11 que verifican las necesidades.....</i>	<i>43</i>
<i>GRAFICO 22</i>	
<i>Descripción del Sistema Automático.....</i>	<i>47</i>
<i>GRAFICO 23</i>	
<i>Mapa con los dos puntos para el enlace.....</i>	<i>49</i>
<i>GRAFICO 24</i>	
<i>Zona de Fresnel.....</i>	<i>50</i>
<i>GRAFICO 25</i>	
<i>Gráfico de los puntos del enlace.....</i>	<i>52</i>
<i>GRAFICO 26</i>	
<i>Gráfico con datos del enlace en el software.....</i>	<i>57</i>

<i>GRAFICO 27</i>	
<i>Diagrama de Bloques de la Estación TB11</i>	<i>58</i>
<i>GRAFICO 28</i>	
<i>Canalización desde la caseta de control a la compuerta del canal.....</i>	<i>60</i>
<i>GRAFICO 29</i>	
<i>Canalización caseta de control-poste de la compuerta canal.....</i>	<i>61</i>
<i>GRAFICO 30</i>	
<i>Canalización para los sensores análogos.....</i>	<i>61</i>
<i>GRAFICO 31</i>	
<i>Fijación del tablero y llegada de los cables canalizados.....</i>	<i>62</i>
<i>GRAFICO 32</i>	
<i>Tablero de la caseta de control.....</i>	<i>62</i>
<i>GRAFICO 33</i>	
<i>Antena y Cámara cerca de la Caseta.....</i>	<i>63</i>
<i>GRAFICO 34</i>	
<i>Motor con perno sin fin para la compuerta.....</i>	<i>63</i>
<i>GRAFICO 35</i>	
<i>Tablero de la caseta de control.....</i>	<i>64</i>
<i>GRAFICO 36</i>	
<i>Tablero de la caseta de control conjuntamente con el UPS.....</i>	<i>64</i>

<i>GRAFICO 37</i>	
<i>Ejemplo del alcance de sensor.....</i>	<i>65</i>
<i>GRAFICO 38</i>	
<i>Pasos para la programación del sensor.....</i>	<i>65</i>
<i>GRAFICO 39</i>	
<i>Flujo grama de la programación del PLC.....</i>	<i>66</i>
<i>GRAFICO 40</i>	
<i>Enlace Estación TB11-Oficinas de Riobamba.....</i>	<i>67</i>
<i>GRAFICO 41</i>	
<i>Antena del enlace</i>	<i>67</i>
<i>GRAFICO 42</i>	
<i>Diagrama del Software HMI</i>	<i>68</i>
<i>GRAFICO 43</i>	
<i>Flujo grama en intouch.....</i>	<i>70</i>
<i>GRAFICO 44</i>	
<i>Flujo grama en KEPDIRECT.....</i>	<i>70</i>
<i>GRAFICO 45</i>	

<i>Flujo grama en N-SD2000.....</i>	<i>71</i>
 <i>GRAFICO 46</i>	
<i>Flujo grama en FILEZILLA.....</i>	<i>71</i>
 <i>GRAFICO 47</i>	
<i>Lógica de Operación.....</i>	<i>72</i>
 <i>GRAFICO 48</i>	
<i>Registro de Usuarios</i>	<i>73</i>
 <i>GRAFICO 49</i>	
<i>Ventana principal que muestra toda la Estación TB11.....</i>	<i>74</i>
 <i>GRAFICO 50</i>	
<i>Ventanas de Control y Caseta de Control.....</i>	<i>75</i>
 <i>GRAFICO 51</i>	
<i>Caseta de Control.....</i>	<i>75</i>
 <i>GRAFICO 52</i>	
<i>Ventanas de Seguridad.....</i>	<i>76</i>
 <i>GRAFICO 53</i>	
<i>Tablero Control.....</i>	<i>76</i>
 <i>GRAFICO 54</i>	
<i>Ventanas de Control y Puerta del Canal.....</i>	<i>77</i>

<i>GRAFICO 55</i>	
<i>Fotografía de puerta del canal.....</i>	<i>77</i>
<i>GRAFICO 56</i>	
<i>Ventanas de Control y Nivel del Caudal.....</i>	<i>78</i>
<i>GRAFICO 57</i>	
<i>Ventana de Alarmas</i>	<i>79</i>
<i>GRAFICO 58</i>	
<i>Ventanas de Ingreso a N-SD2000.....</i>	<i>79</i>
<i>GRAFICO 59</i>	
<i>Ventana de N-SD2000 con imágenes de cámaras, la 3 alarmada.....</i>	<i>80</i>

RESUMEN

Con el objetivo de facilitar el trabajo de los operadores y obtener registros de los eventos y las alarmas ocurridas en la Estación TB11 se requirió la implementación de un sistema SCADA.

En este trabajo de tesis se diseñó, desarrolló e implementó un sistema SCADA en la Estación TB11. Para la implementación del sistema se creó una aplicación en el software HMI llamado Intouch. La comunicación entre la aplicación y el PLC se realizó utilizando el protocolo OPC mediante el servidor KEPDirect.

Luego de la implementación del sistema se ha observado que su uso ha resultado beneficioso para la empresa. Las operaciones de abrir y cerrar la compuerta del canal son más fáciles y rápidas de ejecutar y en la pantalla del computador se pueden determinar rápidamente las condiciones de funcionamiento de la estación.

Adicionalmente a estos beneficios se debe mencionar que es posible monitorear en forma real lo que está sucediendo en la Estación gracias a un circuito de cámaras que se encuentran ubicadas en Estación de Bombeo. Se ahorra recursos económicos y de tiempo ya que el sistema evita que el operador se transporte, gracias a la comunicación punto a punto que existen con las oficinas en la ciudad de Riobamba

SUMMARY

With the aim of facilitating the work of the operators and obtaining registries of the events and the alarms happened in Station TB11 the implementation of a system SCADA was required.

In this thesis work a system SCADA in Station TB11 was designed, developed and implemented. For the implementation of the system I am created an application in called software HMI Intouch. The communication between the application and the PLC is realised using protocol OPC by means of the KEPDirect servant.

After the implementation of the system it has been observed that its use has been beneficial for the company. The operations open and to close the floodgate of the channel are fast and easy to execute and in the screen of the computer the conditions of operation of the station can be determined quickly.

Additionally to these benefits one is due to mention that it is possible to monitor in real form what this happening in the Station thanks to a circuit of cameras that are located in Pumping station. One saves economic resources and of time since the system avoids that the operator transport, thanks to the point-to-point communication that exists with the offices in the city of Riobamba