



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN
GRÁFICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO DE SEGURIDAD MEDIANTE COMPARACION DE
VOCES, CASO PRÁCTICO LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL DE LA EIS”**

TESIS DE GRADO

Previa la Obtención del Título de

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

Presentado por:

Maricela Elizabeth Tisalema Panimboza

Erika Anabel Muñoz Arias

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2011 -

AGRADECIMIENTO

Los más sinceros agradecimientos para mis padres, que siempre me han apoyado en todo lo que realizo y gracias al esfuerzo de ellos he alcanzado muchas de las metas que me he propuesto.

También agradezco el apoyo de todas las personas que me han colaborado en mi formación como Ingeniera en Sistemas y a lo largo de mi vida.

Por: Maricela Elizabeth Tisalema Panimboza

Mis más sinceros agradecimientos primeramente a Dios porque me ha permitido vivir rodeada del amor, cariño y apoyo de mi familia y amigos.

A mis padres ya que gracias a su esfuerzo se convirtieron en el pilar y soporte de todas y cada una de las metas que he logrado alcanzar durante toda mi vida.

A los amigos que siempre estuvieron formando parte del gran libro de mi vida.

Por: Erika Anabel Muñoz Arias

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a DIOS por haberme iluminado a lo largo de esta especialización y colmado de bendiciones.

Quiero dedicárselo a mis padres y familiares, en especial a mi Mamá que siempre estuvo presente en todos los momentos difíciles, siendo este trabajo un reflejo de un objetivo trazado cuando decidí formarme como Ingeniera en Sistemas Informáticos.

Por: Maricela Elizabeth Tisalema Panimboza

Este trabajo lo dedico a Dios por la bendiciones concedidas y porque con su sabiduría a sabido guiar mis pasos al fin de lograr mis grandes anhelos.

Así también a mis padres, hermanos y seres muy queridos porque siempre con sus consejos estuvieron guiándome en el largo trajinar de mis estudios y de mi vida.

Por: Erika Anabel Muñoz Arias

FIRMAS RESPONSABLES

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

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

Bajo las leyes de derecho de autor, la Documentación, el Software, junto con todos sus elementos, no pueden copiarse, reproducirse, registrarse o transmitirse por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma parcial o total, ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, foto-químico, magnético o por fotocopia, sin permiso previo por escrito de los autores.

Erika Anabel Muñoz Arias

Maricela Elizabeth Tisalema P.

INDICE DE ABREVIATURAS

ADC	Analog-to-digital Converter
ADO	ActiveX Data Objects
API	Application Programming Interface
ASD	Adaptive Software Development
CED	Disco de Capacitancia Electrónica
CMRR	Rechazo al modo común
CPU	Central processing unit
DAC	Digital-to-Analog Conversion
DAQ	Tarjeta de Adquisición de Datos
DBMS	Database Management System
DDE	Dynamic Data Exchange
DLL	Dinamic-link library
DSDM	Dynamic Systems Development Method
EPC	Entrenador de Planta de Control
EPICS	Experimental Physics and Industrial Control System
FFT	Fast Fourier Transform
FPGA	Field Programmable Gate Array
GPIB	General-Purpose Instrumentation Bus
GPIO	General Purpose Input/Output
I/O	Input/Output
IEEE	Instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IrDA	Infrared Data Association
ISA	Industry Standard Architecture
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
LAN	Local Area Network
LED	Light-Emitting Diode

mA	Unidad Internacional de medida mili Amperios
MSF	Microsoft Solutions Framework
MS-DOS	MicroSoft Disk Operating System
NI	National Instrument
NI DAQ	Software de Adquisición de Datos (DAQ)
ODBC	Open DataBase Connectivity (ODBC)
OLE DB	Object Linking and Embedding for Databases
OPC	OLE for Process Control
PC	Computador Personal
PCI	Peripheral Component Interconnect
PID	Proporcional Integral Derivativo
PLC	Programmable Logic Controller
PXI	PCI eXtensions for Instrumentation
RC	Constante de Tiempo
RS232	Recommended Standard 232
RTD	Resistance Temperature Detector
SCADA	Supervisory Control and Data Adquisition
SGBD	Sistema gestor de base de datos
SOC	Start of Conversión
SPS	Standby Power Supply
UDP	User Datagram Protocol
USB	Bus Universal en Serie
VEE	Visual Engineering Enviroment
VI	Virtual Instrument
XP	eXtreme Programming

INDICE GENERAL

PORTADA.....	- 1 -
AGRADECIMIENTO.....	- 2 -
DEDICATORIA.....	- 3 -
INDICE DE ABREVIATURAS.....	- 6 -
INDICE GENERAL.....	- 8 -
ÍNDICE DE FIGURAS.....	- 12 -
ÍNDICE DE TABLAS.....	- 15 -
INTRODUCCIÓN.....	- 17 -
1 MARCO REFERENCIAL.....	- 19 -
1.1 Antecedentes.....	- 19 -
1.2 Justificación.....	- 20 -
1.2.1 Justificación Teórica.....	- 20 -
1.2.2 Justificación Práctica.....	- 21 -
1.3 Objetivos.....	- 21 -
1.3.1 Objetivo General.....	- 21 -
1.3.2 Objetivos Específicos.....	- 21 -
1.4 Hipótesis.....	- 22 -
2 CONTEXTO TEÓRICO.....	- 23 -
2.1 Herramientas de Programación Orientadas a la adquisición de datos, control y Simulación.....	- 24 -
2.1.1 Lenguajes de Programación Gráfica – Definición.....	- 24 -
2.1.2 Lenguaje G.....	- 25 -
2.1.3 Herramientas Software: Lenguajes de Programación Gráfica.....	- 26 -
2.1.3.1 DasyLab.....	- 26 -
2.1.3.2 Agilent VEE.....	- 27 -
2.1.3.3 LabVIEW.....	- 28 -
2.1.3.4 Lookout.....	- 29 -
2.2 Sistemas de Seguridad.....	- 30 -
2.2.1 Servicios de seguridad.....	- 30 -
2.2.2 Mecanismos de seguridad.....	- 31 -
2.2.3 Tecnología de Seguridad.....	- 32 -
2.3 Biometría Aplicada a la Seguridad.....	- 32 -
2.3.1 Definición de Biometría.....	- 32 -
2.3.2 Tipos de Autenticación Biométrica.....	- 33 -

2.3.3	Definición de Sistemas Biométricos	- 33 -
2.3.4	Tecnologías biométricas	- 34 -
2.3.4.1	Reconocimiento de la Voz	- 35 -
2.3.5	Campos de Aplicación	- 36 -
2.3.6	Razones para automatizar	- 36 -
2.4	Sistema Eléctrico	- 37 -
2.4.1	Transductores	- 37 -
2.4.2	Sensores.....	- 38 -
2.4.3	Actuadores.....	- 40 -
2.4.4	Entrenador de Planta de Control.....	- 41 -
2.4.5	Micrófono	- 43 -
2.5	Adquisición de Datos	- 44 -
2.5.1	Principios de adquisición de datos	- 44 -
2.5.2	Componentes de un sistema de Adquisición de datos	- 45 -
2.5.3	Proceso de adquisición de datos	- 48 -
2.5.3.1	¿Cómo se adquieren los datos?	- 48 -
2.5.3.2	Tiempo de conversión.....	- 49 -
2.5.3.3	La etapa de acondicionamiento de la señal	- 50 -
2.5.3.4	Ventajas.....	- 51 -
2.5.4	Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ).....	- 52 -
2.5.4.1	Clases.....	- 53 -
2.5.4.2	Características de las tarjetas de adquisición de datos.....	- 54 -
2.5.4.3	Aplicación	- 57 -
2.5.5	Estudio de las Señales.....	- 57 -
2.5.5.1	Clasificación de las señales	- 57 -
2.5.5.2	Teoría de Muestreo de Señales	- 60 -
2.5.5.3	Procesamiento de la señal.....	- 62 -
2.5.5.4	Distancia Euclídea	- 71 -
2.5.5.5	Coeficientes MEL.....	- 72 -
3.	ESTUDIO COMPARATIVO DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE COMPARACIÓN DE VOCES	- 73 -
3.1	Descripción del Ámbito de Comparación.....	- 74 -
3.2	Determinación de los Parámetros de Comparación	- 74 -
3.2.1	Multiplataforma	- 74 -

3.2.2	Calidad	- 75 -
3.2.3	Compatibilidad	- 75 -
3.2.4	Disponibilidad de Información	- 76 -
3.2.5	Soporte a Dispositivos	- 76 -
3.2.6	Controles de Usuario	- 76 -
3.2.7	Costos de Herramientas	- 77 -
3.2.8	Carga cognitiva	- 77 -
3.2.9	Reutilización	- 77 -
3.2.10	Portabilidad	- 78 -
3.3	Definición de Pesos de Ponderación de los Parámetros	- 79 -
3.3.1	Definición de Pesos y Porcentajes	- 79 -
3.3.2	Definición de Pesos Cuantitativos y Cualitativos	- 81 -
3.4	Desarrollo del Análisis Comparativo	- 82 -
3.4.1	Multiplataforma	- 82 -
3.4.2	Calidad	- 83 -
3.4.3	Compatibilidad	- 88 -
3.4.4	Disponibilidad de Información	- 91 -
3.4.5	Soporte a Dispositivos	- 93 -
3.4.6	Controles de Usuario	- 95 -
3.4.7	Costos de Herramientas	- 97 -
3.4.8	Carga Cognitiva	- 100 -
3.4.9	Reutilización	- 102 -
3.4.10	Portabilidad	- 104 -
3.5	Cuadro Comparativo del Análisis Realizado	- 107 -
3.6	Resultados de la Comparación	- 110 -
4.	DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE COMPARACIÓN DE VOCES	- 113 -
4.1	Análisis de la Metodología a Usar	- 114 -
4.2	Propuesta Metodológica	- 115 -
4.3	Desarrollo de la Metodología	- 117 -
4.3.1	Planificación	- 117 -
4.3.1.1	Especificación de Requerimientos	- 117 -
4.3.1.2	Historias de Usuario	- 118 -
4.3.1.3	Ámbito del Proyecto	- 123 -
4.3.1.4	Planificación Inicial	- 124 -

4.3.1.5	Plan de Iteraciones	- 128 -
4.3.1.6	Reuniones	- 133 -
4.3.2	Diseño	- 134 -
4.3.2.1	Diseño Software	- 134 -
4.3.3	Diseño del Entorno Virtual	- 141 -
4.3.3.1	Interacción del mundo Virtual.....	- 141 -
4.3.3.2	Esquema Eléctrico	- 142 -
4.3.4	Implementación.....	- 144 -
4.3.4.1	Entorno Virtual	- 144 -
4.3.4.2	Modelo físico de la base de datos.....	- 156 -
4.3.4.3	Interfaz de Usuario.....	- 157 -
4.3.5	Pruebas	- 164 -
4.3.5.1	Pruebas Hardware	- 164 -
4.3.5.2	Pruebas Software	- 165 -
4.3.6	Implantación	- 165 -
4.3.6.1	Manual de Configuración	- 165 -
4.3.6.2	Manual de Usuario.....	- 171 -
5	VALIDACIÓN DE TESIS.....	- 172 -
5.1	Determinación de la Hipótesis.....	- 173 -
5.2	Análisis Estadístico	- 173 -
5.3	Tasa Real de Falso Rechazo	- 175 -
5.4	Tasa Real de Falsa Aceptación	- 176 -
5.5	Determinación del Umbral de Funcionamiento.....	- 178 -
	CONCLUSIONES.....	- 180 -
	RECOMENDACIONES.....	- 182 -
	RESUMEN	- 183 -
	SUMMARY	- 184 -
	GLOSARIO.....	- 185 -
	BIBLIOGRAFIA.....	- 191 -
	ANEXOS	- 195 -

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II.1: Grupos de registros biométricos.....	- 33 -
FIGURA II.2: Patrones de voz.	- 35 -
FIGURA II.3: Esquema del epc.....	- 42 -
FIGURA II.4: Sistema típico de adquisición de datos.....	- 44 -
FIGURA II.5: Diagrama funcional de un sistema de adquisición de datos.....	- 45 -
FIGURA II.6: Descripción de fenómenos y transductores	- 46 -
FIGURA II.7: Hardware de adquisición de datos.....	- 47 -
FIGURA II.8: Diagrama de bloques de una tarjeta daq.....	- 57 -
FIGURA II.9: Representación de la señal digital.....	- 60 -
FIGURA II.10: Representación de una señal sinusoidal	- 61 -
FIGURA II.11: Representación de la señal discreta.....	- 61 -
FIGURA II.12: Filtros pasa alto	- 68 -
FIGURA II.13: Filtros pasa bajo	- 69 -
FIGURA II.14: Filtros pasa-banda.....	- 69 -
FIGURA II.15 Distancia euclidiana.....	- 71 -
FIGURA IV.1: Presupuesto.....	- 126 -
FIGURA IV.2: Duración del proyecto	- 126 -
FIGURA IV.3: Diagrama gantt – planificación de actividades.....	- 127 -
FIGURA IV.4: Diagrama gantt de seguimiento – planificación de actividades.....	- 127 -
FIGURA IV.5: PLAN DE ENTREGA – ITERACIÓN 1	- 128 -
FIGURA IV.6: PLAN DE ENTREGA – ITERACIÓN 2	- 129 -
FIGURA IV.7: PLAN DE ENTREGA – ITERACIÓN 3	- 130 -
FIGURA IV.8: PLAN DE ENTREGA – ITERACIÓN 4	- 131 -
FIGURA IV.9: PLAN DE ENTREGA – ITERACIÓN 5	- 131 -
FIGURA IV.10: Diagrama de secuencia - administración sesiones.....	- 134 -
FIGURA IV.11: Diagrama de secuencia - ingresar usuario autorizado.....	- 135 -
FIGURA IV.12: Diagrama de secuencia - reconocer usuario	- 135 -
FIGURA IV.13: Diagrama de secuencia - REPORTES	- 136 -
FIGURA IV.14: Diagrama actividades – ADMINISTRACIÓN SESIONES	- 136 -
FIGURA IV.15: Diagrama actividades - INGRESO DE USUARIO	- 137 -
FIGURA IV.16: Diagrama de actividades - RECONOCER USUARIO.....	- 137 -
FIGURA IV.17: Diagrama de actividades – REPORTES	- 138 -
FIGURA IV.18: Diagrama de clases	- 138 -
FIGURA IV.19: Diagrama de componentes	- 139 -

FIGURA IV.20: Diagrama de despliegue	- 139 -
FIGURA IV.21: Modelo lógico de la base de datos	- 140 -
FIGURA IV.22: Interacción del mundo virtual	- 142 -
FIGURA IV.23: Conexión del sensor de proximidad a la daq.....	- 142 -
FIGURA IV.24: Conexión de la daq al EPC	- 143 -
FIGURA IV.25: Conexión del transformador y la cahapa al EPC	- 143 -
FIGURA IV.26: Diagrama de bloques del BOTÓN LOGIN.....	- 145 -
FIGURA IV.27: Diagrama de bloques del botón ENTRENAR	- 145 -
FIGURA IV.28: Diagrama de bloques del algoritmo ENTRENAR.VI	- 146 -
FIGURA IV.29: Diagrama de bloques del boton RECONOCER.....	- 147 -
FIGURA IV.30: Diagrama de bloques del SUB VI REPRODUCIR	- 148 -
FIGURA IV.31: Diagrama de bloques del SUB VI CAPTURAR	- 148 -
FIGURA IV.32: Diagrama de bloques del SUB VI RECONOCE	- 149 -
FIGURA IV.33: Diagrama de bloques del SUB VI INSERT_ACCESOS.....	- 149 -
FIGURA IV.34: Diagrama de bloques del SUB VI SELECT_IDENTIFICACION....	- 150 -
FIGURA IV.35: Diagrama de bloques del botón INGRESAR	- 151 -
FIGURA IV.36: Diagrama de bloques del botón ELIMINAR.....	- 152 -
FIGURA IV.37: Diagrama de bloques del botón SESIONES.....	- 153 -
FIGURA IV.38: Diagrama de bloques del SUB VI SESIONES PARA LA OPCION MODIFICAR	- 154 -
FIGURA IV.39: Diagrama de bloques del SUB VI SESIONES PARA LA OPCION MODIFICAR	- 154 -
FIGURA IV.40: Diagrama de bloques del botón REPORTE.....	- 155 -
FIGURA IV.41: Diagrama de bloques del SUB VI PERSONAL_ACCEDIDO	- 156 -
FIGURA IV.42: Modelo físico de la BASE DE DATOS.....	- 156 -
FIGURA IV.43: Menú principal.....	- 157 -
FIGURA IV.44. Autenticación de sesiones.....	- 158 -
FIGURA IV.45. Ingreso de nombre de usuario	- 158 -
FIGURA IV.46. Registro de voz del usuario.....	- 159 -
FIGURA IV.47. Datos del usuario ingresado.....	- 159 -
FIGURA IV.48. Ingreso de nombre del usuario a eliminar	- 160 -
FIGURA IV.49. Verificación de usuario eliminado.....	- 160 -
FIGURA IV.50. Ejecución del proceso entrenar	- 161 -
FIGURA IV.51. Ejecución del proceso reconocer	- 162 -
FIGURA IV.52. Inserción de sesión	- 162 -

FIGURA IV.53. Reporte de personal accedido	- 163 -
FIGURA IV.54. Reporte exportado a excel	- 163 -
FIGURA IV.55. Reporte exportado a word.....	- 164 -
FIGURA IV.56. Creación de nueva base de datos voces.....	- 166 -
FIGURA IV.57 Restaurar base de datos	- 167 -
FIGURA IV.58 Ubicando el archivo de BACK UP	- 168 -
FIGURA IV.59. Parámetros de configuración	- 169 -
FIGURA IV.60. Carpeta scripts con archivos TEST Y TRAIN	- 170 -
FIGURA IV.61. Configuración de archivo UDL.....	- 170 -
FIGURA IV.62. Panel de control del sistema de seguridad.....	- 171 -
FIGURA V.1: Gráfica de FRR y FAR como funciones del umbral de aceptación u para el sistema.	- 174 -
FIGURA V.2: CURVAS FRR Y FAR	- 178 -

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II.1: Comparativo de las tecnologías biométricas más comunes.....	- 34 -
TABLA II.2: Propiedad física de los sensores	- 39 -
TABLA III.1: Parámetros y sub-parámetros de comparación	- 79 -
TABLA III.2: Definición de pesos y porcentajes de cada parámetro.....	- 80 -
TABLA III.3: Definición de pesos a evaluar a un lenguaje.....	- 81 -
TABLA III.4: Definición de valores cuantitativos y cualitativoS	- 81 -
TABLA III.5: Comparación de los lenguajes en base a parámetro multiplataforma .	- 83 -
TABLA III.6: Comparación sub-parámetro uso de recurso hardware - Calidad	- 83 -
TABLA III.7: Comparación en base a sub-parámetro facilidad de uso - Calidad	- 85 -
TABLA III.8: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Calidad	- 87 -
TABLA III.9: Comparación de los lenguajes en base a parámetro compatibilidad...	- 91 -
TABLA III.10: Búsqueda de disponibilidad de información en la web.....	- 92 -
TABLA III.11: Comparación de los lenguajes en base a parámetro disponibilidad de información.....	- 92 -
TABLA III.12: Comparación de los lenguajes en base a parámetro soporte a dispositivos.....	- 94 -
TABLA III.13: Comparación de los lenguajes en base a Parámetro Controles de usuario	- 97 -
TABLA III.14: Comparación de los lenguajes en base a parámetro costos de herramientas	- 100 -
TABLA III.15: Comparación de los lenguajes en base a parámetro CARGA COGNITIVA.....	- 102 -
TABLA III.16: Comparación de los lenguajes en base a parámetro reutilización...	- 104 -
TABLA III.17: Comparación de los lenguajes en base a parámetro portabilidad ...	- 107 -
TABLA III.18: Resumen del análisis realizado	- 107 -
TABLA III.19: Resultados de la comparación de lenguajes de PROGRAMACIÓN GRÁFICA	- 110 -
TABLA IV.1: Historia de usuario - ADMINISTRACIÓN DE SESIONES.....	- 118 -
TABLA IV.2: Historia de usuario - INGRESAR USUARIO.....	- 119 -
TABLA IV.3: Historia de usuario - ELIMINAR USUARIO	- 120 -
TABLA IV.4: Historia de usuario - ENTRENAR.....	- 121 -
TABLA IV.5: Historia de usuario - RECONOCER USUARIO	- 122 -
TABLA IV.6: Historia de usuario - REPORTES.....	- 123 -
TABLA IV.7: Integranes y roles XP	- 124 -

TABLA IV.8: Recursos hardware	- 125 -
TABLA IV.9: Plan de entrega - ITERACIÓN 1	- 128 -
TABLA IV.10: Plan de entrega ITERACIÓN 2.....	- 129 -
TABLA IV.11: Plan de entrega ITERACIÓN 3.....	- 130 -
TABLA IV.12: Plan de entrega ITERACIÓN 4.....	- 130 -
TABLA IV.13: Plan de entrega ITERACIÓN 5.....	- 131 -
TABLA IV.14: DICCIONARIO DE DATOS	- 140 -
TABLA V.1: Resultados reales de falso rechazo para el sistema.....	- 176 -
TABLA V.2: Tasa de falso rechazo FRR.....	- 176 -
TABLA V.3: Resultados reales de falsa aceptación para el sistema	- 177 -
TABLA V.4: Tasa de falsa aceptación FAR	- 177 -

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis tiene como objetivo realizar un estudio comparativo de Lenguajes de Programación Gráfica, definiendo como parámetros de comparación a: Multiplataforma, Calidad, Compatibilidad, Disponibilidad de información, Soporte a dispositivos, Controles de Usuario, Costos de herramientas, Carga cognitiva, Reutilización y Portabilidad, por los cuales se obtiene valores: Cuantitativos como Cualitativos; que aplicando el Método Científico, Deductivo y Comparativo, definen la herramienta de programación gráfica más apta para el desarrollo del Sistema Automatizado.

Para desarrollar el sistema se usa un conjunto de técnicas, herramientas y algoritmos para el tratamiento de señales en el dominio digital. Se procesa la señal para pasarla por un sistema (Labview) y así poder muestrear, filtrar, correlacionar y realizar un análisis espectral. Cuando se muestrea las señales se ve afectada la frecuencia en tiempo discreto, por lo que se diseñan filtros a fin de que se reduzca la presencia de ruido, se aproxime a la respuesta ideal y se atenúen las frecuencias altas y bajas. Es necesario cuantificar el grado de similitud entre la señal almacenada y la señal a comparar, para determinar el grado de dependencia, es así que los valores positivos y grades indican que ambas señales son parecidas, los valores negativos indican que el crecimiento de una variable está asociado con el decrecimiento de la otra y por otro lado, las cero que las señales no se parecen.

La estructura de este trabajo se la realiza de la siguiente manera:

Capítulo I, se presenta la estructura de la investigación, el cual indica el Título de la Tesis, Formulación General del Proyecto Tesis, Justificación de la Tesis, Objetivos e Hipótesis.

Capítulo II, contiene el fundamento teórico de las Herramientas Orientadas a la Programación Gráfica, Adquisición, Control y Simulación de datos, Mecanismos de Seguridad, Tarjetas de Adquisición de señales (DAQ), Teoría de Muestreo de Señales y Procesamiento de la Señal.

Capítulo III, conlleva el estudio comparativo de Lenguajes de Programación Gráfica de acuerdo a los parámetros de comparación establecidos, que determinan el más apto para el desarrollo.

Capítulo IV, trata sobre la implementación del sistema de acuerdo a una metodología ágil de desarrollo.

Capítulo V, realiza la comprobación de hipótesis de acuerdo a las pruebas obtenidas del Sistema de Seguridad Automatizado.

Finalmente las Conclusiones y Recomendaciones, indican cómo se concluye la investigación y las recomendaciones pertinentes de posibles nuevas tecnologías para mejoras del Sistema Automatizado.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

A lo largo del tiempo tanto empresas como instituciones han venido utilizando como métodos de seguridad el servicio humano de vigilancia, cámaras de seguridad o identificadores personales para el ingreso a las mismas, o de alguna manera los sistemas de identificación de usuarios basados en métodos criptológicos, que por temor o complicidad, no son lo suficientemente eficaces para brindarnos la confianza que necesitamos.

A pesar de la importancia que han venido adquiriendo cada uno de estos sistemas de seguridad, existen otra clase en los que no se aplica esta ciencia, o al menos su aplicación es secundaria. Es más, parece que en un futuro no muy lejano los sistemas que se van a imponer en la mayoría de situaciones en las que se haga necesario autenticar a un usuario son los más amigables para el usuario (pues no va a necesitar recordar passwords o números de identificación complejos, o el usuario puede olvidar una tarjeta de identificación en casa, pero nunca se olvidará de su mano u ojo) y son mucho más difíciles de falsificar que una simple contraseña o una tarjeta magnética; las principales razones por la que no se han impuesto ya en nuestros días es su elevado precio, fuera del alcance de muchas organizaciones, y su dificultad de mantenimiento.

La autenticación basada en características físicas existe desde que existe el hombre y, sin darnos cuenta, es la que más utiliza cualquiera de nosotros en su vida cotidiana: a diario identificamos a personas por los rasgos de su cara o por su voz. Obviamente aquí el agente reconocedor lo tiene fácil porque es una persona, pero en el modelo aplicable a redes o sistemas el agente ha de ser un dispositivo que, basándose en

características del sujeto a identificar, le permita o deniegue acceso a un determinado sector.

Dentro de los sistemas de autenticación biométrica se encuentran sistemas basados en verificación de: voz, escritura, huellas, patrones oculares (retina-iris), geometría de la mano, entre otros. Estos sistemas son los denominados biométricos, basados en características físicas del usuario a identificar. El reconocimiento de formas, la inteligencia artificial y el aprendizaje son las ramas de la informática que desempeñan el papel más importante en los sistemas de identificación biométricos y que permitirán el avance en la creación de nuevos métodos de seguridad.

De esta manera hemos visto necesario implementar un sistema automatizado de seguridad mediante la comparación de voces que permita ofrecer una garantía de seguridad al laboratorio de automatización industrial de la EIS, con respecto a todos los métodos de seguridad que se usan en nuestro medio, y que permitirá abrir un espacio para la práctica en el campo de la automatización.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación Teórica

Hoy por hoy cada uno de los recursos que posee una Institución u Organización es de vital importancia dado que vienen a constituirse en un activo representativo de las mismas, sin embargo estas se ven afectadas por delitos e intrusiones debido a que no cuentan con un control adecuado de seguridad que aseguren dichos recursos, es así que la nueva tecnología nos permite encadenar operaciones mecánicas-informáticas y eléctricas, logrando una automatización de los procesos industriales.

Poseer una apropiada seguridad en cuanto a la protección de los recursos constituye un pilar importante de una Institución u Organización, pues del aseguramiento con el que se cuente permitirá mantener la confiabilidad y satisfacción de los clientes, es de esta manera que para conseguir el objetivo propuesto se desea implementar un sistema automatizado de seguridad mediante la comparación de voces, el cuál proporcione una mayor garantía de seguridad de los recursos que el Laboratorio de Automatización Industrial de Escuela de Ingeniería en Sistemas posee.

1.2.2 Justificación Práctica

En nuestro país existen diversos modos de seguridad cuyas características y funcionalidades tratan de ser lo más significativas posibles en cuanto al objetivo a cumplir, pero hay que considerar que estos no van a la par con el avance de la tecnología y por ende no garantizan el cumplimiento de nuestras necesidades, y si hablamos de los costos que estos representan si deseamos adquirirlos a nivel internacional.

La realización del presente trabajo tiene como finalidad elaborar un sistema de seguridad que permita cubrir las necesidades más básicas en cuanto a la protección de nuestros recursos, además de proveer mayor seguridad de acceso al laboratorio de automatización, considerando el menor gasto posible en cuanto a los materiales y recursos que harán parte del sistema, sirviendo este como punto de referencia para nuevas investigaciones correlacionados a nuestro estudio y como material didáctico para estudiantes con miras a nuevos avances de nuestra facultad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Realizar un estudio comparativo de lenguajes de programación gráficos para la implementación de un sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces.

1.3.2 Objetivos Especificos

- Realizar un estudio de los lenguajes de programación gráficos que permitan el control y procesamiento de señales.
- Diseñar y Construir una Interfaz de usuario para el Control y Seguridad.
- Obtener, analizar y registrar el espectro de voz en el control de Señales Analógicas.
- Programar el control en el Lenguaje que mejor se adapte a la construcción del Sistema.

- Implementar la Base de Datos en SQL Server en la cual se llevará el registro de voces.
- Construir el sistema automatizado de seguridad mediante la comparación de voces en el laboratorio de Automatización industrial.

1.4 Hipótesis

La implementación de un sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces en el laboratorio de automatización industrial de la EIS, permitirá mejorar la seguridad en el área de control de accesos.

CAPÍTULO II

CONTEXTO TEÓRICO

En el Presente capitulo se trata los fundamentos teóricos sobre los cuales se basa esta tesis, se presenta los conceptos vistos en el capítulo I de una manera más detallada, también se estudiará los sistemas sobre los cuales se basará la tesis.

Por tal razón se pone en consideración el presente capítulo el cual ha sido estructurado de la siguiente manera: Un análisis a las herramientas de Programación Orientadas a la adquisición de datos, control y Simulación, lenguajes de programación gráfica, un estudio de los diferentes mecanismos de seguridad existentes en la actualidad y su clasificación, se enfoca en la biometría de la Voz aplicada a la Seguridad ya que se utiliza para el desarrollo de la tesis, una descripción del Sistema Eléctrico a utilizarse como: Transductores, la placa electrónica Entrenador de Planta de Control EPC, Micrófono, una introducción a la Adquisición de Datos, se presenta un estudio de las Señales, los tipos de Adquisición de datos DAQ, todo lo expuesto se usa para desarrollar el sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces.

2.1 Herramientas de Programación Orientadas a la adquisición de datos, control y Simulación

2.1.1 Lenguajes de Programación Gráfica – Definición

Los diferentes lenguajes de programación se han desarrollado a lo largo de los años para centrarse en objetivos específicos.

- Facilidad de uso
- Soluciones específicas (sistemas operativos, bases de datos)
- Emular la construcción de hardware en los dispositivos están formados por objetos.
- Reducción de los errores de mecanografía estricta

Existen muchos lenguajes de programación en el mercado. Algunos de ellos utilizan la denominación “Visual” en su nombre (Ej. Visual C, Visual Basic, etc.). Lo cierto es que la mayoría de estos lenguajes son no más que el 50% visual, ya que están basados en una combinación de objetos gráficos y texto. Sin embargo, si existen lenguajes de programación 100% gráficos, es decir, lenguajes que permiten programar y desarrollar una aplicación sin utilizar texto, y este tipo de lenguaje de programación es el que permite el desarrollo de los instrumentos virtuales.

El concepto de un lenguaje de programación gráfica surgió desde hace mucho tiempo atrás. Una de las razones originales fue la sugerencia de que había una necesidad de proporcionar un mecanismo para los no-programadores para crear la misma lógica lineal. Otros enfoques de la programación gráfica se han centrado en la encapsulación de la lógica de los objetos físicos o funciones en un contexto gráfico. La intención aquí es permitir la funcionalidad del objeto de estar vinculado de forma gráfica. Estos sistemas se centran en el flujo de datos a través del sistema.

El principio o paradigma de programación utilizado por este lenguaje gráfico se basa en cuatro elementos básicos:

- El uso de iconos, cables gráficos y controles indicadores.
- Programación en base a un diagrama de bloques.
- El uso de dos ventanas de programación.
- Ejecución del programa en base al flujo de datos, en forma paralela.

La posibilidad de separar en dos fases la simulación: Esquema de bloques funcionales y pantallas de presentación de resultados es muy importante de cara a facilitar el manejo de la herramienta.

La programación con diagramas de bloques se basa en iconos o bloques gráficos que se interconectan entre sí a través de “cables gráficos”. Los datos “fluyen” entre los bloques o funciones a través de los “cables gráficos”. Cada bloque o función cuenta con terminales de entrada en el lado izquierdo, y terminales de salida, en el lado derecho. Cada bloque se ejecuta cuando todos los datos de entrada son recibidos en los terminales de entrada, permitiendo la ejecución paralela de más de un bloque en un mismo programa.

2.1.2 Lenguaje G

G es el lenguaje de programación de propósito general que posee unas extensivas librerías de funciones específicas para por ejemplo la adquisición, análisis, presentación y almacenamiento de datos. Pero lo que diferencia a este lenguaje del resto es que no está basado en texto sino en gráficos, lo que lo convierte en un lenguaje de programación más intuitiva y sencilla de manejar.

Una de las mayores ventajas que tiene este lenguaje frente a los lenguajes de programación convencionales es el mejor uso que se hace del concepto de programación modular. Podemos dividir nuestra aplicación en diferentes tareas, así se pueden crear subprogramas que pueden ser usados dentro de un programa más grande.

Otra característica importante es que en estos ambientes de programación, a cada tipo de dato (entero, punto flotante, cadena de caracteres, etc.) se le asigna un color específico, lo que permite su rápida identificación en el código fuente.

De esta forma, se puede desarrollar una aplicación completa, basada en un lenguaje de programación altamente intuitivo, fácil de aprender, pero a la vez, tan poderoso y rápido como cualquier otro lenguaje.

2.1.3 Herramientas Software: Lenguajes de Programación Gráfica

La programación gráfica surge en entorno de ingeniería con un cometido claro: trabajar con diagramas de bloques, en vez de con el detalle interno de cada elemento. De esta forma, al igual que los diagramas de bloques dan una visión global del sistema que se está observando, una programación gráfica con bloques, de un vistazo permite saber qué es lo que se está haciendo. Para ello se necesita que existan unos objetos, bloques, de alto nivel que conectándolos entre sí realicen un serie de tareas. Alguno de esos bloques, está formado internamente por otros bloques con sus entradas y salidas, lo que permite crear bloques complejos de los que no se tiene por que saber lo que tienen dentro, pero sí las entradas que requieren y las salidas que proporcionan.

Muchos son los entornos de programación gráfica que existen. Vamos a comentar un poco de algunos lenguajes de programación gráfica, como son: **DasyLab, Agilent VEE, LabVIEW y Lookout.**

2.1.3.1 DasyLab

A. Definición

DASYLab es una potente herramienta de análisis interactiva que permite el desarrollo de aplicaciones basadas en la adquisición, control y simulación de dispositivos externos y datos. El sistema de funcionamiento de DASYLab es simple: se seleccionan los módulos de función deseados y se posicionan en el entorno u hoja de trabajo del programa. Posteriormente, se configuran las tareas a realizar conectando los diferentes módulos.

B. Ventajas de usar DasyLab

DASYLab soporta una amplia variedad de dispositivos de control y tarjetas de adquisición de datos, así como diferentes interfaces que permiten la comunicación con dispositivos externos.

Ofrece un entorno de trabajo integrado que permite diseñar visualmente el sistema de adquisición y tratamiento de datos, así como visualizar los resultados.

El programa contempla los módulos de adquisición, control y análisis, incluyendo entradas y salidas analógico/digitales, funciones matemáticas y estadísticas, filtros digitales, análisis FFT, conmutadores e interruptores.

Los operadores lógicos, conmutadores, interruptores y el generador de secuencias incluidos en DASYSLab proporcionan formas de onda exactas basadas en el tiempo para señales de control complejas.

Los datos, además, pueden guardarse para ser analizados posteriormente por cualquier tipo de aplicación externa.

DASYSLab soporta una amplia variedad de diferentes dispositivos de adquisición de datos utilizando cualquier tipo de interfaz que disponga el PC. Entre ellos, cabe destacar: PCI, PXI/Compact-PCI, USB, PC-Card, CAN, Ethernet, RS-232, IEEE, SPS Simatic S7 (1).

2.1.3.2 Agilent VEE

A. Definición

Agilent VEE (Visual Engineering Environment) es un lenguaje gráfico desarrollado por la firma Agilent Technologies, es un lenguaje de programación gráfica muy intuitivo, que proporciona el camino más rápido para la medición y el análisis, y que permite a los usuarios centrarse en sus tareas de medición en lugar de la programación.

Con Agilent-VEE se crean los programas mediante la conexión de iconos usando el ratón, el resultado es mucho más fácil de usar y entender que las líneas de código de un lenguaje de texto tradicional.

B. Ventajas de Usar Agilent

Con Agilent VEE se puede aprovechar el lenguaje de programación que estemos utilizando normalmente, ya que se integra perfectamente con lenguajes de texto, como puede ser C, C++, Visual Basic, Pascal, Fortran y HP-BASIC. Soporte para Microsoft .NET, el .NET Framework proporciona docenas de control de la interfaz de usuario y objetos de visualización, como el ComboBox, TreeView y DataGrid.

Se puede utilizar en un gran amplio abanico de aplicaciones como caracterización y verificación de diseños, prueba en fabricación e inspección en recepción, entre otros.

Incluye un menú de Excel con las funciones para controlar todas las operaciones comunes de Excel. Soporte integrado para la adquisición de datos de National Instruments de adquisición de datos y el hardware de instrumentación modular para las interfaces como PCI, PXI, SCXI y USB. Los dispositivos aparecerán en el instrumento Agilent VEE junto con GPIB, USB, LAN, VXI, seriales y dispositivos de puerto paralelo.

Además, los usuarios pueden optar por programar los dispositivos con las funciones de la NI-DAQ "tradicionales" de la API o el instrumento modular de APIs (NI-SCOPE, NI-DMM, NI-FGEN, NI-SWITCH) (2).

2.1.3.3 LabVIEW

A. Definición

El **LabVIEW** (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) de la National Instruments, es un sistema de programación gráfico diseñado para el desarrollo de distintas aplicaciones como:

- El análisis de datos
- La adquisición de datos
- El control de instrumento

Este tipo de lenguaje se desarrolló a partir de la aparición de la **INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL**, con el uso de las computadoras para realizar medidas de temperatura, presión, caudal, etc., aprovechando las características de éstos últimos como la potencia de cálculo, productividad, capacidad de visualización gráfica y capacidad de conexión con otros dispositivos, para optimizar los resultados.

B. Ventajas de Usar Labview

La primera ventaja de usar **LabVIEW** es que es compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar a la vez con programas de otra área de aplicación, como **MATLAB O EXCEL**. Además se puede utilizar en muchos sistemas operativos, incluyendo **Windows y UNIX**, siendo el código transportable de uno a otro.

Otra de las ventajas más importantes que tiene este lenguaje de programación es que permite una fácil **integración con hardware**, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos, incluyendo adquisición de imágenes.

Es un programa que contiene librerías especializadas para manejos de **DAQ** (tarjetas de adquisición de datos), Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos (útil para una automatización de una empresa a nivel total).

Como se programa creando subrutinas en módulos de bloques, se pueden usar otros bloques creados anteriormente como aplicaciones hechas por otras personas **(3)**.

2.1.3.4 Lookout

A. Definición

National Instruments Lookout, es un paquete tipo HMI/SCADA fácil de emplear, provee capacidades ampliadas de visualización y administración de datos históricos, entregando una mejor forma de presentar, archivar y organizar datos en tiempos reales e históricos.

Con Lookout, se puede crear representaciones gráficas sobre la pantalla de una computadora de dispositivos reales tales como interruptores (switchs), escalas gráficas, registradores de eventos, botones pulsadores (pushbuttons), preillas (knobs), etc. y después enlazar sus imágenes a los actuales instrumentos de campo usando PLCs, RTUs, tarjetas DAQ, u otros dispositivos de E/S**(4)**.

B. Ventajas de Usar Lookout

Entre las ventajas a destacar de Lookout está la de permitir una auténtica configuración en línea. Mientras se van creando y modificando los objetos, éstos reflejan de forma inmediata el comportamiento real, incluso al operar en modo edición. Esta capacidad permite realizar cambios a la interfaz del operador sin detener o interrumpir el proceso industrial. Adicionalmente Lookout posee una arquitectura basada en eventos, de forma que las aplicaciones son rápidas y aprovechan de manera eficaz los recursos del PC.

- Constituye un software para la automatización industrial.
- Totalmente orientado a objeto

- No existe límite en cuanto a la cantidad de objetos, paneles, puntos de E/S que puede gobernar
- Permanece On-line mientras se agrega algún objeto a la aplicación.
- Incluye una amplia biblioteca de gráficos, no obstante se pueden crear sus propios gráficos.
- Admite Archivos: Windows metafiles (.WMF), bitmap (.BMP), AutoCad.
- Permite intercambio dinámico de datos (DDE) con otras aplicaciones.
- Amplio tratamiento de las alarmas
- Distintos niveles de seguridad
- Herramientas de manejo de datos
- Generación de reportes

2.2 Sistemas de Seguridad

Un sistema de seguridad consta de dos partes: el hardware de interfaz y software que está apoyado por una tecnología, la cual brinda mayores beneficios según su desarrollo.

Al hablar de un sistema de seguridad se debe mencionar cierta terminología referente a los servicios de seguridad, mecanismos de seguridad, tecnología de seguridad y productos de seguridad.

2.2.1 Servicios de seguridad

Se pueden referir a los siguientes términos:

a) Integridad

Se refiere a las medidas de salvaguarda que se incluyen en un sistema de seguridad, para proteger de daños accidentales, pérdidas o modificaciones en el caso de datos o información del mismo.

b) Confidencialidad

El acceso a la información se permite únicamente a las entidades autorizadas para su manejo de acuerdo a la necesidad.

c) Disponibilidad

Es el porcentaje de tiempo que un grupo de bienes (dispositivos), medios, etc. están disponibles para realizar las funciones para las cuales fueron diseñadas o cuando se los requiera.

d) Confiabilidad

“Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista”. También se la puede definir como la probabilidad de que se produzca un error en un período de tiempo determinado.

Se considera que un sistema es más confiable si es tolerante a errores, es decir tiene la capacidad de seguir funcionando al producirse un error en alguna parte del sistema.

e) Control de Acceso

No solo es una herramienta para restringir el acceso a determinado lugar o sitio, considerado de importancia según criterio personal, puede ser apertura o cierre de puertas, también conceder o negar el acceso basándose en horarios, áreas, sectores de una empresa o institución; es decir, se refiere a la capacidad de identificar a personas que solicitan el acceso.

2.2.2 Mecanismos de seguridad

Para cumplir con los servicios de seguridad antes expuestos y en especial con el control de acceso aparecen los mecanismos de seguridad, la mayoría de ellos hacen uso de la criptografía.

Los principales mecanismos a considerar son los relacionados con el proyecto expuesto:

a) Identificación

Proceso en el cual se identifica a una persona (cédula de identidad) o usuario a través del código de identificación (user ID) que puede encontrarse registrado en determinado sistema.

b) Autenticación

El proceso que sirve para confirmar o determinar que una persona es quien dice ser, verificando alguno de los rasgos del individuo o grupo.

La autenticación se realiza por algo conocido (contraseña/password, número de identidad personal (PIN),) o algo que se posee (tarjeta inteligentes, token, cédula de identidad, rasgos fisiológicos, entre otros).

c) Verificación

Para comprobar que el proceso de autenticación es correcto se requiere de algo “que se es”, como las características físicas intransferibles del individuo; se puede mencionar la voz, huella dactilar, reconocimiento del rostro, retina, etc.

d) Autorización

Proceso en el cual se otorga el acceso a un determinado lugar después de haber sido verificada su autenticidad, confirmando de esta manera que tiene derecho para acceder a cierto beneficio.

2.2.3 Tecnología de Seguridad

Cada mecanismo de seguridad está respaldado por una tecnología, conforme sus necesidades y requerimientos. Se puede mencionar algunos como: contraseña, certificados digitales, dispositivos de reconocimiento biométrico, etc.

La tecnología presenta una gran variedad de productos de seguridad que han sido desarrollados y puestos en el mercado, los cuales serán elegidos de acuerdo a los requerimientos del sistema.

Ejemplo de estos productos de seguridad son:

- Cerraduras eléctricas y electromagnéticas
- Tarjetas electromagnéticas.
- Lectores biométricos, etc. **(5)**.

2.3 Biometría Aplicada a la Seguridad

Desde el principio de los tiempos el hombre ha sido capaz de hacer un reconocimiento visual, auditivo, táctil, de personas y objetos por sus rasgos distintivos para ser identificados como miembros de un clan, sociedad o sistema.

Es así que el hombre evolucionó el reconocimiento mediante características biométricas llegando a desarrollar dispositivos capaces de realizar algunas funciones del cerebro humano de manera similar y efectiva, a través de una serie de algoritmos matemáticos, pero años de investigación han demostrado que es una tarea difícil de realizar. Sin embargo, a pesar de las dificultades encontradas, hoy por hoy existen sistemas capaces de identificar a personas por su rostro, timbre de voz, iris del ojo; con tal versatilidad que se están utilizando para mejorar los sistemas de seguridad, ya que aportan una solución efectiva al problema de la identificación.

2.3.1 Definición de Biometría

Según **GALVIS (6)**. El termino biometría viene del griego “bio” que significa vida y “metría” que significa medida o medición, de acuerdo al diccionario de la real academia de la lengua española biometría es el estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos, sin embargo más recientemente y para el tema que nos concierne el significado de biometría es el conjunto de métodos

automatizados que analizan determinadas características humanas para identificar o autenticar personas.

2.3.2 Tipos de Autenticación Biométrica

En la biometría se distinguen dos grupos de registros biométricos los fisiológicos o morfológicos y los conductuales.

Los biométricos morfológicos o fisiológicos son aquellos que se soportan sobre características físicas inalterables y presentes en la mayoría de los seres humanos tales como: huella dactilar, geometría de la mano, características del iris, patrones vasculares de la retina, mano, etc.

Los biométricos conductuales son aquellos que se soportan sobre características de la conducta del ser humano tales como: pulsaciones del teclado, discurso, dinámica de la firma, etc. (6).

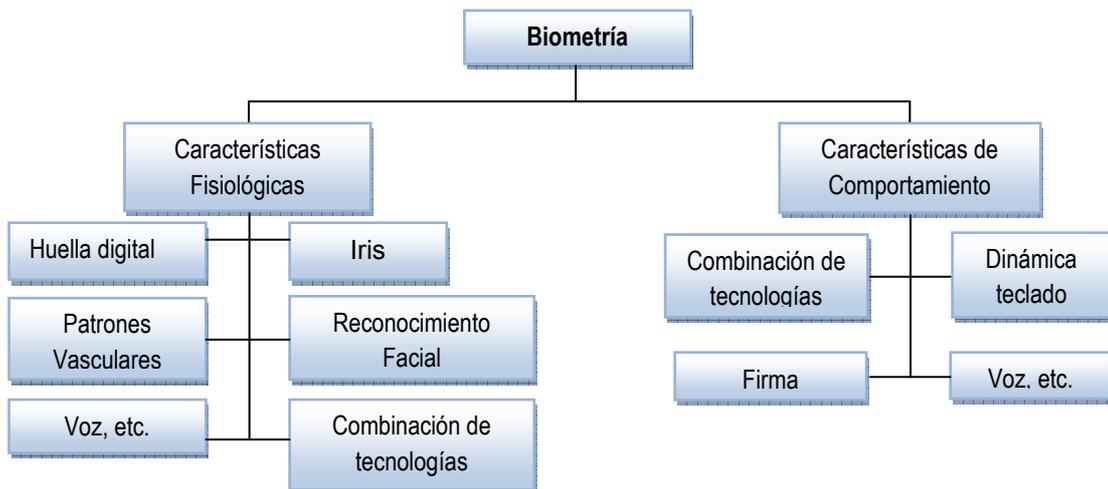


Figura II.1: Grupos de Registros Biométricos

2.3.3 Definición de Sistemas Biométricos

Según **ÁLVAREZ (7)**. Entenderemos por sistema biométrico a un sistema automatizado que realiza labores de biometría. Es decir, un sistema que fundamenta sus decisiones de reconocimiento mediante una característica personal que puede ser reconocida o verificada de manera automatizada. En esta sección son descritas algunas de las características más importantes de estos sistemas.

2.3.4 Tecnologías biométricas

Lo que sigue a continuación es una tabla en la que recogen las diferentes características de los sistemas biométricos (6):

Tabla II.1: Comparativo de las tecnologías biométricas más comunes

Tecnología	Como Trabaja	Fiabilidad	Facilidad De Uso	Posibles Incidencias	Costo	Aceptación Usuario
Huella digital	Captura y compara patrones de la huella digital	Muy alta	Alta	Ausencia de miembro	Bajo	Alta
Geometría de la mano	Mide y compara dimensiones de la mano y dedos	Baja	Alta	Edad, Ausencia de miembro	Bajo	Alta
Retina	Captura y compara los patrones de la retina	Baja	Baja	Gafas	Alto	Baja
Iris	Captura y compara patrones del iris	Baja	Baja	Luz	Muy alto	Baja
Geometría facial	Captura y compara patrones faciales	Baja	Baja	Edad, Cabello, luz	Medio	Baja
Voz	Captura y compara cadencia, pitch, y tono de la voz	Alta	Media	Ruido, temperatura y meteorología	Alto	Media
Firma	Captura y compara ritmo, aceleración, y presión de la firma	Alta	Media	Edad, cambios, analfabetismo	Alto	Media

2.3.4.1 Reconocimiento de la Voz

El reconocimiento de voz ha sido empleado desde los inicios de la humanidad para identificar personas, hoy en día este método se sigue usando, pero con el avance de la tecnología se han desarrollado dispositivos que ayudan al reconocimiento automático, los cuales, forman parte de la Inteligencia Artificial que permitir la comunicación entre hombre – máquina (HMI).

El sistema de reconocimiento de voz no intenta reconocer lo que el usuario dice, sino identificar una serie de sonidos y características como la frecuencia, tono de voz de un individuo para determinar que es quien dice ser. El equipo para la comprobación trabaja con un micrófono o un micro teléfono, aunque se puede aumentar la capacidad del sistema con dispositivos de captura de mejor calidad.

La voz es una onda compleja que contiene gran cantidad de información, la cual se puede digitalizar y tratar numéricamente. Una vez ampliada a fragmentos de decenas de milisegundos, se observa una estructura pseudo periódica. Se distinguen secciones sonoras y sordas. Para codificar la voz, se extraen conjuntos numéricos que representan la respuesta en frecuencia de esos segmentos homogéneos de voz. Existen numerosas y distintas tecnologías para realizar la codificación.

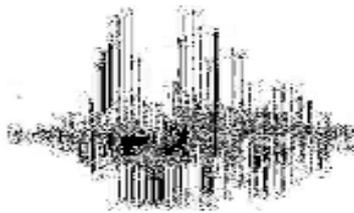


Figura II.2: Patrones de voz.

Además se debe tener conocimiento para una mayor comprensión en ciertos aspectos como acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática, para llegar a obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico recibido **(5)**.

2.3.5 Campos de Aplicación

Los campos de Aplicación de la biometría más general son los siguientes:

- **Control de Pasajeros:** bus, avión, etc.
- **Control de Pensiones de Dinero.**
- **Control de Asistencia:** Académica (Estudiantes, docente, etc).
- **Control de horario de trabajo** (Empleados, etc).
- **Control de ingreso de recintos:** Oficinas privadas, casas, clubs privados, etc.
- **Control de acceso lógico:** Seguridad en computadoras, a páginas web seguras, (Hotmail.com) etc.
- **Autenticación de documentos**
- **Control a acceso a tarjetas bancarias.** Etc. **(8).**

2.3.6 Razones para automatizar

El Sistema Biométrico de Reconocimiento de Voz es mucho más seguro y cómodo que los sistemas tradicionales basados en los passwords o tarjetas. Es por este motivo por el que la tecnología biométrica es el sistema de seguridad más fiable en la actualidad. Esta secuencia numérica, llamada patrón de registro, queda almacenada en una base de datos segura y servirá para las siguientes comparaciones cada vez que la persona autorizada desee acceder al sistema.

En la actualidad empresas pequeñas / grandes invierten grandes cantidades de dinero en adquirir algún Sistema Biométrico como medida de Seguridad de Control de Accesos contra Intrusos, ya que si no cuentan de alguna manera con algún tipo de seguridad están propensos a sufrir algún daño, robo, etc. dentro de la Institución.

- **Seguridad**

Ofrece un nivel único de seguridad en Control de Accesos: nivel biométrico.

- **Comodidad**

La comodidad es citada como una de las razones más importantes para apoyar a las tecnologías biométricas; el beneficio de no tener que recordar passwords o datos de acceso. El reconocimiento de voz es catalogado como el método de autenticación más favorable.

- **Rentable**

La biometría de voz puede ser fácilmente integrada en la infraestructura existente como, por ejemplo, las líneas telefónicas convencionales, redes de telefonía móvil o los micrófonos de los PC.

- **Alta facilidad de medida**

El coste del “hardware” necesario es mínimo y la adquisición muy sencilla y cómoda para el usuario.

- **Buenas Prestaciones**

Actualmente, la verificación es posible con recursos de cómputo muy bajos y el volumen de información almacenado es perfectamente aceptable con los medios de almacenamiento actuales.

- **Alta Aceptabilidad**

Casi ningún usuario muestra resistencia a pronunciar una palabra o frase para acceder a un recinto o servicio.

2.4 Sistema Eléctrico

2.4.1 Transductores

Según **SALAZAR (9)**. Un transductor, en general, es un dispositivo que convierte una señal física en otra señal de diferente tipo de energía con cierta relación matemática entre ellas. En la transducción siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide, por lo que es importante garantizar que esto no lo perturbe.

Tipos

Hay tipos de señales diferentes: Transductor electro acústico, Transductor electromagnético, Transductor electromecánico, Transductor electroquímico, Transductor electrostático, Transductor fotoeléctrico, Transductor magnetostrictivo, Transductor piezoeléctrico, Transductor radioacústico.

De acuerdo con esta terminología y la función que realizan podemos distinguir dos grandes grupos de transductores:

- a) **SENSORES.**
- b) **ACTUADORES.**

Se suele denominar transductor únicamente a los sensores, pero el término tiene un sentido más amplio. En realidad, se dice que un sensor es un transductor de entrada y un actuador es un transductor de salida.

Clasificación

Se suele clasificar a los sensores de acuerdo a la magnitud medida; se habla de sensores de temperatura, presión, humedad, caudal, proximidad, aceleración, velocidad, fuerza, etc. Sin embargo, esta clasificación difícilmente puede ser exhaustiva ya que la cantidad de magnitudes físicas que se pueden medir es muy grande **(9)**.

Aplicaciones

Los transductores tienen muchas aplicaciones en los procesos industriales.

- Proporcionan posibilidad de lecturas y control remoto.
- Sensado de aberturas en sistemas de seguridad y alarma
- Sistemas de control como finales de carrera. (PLC's)
- Sensor óptico.
- Fuera de los que nuestra empresa produce, los cuales son para parámetros eléctricos, existen para otra serie de variables como son: presión, temperatura, velocidad etc. **(10)**.

2.4.2 Sensores

Según **Rodríguez (11)**. Un sensor o transductor es un dispositivo capaz de convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital.

Tipos de Sensores

El número de sensores disponibles para las distintas magnitudes físicas es tan elevado que no se puede proceder racionalmente a su estudio sin clasificarlos previamente de acuerdo con algún criterio. Existen diversos criterios adicionales a los que se expondrán aquí.

Forma de codificar la magnitud: Analógicos, Digitales y Todo – Nada

Tipos según magnitud física a medir

- **Sensores de presencia:** Inductivos: Todo – nada, Capacitivo: Todo – nada, Óptico: Todo – nada, Ultrasonidos: Analógico, digital y Finales de carrera
- **Temperatura:** Termopar: analógico

- **Posición lineal o angular:** Potenciómetro: analógico y Encoder: digital
- **Pequeños desplazamientos:** Galga extensiométrica: analógico
- **Velocidad:** Dinamo taco métrica: analógico
- **Imagen:** Cámaras: digital **(11)**.

A continuación se presenta una tabla en la cuál se describe la propiedad física con su respectiva tecnología (Sensor).

Tabla II.2: Propiedad física de los Sensores

PROPIEDAD FÍSICA	TECNOLOGÍA
Contacto	Switch, sensor de contacto
Distancia	Ultrasonido, radar, infrarrojo
Luz	Diodo Infrarrojo, Fotoresistencia
Nivel de Luz / Imagen	Cámaras
Sonido	Micrófono
Olor	Química
Temperatura	Termal, infrarrojo
Inclinación	Inclinómetro, giroscopio
Altitud	Altímetro

Clasificación

El comportamiento del sistema de medida viene condicionado por el sensor empleado. Es por ello importante describir las características de los sensores.

SENSOR IDEAL Y SENSOR REAL

Un sensor ideal o un sensor perfecto es aquel que suministra una señal exactamente proporcional a la magnitud medida, con total independencia de la amplitud, forma de variación y condiciones ambientales. La representación grafica de la función de transducción es una recta que pasa por el origen cuya pendiente es la sensibilidad (s) del transductor **(9)**.

Aplicaciones

- **Sensores de alarma médica y emergencias**
- **Estaciones meteorológicas** para medida de parámetros diversos: presión atmosférica, temperatura, humedad y viento.
- **Vídeo cámaras:** B/N, color, analógicas, tecnología IP, etc. junto con sistemas de tratamiento de la imagen.
- **Lectores de sistemas de identificación** en control de accesos: claves por teclado, tarjetas magnéticas, lectores de huella, reconocimiento del iris, de la voz, etc.
- **Receptores de infrarrojos/radiofrecuencia** y mandos a distancia para múltiples aplicaciones de acceso al sistema en modo remoto.

2.4.3 Actuadores

Según **Wikipedia (12)**. Se denominan **actuadores** a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Tipos

Existen tres tipos de actuadores: Hidráulicos, Neumáticos y Eléctricos.

Actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos.

Actuadores neumáticos son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Actuadores eléctricos son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots **(12)**.

Clasificación

A continuación se presenta la clasificación de la Actuadores eléctricos, ya que son los que se utilizan para la implementación del sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces.

Según el tipo de energía empleada:

- **Accionamientos eléctricos:** Relés y contactores, Servomotores y Motores paso a paso.
- **Accionamientos hidráulicos y neumáticos :** Válvulas, Servo válvulas y Cilindros

Según el tipo de respuesta

- Accionamientos Todo – nada
- Accionamientos de tipo continuo **(11)**.

Aplicaciones

Los Usos de los actuadores Eléctricos

- Generación de Movimientos rotatorios para diferentes aplicaciones: líneas de producción, electrodomésticos, juguetes, herramientas, etc.
- Automatización de válvulas industriales.
- Ampliamente utilizados en procesos industriales.

2.4.4 Entrenador de Planta de Control

El Entrenador de Planta de Control “**EPC**” es una placa electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas de instrumentación y control tales como temperatura, velocidad, posición, señales analógicas de corriente continua, alterna, digital, y tren de pulsos. El EPC está diseñado para conectar a un computador mediante una tarjeta de adquisición de datos DAQ de National Instruments. El EPC presenta experimentos de adquisición y procesamiento de señales y de control automático.

- Temperatura
- Velocidad
- Posición
- Análisis de señales AC: Adquisición de datos de un micrófono a alta velocidad, análisis de espectros, detección de evento de teclado DTMF.
- Relé de propósito general.

Adquisición y Análisis de Señales AC

El EPC incluye un micrófono que permite adquirir la señal de sonido mediante la tarjeta DAQ. Esta señal es de tipo corriente alterna, y el procesamiento que se realiza es un análisis de espectros y otras mediciones típicas.

cable de alimentación del Halógeno está conectado al Conector de 110/220 VAC, el Halógeno se encenderá

- El Relé funciona con lógica inversa; es decir, cuando se envía un FALSE a la línea del Relé, este conmutara el terminal común **C** con el terminal normalmente abierto **NO** (por sus siglas en ingles, Normally Open).
- Las bobinas del Motor Stepper (Motor Paso a Paso) **L0**, **L1**, **L2**, **L3** tienen lógica directa; es decir, cuando se envía una señal TRUE a una línea del Stepper, la bobina correspondiente se activa **(14)**.

2.4.5 Micrófono

Según **Wikipedia (15)**. El micrófono es un transductor electroacústico. Su función es la de transformar (traducir) las vibraciones debidas a la presión acústica ejercida sobre su cápsula por las ondas sonoras en energía eléctrica o grabar sonidos de cualquier lugar o elemento.

Clasificación

Los micrófonos se pueden dividir según varias clasificaciones:

- Según su directividad.
- Según el transductor.
- Según su utilidad.
- Según su calidad

Principio de Transducción

- **Micrófonos de Presión:** Transducen a señal eléctrica la presión instantánea de las ondas sonoras que golpean el diafragma.
- **Micrófonos de Velocidad** (gradiente de presión): Transducen a señal eléctrica la diferencia entre la presión sonora frontal y trasera que existe en el diafragma, o sea, la velocidad instantánea de la partícula **(16)**.

Usos

- **Comunicaciones:** Alta sensibilidad, robustez, pequeño tamaño y bajo costo.
- **Grabación y refuerzo sonoro:** Fidelidad, directividad y robustez (para sonido en vivo).
- **Medición:** Exactitud, precisión (estabilidad) y ancho de banda.
- **Propósitos generales (16).**

2.5 Adquisición de Datos

La **adquisición de datos** o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora o PAC. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (**DAQ**).

La adquisición de datos es el proceso que involucra la recopilación de información de una forma automatizada a partir de fuentes de medición analógicas y digitales como sensores y dispositivos bajo prueba (17).

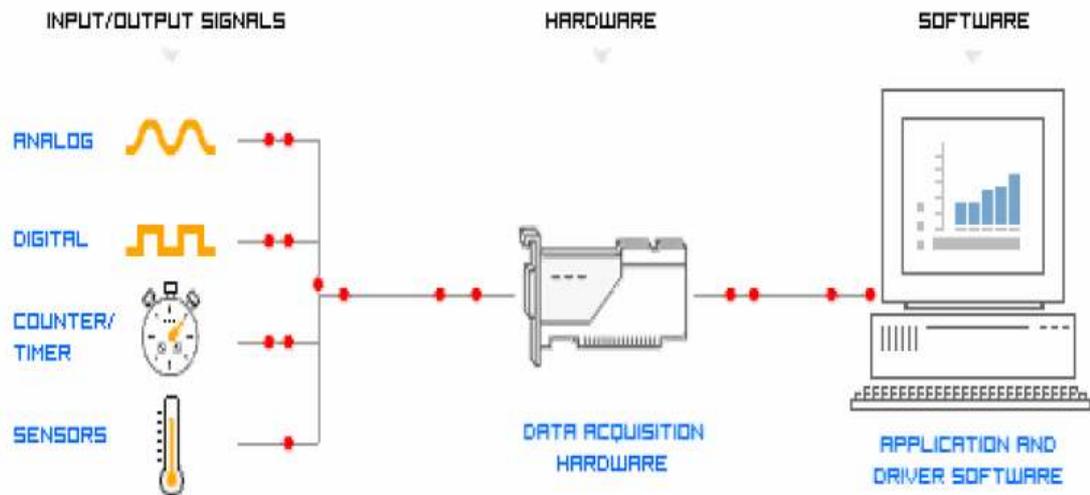


Figura II.4: Sistema típico de Adquisición de datos

2.5.1 Principios de adquisición de datos

Un sistema de adquisición de datos y control, construido alrededor del poder y la flexibilidad de un computador personal, puede consistir en una amplia variedad de diversos bloques de hardware de diferentes fabricantes de equipos. Ésta es la tarea del sistema integrador, reunir estos componentes individuales en un sistema activo completo. Los elementos básicos de un sistema de adquisición de datos como se muestra en el diagrama funcional de la **Figura II.5**, son los siguientes:

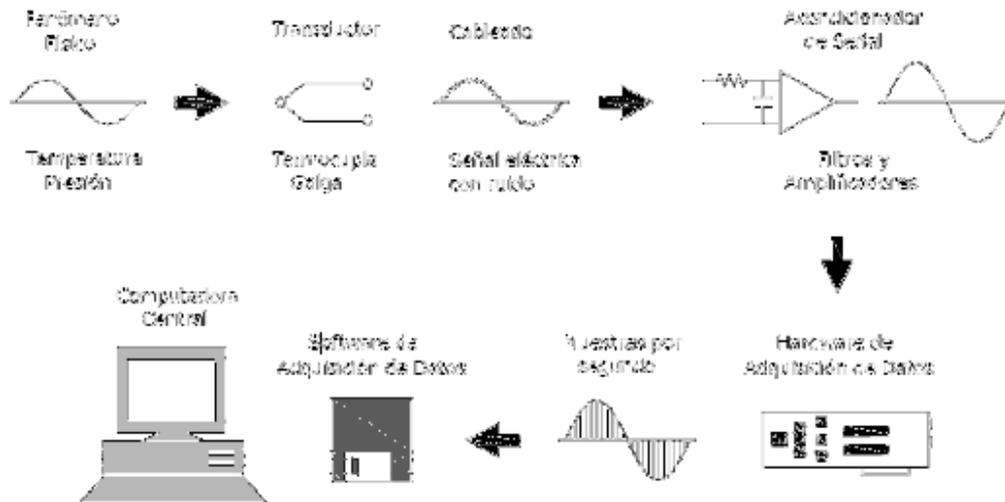


Figura II.5: Diagrama Funcional de un Sistema de Adquisición de Datos

2.5.2 Componentes de un sistema de Adquisición de datos

Los componentes de los sistemas de adquisición de datos, poseen sensores adecuados que convierten cualquier parámetro de medición de una señal eléctrica, que se adquiere por el hardware de adquisición de datos. Los datos adquiridos se visualizan, analizan, y almacenan en un ordenador, ya sea utilizando el proveedor de software suministrado u otro software.

Los componentes típicos de los sistemas de adquisición de datos son:

- Sensores y transductores
- Señales
- Acondicionadores de señal
- Hardware de adquisición de datos
- Computador Personal (Sistema Operativo)
- Drivers y Software para las Aplicaciones

Transductores

Diferentes transductores tienen diferentes requerimientos para convertir un fenómeno en una señal medible. Algunos transductores requieren excitación en forma de voltaje o corriente. Otros transductores requieren componentes e incluso redes de resistencias para producir una señal.

Phenomena	Transducer
Temperature	Thermocouples Resistive Temperature Devices (RTDs) Thermistors
Light	Vacuum Tube Photo Sensors
Sound	Microphone
Force and Pressure	Strain Gauges Piezoelectric Transducers
Position and Displacement	Potentiometers Linear Voltage Differential Transformer Optical Encoder
Fluid	Head Meters Rotational Flowmeters
pH	pH Electrodes

Figura II.6: Descripción de Fenómenos y Transductores

Señales

Un transductor apropiado convierte un fenómeno físico en una señal medible. Sin embargo, diferentes señales necesitan ser medidas en diferentes caminos. Por esta razón es importante entender bien los distintos tipos de señales y sus correspondientes características. Las señales se clasifican en dos grupos:

- Señales analógicas
- Señales digitales

Acondicionamiento de señales

Es importante seleccionar el hardware adecuado para el acondicionamiento de la señal.



Figura II.7: Hardware de adquisición de datos

Los controles y visualizaciones se pueden desarrollar utilizando varios lenguajes de programación de propósito general como VisualBASIC, C++, Fortran, Java, Lisp, Pascal. Los lenguajes especializados de programación utilizados para la adquisición de datos incluyen EPICS, utilizada en la construcción de grandes sistemas de adquisición de datos, LabVIEW, que ofrece un entorno gráfico de programación optimizado para la adquisición de datos. Estos entornos de adquisición proporcionan un lenguaje de programación además de bibliotecas y herramientas para la adquisición de datos y posterior análisis.

De la misma manera que se toma una señal eléctrica y se transforma en una digital para enviarla al ordenador, se puede también tomar una señal digital o binaria y convertirla en una eléctrica. En este caso el elemento que hace la transformación es una tarjeta o módulo de Adquisición de Datos de salida, o tarjeta de control. La señal dentro de la memoria del PC la genera un programa adecuado a las aplicaciones que quiere el usuario y, luego de procesarla, es recibida por mecanismos que ejecutan movimientos mecánicos, a través de servomecanismos, que también son del tipo transductores.

Un sistema típico de adquisición utiliza sensores, transductores, amplificadores, convertidores analógico - digital (A/D) y digital - analógico (D/A), para procesar información acerca de un sistema físico de forma digitalizada **(18)**.

2.5.3 Proceso de adquisición de datos

El proceso de adquisición de datos se basa en los siguientes componentes:

Dato: Representación simbólica (numérica, alfabética...), atributo o característica de un valor. No tiene sentido en sí mismo, pero convenientemente tratado (procesado) se puede utilizar en la relación de cálculos o toma de decisiones.

Adquisición: Recogida de un conjunto de variables físicas, conversión en voltaje y digitalización de manera que se puedan procesar en un ordenador.

Sistema: Conjunto organizado de dispositivos que interactúan entre sí ofreciendo prestaciones más completas y de más alto nivel. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos a la memoria del PC. Una vez los datos están en memoria pueden procesarse con una aplicación adecuada, archivarlas en el disco duro, visualizarlas en la pantalla, etc...

Bit de resolución: Número de bits que el convertidor analógico a digital (ADC) utiliza para representar una señal.

Rango: Valores máximo y mínimo entre los que el sensor, instrumento o dispositivo funcionan bajo unas especificaciones.

Teorema de Nyquist: Al muestrear una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original de forma exacta a partir de sus muestras. En caso contrario, aparecerá el fenómeno del aliasing que se produce al infra-muestrear. Si la señal sufre aliasing, es imposible recuperar el original. Velocidad de muestreo recomendada:

–2*frecuencia mayor (medida de frecuencia)

–10*frecuencia mayor (detalle de la forma de onda) **(17)**.

2.5.3.1 ¿Cómo se adquieren los datos?

La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, la intensidad o intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos.

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible, tal como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos

por hardware. **Transductores** son sinónimo de sensores en sistemas de **DAQ**. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. **DAQ** también despliega diversas técnicas de acondicionamiento de Señales para modificar adecuadamente diferentes señales eléctricas en tensión, que luego pueden ser digitalizados usando **CED**.

Las señales pueden ser digitales (también llamada señales de la lógica) o analógicas en función del transductor utilizado.

El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuado para la DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o desamplificada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar demodulación. Varios otros ejemplos de acondicionamiento de señales podría ser el puente de conclusión, la prestación actual de tensión o excitación al sensor, el aislamiento, linealización, etc. Este pretratamiento de la señal normalmente lo realiza un pequeño módulo acoplado al transductor.

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc.) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una ruptura de caja externa es obligatoria. El cable entre este recuadro y el PC es cara debido a los numerosos cables y el blindaje necesario y porque es exótico. Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un micro controlador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para bloquear con simples bucles de preguntas.

Driver software normalmente viene con el hardware DAQ o de otros proveedores, y permite que el sistema operativo pueda reconocer el hardware DAQ y dar así a los programas acceso a las señales de lectura por el hardware DAQ. Un buen conductor ofrece un alto y bajo nivel de acceso (17).

2.5.3.2 Tiempo de conversión

Es el tiempo que tarda en realizar una medida el convertidor en concreto, y dependerá de la tecnología de medida empleada. Evidentemente nos da una cota máxima de la frecuencia de la señal a medir.

Este tiempo se mide como el transcurrido desde que el convertidor recibe una señal de inicio de "conversión" (normalmente llamada SOC, Start of Conversión) hasta que en la salida aparece un dato válido. Para que tengamos constancia de un dato válido tenemos dos caminos:

1. Esperar el tiempo de conversión máximo que aparece en la hoja de características.
2. Esperar a que el convertidor nos envíe una señal de fin de conversión.

Si no respetamos el tiempo de conversión, en la salida tendremos un valor, que dependiendo de la constitución del convertidor será:

- Un valor aleatorio, como consecuencia de la conversión en curso
- El resultado de la última conversión

2.5.3.3 La etapa de acondicionamiento de la señal

Con más detalle, en una etapa de acondicionamiento podemos encontrar estas etapas, aunque no todas están siempre presentes:

- Amplificación
- Excitación
- Filtrado
- Multiplexado
- Aislamiento
- Linealización

Amplificación Es el tipo más común de acondicionamiento. Para conseguir la mayor precisión posible la señal de entrada deber ser amplificada de modo que su máximo nivel coincida con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

Aislamiento - Otra aplicación habitual en el acondicionamiento de la señal es el aislamiento eléctrico entre el transductor y el ordenador, para proteger al mismo de transitorios de alta tensión que puedan dañarlo. Un motivo adicional para usar aislamiento es el garantizar que las lecturas del convertidor no son afectadas por diferencias en el potencial de masa o por tensiones en modo común.

Cuando el sistema de adquisición y la señal a medir están ambas referidas a masa pueden aparecer problemas si hay una diferencia de potencial entre ambas masas, apareciendo un "bucle de masa", que puede devolver resultados erróneos.

Multiplexado - El multiplexado es la conmutación de las entradas del convertidor, de modo que con un sólo convertidor podemos medir los datos de diferentes canales de entrada. Puesto que el mismo convertidor está midiendo diferentes canales, su frecuencia máxima de conversión será la original dividida por el número de canales muestreados. Se aconseja que los multiplexores se utilicen antes del conversor y después del condicionamiento de la señal, ya que de esta manera no molestará a los aislantes que podamos tener.

Filtrado - El fin del filtro es eliminar las señales no deseadas de la señal que estamos observando. Por ejemplo, en las señales cuasi-continuas, (como la temperatura) se usa un filtro de ruido de unos 4 Hz, que eliminará interferencias, incluidos los 50/60 Hz de la red eléctrica.

Las señales alternas, tales como la vibración, necesitan un tipo distinto de filtro, conocido como filtro antialiasing, que es un filtro pasabajo pero con un corte muy brusco, que elimina totalmente las señales de mayor frecuencia que la máxima a medir, ya que si no se eliminasen aparecerían superpuestas a la señal medida, con el consiguiente error.

Excitación - La etapa de acondicionamiento de señal a veces genera excitación para algunos transductores, como por ejemplos las galgas "extesométricas", "termistores" o "RTD", que necesitan de la misma, bien por su constitución interna, (como el termistor, que es una resistencia variable con la temperatura) o bien por la configuración en que se conectan (como el caso de las galgas, que se suelen montar en un puente de Wheatstone).

Linealización - Muchos transductores, como los termopares, presentan una respuesta no lineal ante cambios lineales en los parámetros que están siendo medidos. Aunque la linealización puede realizarse mediante métodos numéricos en el sistema de adquisición de datos, suele ser una buena idea el hacer esta corrección mediante circuitería externa.

2.5.3.4 Ventajas

Flexibilidad de procesamiento, posibilidad de realizar las tareas en tiempo real o en análisis posteriores (a fin de analizar los posibles errores), gran capacidad de almacenamiento, rápido acceso a la información y toma de decisión, se adquieren

gran cantidad de datos para poder analizar, posibilidad de emular una gran cantidad de dispositivos de medición y activar varios instrumentos al mismo tiempo, facilidad de automatización, etc.

Se utiliza en la industria, la investigación científica, el control de máquinas y de producción, la detección de fallas y el control de calidad entre otras aplicaciones **(17)**.

2.5.4 Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ)

Definiendo los sistemas de adquisición de datos (DAQ), es útil extender esta definición para incluir los aspectos de control del sistema total. Control es el proceso por el cual las señales de control digital desde el sistema de hardware son convenidas a un formato de señal para el uso de dispositivos de control como actuadores y relés, estos dispositivos controlan entonces un sistema o proceso.

La tarjeta DAQ son tarjetas insertables que permiten la entrada y salida de datos de computador a otros aparatos donde se conectan sensores y actuadores para interactuar con el mundo real. Los datos que entran y salen pueden ser señales digitales o análogas simplemente conteos de ocurrencias digitales tanto de entrada como de salida.

Las tarjetas se comportan como si fueran un puerto más en el computador, y poseen todo un protocolo y sistema de manejo, por lo que entender cada tarjeta, como es su funcionamiento, al igual que otro instrumento o cualquier instrumento requiere de tiempo y cuidado.

Existen tarjetas de alto y de bajo desempeño. Las de alto desempeño son programables y facilitan altas tasas de manejo de información, pues son en cierta forma inteligentes y suficientes, y por tanto no comprometen la velocidad y el rendimiento del computador. Las tarjetas de bajo desempeño requieren de un control directo del computador, y se deben limitar por la velocidad de este. El Windows es un sistema operativo que no trabaja en tiempo real, para operaciones donde la tasa de muestreo es muy alta, como en aplicaciones de audio, radar, vibraciones y video; aunque para aplicaciones de lentitud considerable es bueno, como en controles de hornos.

Las tarjetas como cualquier otro periférico requiere de sus parámetros de programación, y hasta protocolos de comunicación por lo que se requiere de un software Driver que maneje lo bajo de programación y deje en la superficie la posibilidad de programar aplicaciones con los beneficios de dichas tarjetas de una forma sencilla **(19)**.

Cuando se escoge un modelo de DAQ se debe tener en cuenta:

- Número de canales entrada/salida de la tarjeta
- Características digital/analógica de los canales
- Contadores, timer, cantidad de memoria
- Resolución del conversor A/D (8, 12, 16 bits)
- Rango de lectura en voltaje/corriente
- Ganancia de entrada, impedancia, frecuencia
- Características y arquitectura modular
- Capacidad de expansión de canales
- Bus de comunicación con la PC
- Software de procesamiento de datos
- Compatibilidad con otros fabricantes y otros protocolos
- Características industriales (robustez, temperatura, filtros, etc.)
- Velocidad de muestreo **(20)**.

2.5.4.1 Clases

Las tarjetas de adquisición de datos (DAQ) pueden ser como las siguientes tarjetas independientemente o contar con combinaciones de estas:

Tarjetas A/D: Convierten las señales analógicas en señales digitales. Los rangos de tensión de entrada comúnmente utilizados son: 10V, -5V y 5V, 0 a

5V, 0 a 10V, también hay tarjetas A/D que miden corrientes entre 4 a 20 mA.

Tarjetas D/A: Convierten una señal digital dada por la computadora en una señal analógica. Los rangos normales de salida de tensión que otorgan estas tarjetas son de 5V, 10V, 0 a 5V y de 0 a 10V, también hay tarjetas que generan corriente de 4 a 20 mA.

Tarjetas I/O: Son tarjetas de entradas y salidas digitales. Mediante estas tarjetas se pueden accionar todo lo que implique cambio entre dos estados. Por lo general se tiene un nivel bajo de 0 a 0.8 V, y un nivel alto de 2 a 5 V, dependiendo de cada fabricante.

Tarjetas con relés: Son tarjetas que poseen un relé de salida digital que se emplea para accionar un determinado componente del proceso. Este relé cumple con las funciones de un interruptor.

Tarjetas con acopladores: Son tarjetas que poseen circuitos optoacopladores en las entradas digitales que permiten separar la electrónica del proceso con la electrónica

de la computadora. Esto se emplea con la finalidad de proteger a la PC de un eventual cortocircuito.

Tarjetas de comunicación: Permiten comunicar la PC con el medio exterior.

Tarjetas inteligentes: Estas tarjetas cuentan con un microprocesador que les permite realizar cálculos y operaciones autónomamente **(20)**.

2.5.4.2 Características de las tarjetas de adquisición de datos

Aprovechando su alta velocidad, excelente confiabilidad y flexibilidad para ser usados tanto en Computadores PC de escritorio, en Computadores Portátiles o en Computadores Industriales, los Equipos de Adquisición de Datos (DAQ: Data Acquisition) por medio del Bus USB han ganado un espacio muy grande en los sistemas de Medición y Control de las Industrias y de Laboratorios en general.

A. Las entradas analógicas

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad.

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado
- Conversión A/D
- Memoria interna

B. La conversión analógica a digital

Conversor Analógico Digital

Un conversor analógico digital (ADC) toma una señal de entrada analógica continua, y la convierte en un número binario que puede ser manipulado por la PC.

Las especificaciones que deben ser consideradas en los ADC son: voltaje offset, errores de linealidad diferencia l e integral, error de ganancia, variaciones con el tiempo y temperatura, pérdida de códigos, tiempo de conversión.

C. Los sistemas de multiplexado

Multiplexor

Es un sistema combinacional con un determinado número de entradas, denominadas canales, una salida de datos y unas entradas de selección. La función que realiza un multiplexor la de un selector de entradas.

Algunas de las especificaciones importantes de los multiplexores son:

Corrientes de fuga de switch, CMRR, corriente de vías del amplificador, tiempo de switching, constante de tiempo RC, absorción dieléctrica, cross-talk.

D. Las salidas analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura... permitiendo al autómata realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

E. Las entradas y salidas digitales

Entradas Digitales

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobretensiones
- Filtrado
- Puesta en forma de la onda
- Aislamiento galvánico o por optoacoplador.

Salidas Digitales

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relé interno)
- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos

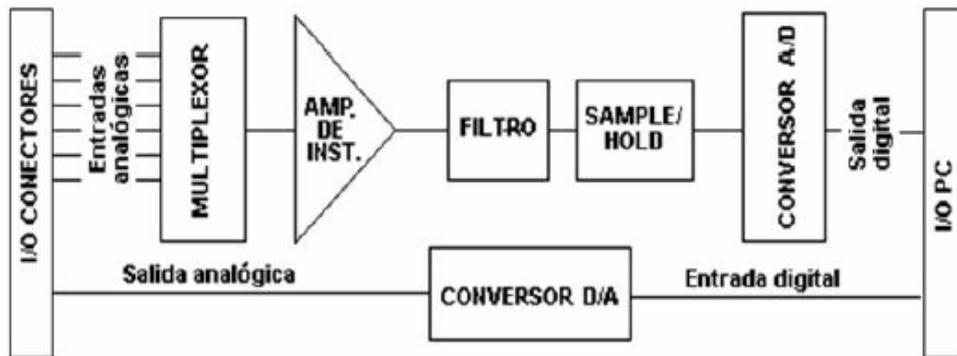


Figura II.8: Diagrama de bloques de una tarjeta DAQ

2.5.4.3 Aplicación

Ejemplos de Sistemas de Adquisición y control

DAQ para recoger datos (datalogger) medioambientales (energías renovables e ingeniería verde). DAQ para audio y vibraciones (mantenimiento, test). DAQ + control de movimiento (corte con laser). DAQ + control de movimiento+ visión artificial (robots modernos) (21).

2.5.5 Estudio de las Señales

Una **señal** es un flujo de información proveniente de una fuente, la cual puede tener una naturaleza diversa: mecánica, óptica, magnética, eléctrica, acústica, por lo general, para poder ser procesadas, las señales se transforman en señales eléctricas mediante transductores.

Las señales son parte integrante de un todo. Las señales no tienen significado sin sistemas que las interpreten, y los sistemas son inútiles sin señales que procesar.

2.5.5.1 Clasificación de las señales

La clasificación más básica de las señales se produce en base a su representación respecto a las variables de las que dependen (tiempo, espacio).

a) Señales Analógicas

Señal analógica es aquella que representa una magnitud de manera continua. Pueden provenir de captadores (o captadores + transductores) como, por ejemplo, un micrófono (para captar sonidos y trasladarlos a señales eléctricas), un termómetro (temperaturas), una sonda barométrica (capta presiones), un velocímetro.

El comportamiento de la naturaleza es analógico: la intensidad (amplitud) de los fenómenos que en ella se producen cambian continuamente a través del tiempo. La presión atmosférica y la temperatura, por ejemplo, están cambiando continuamente de un valor a otro y en el ínterin registran millones de valores. Otro ejemplo de señal analógica es la que envía nuestra voz.

Las señales analógicas son por ende señales eléctricas de variación continua en intensidad o amplitud en el tiempo. Hasta hace poco, la forma dominante de transmisión de señales de radio y televisión ha sido analógica. La gran desventaja de ese tipo de transmisión es que el ambiente genera también señales del tipo analógico, conocidas como ruido, que generalmente interfieren con las que acarrean información y crean complicaciones resultando en una señal de menor calidad.

Una señal analógica es un voltaje o corriente que varía suave y continuamente. Una onda senoidal es una señal analógica de una sola frecuencia. Los voltajes de la voz y del video son señales analógicas que varían de acuerdo con el sonido o variaciones de la luz que corresponden a la información que se está transmitiendo.

Las señales análogas se pueden percibir en todos los lugares, por ejemplo, la naturaleza posee un conjunto de estas señas como es la luz, la energía, el sonido, etc., estas son señales que varían constantemente. Un ejemplo muy práctico es cuando el arco iris se descompone lentamente y en forma continua.

Cuando los valores del voltaje o la tensión tienden a variar en forma de corriente alterna se produce una señal eléctrica analógica. En este caso se incrementa durante medio ciclo el valor de la señal con signo eléctrico positivo; y durante el siguiente medio ciclo, va disminuyendo con signo eléctrico negativo. Es desde este momento que se produce un trazado en forma de onda senoidal, ya que este da a lugar a partir del cambio constante de polaridad de positivo a negativo.

Ahora bien, a medida que cambia la frecuencia del sonido y el volumen va a ir variando la tensión de forma continua; en estos momentos se destina a la entrada de un amplificador lineal. La tensión de entrada amplificada, o sea, la salida del amplificador se deberá de introducir en el altavoz; el cual convertirá la señal de audio ya amplificada en ondas sonoras; las cuales poseen un mayor y mejor sonido que el sonido que había capturado el micrófono.

b) Señales Digitales

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

Señal digital es aquella que toma valores sólo para una cantidad discreta de puntos, y además sus valores son únicamente discretos. Se pueden considerar ejemplos de señales digitales a un programa de ordenador, el contenido de un CD, aunque también podría ser la información recibida de un semáforo, el morse, etc.

De manera parecida a la señal digital, una **señal discreta** sólo tiene valores en una cantidad discreta de puntos. La diferencia está en que estos valores pueden tomar cualquier valor, es decir, no están cuantificados. Estas señales provienen normalmente de conversores analógico-digitales, o lo que es lo mismo, de la discretización de señales continuas. Cuando una señal discreta es cuantificada mediante un cuantificador se transforma en una señal digital.

Un parámetro importante de señales digitales y discretas es la frecuencia de muestreo.

Sus parámetros son:

- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo)

Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre y tiene una técnica particular de tratamiento, y como dijimos anteriormente, la señal básica es una onda cuadrada, cuya representación se realiza necesariamente en el dominio del tiempo.

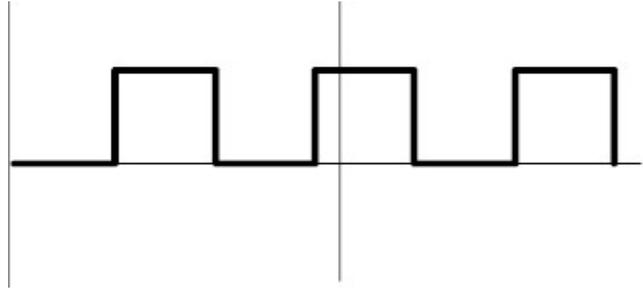


Figura II.9: Representación de la señal digital

La utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos: el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y de ceros, siendo, por tanto, lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal.

La segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud (nivel eléctrico) respecto al tiempo (ancho del pulso) **(22)**.

2.5.5.2 Teoría de Muestreo de Señales

A. Muestra (Señal)

Una muestra es un valor numérico en función del tiempo. Este valor es parte de una señal continua o de una señal discreta y son extraídos de éstas para un procesamiento matemático mediante elementos electrónicos que nos permita realizar funciones tales como el filtrado de una señal **(23)**.

B. Muestreo

La señal de la voz es continua en el tiempo y en amplitud. Para que pueda ser procesada por hardware (y software) digital es necesario convertirla a una señal que sea discreta tanto en el tiempo como en amplitud.

El muestreo consiste en el proceso de conversión de señales continuas a señales discretas en el tiempo. Este proceso es realizada midiendo la señal en momentos periódicos del tiempo.

Veamos un ejemplo, dada la siguiente señal continua:

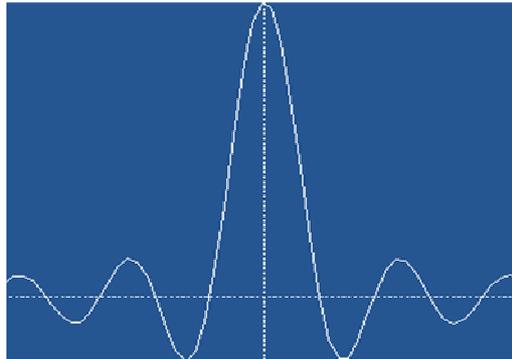


Figura II.10: Representación de una señal sinusoidal

Tras muestrearla, obtenemos la siguiente señal discreta:

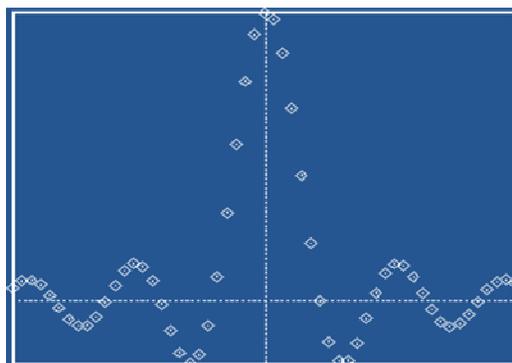


Figura II.11: Representación de la señal discreta

En el ejemplo anterior hemos visto el efecto de muestrear una señal sinusoidal. Si aumentamos el número de muestras por unidad de tiempo, la señal muestreada se

parecerá más a la señal continua. El número de muestras por segundo se conoce en inglés como el bit-rate.

Si el bit-rate es lo suficientemente alto, la señal muestreada contendrá la misma información que la señal original. Respecto a esto, el criterio de Nyquist asegura que para que la señal muestreada contenga la misma información que la continua, la separación mínima entre dos instantes de muestreo debe ser $1/(2W)$, siendo W el ancho de banda de la señal. Dicho de otra forma, que la frecuencia de muestreo debe ser mayor o igual que $2W$ **(24)**.

Frecuencia de muestreo o tarifa del muestreo f_s se define como el número de las muestras obtenidas en un segundo, o $f_s = 1/T$. La tarifa del muestreo se mide en hertzios o en muestras por segundo.

Por lo tanto se debe cumplir: $f_s \geq 2W$ (frecuencia de Nyquist, $2*W$)

La frecuencia de corte superior de la respuesta del oído humano se encuentra establecida en 20 Khz de acuerdo con esto, la frecuencia de Nyquist es igual a 40Khz, sin embargo, en el diseño de filtros prácticos debe elegirse una frecuencia de muestreo superior a la de Nyquist ya que es necesario prevenir traslapamiento (aliasing) para las frecuencias en la pendiente del filtro **(25)**.

2.5.5.3 Procesamiento de la señal

El procesamiento de señales es el procesamiento, amplificación e interpretación de señales. Las señales pueden proceder de diversas fuentes. Hay varios tipos de procesamiento de señales, dependiendo de la naturaleza de las mismas.

- **Procesamiento de señales digitales** - para señales digitalizadas. El procesado se hace mediante circuitos digitales, microprocesadores y ordenadores.
- **Procesamiento de señales analógicas** - para señales no digitalizadas
- **Procesamiento de señales de audio** - para señales electrónicas que representan sonidos
- **Procesamiento de señales de voz** - para analizar señales de voz humana
- **Procesamiento de señales de vídeo** - para interpretar movimientos en escenas.

A. Procesamiento de Señales Digitales

Una alternativa para el procesado analógico de señales es el procesado digital. Esta área se ha desarrollado durante los últimos 30 años gracias a los avances tecnológicos de procesadores digitales y de la fabricación de circuitos integrados.

Un sistema de procesamiento de señales realiza un conjunto de operaciones sobre una señal.

Entre los Objetivos del Procesamiento de Señales Digitales está el de modificar, extraer o interpretar la información de una señal.

Una señal se define como una cantidad física que varía con el tiempo, el espacio o cualquier otra variable independiente; matemáticamente, una señal es una función de una o más variables independientes. Una señal analógica es una función definida en un rango continuo de tiempo en el cual la amplitud puede tomar valores continuos, por ejemplo, una función sinusoidal. Una señal digital es aquella en la cual el tiempo y la amplitud son discretas (definidas únicamente para determinados valores de tiempo o amplitud).

La señal se ha procesado una vez que se lleva a cabo el conjunto de operaciones en la misma.

Un sistema de procesamiento digital de señales se puede implementar mediante software (operaciones matemáticas específicas en un programa) o hardware digital (circuitos lógicos) configurando para llevar a cabo las operaciones deseadas. En general, un sistema de procesamiento digital de señales se puede implementar como una combinación de software y hardware digital, en el cual cada uno ejecuta un determinado conjunto de funciones.

Los procesadores digitales de señales son microprocesadores diseñados para realizar tareas de procesamiento digital de señales.

El procesamiento digital de señales ha permitido un significativo logro en aplicaciones como las telecomunicaciones, imágenes médicas, radar y sonar, reproducción de música de alta fidelidad, entre otros. Además, ha facilitado el diseño y la construcción de equipos altamente sofisticados que realizan complejas funciones y tareas específicas en cuanto al tratamiento en tiempo real de señales en forma digital.

Ventajas del Procesado Digital

- **Flexibilidad**

La función de un sistema se puede actualizar o modificar reprogramando el software.

Ejemplo: Cámara digital: JPEG > JPEG2000.

- **Reproducibilidad**

La operación de dos unidades distintas es idéntica.

Los sistemas analógicos no tienen este comportamiento debido a la tolerancia de los componentes.

- **Seguridad**

Los microprocesadores no se deterioran con el tiempo como lo hacen los componentes analógicos.

Su operación no cambia con las condiciones ambientales.

- **Complejidad**

Permite realizar operaciones más sofisticadas (reconocimiento de voz, imágenes).

Existen algoritmos que no tienen su equivalente analógico (códigos de corrección de errores, transmisión de datos y almacenamiento, compresión de datos, filtros de fase lineal).

Aplicaciones de DSP

- **Procesado de voz**

Filtrado de ruido, codificación, síntesis de voz, reconocimiento de voz/locutores, cambio de frecuencia de muestreo.

- **Procesamiento de imágenes**

Restauración, realce, codificación, reconocimiento. Equipos: cámaras y videos digitales.

- **Sistemas multimedia**

Transmisión de audio, VoIP, radio digital (DAB), televisión digital (DVB), videoconferencia.

- **Música**

Grabación, reproducción, mezclado, efectos especiales, síntesis.

- **Comunicaciones**

Codificación/decodificación de señales digitales, detección, ecualización, cancelación de eco, teléfonos móviles.

- **Radar y sonar**

Detección de blancos, estimación de posición/velocidad, seguimiento.

- **Ingeniería biomédica**

Análisis de señales biomédicas.

Diagnóstico y monitorización de pacientes.

Prevención.

- **Control de procesos industriales**
- **Control de motores**
- **Procesamiento de señales sísmicas y volcánicas**

Prevención de desastres (26).

B. Transformada Rápida de Fourier (FFT)

La transformada rápida de Fourier (FFT) es un eficiente algoritmo usado para convertir una señal en el dominio del tiempo en una señal equivalente en el dominio de frecuencia o, lo que es lo mismo, la descomposición de una señal periódica en una suma de senos y cosenos de diferentes magnitudes, concretamente la serie de Fourier o su frecuencia fundamental y los diferentes armónicos. De este modo, se puede realizar un análisis espectral de la señal, basado en la transformada Discreta de Fourier (DFT). La DFT inversa realiza la operación inversa y convierte la secuencia en dominio de frecuencia en su equivalente secuencia en tiempo. La FFT es una de las operaciones más comúnmente usadas en DSP (Procesamiento digital de la Señal) para proveer un análisis del espectro de frecuencia. Los dos procedimientos para calcular la FFT son:

- Decimación en Frecuencia
- Decimación en Tiempo

C. Filtros Digitales

Un **filtro digital** es un sistema que, dependiendo de las variaciones de las señales de entrada en el tiempo y amplitud, se realiza un procesamiento matemático sobre dicha señal; generalmente mediante el uso de la Transformada rápida de Fourier; obteniéndose en la salida el resultado del procesamiento matemático o la señal de salida.

Los filtros digitales tienen como entrada una señal analógica o digital y en su salida tienen otra señal analógica o digital, pudiendo haber cambiado en amplitud, frecuencia o fase dependiendo de las características del filtro digital.

El filtrado digital es parte del procesamiento de señal digital. Se le da la denominación de digital más por su funcionamiento interno que por su dependencia del tipo de señal a filtrar, así podríamos llamar filtro digital tanto a un filtro que realiza el procesamiento de señales digitales como a otro que lo haga de señales analógicas.

Comúnmente se usa para atenuar o amplificar algunas frecuencias, por ejemplo se puede implementar un sistema para controlar los tonos graves y agudos del audio del estéreo del auto.

La gran **ventaja** de los filtros digitales sobre los analógicos es que presentan una gran estabilidad de funcionamiento en el tiempo.

El filtrado digital consiste en la realización interna de un procesamiento de datos de entrada.

En general la mecánica del procesamiento es:

- Tomar las muestras actuales y algunas muestras anteriores (que previamente habían sido almacenadas) para multiplicarlas por unos coeficientes definidos.
- También se podría tomar valores de la salida en instantes pasados y multiplicarlos por otros coeficientes.
- Finalmente todos los resultados de todas estas multiplicaciones son sumados, dando una salida para el instante actual en la reconstrucción de la señal de salida.

El procesamiento interno y la entrada del filtro serán digitales, por lo que puede ser necesario una conversión analógica-digital o digital-analógica, para uso de filtros digitales con señales analógicas.

Un tema muy importante es considerar las limitaciones del filtro de entrada debido a Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon que en pocas palabras; si quiero procesar hasta una frecuencia de 10KHz, debo muestrear a por lo menos 20 KHz.

Los filtros digitales se usan frecuentemente para tratamiento digital de la imagen o para tratamiento del sonido digital (27).

Tipos de filtros

Hay varios tipos de filtros así como distintas clasificaciones para estos filtros:

De acuerdo con la parte del espectro que dejan pasar y que atenúan hay:

- **Filtros pasa alto.**
- **Filtros pasa bajo.**
- **Filtros pasa banda.**
 - ✓ Banda eliminada.
 - ✓ Multibanda.
 - ✓ Pasa todo.
 - ✓ Resonador.
 - ✓ Oscilador.
 - ✓ Filtro peine (Comb filter).
 - ✓ Filtro ranura o filtro rechaza banda (Notch filter).
- De acuerdo con su orden:
 - ✓ primer orden
 - ✓ segundo orden
- De acuerdo con el tipo de respuesta ante entrada unitaria:
 - ✓ **FIR** (Finite Impulse Response)
 - ✓ **IIR** (Infinite Impulse Response)
 - ✓ **TIIR** (Truncated Infinite Impulse Response)
- De acuerdo con la estructura con que se implementa:

- ✓ Laticce
- ✓ Varios en cascada
- ✓ Varios en paralelo

Diseño de Filtros

Un filtro es un sistema continuo o discreto para procesar señales. El filtrado modifica el espectro de la señal de entrada de acuerdo a ciertas especificaciones para sistemas lineales e invariantes en el tiempo; el espectro de salida es igual al espectro de la entrada multiplicado por la respuesta a la frecuencia del sistema. Los filtros se dividen en analógicos y digitales. Los filtros analógicos pueden ser pasivos o activos y existe bastante información con respecto a su análisis y diseño.

La máxima frecuencia de operación de un filtro digital es igual a la mitad de la frecuencia de muestreo (27).

▪ Filtros pasa alto

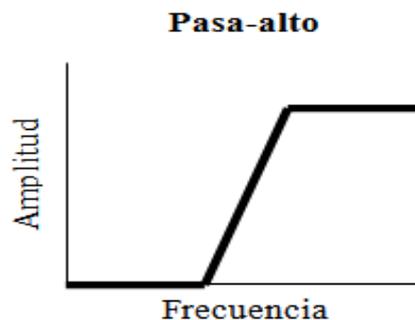


Figura II.12: Filtros pasa alto

Un filtro paso alto (HPF) es un tipo de filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan las componentes de baja frecuencia pero no las de alta frecuencia, éstas incluso pueden amplificarse en los filtros activos. La alta o baja frecuencia es un término relativo que dependerá del diseño y de la aplicación (28).

- **Filtros pasa bajo**

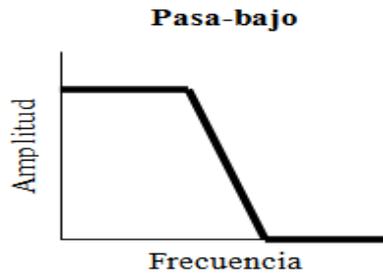


Figura II.13: Filtros pasa bajo

Un filtro pasa bajo corresponde a un filtro caracterizado por permitir el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas. Así todas las frecuencias se pueden presentar a la entrada, pero a la salida solo estarán presentes las que permita pasar el filtro. De la teoría se obtiene que los filtros están caracterizados por sus funciones de transferencia, así cualquier configuración de elementos activos o pasivos que consigan cierta función de transferencia serán considerados un filtro de cierto tipo.

- **Filtros pasa banda**

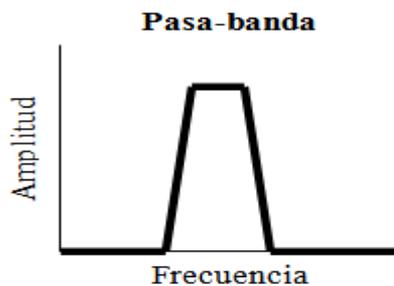


Figura II.14: Filtros Pasa-banda

Un filtro paso banda es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto.

- **Filtros IIR**

IIR es una sigla en inglés para Infinite Impulse Response o Respuesta infinita al impulso. Se trata de un tipo de filtros digitales en el que, como su nombre indica, si

la entrada es una señal impulso, la salida tendrá un número infinito de términos no nulos, es decir, nunca vuelve al reposo **(29)**.

La metodología empleada para diseñar filtros IIR, consiste en la transformación de un filtro analógico a un filtro digital que satisfaga las especificaciones propuestas. Este procedimiento es directo ya que se aplican métodos de diseño o formulas cerradas ya derivadas para filtros analógicos, asimismo, en ocasiones se requiere simular un filtro analógico usando un filtro digital. El tema de filtros analógicos los cuales se dividen en pasivos y activos, es amplio, y requiere de libros completos para su estudio, en nuestro caso, solo se expondrá la teoría correspondiente del filtro Butterworth y del filtro Chevyshev.

Filtro Butterworth

El filtro Butterworth es un filtro con respuesta a la frecuencia máximamente plana en la banda de paso.

Filtro Chebyshev

Este filtro se caracteriza por tener el mismo rizo en la banda de paso y ser monotónico en la banda de rechazo.

Los filtros digitales IIR pueden ser inestables ya que la FT contiene tanto polos como ceros, por otro lado, los filtros digitales FIR siempre son estables.

Al comparar los filtros digitales IIR y FIR se desprenden dos conclusiones muy claras: dado un mismo orden, los filtros IIR proporcionan mejor respuesta a la frecuencia, y cuando se requiere una respuesta en fase que varié linealmente con la frecuencia, un filtro FIR es la opción a elegir **(30)**.

▪ **Diseño de Filtros FIR**

FIR es un acrónimo en inglés para Finite Impulse Response o Respuesta finita al impulso. Se trata de un tipo de filtros digitales en el que, como su nombre indica, si la entrada es una señal impulso, la salida tendrá un número finito de términos no nulos **(31)**.

Los filtros FIR son estables puesto que sólo tienen polos, es decir, elementos en el numerador en su función de transferencia. También tienen la ventaja que pueden

diseñarse para ser de fase lineal, es decir, no introducen desfases en la señal, a diferencia de los IIR o los filtros analógicos. Por ese motivo tienen interés en audio.

Sin embargo, tienen el inconveniente de ser más largos al tener más coeficientes que los filtros IIR capaces de cumplir similares características. Esto requiere un mayor tiempo de cálculo que puede dar problemas en aplicaciones en tiempo real, como estudios de grabación o conciertos en directo **(32)**.

Los filtros digitales IIR pueden ser inestables ya que la FT contiene tanto polos como ceros, por otro lado, los filtros digitales FIR siempre son estables.

Al comparar los filtros digitales IIR y FIR se desprenden dos conclusiones muy claras: dado un mismo orden, los filtros IIR proporcionan mejor respuesta a la frecuencia, y cuando se requiere una respuesta en fase que varíe linealmente con la frecuencia, un filtro FIR es la opción a elegir.

2.5.5.4 Distancia Euclídea

Como ya se ha comentado, el método basado en la Distancia Euclídea, centra la clase en un patrón de características resultado de la media del número de muestras inicialmente tomadas ([Dud73], [Esc77], [HanSI]). La distancia desde cualquier muestra nueva a ese centro se mide mediante la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^L (x_i - t_i)^2}$$

donde L es la dimensión del vector de características, x_j es la i -ésima componente del vector de características y t_j es la i -ésima componente del patrón.

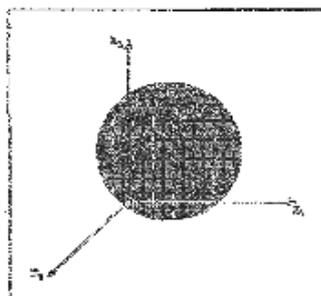


Figura II.15 Distancia Euclidiana

El umbral para la pertenencia, o no, de la muestra a la clase del usuario se define como el valor de la distancia que marca el límite de la clase.

2.5.5.5 Coeficientes MEL

Recientemente se ha descubierto que los coeficientes cepstrum se ven muy afectados por el ruido. Es por esto que han aparecido nuevas tendencias en extracción de características. Una de esas tendencias que está dando muy buenos resultados es extraer los coeficientes ceptrales derivados de un banco de filtros frecuencia-mel. Su funcionamiento radica en realizar un cambio de frecuencia de los datos resultantes del $\log |FFr(x)|$, mediante la fórmula:

$$mel(f) = 2595 \log_{10} \left(1 + \frac{f}{700} \right)$$

Una vez realizada la transformación, se en ventana mediante funciones triangulares uniformes y solapadas en la mitad, con un determinado número de ventanas, por ejemplo 20. Se suma todos los valores correspondientes de una ventana, y con ello se obtiene, mediante la siguiente transformación de coseno, los coeficientes cepstrum.

$$c_i = \sum_{j=1}^v m_j \cos \left(\frac{\pi i}{v} (j - 0.5) \right), \quad 1 \leq i \leq p$$

donde c_i es el coeficiente cepstral de orden i ; m_j es la suma de todas las componentes de la ventana j ; v es el número de ventanas triangulares; y p es el número de coeficientes cepstrales a extraer.

CAPITULO III

ESTUDIO COMPARATIVO DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD MEDIANTE COMPARACIÓN DE VOCES

La programación gráfica surge en entorno de ingeniería con un cometido claro: trabajar con diagramas de bloques, en vez de con el detalle interno de cada elemento. De esta forma, al igual que los diagramas de bloques dan una visión global del sistema que se está observando, una programación gráfica con bloques, de un vistazo permite saber qué es lo que se está haciendo. Para ello se necesita que existan unos objetos, bloques, de alto nivel que conectándolos entre sí realicen un serie de tareas. Alguno de esos bloques, está formado internamente por otros bloques con sus entradas y salidas, lo que permite crear bloques complejos de los que no se tiene por que saber lo que tienen dentro, pero sí las entradas que requieren y las salidas que proporcionan.

En este sentido el propósito de realizar las comparaciones entre los lenguajes más habituales de programación gráfica es con la finalidad de escoger la herramienta de desarrollo que satisfaga las necesidades de la aplicación de automatización a implementar y facilite su desarrollo.

3.1 Descripción del Ámbito de Comparación

El siguiente estudio se centraliza en realizar una comparación de las características de las herramientas y el proceso de programación, así entre algunos de estos aspectos a considerar son la edición del programa gráfico, la programación soportada, la adquisición de datos, etc.

Para lograr este cometido se hará un estudio de cuatro lenguajes de programación gráfica las mismas que resultan ser las herramientas de desarrollo, objeto de nuestra comparación, como son: DasyLab 10.0, Agilent Vee 9.0, Labview 2009 y Lookout 4.5

De este modo el estudio comparativo se enfoca en lograr definir en detalle cada una de las características de estos lenguajes, determinar las mejores prestaciones a brindar y concluir en la adaptación de uno de ellos para la implementación de un sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces, que deberá permitir la interacción con dispositivos externos para la ejecución de dicho sistema.

3.2 Determinación de los Parámetros de Comparación

3.2.1 Multiplataforma

Se define como multiplataforma a los programas, sistemas operativos, lenguajes de programación, u otra clase de software, que puedan funcionar en diversas plataformas. Es decir, una aplicación multiplataforma podría ejecutarse en Windows, GNU/Linux, Mac OS X, o en un PowerPC.

Es importante considerar el uso de herramientas multiplataforma, pues dado a que se hace más fácil el cambio a una nueva plataforma. Digamos la utilización de programas que solo funcionan en Windows o Mac, no se podrá cambiar a Mac o Windows respectivamente. De lo contrario si se cuenta con programas multiplataforma en sistemas operativos no se notará los cambios en el rendimiento y manejo de los programas al momento de cambiar de plataforma.

3.2.2 Calidad

La calidad puede ser valorada desde diferentes perspectivas, en el presente estudio el parámetro calidad será evaluado con el fin de determinar el conjunto de características propias de un software, que permitan valorarlo como igual, mejor o peor que el resto de productos de su especie, a través de las cuales satisfacen necesidades explícitas o implícitas para las cuales ha sido creado el software.

La calidad será evaluada en base a los siguientes sub-parámetros:

- **Uso de recursos hardware:** Es el factor que determina las características mínimas de hardware para iniciar a trabajar con la herramienta para programación gráfica.
- **Facilidad de uso:** Se refiere al grado en el que la interfaz, el conjunto de componentes y la forma como están distribuidos los sub-paneles en la pantalla principal del software de diseño, facilitan o dificultan su manejo.

3.2.3 Compatibilidad

La compatibilidad hace referencia a la cualidad o característica de lo que puede existir y/o interactuar de forma armónica con otra cosa, es decir compatibilidad entre versiones, entre programas, etc.

- **Versiones anteriores**

Este sub-parámetro tiene que ver con la capacidad para abrir aplicaciones desarrolladas en versiones anteriores del ambiente de desarrollo en versiones futuras sin problemas de compatibilidad.

- **Bases de datos SQL Server**

Se refiere a la herramienta que en si permita la conexión con una herramienta motor de bases de datos y que permita la integración de los datos en dicho motor.

- **Otras aplicaciones**

Funcionalidad optimizada para comunicarse con aplicaciones de terceros a través de diferentes mecanismos, como DLLs, ActiveX, .NET, TCP/IP, u OPC.

3.2.4 Disponibilidad de Información

La información con la que se pueda contar de cada uno de los lenguajes de programación gráfica es de vital importancia, ya que si hablamos de usuarios que no cuentan con el mayor conocimiento de una u otra herramienta su trabajo se tornará más difícil dado al poco conocimiento de la misma.

Encontramos como una de las principales fuentes de información al Internet en donde podemos encontrar información variada sobre cualquier tema en particular.

3.2.5 Soporte a Dispositivos

Este parámetro está determinado para evaluar si la herramienta de lenguaje de programación gráfica permite interconexión con dispositivos externos, esto puesto a que para realizar algunas tareas de control y adquisición de datos se hace necesario de ciertos dispositivos como complementos a la misma programación y a la aplicación en sí.

3.2.6 Controles de Usuario

El despliegue de los controles de usuario de cada una de las herramientas de programación gráfica es indispensable al momento de realizar una aplicación dado que la facilidad con que estos se muestran al usuario, ayuda a los mismos a ahorrar tiempo en el desarrollo y diseño.

Al determinar los controles de usuario como parámetro se pretende valorar los controles disponibles para crear la interfaz de usuario en el software de programación gráfica, las prestaciones que brindan los mismos y la facilidad de utilización.

Este parámetro se va a determinar en base a los siguientes sub-parámetros:

- **Generador de Informes**

La generación de reportes profesionales para el despliegue de información es también importante considerar como parte de las características de un lenguaje de programación gráfica puesto que permite al usuario obtener información para un informe.

Este parámetro nos permitirá definir si la herramienta como tal incluye como potencial de la misma la generación de informes y poder determinar de este modo la potencialidad que ofrece dicha herramienta.

- **Procesamiento de señales (Adquisición, Análisis y Presentación de datos)**

Este parámetro nos va a permitir definir si la herramienta como tal cuenta con funciones de análisis y generación de señales, además de las características mínimas de procesamiento de señales, dado que el usuario puede verse en la necesidad de utilizarlas para diferentes tareas dentro del desarrollo de su aplicación, y de esta manera permitirle un mayor manejo sobre el espacio y el respectivo ahorro de tiempo en cuanto a realizar dicha labor.

3.2.7 Costos de Herramientas

El costo que puede representar a una herramienta de programación es un factor importante a la hora de elegir y adquirir la misma, puesto que esto determina la accesibilidad hacia los mismos y en cumplimiento de las expectativas y necesidades a las cuales enfrentan los usuarios.

Este parámetro nos permitirá definir el costo de cada una de las herramientas de programación a comparar y de esta manera determinar las herramientas que nos ofrecen un costo más accesible y que cumpla con los estándares para los cuales van a ser usados.

3.2.8 Carga cognitiva

Debe favorecerse en los usuarios el reconocimiento sobre el recuerdo. Los usuarios no deben tener que recordar abreviaturas y códigos complicados.

Este parámetro hace énfasis en el ambiente de programación gráfica, es decir en cómo está distribuido el escenario de programación, si incluye herramientas para diferentes niveles de experiencia, elementos de programación de otros ambientes, como variables, tipos de datos, ciclos, y estructuras de secuencia.

Mediante este parámetro se pretende medir si el ambiente de programación es intuitivo y fácil de usar, puesto que el usuario necesita un mayor desplazamiento y determinación de cada uno de los objetos al momento de desarrollar su aplicación.

3.2.9 Reutilización

La reutilización de código se refiere al comportamiento y a las técnicas que garantizan que una parte o la totalidad de que un programa informático existente se pueda

emplear en la construcción de otro programa. De esta forma se aprovecha el trabajo anterior, se economiza tiempo, y se reduce la redundancia.

La manera más fácil de reutilizar código es copiarlo total o parcialmente desde el programa antiguo al programa en desarrollo. Pero es trabajoso mantener múltiples copias del mismo código, por lo que en general se elimina la redundancia dejando el código reusable en un único lugar, y llamándolo desde los diferentes programas. Esto se puede dar por llamadas a una subrutina, a un objeto, o a una clase.

3.2.10 Portabilidad

Se define como la capacidad de un programa de transportarse de un sistema operativo a otro sin necesidad de cambiar su código fuente. El Cd-rom lo hace fácilmente transportable.

Para que un programa sea portable debe cumplir las siguientes características:

- **Adaptabilidad:** Capacidad del producto software para ser adaptado a diferentes entornos específicos, sin aplicar acciones o mecanismos distintos de aquellos proporcionados para este propósito por el propio software.
- **Instalabilidad:** Capacidad del producto software para ser instalado en un entorno especificado.
- **Coexistencia:** Capacidad del producto software para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes.

A continuación se listan los parámetros y los sub-parámetros correspondientes que serán utilizados para la comparación.

TABLA III.1: Parámetros y sub-parámetros de comparación

PARÁMETROS	SUB-PARÁMETROS
MULTIPLATAFORMA	
CALIDAD	USO DE RECURSOS HARDWARE FACILIDAD DE USO
COMPATIBILIDAD	VERSIONES ANTERIORES BASES DE DATOS SQL SERVER OTRAS APLICACIONES
DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	
SOPORTE A DISPOSITIVOS	
CONTROLES DE USUARIO	
COSTOS DE HERRAMIENTAS	
CARGA COGNITIVA	
REUTILIZACIÓN	
PORTABILIDAD	ADAPTABILIDAD INSTALABILIDAD COEXISTENCIA

3.3 Definición de Pesos de Ponderación de los Parámetros

3.3.1 Definición de Pesos y Porcentajes

Para la realización de la evaluación se ha decidido utilizar una escala cuantitativa ya que las calificaciones que se van a poner están en el rango de 0 a 10 para evaluar cada una de las características que definen el lenguaje.

La comparación primero consistirá en evaluar a cada uno de los mecanismos por cada parámetro establecido con pesos que se definen de acuerdo al grado de importancia considerado como criterio de nuestro estudio.

Es así que se define un peso de 0.5 a los parámetros que consideramos son de poca importancia dado que nuestro estudio se basa en analizar características enfocadas a la interacción, beneficios que ofrecen los lenguajes de programación grafica al usuario, a la hora de planificar y desarrollar un proyecto de instrumentación.

Definimos un peso de 1 a los parámetros que aunque forman parte del desarrollo de nuestro proyecto y por ende son base para nuestra investigación, son aspectos que se pueden ir adquiriendo o mejorando de acuerdo al avance de nuestra aplicación o no así se puede lograr con el término de la misma, ya que de una u otra manera si hablamos en el caso de soporte a dispositivos, este si bien es importante se puede lograr no solo con los lenguajes que aquí mencionaremos sino que se puede lograr usando otras herramientas que al final nos permitirán cumplir nuestros objetivos.

Y finalmente definimos un peso de 1.5 a los parámetros que consideramos muy importantes esto debido a que estas características nos delimitan o no al momento de desarrollar nuestra aplicación, en otras palabras se hacen parte primordial ya que el no contar con las mismas por cada lenguaje de programación no agilizarían nuestro trabajo como usuarios a la hora de desarrollar un proyecto.

TABLA III.2: Definición de pesos y porcentajes de cada parámetro

PARÁMETROS	PESOS	PORCENTAJE
MULTIPLATAFORMA	0.5	5%
CALIDAD	1	10%
COMPATIBILIDAD	1.5	15%
DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	0.5	5%
SOPORTE A DISPOSITIVOS	1	10%
CONTROLES DE USUARIO	0.5	5%
COSTOS DE HERRAMIENTAS	1.5	15%
CARGA COGNITIVA	1.5	15%
REUTILIZACIÓN	0.5	5%
PORTABILIDAD	1.5	15%
TOTAL	10	100%

Después se sumará y se promedia el peso para cada uno de los mecanismos. A continuación se presenta un ejemplo como sumar y promediar.

TABLA III.3: Definición de pesos a evaluar a un lenguaje

LENGUAJES	PESO	PORCENTAJE
DasyLab 10.0	10	100%
Agilent Vee 9.0	10	100%
Labview 2009	10	100%
Lookout 4.1	10	100%

Para elegir el mejor lenguaje se considera el mayor peso obtenido de la comparación de los parámetros establecidos.

3.3.2 Definición de Pesos Cuantitativos y Cualitativos

Cada parámetro de un lenguaje será evaluado de acuerdo a la siguiente tabla, la cual proporciona valores de un máximo de **10 puntos** que se considera un parámetro es apropiado para un lenguaje y con un mínimo de **0 puntos** al cual se considera un parámetro no apropiado para un lenguaje que se esté evaluando.

Para evaluar a cada uno de los parámetros se han definido algunos valores cuantitativos y cualitativos los cuales se asignarán conforme se haga el estudio.

TABLA III.4: Definición de valores cuantitativos y cualitativos

VALORES	CUALITATIVO	CUANTITATIVO
COMPLEJIDAD	MUY FACIL	10
	FACIL	8
	MEDIANAMENTE FACIL	6
	DIFICIL	3
	MUY DIFICIL	0
VELOCIDAD	RAPIDO	10
	NORMAL	8
	LENTO	4
	MUY LENTO	0
AFIRMACION	SI	10
	NO	0

Continuación..

VALORES	CUALITATIVO	CUANTITATIVO
CANTIDAD	MUCHOS	10
	VARIOS	8
	POCOS	4
	NINGUNO	0
COSTO	MÍNIMO	10
	BAJO	8
	MEDIANAMENTE ALTO	4
	ALTO	0
MEDICIÓN (INFORMACIÓN)	MUY BUENO (81% - 100%)	10
	MEDIANAMENTE BUENO (61% - 80%)	8
	BUENO (41% - 60%)	6
	REGULAR (21% - 40%)	3
	MALO (0% -20%)	0
MEDICIÓN (USO DE RECURSOS HARDWARE)	MALO (81% - 100%)	0
	REGULAR (61% - 80%)	3
	BUENO (41% - 60%)	6
	MEDIANAMENTE BUENO (21% - 40%)	8
	MUY BUENO (0% -20%)	10

3.4 Desarrollo del Análisis Comparativo

3.4.1 Multiplataforma

DASYLab funciona con los últimos SO Windows, incluyendo Windows Vista, XP y Windows 7.

Agilent VEE es ampliamente utilizado en Microsoft Windows Vista SP1 o superior (Business, Ultimate, Enterprise), Windows XP SP3 y Windows 7, o Windows 2008. Tenga en cuenta que sólo versiones de 32-bit del sistema operativo son compatibles con Agilent VEE.

Labview 2009 está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux, cuenta también con soporte para Windows Vista y Windows 7.

Lookout funciona sobre los sistemas operativos Windows XP, Vista, Windows 7 y Windows Server 2008.

El parámetro multiplataforma se ha determinado en base al número de sistemas operativos en los cuales el software puede ser instalado.

Disponible para un sistema operativo → No (El software no es multiplataforma)

Disponible para dos o más sistemas operativos → Si (El software es multiplataforma).

TABLA III.5: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Multiplataforma

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9.0		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Multiplataforma	NO	0	NO	0	SI	0,5	NO	0
TOTAL/0.5		0		0		0.5		0

En base al análisis realizado se puede observar que el lenguaje de programación gráfico Labview trabaja sobre los sistemas operativos más comunes utilizados por la mayoría de empresas e instituciones.

3.4.2 Calidad

▪ Uso de recursos Hardware

La evaluación del parámetro se ha realizado en equipos Pentium IV, con 1 GB de Memoria RAM, 160 GB de espacio de Disco duro y velocidad de 3.2 Ghz. Los siguientes valores han sido capturados al momento de iniciar cada software. **(Ver Anexo I)**

TABLA III.6: Comparación sub-parámetro Uso de recurso Hardware - Calidad

SOFTWARE	PROCESADOR	MEMORIA RAM	PROMEDIO
DasyLab 10.0	2.34 %	40.61 %	21.48 %
Agilent Vee 9.0	7.14 %	56.74 %	31.94 %
Labview 2009	2.34 %	36.21 %	19.28 %
Lookout 4.5	2.56 %	39.82 %	21.19 %

- **Facilidad de uso**

DASYLab es un software popular y fácil de utilizar, se tarda sólo unos minutos para crear su aplicación individual de adquisición y análisis puesto que las más sofisticadas tareas de adquisición y control se pueden solucionar de forma rápida y sin necesidad de herramientas de programación más complejas. El usuario puede fácilmente integrar el hardware y software en el bucle de adquisición de datos, sistema de medida y control.

Agilent VEE es un lenguaje gráfico, muy intuitivo y fácil de usar, que proporciona el camino más rápido para la medición y el análisis, y que permite a los usuarios centrarse en sus tareas de medición en lugar de la programación.

Labview es de fácil uso muy rápido para hacer programas, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación, pues cuenta con un sinnúmero de módulos que ofrecen diversas alternativas para facilitar a los usuarios el manejo de ciertas características para rápidamente crear interfaces de usuario, y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él.

La tecnología que permite a **Lookout** la facilidad de uso al implementar un sistema, es su arquitectura basada en objetos.

Lookout es el software HMI/SCADA que se caracteriza por su sencillez y fácil aprendizaje. Lookout es un software que le permite fácilmente crear poderosas aplicaciones de monitoreo y control de procesos donde puede ahorrar sustancialmente el costo total de su proyecto, además que los archivos que se generan son más pequeños, mejorando radicalmente los tiempos de ejecución de sus proyectos. **(Ver Anexo II)**

TABLA III.7: Comparación en base a sub-parámetro Facilidad de Uso - Calidad

PREGUNTA	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9.0		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Al abrir la herramienta por primera vez, la apariencia que presenta cumple con la función deseada de una manera:	0	0	0	0	0	0	2	
	0	0	3	0.05	2	0.03	9	
- Incomprensible ()	13	0.33	10	0.25	5	0.13	5	0
- Medianamente Incomprensible ()	6	0.24	7	0.28	10	0.4	4	0.14
- Comprensible ()	1	0.05	0	0	3	0.2	0	0.13
- Medianamente Comprensible ()								0.16
- Muy Comprensible ()								0
		0.62		0.58		0.76		0.43
La manera en que se presenta el despliegue de las funciones en la pantalla, barras de herramientas, controles y funciones, para usted es?								
- Desagradable ()	0	0	0	0	0	0	3	0
- Medianamente Desagradable ()	0	0	10	0.15	2	0.03	5	0.08
- Agradable ()	0	0	9	0.23	8	0.2	8	0.2
- Medianamente Agradable ()	5	0.2	1	0.04	6	0.24	4	0.16
- Muy Agradable ()	15	0.75	0	0	4	0.2	0	0
		0.95		0.42		0.67		0.44

Continuación..

PREGUNTA	DasyLab 10.0	Agilent VEE 9.0	Labview 2009	Lookout 4.5
Encontrar los controles, módulos e iconos necesarios para la programación le resultado?	0			
- Muy Difícil ()	0	0	0	14
- Difícil ()	8	12	3	4
- Fácil ()	12	4	13	2
- Muy Fácil ()		4	4	0
	0.84	0.50	0.64	0.12
Los controles, módulos e iconos utilizados indican las acciones que realizan?				
- No ()	3	10	0	17
- Pocos ()	15	0	3	2
- Algunos ()	2	6	3	1
- La mayoría ()	0	4	11	0
- Todos ()	0	0	3	0
	0.28	0.31	0.72	0.06
Considera usted que el manejo y ejecución de la herramienta es?				
- Muy Difícil ()	0	0	0	16
- Difícil ()	0	5	0	3
- Fácil ()	8	13	10	1
- Muy Fácil ()	12	2	10	0
	0.84	0.57	0.8	0.08

Continuación..

PREGUNTA	DasyLab		Agilent		Labview		Lookout	
	10.0		VEE 9.0		2009		4.5	
Luego de haber utilizado la herramienta su nivel de satisfacción es?								
- Malo ()	0	0	0	0	0	0	15	0
- Regular ()	0	0	14	0.21	2	0.03	3	0.05
- Bueno ()	15	0.38	4	0.1	11	0.28	2	0.05
- Muy Bueno ()	5	0.2	2	0.08	4	0.16	0	0
- Excelente ()	0	0	0	0	3	0.15	0	0
		0.58		0.39		0.62		0.10
RESULTADO/1	0.69		0.46		0.70		0.22	
RESULTADO/10	6.9		4.6		7		2.2	

La presente tabla da muestra de los resultados adquiridos en cuanto a la facilidad de uso de las herramientas, en donde se tomo como población para medir estos datos a los estudiantes de Mecatrónica de la Escuela de Ingeniería en Sistemas los mismos que forman un total de 20.

TABLA III.8: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Calidad

SUB-PARÁMETROS	DasyLab		Agilent		Labview		Lookout	
	10.0		Vee 9.0		2009		4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Uso de recursos hardware	Med. Bueno	0,8	Med. Bueno	0,8	Muy Bueno	1	Med. Bueno	0,8
Facilidad de uso	Med. Fácil	0.69	Difícil	0.46	Med. fácil	0.7	Muy Difícil	0.22
TOTAL/1		0.75		0.63		0.85		0.51

En cuanto a lo que se refiere a calidad podemos decir que Labview nos ofrece mayor facilidad de uso y el mínimo de utilización en cuanto a los recursos hardware necesario para su ejecución.

3.4.3 Compatibilidad

▪ Versiones Anteriores

Los programas creados en versiones anteriores a **Dasylab 10.0** no se pueden ejecutar en ella puesto que se necesita convertir las hojas de trabajo a la nueva versión lo que lleva un proceso mucho más largo incluso mayor a la creación del mismo, y además necesita mover los archivos *. ASD y *. DMX correspondientes a dicho programa.

Agilent Vee permite que los programas creados en las versiones del VEE 9.0 puedan cargarse y ejecutarse en las versiones anteriores de la misma, si no se incluyen las características exclusivas de la versión posterior. Esto quiere decir que programas que se aprovechan de nuevas funciones añadidas no funcionarán correctamente en versiones más antiguas del VEE 9.0. En algunos casos, los programas ni siquiera se pueden cargar en las versiones anteriores de la VEE 9.0.

Con **Labview** se tiene la capacidad para abrir aplicaciones desarrolladas en versiones anteriores del ambiente de desarrollo (LabVIEW), en versiones futuras sin problemas de compatibilidad. La actualización de la aplicación se efectúa de manera interna. De esta manera vemos que Labview presta mayores garantías en cuanto a la compatibilidad de programas realizados en diversas versiones sin o al menos la mínima posibilidad de incompatibilidad entre ellas.

La versión actual de **Lookout** es compatible con dispositivos que utilizan versiones anteriores como la versión 2.0 de la especificación OPC estándar de la industria para que los usuarios pueden conectarse fácilmente a una amplia variedad de PLCs de terceros, autobuses industriales, otros sistemas de software OPC Server y hardware de NI como Compact FieldPoint I/O. Con el nuevo evento Tracer Object herramienta de registro de depuración, los usuarios de Lookout pueden monitorizar y registrar todas las comunicaciones entre su aplicación y periféricos éstas, acelerar significativamente el proceso de depuración de ayudar al usuario a

localizar y corregir fácilmente los errores de comunicación. Un navegador de nuevas funciones también ayuda a minimizar los errores de programación mediante la corrección de la sintaxis y tirando de las funciones de los campos predefinidos, auto-pobladas.

- **Bases de Datos Sql Server**

Para la consecución del almacén de los datos en bases de datos, **DasyLab** cuenta con el modulo ODBC Read o Write, los mismos que son módulos de Entrada y Salida ODBC. Es así que DASYLab puede intercambiar datos con bases de datos compatibles con ODBC. Una ventaja es escribir datos medidos y calculados directamente en cualquier base de datos. Debido a que ambos módulos son controlados por acciones manejadas por eventos y usan strings y variables globales, DASYLab puede almacenar automáticamente experimentos completos en la base de datos.

Con **Agilent VEE**, usted puede integrar fácilmente las operaciones de base de datos en su sistema de pruebas. Esta capacidad permite conexiones a bases de datos con el apoyo de ADO.NET, incluyendo Microsoft® Access, SQL Server, Oracle® y MySQL. Puede almacenar cantidades masivas de datos de prueba en un formato bien estructurado, a continuación, obtener los resultados según sea necesario realizar otros exámenes o análisis.

La herramienta **Labview** posee integrado a ella el modulo Database Connectivity Toolkit que fácilmente se conecta a bases de datos populares con un proveedor de ADO compatible con OLE DB o controlador ODBC, tales como las bases de datos siguientes: Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, Visual FoxPro, Dbase y Paradoja.

Lookout cuenta con soporte ODBC (Open Database Connectivity), que se puede usar con otras aplicaciones, como Microsoft Access, consultas a bases de datos mediante SQL (Lenguaje de consulta estructurado), para consultar los datos históricos que se deseen almacenar.

Que representa el Standard ODBC

En informática, el ODBC (Open Database Connectivity) es un estándar de acceso a bases de datos, que permite mantener independencia entre los lenguajes de programación, los sistemas de bases de datos (las bases de datos y su software gestor), y los sistemas operativos.

ODBC inserta una “capa” entre la aplicación y el SGBD (sistema gestor de base de datos). Esta capa es llamada “manejador de base de datos”. El objetivo de la capa es traducir las consultas a la base de datos (u otras acciones) por parte de la aplicación a una consulta que el SGBD comprenda. Para que esto sea posible, tanto la aplicación como el SGBD deben ser compatibles con ODBC.

- **Otras Aplicaciones**

Con **DasyLab** puede intercambiar datos entre DASYLab y otras aplicaciones en Windows vía DDE.

Agilent VEE puede interactuar con otros lenguajes de programación utilizando interfaces estándar de la industria, tales como ActiveX.

Puede utilizar ActiveX para control de Microsoft Word para los informes, Microsoft Outlook para el correo electrónico y Microsoft Access para las operaciones de base de datos. Otros programas también pueden llamar a funciones Agilent VEE usuario, con el Servidor de Automatización ActiveX incluido que soporta lenguajes populares de programación como Visual Basic, C / C + +, Visual C #, todos. NET compatible y LabVIEW.

Labview se puede conectar e interactuar con otros lenguajes y aplicaciones tales como: DLL: librerías de funciones, .NET, ActiveX, MultiSim, Matlab/Simulink, AutoCAD, SolidWorks, Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales, Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos, Adquisición y tratamiento de imágenes, Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior), Tiempo Real estrictamente hablando, Programación de Fugas para control o validación y Sincronización entre dispositivos.

Lookout tiene fácil conectividad con el software LabVIEW y Measurement Studio de National Instruments, con ActiveX (con excepción de los métodos y eventos) ,

fácil conexión con clientes y servidores OPC, a entornos de programación, como Microsoft Visual Basic, Java, Java-enabled tools, Borland Delphi, C y C + +.

TABLA III.9: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Compatibilidad

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9.0		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Versiones anteriores	NO	0	NO	0	SI	1.5	SI	1.5
Bases de datos SQL server	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
Otras aplicaciones	Pocos	0.6	Varios	1.2	Muchos	1.5	Varios	1.2
TOTAL/1.5		0.7		0.9		1.5		1.4

En cuanto a la compatibilidad y definiendo los sub-parámetros de compatibilidad con versiones anteriores, bases de datos SQL Server y otras aplicaciones tenemos que Labview ofrece más muchas más garantías de compatibilidad sean estas de versiones, bases de datos y otros programas.

3.4.4 Disponibilidad de Información

Para medir el parámetro disponibilidad de información se ha valorado a través de consultas (**Ver TABLA III.10**), con lo que se trata de comprobar si las herramientas que pretenden ser parte de nuestro proyecto abarcan la mayor información necesaria para solventar cualquier inquietud durante este estudio.

Para la evaluación se ha tomado la cantidad de fuentes de información de cuyos resultados se ha obtenido un promedio, que corresponde a la búsqueda en español y la búsqueda en la web, determinando así la valoración máxima al resultado más alto.

La cantidad promedio de información para el software ha sido el siguiente:

DasyLab 10.0 → 122.685

Agilent Vee 9.0 → 78.07

Labview 2009 → 1,105.400

Lookout 4.5 → 112.485

De esta manera para cuantificando estos valores de manera porcentual asumiremos el valor más alto a Labview 1,105.400 como el 100%

De ahí los demás valores se determinan en base a este de la siguiente manera:

Labview 2009 → 1,105.400	100%
DasyLab 10.0 → 122.685	X
DasyLab 10.0 → 11, 09%	
Labview 2009 → 1,105.400	100%
Lookout 4.5 → 112.485	X
Lookout 4.5 → 10, 18%	
Labview 2009 → 1,105.400	100%
Agilent VEE 9.0 → 78.07	X
Agilent VEE 9.0 → 7,062%	

TABLA III.10: Búsqueda de disponibilidad de Información en la Web

	Búsqueda en la Web	Búsqueda en Español	Promedio
DasyLab 10.0	241.000 en 0,63 seg.	4.370 en 0,66 seg.	122.685
Agilent Vee 9.0	155.000 en 0,31 seg.	1.140 en 0,28 seg.	78.07
Labview 2009	2,190.000 en 0,39 seg.	20.800 en 0,60 seg.	1,105.400
Lookout 4.5	223.000 en 0,46 seg.	1.970 en 0,30 seg.	112.485

TABLA III.11: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Disponibilidad de Información

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9.0		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Disponibilidad de Información	Malo	0	Malo	0	Muy Bueno	0.5	Malo	0
TOTAL/0.5		0		0		0.5		0

En cuanto a la valoración del parámetro disponibilidad de información tenemos que de acuerdo a la cantidad de información que se puede encontrar en el internet sobre cada una de las herramientas, es mayor la que se dispone de la herramienta Labview por lo que nos permite contar con datos confiables acerca de la misma.

3.4.5 Soporte a Dispositivos

DASYLab soporta una amplia variedad de dispositivos de control y tarjetas de adquisición de datos, así como diferentes interfaces que permiten la comunicación con dispositivos externos.

Con **DASYLab** usted puede adquirir rápidamente datos desde los dispositivos de adquisición de datos multifunción más populares así como dispositivos compatibles con estándares OPC en la industria, incluyendo PLCs, controladores y sensores industriales de automatización, además en el Sistema de Adquisición de Datos con todo tipo de interfaces para conectar con el hardware, como los módulos RS232 e IEEE 488 (GPIB) USB, puerto paralelo, bus ISA, bus PCI, y así sucesivamente, brindan conectividad con instrumentos de cientos de vendedores.

Agilent VEE funciona a la perfección con el hardware y el software de Agilent y otras empresas, para que pueda sentirse seguro de que su programa es flexible, ampliable y compatible con los últimos estándares de la industria. Agilent VEE puede interactuar con las tarjetas de adquisición de datos o la medición utilizando GPIB, LAN, LXI, USB, GPIO, VXI, PXI de NI, NI DAQ, NIDMM, NI-SCOPE, NI-FGEN, NI SWITCH-, NI-DAQmx, SCXI o PCI.

Labview fácilmente se integra con Miles de Instrumentos y Dispositivos de Medición. LabVIEW se puede conectar virtualmente de manera transparente con todo tipo de hardware incluyendo instrumentos de escritorio, tarjetas insertables (DAQ USB), controladores de movimiento y controladores lógicos programables (PLCs), además presenta facilidades para el manejo de interfaces de comunicaciones como puerto serie, puerto paralelo, GPIB, PXI, VXI, TCP/IP, UDP, DataSocket, IrDA, Bluetooth, USB, OPC.

Lookout es un programa que permite diseñar procesos de control y que ofrece la posibilidad de comunicarse con una serie de dispositivos como terminales remotas y controladores lógicos programables.

La evaluación del parámetro soporte a dispositivos, se analiza en relación a la posibilidad de que las herramientas puedan conectarse con dispositivos externos como son las DAQ que pasaran a ser parte del desarrollo de nuestro proyecto de

investigación y que a la vez usan interfaces de comunicaciones como parte de la conectividad requerida. (**Ver Anexo III**)

De esta manera interpretamos la evaluación de este parámetro de la siguiente manera:

Soporta la conectividad con dispositivos externos e interfaces de comunicación → **SI**

No soporta la conectividad con dispositivos externos e interfaces de comunicación → **NO**

- DasyLab permite conectividad con dispositivos externos como es la DAQ USB y cuenta con las interfaces de comunicación para dicha conectividad.
- Agilent permite conectividad con dispositivos externos como es la DAQ USB y cuenta con las interfaces de comunicación para dicha conectividad.
- Labview permite conectividad con dispositivos externos como es la DAQ USB y cuenta con las interfaces de comunicación para dicha conectividad.
- Lookout no permite conectividad con dispositivos externos como es la DAQ USB sino solo con terminales remotas y controladores lógicos programables y además no usa interfaces de comunicación.

TABLA III.12: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Soporte a dispositivos

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent Vee 9.0		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Soporte a Dispositivos	SI	1	SI	1	SI	1	NO	0
TOTAL/1		1		1		1		0

En cuanto a la valoración del parámetro soporte a dispositivos tenemos que tanto DasyLab, Agilent y Labview cuenta con soporte a dispositivos como son las DAQ y cuenta con interfaces de comunicación como parte de la comunicación requerida, no así sucede con Lookout.

3.4.6 Controles de Usuario

Para cada herramienta los controles de usuario que forman parte de la misma son diferentes y con distintas funcionalidades lo que hace de cada una de ellas consecuentes a las diversas necesidades de los usuarios. De esta manera como parte de nuestro estudio tomaremos en cuenta si cada una de las herramientas tiene soporte o controles a procesamiento de señales (adquisición, análisis y presentación de datos), comunicación de red, así como también a la generación de reportes. Por tanto:

DASYLab, presenta una interfaz de usuario actualizada, cuenta con ayuda en línea mejorada, un tutorial interactivo y más de 150 ejemplos para ayudarle a acelerar la instalación y el desarrollo de aplicaciones de adquisición de datos, monitoreo de procesos, registro y visualización de datos, control de procesos, análisis de datos y de reportes.

Presenta modernos módulos funcionales para la medición y el control, de íconos y gráficas que incluye buscador de módulo y áreas dinámicas de información. Además para crear informes se puede utilizar el VITool de modo que se pueda imprimir y documentar los resultados de su medición. Los informes se pueden imprimir de forma manual o automática, sobre la base de datos de usuario o eventos durante la medición.

Agilent VEE se integra perfectamente con Microsoft. NET Framework (Common Language Runtime y Framework Class Libraries) que ofrece una multitud de funciones y controles que se pueden utilizar para mejorar un programa. Puede integrar las bibliotecas de vínculos dinámicos C (DLL) en su programa, y ejecutar comandos de MS-DOS del sistema y los programas de Windows ejecutable con el objeto de programa de ejecución. Todos estos le permiten poner en marcha rápidamente y desarrollar una aplicación sofisticada con un mínimo esfuerzo.

Labview cuenta con un conjunto de herramientas que permiten realizar tareas con otras aplicaciones o software distinto, por ejemplo la generación de reportes bajo Microsoft Office, conectividad empresarial, construcción de aplicaciones, control PID, procesamiento y análisis de señales y conectividad con bases de datos.

También cuenta con una gran variedad de controladores de instrumentos y bibliotecas de enlace con otras plataformas de desarrollo que facilitan el diseño, desarrollo e implementación de sistemas.

Cuenta con numerosas herramientas de presentación como gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son muy esquemáticos y versátiles. Estos serían complicados de realizar en bases como C++ donde el tiempo para lograr el mismo efecto sería muchas veces mayor.

Lookout al igual que las demás herramientas cuenta con objetos especiales que permiten agilizar el proceso de creación de un programa de acuerdo a sus necesidades, es así que nos brinda desempeño confiable para diversas aplicaciones, herramientas de manejo de datos, generación de reportes, visualización, control supervisorio, conexión en red.

De esta forma la manera en la que se pretende medir el parámetro controles de usuario tiene que ver con el soporte de controles o módulos que ofrecen cada una de las herramientas para realizar las actividades necesarias en cuanto al desarrollo de una aplicación de adquisición de datos y de acuerdo a las ventajas y desventajas de las mismas, de tal manera que:

Tiene soporte para procesamiento de señales (adquisición, análisis y presentación de datos), comunicación de red, generación de reportes. → **Muy Bueno**

Tiene soporte para procesamiento de señales (adquisición, análisis y presentación de datos), comunicación de red. → **Medianamente Bueno**

Tiene soporte para procesamiento de señales (adquisición, análisis y presentación de datos), generación de reportes. → **Bueno**

Tiene soporte para comunicación de red, generación de reportes → **Regular**

No tiene soporte para ningún control. → **Malo**

TABLA III.13: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Controles de Usuario

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 8.5		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Controles de Usuario	Med. Bueno	0.3	Regular	0.15	Muy Bueno	0.5	Med. Bueno	0.3
TOTAL/0.5		0.3		0.15		0.5		0.3

En cuanto a la valoración del parámetro controles de usuario tenemos que cada herramienta cuenta con controles necesarios para cumplir sus funciones pero la que más se adecua a las necesidades previstas para el desarrollo de nuestro proyecto es Labview pues esta cuenta con innumerables módulos y controles que la hacen una herramienta mucho más versátil para nuestro objetivo.

3.4.7 Costos de Herramientas

En cuanto al costo de las herramientas podemos definir los siguientes:

DasyLab¹ permite elegir entre cuatro diferentes versiones diferentes de desarrollo DASYLab para obtener exactamente las características que usted necesita, así: Lite, Basic, Full, Pro, y RunTime una versión de tiempo de ejecución sólo para la implementación del programa.

Tipo de Sistema	Costo
DASYLab Full	\$ 1,799.00
DASYLab Full Software de Suscripción por un año	\$ 179.00
DASYLab Full actualización de licencia	\$ 359.00
Total	\$ 2,337.00
DASYLab Lite	\$ 499.00
DASYLab Lite Software de Suscripción por un año	\$ 49.00

¹ <http://www.mccdaq.com/products/dasylab.htm>

DASYLab Lite actualización de licencia	\$ 99.00
Total	\$ 647.00
DASYLab Basic	\$ 1,299.00
DASYLab Basic Software de Suscripción por un año	\$ 129.00
DASYLab Basic actualización de licencia	\$ 259.00
DASYLab Pro	\$2,499.00
DASYLab Pro Software de Suscripción por un año	\$ 249.00
DASYLab Pro actualización de licencia	\$ 499.00

Agilent Vee² cuenta con las siguientes distribuciones:

Tipo de Sistema	Costo
Licencia Agilent Vee Pro	\$ 1,800.00
Licencia Agilent Vee Express	\$ 954.00
Licencia Agilent Vee Student	\$ 150.00

Labview³ presenta las siguientes distribuciones:

Tipo de Sistema	Costo
Base	\$ 1,375.00
Completo	\$ 2,860.00
Profesional	\$ 4,730.00
NI Developer Suite	\$ 5,170.00

Lookout⁴ Cuenta con distribuciones servidor/cliente. Una licencia de conexión es necesaria para cada conexión concurrente, contando las conexiones desde los sistemas cliente, así como para cualquier otro servidor (como servidores redundantes) que lee los datos desde el servidor. Client connection licenses are sold in packages of 4, 10, and unlimited. Licencias de cliente de conexión se venden en paquetes de 4, 10, e ilimitada.

² <http://www.testequity.com/products/1695/>

³ <http://www.ni.com/labview/buy/>

⁴ <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/12512>

Tipo de Sistema	Clientes	Costo
Lookout Development System	50 I / O	\$ 939.51
	100 I/O	\$ 1,830.51
	200 I/O	\$ 2,474.01
	500 I/O	\$ 4,454.01
	Unlimited I/O	\$ 6,929.01
NI Lookout Run-Time-Only Server	50 I/O	\$ 660.00
	100 I/O	\$ 1,320.00
	200 I/O	\$ 1,925.00
	500 I/O	\$ 3,300.00
	Unlimited I/O	\$ 5,060.00
NI Lookout Integrator Software		\$ 981.00
Unlimited Client Connection License for Lookout Server		\$ 14,960.00
Client Connection License Quantity 4 for Lookout Server		\$ 2,310.00
Client Connection License Quantity 10 for Lookout Server		\$ 6,820.00

La valoración se basara en los costos de software disponibles en el mercado.

El costo es altamente accesible (\$200 - \$400) → **Mínimo**

El costo es accesible (\$401 - \$600) → **Bajo**

El costo medianamente accesible (\$601 - \$1000) → **Medianamente alto**

El costo no es accesible (\$1001 -.....) → **Alto**

Tomando en consideración el más alto y el más bajo para cada herramienta tenemos:

DasyLab

DASYLab Full **\$ 2,337.00**

DASYLab Lite **\$ 647.00**

Agilent VEE

Licencia Agilent VEE Pro **\$1,800.00**

Licencia Agilent VEE Student **\$ 150.00**

Labview

Base **\$ 1,375.00**

NI Developer Suite **\$ 5,170.00**

Lookout

Servidor - Lookout Development System **\$ 939.51**

Servidor - Lookout Development System \$ 6,929.01
 Client Connection License Quantity 4 for Lookout Server \$ 2,310.00

- **3,249.51 - Licencia para pocos clientes y Servidor**
- **9,239.01 – Licencia ilimitada de clientes y Servidor**

TABLA III.14: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Costos de Herramientas

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 8.5		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Costo	Alto	0	Alto	0	Alto	0	Alto	0
TOTAL/1.5		0		0		0		0

En cuanto a la valoración del parámetro costos tenemos que de acuerdo a los pesos asignados ninguno nos presta accesibilidad en precio pues todos representan valores altos.

3.4.8 Carga Cognitiva

La carga cognitiva se basa en medir características como: si es fácil de recordar, si usa o no códigos o elementos complicados o si los niveles de profundidad son aceptables.

El nivel de profundidad es la esencia del contenido a asimilar (grados de complejidad y abstracción).

El nivel de profundidad se refiere al nivel de esencia de los contenidos a asimilar; que determina las generalizaciones esenciales, las características fundamentales de la materia de estudio y precisa el grado de complejidad de las habilidades y el grado de abstracción de los conocimientos que deben dominar los estudiantes en cada nivel de enseñanza y disciplina.

Representación Grafica de la Programación

DASYLab es un programa fácil de usar, Utilícelo para crear rápidamente aplicaciones de monitoreo y control flexibles y potentes sin programación, configure módulos fácilmente usando los cuadros de diálogo de las propiedades de los módulos, basado en un paquete software de adquisición de datos gráfico de Windows con el que construye aplicaciones de control y adquisición de datos más rápida y fácilmente. Mediante el uso de un diagrama de flujo basado en iconos, usted puede desarrollar su aplicación con facilidad de punto y clic.

Agilent VEE es un Ambiente de Ingeniería Visual, que le permite programar mediante la creación intuitiva de “diagramas de bloques.” Usted selecciona y edita objetos de menús desplegables o barras de herramientas y los conecta entre sí por cables para especificar el flujo del programa, imitando el orden de tareas que desea realizar. Agilent VEE ilustra los objetos y las conexiones entre ellas con un código de colores, así los programas son fácilmente comprensibles para los demás.

Como se ha dicho **Labview 2009** es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión.

Lookout elimina completamente la programación, scripts o compilación separada. Solamente tiene que configurar y conectar objetos para desarrollar aplicaciones de monitoreo y control, sin necesidad de escribir programas o ejecutar compilaciones. La arquitectura basada en objetos le permite más fácilmente desarrollar y mantener sus aplicaciones, reduciendo aún más el costo total de su proyecto.

TABLA III.15: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Carga Cognitiva

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 8.5		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Fácil de recordar	SI	1.5	NO	0	SI	1.5	SI	1.5
No usa códigos o elementos complicados	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
Niveles de Profundidad	Pocos	0.6	Varios	1.2	Muchos	1.5	Pocos	0.6
TOTAL /1.5		1.2		0.9		1.5		1.2

En cuanto al parámetro carga cognitiva valorado con respecto a si es fácil de recordar, uso de códigos o elementos complicados y a los niveles de profundidad tenemos que labview nos presta muchas más facilidades y garantías ante la necesidad de que la forma de programación sea más intuitiva y fácil para los usuarios.

3.4.9 Reutilización

La funcionalidad de las grandes hojas de trabajo **DASYLab** puede ser lógicamente en cuenta en un menor número usando el modulo Black Boxes. Puede crear y guardar personalizando el modulo Black Boxes que pueden ser reutilizados en sus hojas de cálculo. También puede utilizar el modulo Merge/Expand para reducir el recuento de cableado en su hoja de cálculo.

Con el modulo Black Boxes se pueden guardar como archivos separados para que puedan ser reutilizados en sus diseños⁵.

En **Agilent VEE** su código es reutilizable sin intervención. Las funciones son reutilizables, código modular que puede ayudar significativamente a reducir el tiempo que se tarda en desarrollar pruebas.

⁵ <http://www.adeptscience.co.uk/kb/article/A442>

Mediante la reutilización de funciones que se han creado en los programas anteriores, el trabajo puede aprovechar su actual distribución, reducir el tamaño del código de programas, y hacer más fácil para mantener los programas de prueba. Usted También puede utilizar las funciones en grupos, como bibliotecas, que se puede crear y luego se funden en nuevos programas. Usted puede compartir funciones entre los múltiples programas y varios desarrolladores⁶.

LabVIEW simplifica el desarrollo de sistemas y produce un código reutilizable que se ejecuta a velocidades de código compilado. Los ingenieros pueden cambiar fácilmente entre cualquiera de estas plataformas de despliegue de NI reutilizando el mismo código LabVIEW con el fin de cumplir los requerimientos de desempeño o necesidades de costo del sistema, con muy poco o ningún tiempo extra en desarrollo o gasto en dinero.

LabVIEW es, por definición, un lenguaje de programación modular. Cada VI de LabVIEW puede ejecutarse como una aplicación individual, o ser llamada por otro VI como subVI. Un subVI corresponde a una llamada de subrutina en lenguajes de programación basados en texto⁷.

Lookout con el nuevo API, muestra el real aumento de la productividad mediante la reutilización de su programa de código en tipos muy diferentes de las solicitudes. Además, integradores de sistemas pueden crear objetos que son de aplicación específica y reutilizarlos para otros proyectos. Dado que los objetos agregados pueden también ser protegidos con contraseña, los integradores de sistemas puede revender sus objetos.

Con la función **Objet Aggregate** permite crear procesos y convertirlos en un objeto que pueda reutilizar muchas veces en otros proyectos⁸.

⁶ <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/W1140-90036.pdf>

⁷ http://www.national-instruments.com/pdf/newsletters/us/Q4_05_LabVIEW_INL.pdf

⁸ <http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/FFFE9F7C5516752786256F4900715512>

TABLA III.16: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Reutilización

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 8.5		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Reutilización	SI	0.5	SI	0.5	SI	0.5	SI	0.5
TOTAL/0.5		0.5		0.5		0.5		0.5

En cuanto a la valoración del parámetro reutilización tenemos que todas las herramientas nos ofrecen un método para reutilizar sus proyectos hechos.

3.4.10 Portabilidad

- **Adaptabilidad**

DasyLab no tiene adaptabilidad de código según el entorno en que se desee trabajar, ya que no es multiplataforma solo trabaja sobre el sistema operativo Windows. DASYLab Versión de 32 bits aprovecha de las características disponibles en Sistemas Windows de 32 bits (Windows 98, Windows NT/2000 y Windows XP). Debido a los problemas con algunos controladores, Windows 95, Windows ME y Windows XP no son compatibles⁹.

Agilent VEE no es multiplataforma trabaja en Sistemas Operativos Windows. Actualmente es compatible con Windows 7 y sistemas Windows (Professional, Ultimate y Enterprise con 32 bits y 64 bits) sin perder las características de su predecesor. Es más, los programas que se desarrollan en VEE Pro 9.0 pueden trabajar de forma integrada en VEE Pro 9.2¹⁰.

Labview ofrece adaptabilidad del número de hilos de ejecución del sistema dependiendo de los núcleos disponibles. No hay necesidad de reescribir la aplicación para las nuevas plataformas de procesamiento multinúcleo, ya que Labview es multiplataforma se puede adaptar a cualquier plataforma en la que se desee ejecutar la aplicación.

⁹ <ftp://ftp.aplica.at/Manuals/DASYLab/English/V8ug-bk2.pdf>

¹⁰ <http://www.home.agilent.com/sec/editorial.jsp?cc=ES&lc=spa&ckey=1525358&nid=-34095.806318.02&pid=1479040>

Los programas realizados en Labview en la actualidad son más portables, por lo que es más independiente el código del programa frente al procesador y del sistema operativo de la plataforma. Corriendo en la actualidad la versión cinco sobre los sistemas operativos Windows NT, Windows 95 Power PC¹¹.

Lookout funciona bajo Windows y se comunica con el campo de E / S a través de hardware de control. Lookout está disponible es dos tipos básicos: Versión de Servidor y Versión de Clientes. Lookout tiene compatibilidad con las versiones anteriores realiza cualquier tipo de conversión de procesos de una versión anterior a la actual¹².

- **Instalabilidad**

La instalación de **DasyLab** es fácil pero requiere conocimientos previos para seleccionar el controlador para la adquisición de los datos del Equipo a utilizarse. También requiere de una clave o licencia para poder utilizar el software sin ningún problema.

DASYLab requiere software adicional para trabajar con algún hardware o dispositivos. Estos controladores de hardware aparecen como entradas adicionales en el menú de DASYLab. Los elementos de menú nuevos proporcionan funciones adicionales que son específicas para el hardware instalado.

Agilent VEE es fácil de instalar, configurar y usar, los drivers también tienen que ser instalados y que automáticamente sean detectados tan pronto se conecten en los respectivos puertos de cualquier computadora que esté usando. También requiere conocimientos previos para la instalación ya que es un software Licenciado y por ende se necesita una clave para su respectiva instalación.

En **Labview** su instalación es fácil e intuitiva pero requiere de una clave con su respectiva licencia.

¹¹ <ftp://ftp.ni.com/pub/branches/latam/Programacion%20en%20LabVIEW%20para%20Ambientes%20Multinucleo.pdf>

¹² <http://www.ni.com/pdf/manuals/372594a.pdf>

Labview tiene algunos módulos adicionales que se deben instalar al momento de instalar el Software o por separado según las necesidades de la aplicación.

La Instalación de **Lookout** es algo más que copiar los archivos a la computadora. Se debe registrar para ser puesto en observación para el uso a largo plazo de sus puntos I/O, y para instancias de vigilancia que tienen por objeto ejecutar procesos de servidor, también debe registrarse para activar las conexiones de cliente. Obtenga su clave para la versión Cliente mediante el registro con National Instruments.

- **Coexistencia**

DASYLab contiene los módulos necesarios para comunicarse con controladores de hardware. Incluye entrada analógica, salida analógica, entrada digital. Los módulos de salida digital y que se asocian con los datos instalados adquisición de hardware. La entrada de DDE y los módulos de salida le permiten enviar y recibir datos con otros programas de Windows, como Excel.

Agilent VEE está en capacidad de compartir recursos comunes con otro software independiente como: Microsoft (Word, Excel, Outlook), lenguajes de Programación (Visual Basic, Visual C++, LabView y Matlab), utiliza LAN/GPIB, y también RS-232, como puertos de enlace que permiten estar a la vanguardia en cuanto a tecnología de redes se refiere.

Con **LabVIEW** se pueden conectar otras aplicaciones y compartir datos a través de ActiveX, Web, DLLs, librerías compartidas, SQL, TCP/IP, XML, OPC y otros. Puede publicar sus aplicaciones de datos en la Web muy fácilmente o conectarse a otras aplicaciones a través de una variedad de tecnologías estándar, como TCP/IP, DLLs y ActiveX. LabVIEW puede también crear ejecutables autónomos o librerías compartidas y DLLs para que pueda llamarlos desde otros entornos como Microsoft Visual Basic o Measurement Studio de National Instruments.

Lookout está en capacidad de compartir recursos comunes con otro software independiente como: conectividad al software LabVIEW y Measurement Studio de National Instruments.

TABLA III.17: Comparación de los lenguajes en base a parámetro Portabilidad

PARÁMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9		Labview 2009		Lookout 4.5	
	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
Adaptabilidad	NO	0	NO	0	SI	1.5	NO	0
Instalabilidad	Med.	0.9	Med.	0.9	Med.	0.9	Med.	0.9
	Fácil		Fácil		Fácil		Fácil	
Coexistencia	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
TOTAL/1.5		0.8		0.8		1.3		0.8

En cuanto al parámetro portabilidad valorado en adaptabilidad, Instalabilidad y coexistencia tenemos que Labview nos brinda la garantía de poder utilizar un programa realizado en él y portarlo como sea necesario.

3.5 Cuadro Comparativo del Análisis Realizado

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

TABLA III.18: Resumen del análisis realizado

PARÁMETRO	SUB - PARAMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9		Labview 2009		Lookout 4.5	
		Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
MULTIPLATAFORM A		NO	0	NO	0	SI	0,5	NO	0
	TOTAL/PROM (0.5)		0		0		0.5		0
CALIDAD	USO DE RECURSOS HARDWARE	Media name nte Buen o	0,8	Media name nte Buen o	0,8	Muy Buen o	1	Mediana mente Bueno	0,8
	FACILIDAD DE USO	Media name nte Fácil	0.69	Difícil	0.46	Media name nte fácil	0.7	Muy Difícil	0.22
	TOTAL/PROM (1)		0.75		0.63		0.85		0.51
COMPATIBILIDAD	VERSIONES ANTERIORES	NO	0	NO	0	SI	1.5	SI	1.5
	BASES DE DATOS SQL SERVER	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
	OTRAS APLICACIONES	POC OS	0.6	VARI OS	1.2	MUC HOS	1.5	VARIOS	1.2
	TOTAL/PROM (1.5)		0.7		0.9		1.5		1.4
DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN		MAL O	0	MAL O	0	MUY BUEN O	0.5	MALO	0
	TOTAL/PROM (0.5)		0		0		0.5		0
SOPORTE A DISPOSITIVOS		SI	1	SI	1	SI	1	NO	0
	TOTAL/PROM (1)		1		1		1		0

Continuación..

PARÁMETRO	SUB - PARAMETRO	DasyLab 10.0		Agilent VEE 9		Labview 2009		Lookout 4.5	
		Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso	Carga	Peso
CONTROLES DE USUARIO		Medianamente Bueno	0.3	Regular	0.15	Muy Bueno	0.5	Medianamente Bueno	0.3
	TOTAL/PROM (0.5)		0.3		0.15		0.5		0.3
COSTOS DE HERRAMIENTAS		Alto	0	Alto	0	Alto	0	Alto	0
	TOTAL/PROM (1.5)		0		0		0		0
CARGA COGNITIVA	FACIL DE RECORDAR	SI	1.5	NO	0	SI	1.5	SI	1.5
	NO USA CODIGOS O ELEMENTOS COMPLICADOS	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
	NIVELES DE PROFUNDIDAD	Pocos	0.6	Varios	1.2	Muchos	1.5	Pocos	0.6
	TOTAL /PROM (1.5)		1.2		0.9		1.5		1.2
REUTILIZACION		SI	0.5	SI	0.5	SI	0.5	SI	0.5
	TOTAL/PROM (0.5)		0.5		0.5		0.5		0.5
PORTABILIDAD	ADAPTABILIDAD	NO	0	NO	0	SI	1.5	NO	0
	INSTALABILIDAD	Med. fácil	0.9	Med. Fácil	0.9	Med. fácil	0.9	Med. Fácil	0.9
	COEXISTENCIA	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5	SI	1.5
	TOTAL/PROM (1.5)		0.8		0.8		1.3		0.8
SUMA TOTAL			5.25		4.88		8.15		4.71

3.6 Resultados de la Comparación

TABLA III.19: Resultados de la Comparación de Lenguajes de Programación Gráfica

COMPARACIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN GRÁFICA				
RESULTADOS	DasyLab 10.0	Agilent VEE 9	Labview 2009	Lookout 4.5
SUMA (10)	5.25	4.88	8.15	4.71
PORCENTAJE(100)	52.5 %	48.8 %	81.5 %	47.10%

- Al realizar la comparación de las distintas herramientas que nos permiten realizar programación gráfica, hemos visto que tan solo una de ellas se puede utilizar en distintas plataformas que no sea Windows, por tanto que labview nos ofrezca esta capacidad frente a las demás brinda un enfoque claro de la importancia del manejo multiplataforma de nuestros programas de control y seguridad desarrollados.
- Priorizar nuestro estudio en la calidad que los lenguaje de programación gráfica ofrecen en cuanto al desarrollo de un programa nos garantiza que tanto el uso de recursos hardware y la facilidad de uso de las mismas no sea un problema para los usuarios, es así que si bien todas las herramientas de programación gráfica no usan mayormente los recursos de nuestro PC, labview nos da muestra clara de ser la que menos use los recursos así como también en cuanto a la facilidad de uso DasyLab y Labview presentan un ambiente amigable y transparente al usuario a la hora de desarrollar algún programa.
- Es importante poner énfasis en analizar la compatibilidad y más aún si esta nos permite definir si la misma permitirá interactuar con bases de datos y con otras aplicaciones que de una u otra manera nos proporcionan diferentes alternativas que permitan el flujo de trabajo ágil para obtener una aplicación atractiva y funcional, es así que tanto Labview y Lookout nos brindan un mayor potencial de esta característica y de hecho Labview es el que ofrece mayor despliegue de objetos y componentes para lograr una correcta compatibilidad y funcionamiento.
- El contar con suficiente información con la que llevar un proceso de investigación es importante, dado que esta contribuye a tener una solución más oportuna y clara

que se fundamenta en contenidos fiables, es así que Labview nos brinda una muy buena garantía de información con la que contar al momento de cualquier investigación con respecto a dicha herramienta de programación gráfica.

- Cada herramienta de programación gráfica nos permite contar con soporte a dispositivos esto debido a que siempre estamos inmersos en la utilización de dispositivos para realizar cualquier operación de adquisición y demás, pero no siempre todas dichas herramientas proporcionan estos soportes, es así el caso de Lookout el mismo que no nos presta funcionalidad y soporte a dispositivos DAQ con cualquier interfaz de conexión sino que únicamente proporciona conexión a dispositivos PLC.
- El lenguaje de programación que presenta un mejor despliegue en cuanto a control de usuario es Labview ya que es una herramienta bastante completa que ofrece módulos con los cuales el usuario puede interactuar y hacer más fácil el desarrollo de aplicaciones, no es así con los demás lenguajes ya que aunque ofrecen ciertos componentes y complementos no hacen mucho más grande sus características de controles y no cumplen con las expectativas deseadas.
- En cuanto a los costos todos los lenguajes de programación presentan costos elevado de licencias dependiendo de si es Básico o Profesional. El más accesible es Labview, ya que ofrece en la versión básica todas las funcionalidades requeridas para el desarrollo del sistema automatizado mediante comparación de voces, los otros lenguajes ofrecen las funcionalidades en la versión Profesional y por ende sale más costoso adquirir esas licencias.
- El lenguaje gráfico más fácil de recordar, no contiene líneas de código y con mejores niveles de profundidad es Labview debido a que sus programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. DasyLab y Lookout no presentan muchos niveles de profundidad. El lenguaje de programación gráfica Agilent VEE no es fácil de recordar ya que está requiere de un nivel de aprendizaje más profundo.
- Los cuatro lenguajes de programación gráfica ofrecen la funcionalidad de reutilización de código, cada una tiene módulos, métodos para realizar dicha tarea

y reutilizar en otro proyecto, facilitando el trabajo al Usuario, ayudando significativamente a reducir el tiempo que se tarda en desarrollar pruebas. El código de las funciones se las puede compartir en varios programas y por varios desarrolladores.

- En cuanto a la portabilidad cabe destacar que Labview es el lenguaje de programación más adaptable al entorno de desarrollo o de trabajo, ya que es multiplataforma y puede adaptarse a cualquier plataforma sin necesidad de corregir o modificar su código. DasyLab, Agilent VEE y Lookout no son multiplataforma y en algunos casos tienen incompatibilidad de drivers entre versiones de Windows, lo cual requiere las debidas conversiones para trabajar correctamente en la versión de Windows a utilizarse. Los cuatro lenguajes de programación gráfica requieren una clave de la licencia para poder instalar y es bastante intuitivo los pasos de instalación, dependiendo que dispositivo de adquisición de datos vamos a utilizar para realizar nuestro proyecto. También presentan una coexistencia con varios programas para poder presentar un proyecto más avanzado dependiendo de las necesidades del Usuario.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE COMPARACIÓN DE VOCES

En este capítulo se realiza un estudio de entre las metodologías ágiles existentes, para adecuar una de ellas al desarrollo del proyecto de Tesis, en el cual se especifican las fases de acuerdo a las necesidades del desarrollo de un entorno virtual. Finalmente la metodología a desarrollar cuenta con las siguientes fases: Planificación, Diseño, Implementación, Pruebas e Implantación, que en cada una de las cuales se realizan actividades específicas del Proyecto.

La Planificación tiene como finalidad recolectar la información necesaria para presentar un modelo base y determinar los requerimientos adecuados a las necesidades del Sistema Automatizado. En el Diseño se plasma la interacción: del sistema con el usuario (diseño software) y el entorno virtual (hardware).

La implementación se enfoca al desarrollo de los algoritmos de funcionamiento del sistema con sus respectivos diagramas de flujo y diagramas de bloques, la secuencia de sus interfaces de usuario y la programación de la base de datos.

Las pruebas y la Implantación describen la puesta en marcha del Sistema Automatizado.

4.1 Análisis de la Metodología a Usar

En la actualidad existen múltiples metodologías y/o procesos que pueden apoyar el desarrollo de la mayoría de las aplicaciones software (XP, Scrum, MSF, ASD, DSDM, Crystal Clear, METRICA, RUP), aunque es posible diferenciarlas en dos corrientes bien diferenciadas: la de los partidarios de las metodologías ‘tradicionales’ o ‘de gran diseño abierto’ y la de los partidarios de las metodologías ‘ágiles’ o ‘ligeras’.

Dado que la mayoría de los lenguajes en los que se pueden o suelen desarrollar los Entornos Virtuales son orientados a objetos, se hará una breve revisión de las metodologías que cubren este paradigma. Probablemente las metodologías más extendidas, aunque sería más correcto hablar de procesos de desarrollo, puesto que no cubren todas las etapas fijadas para una metodología, son RUP (Proceso Unificado de Rational – Rational Unified Process) y XP (eXtreme Programming). Ambos procesos de desarrollo han sido creados a partir de “mejores prácticas” recogidas por sus autores en el desarrollo de software.

RUP ofrece una aproximación disciplinada a la asignación de tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo, asegurando la producción de software de calidad que satisfaga las necesidades de los usuarios finales dentro de un calendario y presupuesto predecible.

XP (eXtreme Programming), paradigma de las metodologías ‘ágiles’, es una de las metodologías de desarrollo de software con más éxito en la actualidad para el desarrollo de proyectos de tamaño pequeño o mediano, con un reducido equipo de desarrollo y con plazos de entrega muy próximos en el tiempo. La metodología consiste en una programación rápida, cuya particularidad es tener como parte del equipo al usuario final.

La aplicación de alguno de estos dos procesos de desarrollo, o de cualquier otro proceso de desarrollo o metodología, a la construcción de entornos virtuales es una asignatura pendiente. De hecho, algunos trabajos apoyan las metodologías orientadas a objetos con prototipado rápido para el desarrollo de entornos virtuales, mientras que otros son más generalistas, y afirman que los entornos virtuales pueden seguir cualquier proceso y guía recomendados según los principios de la interacción hombre máquina.

4.2 Propuesta Metodológica

Existen trabajos que demuestran que, al igual que en otros tipos de desarrollo, es necesario adecuar la forma de desarrollar software a la construcción de entornos virtuales. Aspectos que como el diseño gráfico son difíciles de incluir dentro de los procesos genéricos.

El propósito de tener una metodología que nos permita desarrollar máquinas de tipo mecatrónicas, es decir máquinas en donde los sistemas mecánicos, electrónicos y computacionales convergen de forma significativa en el diseño de la máquina, es que dicha metodología nos ayudará a:

- Reducir los tiempos de diseño e implantación.
- Reducir los costos asociados al diseño y la implantación.
- Tener un orden de actividades en un proyecto integral.
- Visualizar la dirección de un proyecto.

Por este motivo, es necesario presentar una propuesta metodológica que complementa los procesos de desarrollo habituales adaptados a la construcción de entornos virtuales los mismos que incluyen procesos mecánicos, electrónicos e informáticos.

Luego de haber analizado las metodologías existentes, sus beneficios en cuanto a la realización de un proyecto y de acuerdo a las necesidades que abordan el desarrollo de una máquina Mecatrónica se ha llegado a la conclusión que lo más óptimo para cumplir con nuestras necesidades es ajustar la metodología XP (Extreme Programming), dado a que es una metodología ágil que se adecua a proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, así mismo se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado, y aumenta la productividad.

En base a este análisis presentamos la siguiente propuesta de metodología para el desarrollo de una máquina Mecatrónica:

1. Planificación

- 1.1 Especificación de Requerimientos
- 1.2 Historias de Usuario
- 1.3 Ámbito del Proyecto
- 1.4 Planificación Inicial

1.5 Plan de Iteraciones

1.6 Reuniones

2. Diseño

2.1 Diseño Software

2.1.1 Diagrama de Secuencia

2.1.2 Diagrama de Actividades

2.1.3 Diagrama de Clases

2.1.4 Diagrama de Componentes

2.1.5 Diagrama de Despliegue

2.1.6 Diccionario de Datos

2.1.7 Modelo lógico de la Base de Datos

2.2 Diseño del Entorno Virtual

2.2.1 Interacción del mundo Virtual

2.2.2 Esquema Eléctrico

3. Implementación

3.1 Entorno Virtual

3.2 Modelo físico de la base de datos

3.3 Interfaz de Usuario

4. Pruebas

4.1 Pruebas Hardware

4.2 Pruebas Software

5. Implantación

5.1 Manual de Configuración

5.2 Manual de Usuario

A continuación se describe las características esenciales de la metodología organizada en las cinco fases siguientes: Planificación, Diseño, Implementación, Pruebas e Implantación.

En la **fase de Planificación** se divide en Especificación de Usuarios define las funcionalidades del sistema, Historias de Usuario donde se especifica los requerimientos del sistema, Ámbito del Proyecto para determinar una solución que cumplirá los objetivos del cliente, Planificación Inicial donde se describe un cronograma de actividades y presupuesto, Plan de Iteraciones plantea la necesidad de realizar al principio diversas iteraciones dirigidas a mitigar los riesgos más críticos relevados en el proyecto y finalmente Reuniones con el equipo de trabajo.

Fase de Diseño tiene dos puntos de vista la interacción del entorno virtual esto es la forma como trabaja los equipos y esquema eléctrico que define la forma en que como se conectan o adecuan los elementos hardware, cada uno de ellos muy importante para la construcción del entorno virtual del proyecto.

Fase de Implementación se divide en tres sub-fases como: Entorno Virtual, Modelo físico de la base de datos e interfaz de Usuario. El entorno virtual considera la programación de los algoritmos para la construcción del proyecto, así también el esquema de la base de datos y finalmente el diseño de la interfaz de usuario.

Fase de Pruebas se realizará pruebas hardware y software para el correcto funcionamiento del proyecto, de ahí que cada una de las pruebas se ejecutarán durante la implementación, alternando entre la Tercera y Cuarta etapa, cumpliendo así la parte incremental.

Fase de Implantación se realizará el desarrollo del manual de configuración, manual de usuario y la puesta en marcha del sistema.

4.3 Desarrollo de la Metodología

4.3.1 Planificación

4.3.1.1 Especificación de Requerimientos

Req 1: Permitir ingresar datos de Inicio de Sesión.

Req 2: Permitir modificar los datos de Inicio de Sesión.

Req 3: Permitir eliminar los datos de Inicio de Sesión.

Req 4: Permitir registrar la señal de voz de un usuario autorizado.

Req 5: Permitir eliminar el registro de voz de un usuario autorizado.

Req 6: Permitir detectar la presencia de una persona.

Req 7: Permitir reconocer la voz emitida por un usuario.

Req 8: Permitir abrir la puerta mediante el reconocimiento de la voz de un usuario.

Req 9: Permitir generar un reporte de control de accesos.

4.3.1.2 Historias de Usuario

Tabla IV.1: Historia de Usuario - Administración de Sesiones

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Administrador/Usuario
Nombre historia: Administrar Sesiones	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: Insertar, Modificar, Eliminar Datos de Sesión.	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Maricela Tisalema	
<p>Descripción:</p> <p>La opción Insertar permite ingresar los datos de la persona y cuál va a ser su rol dentro de la aplicación (Usuario/Administrador/Profesor).</p> <p>La opción Modificar permite modificar los datos de un persona X a la que se le va a modificar los datos.</p> <p>La opción Eliminar permite eliminar a una persona determinada de la base de datos.</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>Se debe de tener muy en cuenta los usuarios que vamos a tener dentro de la aplicación así como también los privilegios que se le asignan.</p>	

Tabla IV.2: Historia de Usuario - Ingresar Usuario

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Administrador
Nombre historia: Ingresar Usuario	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: Detecta una persona de modo que el sistema le pide que pronuncie la palabra abrir. Registra datos del usuario así como de la voz.	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Erika Muñoz y Maricela Tisalema	
Descripción: El usuario se acerca al dispositivo este detecta a la persona y en primera instancia ingresa su nombre e inmediatamente se le pide que hable y por medio del micrófono se adquiere la señal de la voz, que viaja mediante la tarjeta de adquisición DAQ y se almacena en la base de datos.	
Observaciones: Hay que tener en cuenta que el medio por el que se introduce la voz es sensible al ruido del medio en el que nos encontremos de modo que hay que tomar en cuenta esto al momento de adquirir la señal.	

Tabla IV.3: Historia de Usuario - Eliminar Usuario

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Administrador
Nombre historia: Eliminación del registro de Usuario	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: Eliminación del registro del usuario en la base de datos.	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Erika Muñoz y Maricela Tisalema	
Descripción: El Administrador elimina el registro del usuario que incluye el registro de voz que se encontrara innecesariamente en la base de datos.	
Observaciones: No eliminar registros de voz necesarios.	

Tabla IV.4: Historia de Usuario - Entrenar

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre historia: Entrenar	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Historia de Usuario	
Puntos estimados: Permite leer todos los registros de voz.	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Erika Muñoz y Maricela Tisalema	
Descripción: Cuando realizamos el ingreso o eliminación se realiza esto, pues es indispensable para el reconocimiento.	
Observaciones: Se debe tener en cuenta que este paso se lo debe realizar cada que ingresemos o eliminemos un usuario.	

Tabla IV.5: Historia de Usuario - Reconocer Usuario

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: Profesor/Usuario
Nombre historia: Reconocer Usuario	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: Detectar una persona. Adquirir la voz emitida por el usuario. Buscar y comparar el registro de voz emitido con cada uno de los registros de voz almacenados. Emitir señal de apertura/No Apertura	Iteración asignada: 4
Programador responsable: Erika Muñoz y Maricela Tisalema	
Descripción: El sistema mediante el sensor detecta a una persona, este emite las señales de voz que el sistema de identificación toma y las compara con cada registro de la base de datos; si la autenticación es satisfactoria emitirá una señal para permitir el acceso.	
Observaciones: Previamente se debe tener el registro de la voz en la base de datos. Si la comparación realizada mediante el espectro de la voz no es satisfactoria, el sistema no debe habilitar el ingreso de la persona no autorizada.	

Tabla IV.6: Historia de Usuario - Reportes

Historia de Usuario	
Número: 6	Usuario: Administrador
Nombre historia: Reportes	
Prioridad en negocio: Baja	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: Presentación de datos de usuarios accesados y de los que no accesados.	Iteración asignada: 5
Programador responsable: Erika Muñoz	
<p>Descripción:</p> <p>Cuando una persona es identificada por el sistema el sistema crea un registro de usuario ingresado y de igual manera de los usuarios que no han tenido acceso de este modo se puede tener un reporte de estas personas.</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>Se debe tener en cuenta las fechas.</p>	

4.3.1.3 Ámbito del Proyecto

Crear un sistema automatizado que garantice la seguridad mediante la comparación de voces en el Control de Accesos utilizando un modulo de reconocimiento para la introducción de la voz y una chapa eléctrica como medio para abrir la puerta al momento del reconocimiento, todo esto ubicado en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica – ESPOCH.

Con el sistema automatizado se pretende que en el Laboratorio de Automatización Industrial se garantice la seguridad controlando el acceso de la persona, que guarde, borre el registro de voz de un usuario autorizado en la base de datos, se emita una señal de voz y cuando esta es obtenida, sea procesada por un algoritmo, que idealmente comparada con los espectros registrados permita el acceso; esto es, abra la puerta después de la autenticación satisfactoria, caso contrario cuando la persona no conste en el sistema como usuario autorizado el sistema no le permite el acceso.

4.3.1.4 Planificación Inicial

Se debe tomar en cuenta la estimación del coste y del esfuerzo del software, hardware, por cuanto no es exacto ya que son demasiadas las variables humanas, técnicas, de entorno, políticas que pueden afectar el coste final del software y el esfuerzo aplicado para desarrollarlo.

RECURSOS HUMANOS

TABLA IV.7: Integrantes y Roles XP

Miembro	Grupo	Roles XP	Metodología
Erika Muñoz	Tesistas	Rastreador, Testeador, Programador	XP
Maricela Tisalema	Tesistas	Rastreador, Programador, Testeador	
Ing. Marco Viteri Ing. Patricio Moreno	Consultor Consultor	Entrenador Entrenador	

RECURSOS SOFTWARE

- **Sistema Operativo:** Windows XP.
- **Plataforma de Desarrollo:** Labview 2009
- **Base de Datos:** SQL Server 2005 Express Edition
- **Herramienta CASE:** Rational Rose

RECURSOS HARDWARE

A continuación se describe el recurso hardware necesario para cumplir con el desarrollo del proyecto.

TABLA IV.8: Recursos Hardware

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1 Computadora	Memoria de 3 GB. Procesador Core i3 350M Disco Duro de 320 Gb.	La cual actuara como servidor. En la cual crearemos la base de datos necesaria, y contendrá la herramienta de programación.
1 Impresora	Impresora a Tinta Epson Stylus	En el cual se imprimirán los reportes.
1 Micrófono integrado al EPC (Planta Entrenadora de Control)	National Instruments	El cual servirá para la introducción de la voz al sistema.
Tarjeta DAQ	USB 6009	La misma que conectada al EPC permitirá la adquisición de las señales de la voz para el respectivo procesamiento dentro del sistema en la pc.
Chapa Eléctrica		Permitirá abrir la puerta mediante las señales emitidas desde el sistema de la PC.
Sensor de Proximidad	(Sharp)	Este trabaja mediante luz infrarrojo que detecta la presencia de una persona para interactuar con el sistema.

ID	Nombre del recurso	Tipo	Clase de actividad	Unidades	Capacidad máxima	Time estándar	Costo hora estándar	Costo fijo	Acumulado	Calendario base
1	Tecnico 1 (Ella Muñoz)	Trabajo		T	100%	0,000hora	\$ 4,000/hora	\$ 150,00	Prorrateo	Estándar
2	Tecnico 2 (Marcela Tamayo)	Trabajo		T	100%	\$ 3,000/hora	\$ 4,000/hora	\$ 150,00	Prorrateo	Estándar
3	Ingenier	Trabajo		I	100%	0,000hora	\$ 0,600/hora	\$ 60,00	Prorrateo	Estándar
6	Educación de Trabajo 1	Trabajo		E	100%	\$ 0,400/hora	\$ 0,400/hora	\$ 30,00	Prorrateo	Estándar
5	Educación de Trabajo 2	Trabajo		E	100%	0,000hora	\$ 0,400/hora	\$ 30,00	Prorrateo	Estándar
9	Impresoras	Materia		I		\$ 0,00		\$ 60,00	Prorrateo	
7	Arillos	Materia		A		\$ 0,00		\$ 3,00	Prorrateo	
8	Papeles	Materia		P		\$ 0,00		\$ 100,00	Prorrateo	
8	Alimentación	Materia		A		\$ 0,00		\$ 200,00	Prorrateo	
10	Tinta de impresora	Materia		T		\$ 0,00		\$ 60,00	Prorrateo	
11	Cable	Materia		C		\$ 0,00		\$ 10,00	Prorrateo	
12	Llaves de Oficina	Materia		U		\$ 0,00		\$ 30,00	Prorrateo	
13	Cables	Materia		C		\$ 0,00		\$ 10,00	Prorrateo	
14	BPC (Módulo Brindadores de Control)	Materia		E		\$ 0,00		\$ 10,00	Prorrateo	
15	CAAC (Tarjeta de Adquisición de Datos)	Materia		D		\$ 0,00		\$ 580,00	Prorrateo	
16	Chapas Electrónicas	Materia		C		\$ 0,00		\$ 600,00	Prorrateo	
17	Mano de obra	Materia		M		\$ 0,00		\$ 80,00	Prorrateo	
18	Otros Gastos	Materia		D		\$ 0,00		\$ 5,00	Prorrateo	

Figura IV.1: Presupuesto

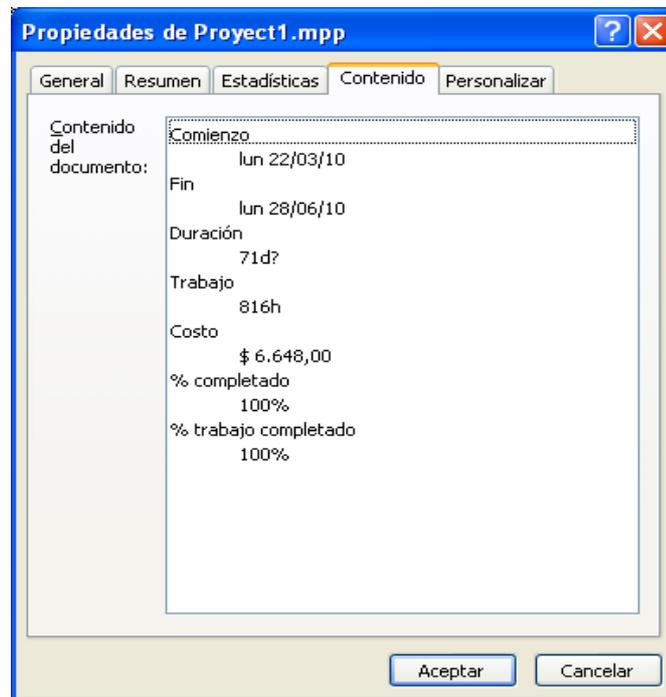


Figura IV.2: Duración del Proyecto

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	Inicio	1 día	lun 22/03/10	lun 22/03/10		
2	1. PLANIFICACION	12 días	lun 22/03/10	mar 06/04/10		
3	1.1 Historias de Usuario	2 días	lun 22/03/10	mar 23/03/10		Tesista 1 (Erika Muñoz)
4	1.2 Ámbito del Proyecto	2 días	mié 24/03/10	jue 25/03/10	3	Tesista 2 (Maricela Tisalema)
5	1.3 Planificación Inicial	2 días	vie 26/03/10	lun 29/03/10	4	Tesista 1 (Erika Muñoz)
6	1.4 Plan Iteraciones	3 días	mar 30/03/10	jue 01/04/10	5	Tesista 2 (Maricela Tisalema)
7	1.5 Reuniones	3 días	vie 02/04/10	mar 06/04/10	6	Tesista 1 (Erika Muñoz)
8	2. DISEÑO	20 días?	mié 07/04/10	mar 04/05/10		
9	2.1 Diseño del Software	10 días?	mié 07/04/10	mar 20/04/10		
10	2.1.1 Diagrama de Secuencia	1 día	mié 07/04/10	mié 07/04/10		Tesista 2 (Maricela Tisalema)
11	2.1.2 Diagrama de Actividades	1 día?	jue 08/04/10	jue 08/04/10	10	Tesista 1 (Erika Muñoz)
12	2.1.3 Diagrama de Clases	2 días	vie 09/04/10	lun 12/04/10	11	Tesista 2 (Maricela Tisalema)
13	2.1.4 Diagrama de Componentes	1 día?	mar 13/04/10	mar 13/04/10	12	Tesista 1 (Erika Muñoz)
14	2.1.5 Diagrama de Despliegue	1 día?	mié 14/04/10	mié 14/04/10	13	Tesista 2 (Maricela Tisalema)
15	2.1.6 Modelo Lógico de la Base de Datos	3 días	jue 15/04/10	lun 19/04/10	14	Tesista 1 (Erika Muñoz)
16	2.1.7 Diccionario de Datos	1 día?	mar 20/04/10	mar 20/04/10	15	Tesista 2 (Maricela Tisalema)
17	2.2 Diseño del Entorno Virtual	10 días	mié 21/04/10	mar 04/05/10		
18	2.2.1 Construcción del Mundo Virtual	4 días	mié 21/04/10	lun 26/04/10		Tesista 2 (Maricela Tisalema), Tesista 1 (Erika Muñoz)
19	2.2.2 Diseño del Mundo Virtual	6 días	mar 27/04/10	mar 04/05/10	18	Tesista 1 (Erika Muñoz), Tesista 2 (Maricela Tisalema)
20	3. IMPLEMENTACIÓN	26 días	mar 11/05/10	mar 15/06/10		
21	3.1 Sistema Eléctrico	5 días	mar 11/05/10	lun 17/05/10		Tesista 1 (Erika Muñoz), Tesista 2 (Maricela Tisalema)
22	3.2 Entorno Virtual	15 días	mar 18/05/10	lun 07/06/10	21	Tesista 2 (Maricela Tisalema), Tesista 1 (Erika Muñoz)
23	3.3 Modelo Físico de la Base de Datos	3 días	mar 08/06/10	jue 10/06/10	22	Tesista 1 (Erika Muñoz), Tesista 2 (Maricela Tisalema)
24	3.4 Interfaz de Usuario	3 días	vie 11/06/10	mar 15/06/10	23	Tesista 1 (Erika Muñoz), Tesista 2 (Maricela Tisalema)
25	4. PRUEBAS	4 días	mié 16/06/10	lun 21/06/10		
26	4.1 Pruebas Hardware	2 días	mié 16/06/10	jue 17/06/10		Tesista 2 (Maricela Tisalema)
27	4.2 Pruebas de Software	2 días	vie 18/06/10	lun 21/06/10	26	Tesista 1 (Erika Muñoz)
28	5. IMPLANTACIÓN	4 días	mar 22/06/10	vie 25/06/10		
29	5.1 Manual de Configuración	2 días	mar 22/06/10	mié 23/06/10		Tesista 2 (Maricela Tisalema)
30	5.2 Manual de Usuario	2 días	jue 24/06/10	vie 25/06/10	29	Tesista 1 (Erika Muñoz)
31	Fin	1 día?	lun 28/06/10	lun 28/06/10		

Figura IV.3: Diagrama Gantt – Planificación de Actividades

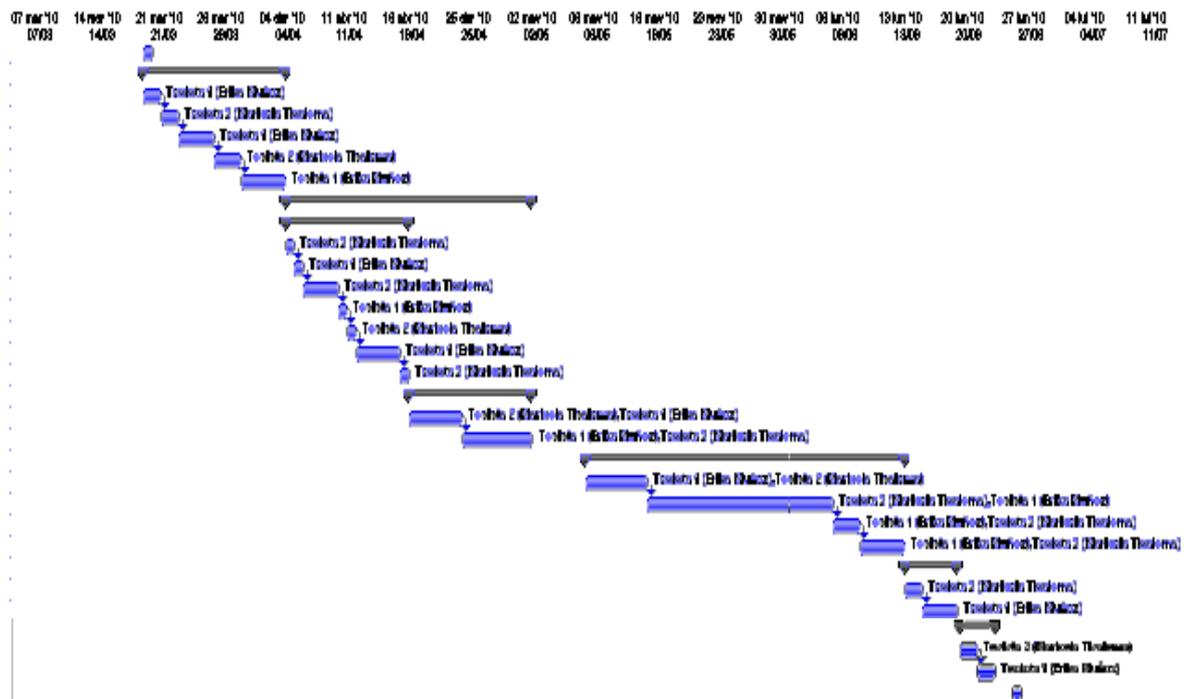


Figura IV.4: Diagrama Gantt de Seguimiento – Planificación de Actividades

4.3.1.5 Plan de Iteraciones

Iteración 1

TABLA IV.9: Plan de Entrega - Iteración 1

Historia de Usuario	Duración en Semanas
Insertar Datos de Sesión	2
Modificar Datos de Sesión	1
Eliminar Datos de Sesión	1

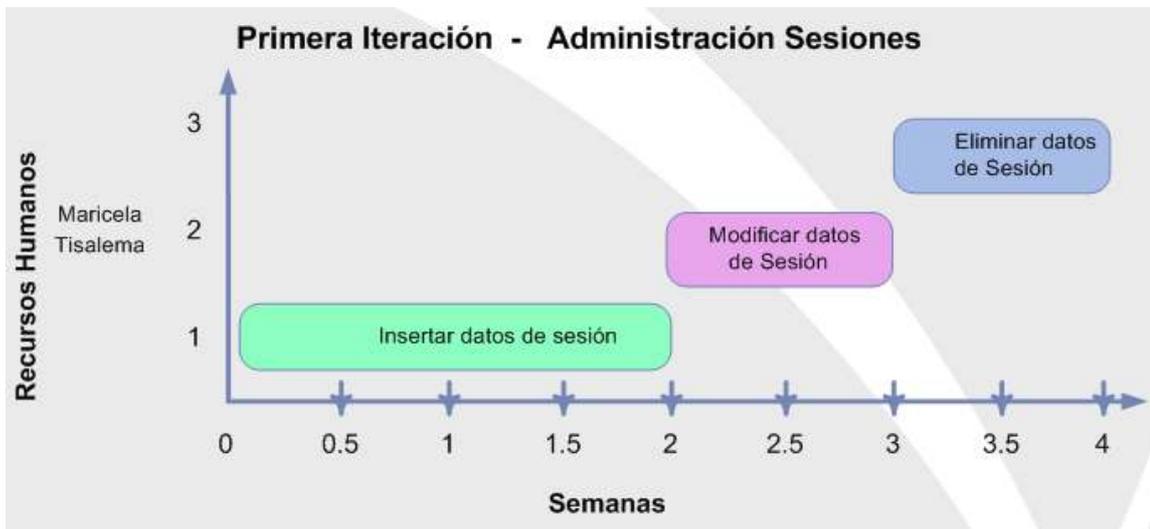


Figura IV.5: Plan de Entrega – Iteración 1

Iteración 2

TABLA IV.10: Plan de Entrega Iteración 2

Historia de Usuario		Duración en Semanas
Ingresar Usuario Autorizado	Ingresar Nombre de Usuario.	10
	Adquirir la voz emitida por el usuario.	
	Almacenar el registro de voz del Usuario.	
Eliminar Usuario Autorizado	Ingresar el nombre del Usuario a eliminar.	4
	Eliminar el registro de voz del Usuario determinado.	



Figura IV.6: Plan de Entrega – Iteración 2

Iteración 3

TABLA IV.11: Plan de Entrega Iteración 3

Historia de Usuario		Duración en Semanas
Entrenar	Cargar cada uno de los archivos de voz en el registro de voces.	8
	Leer el archivo de registro de voces.	

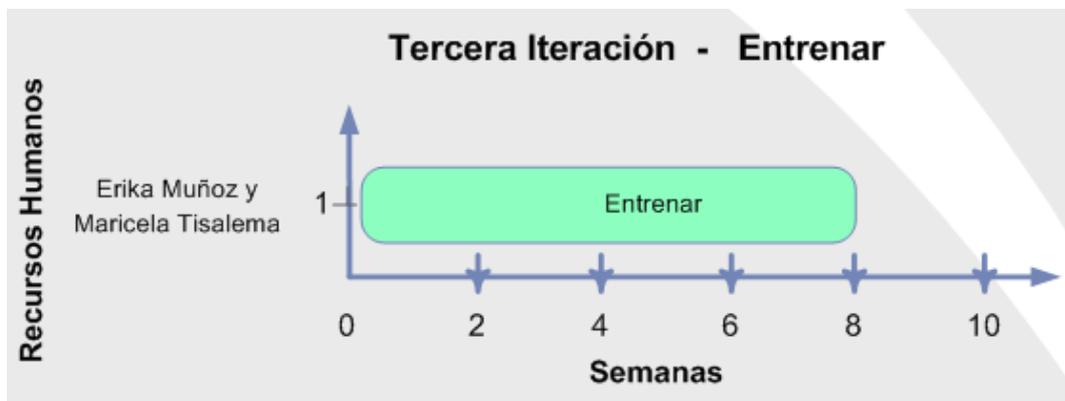


Figura IV.7: Plan de Entrega – Iteración 3

Iteración 4

TABLA IV.12: Plan de Entrega Iteración 4

Historia de Usuario		Duración en Semanas
Reconocer Usuario Autorizado	Adquirir la voz emitida por el usuario.	10
	Obtener el registro de de los espectros de la voz de la base de datos.	
	Comparar el registro de voz con la obtenida de la base de datos.	

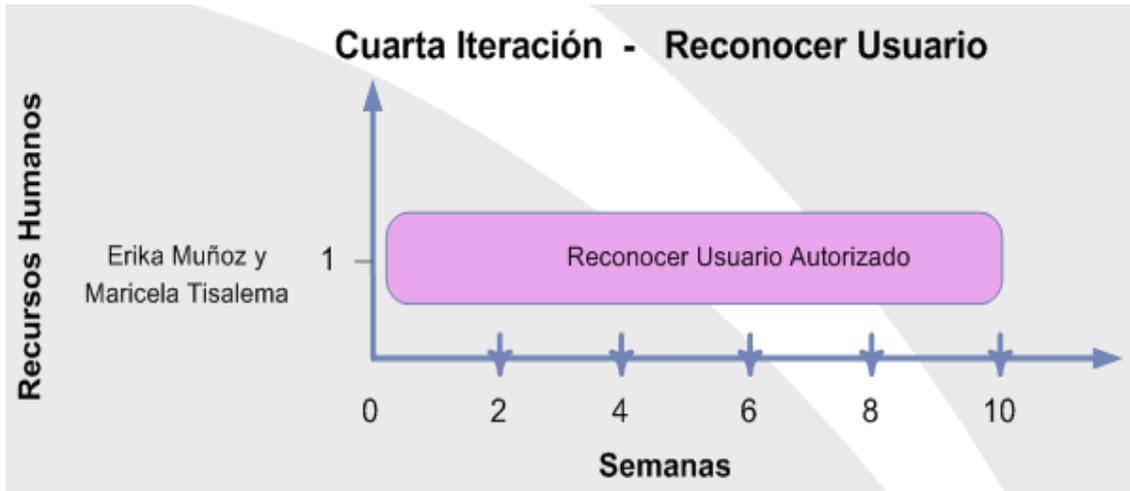


Figura IV.8: Plan de Entrega – Iteración 4

Iteración 5

TABLA IV.13: Plan de Entrega Iteración 5

Historia de Usuario		Duración en Semanas
Reportes	Obtener los datos correspondientes a los ingresos de la base de datos.	1

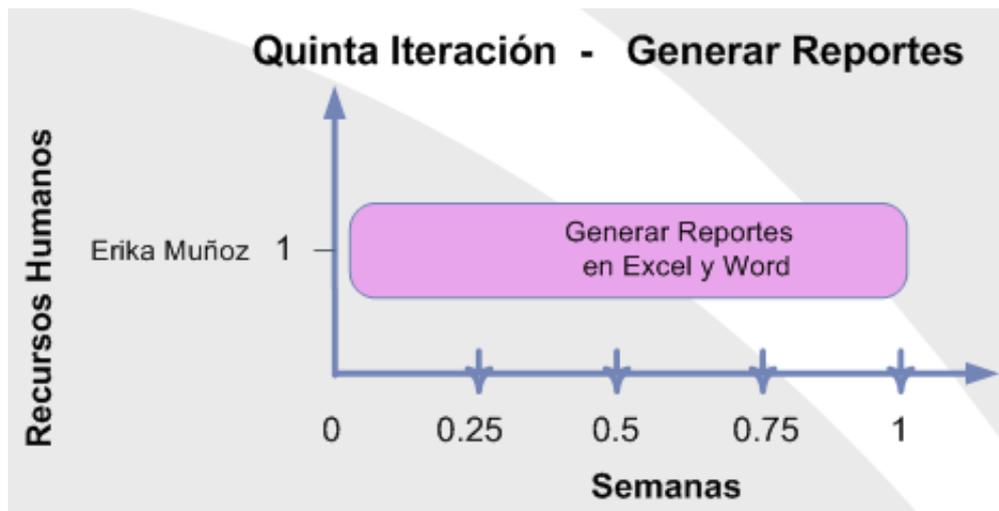


Figura IV.9: Plan de Entrega – Iteración 5

Plan de entrega

- **Primera Iteración:** Se trata de desarrollar el código necesario para realizar el registro de los datos de sesiones, la modificación de los mismos y la eliminación de un registro determinado de sesión; de tal manera que se pueda llevar un control de las personas que pueden administrar el sistema.
- **Segunda Iteración:** En esta iteración se realiza el ingreso de datos de usuario autorizado así como el registro de su voz; datos que se almacenaran en el registro de voces y en la base de datos, así también la respectiva eliminación del registro de voz de un usuario determinado por su nombre.
- **Tercera Iteración:** Esta iteración trata de implementar el método por el cual se leerán y cargaran en el registro de voces todas y cada una de las voces almacenadas, para su posterior autenticación.
- **Cuarta Iteración:** En esta iteración es la más importante pues aquí se desarrolla el algoritmo adecuado para realizar el reconocimiento de la persona que al momento de emitir su voz deberá ser reconocida como usuario autorizado o no, dando una señal de acceso para que se abra la puerta si la autenticación es satisfactoria por el contrario no enviara ninguna señal si la autenticación es insatisfactoria.
- **Quinta Iteración:** En esta iteración se realiza el código para poder obtener los datos de los usuarios que fueron autorizados el acceso así como también de los que no tuvieron acceso.

Incidencias

- **Primera Iteración:** Se debe tener mucho cuidado en los datos que ingresamos y los permisos que le asignemos.
- **Segunda Iteración:** Se debe tener en cuenta el ambiente en el que nos encontremos cuando ingresemos un usuario, porque las condiciones en las que nos encontremos influye en la señal de voz para el reconocimiento y tomar en cuenta cual es el usuario que vayamos a eliminar para no cometer errores de eliminación de registro de voz.

- **Tercera Iteración:** Es de vital importancia que realicemos la lectura y carga de los registros de voz luego de realizar un proceso de inserción o eliminación de un usuario puesto que con el método de entrenamiento actualizamos el registro de voces.
- **Cuarta Iteración:** Hay que tomar en consideración haber realizado el entrenamiento previo al reconocimiento, y al momento de emitir la señal de voz hacerlo de manera clara, y fuerte para que el algoritmo de reconocimiento efectúe dicha labor de una manera precisa.
- **Quinta Iteración:** Tomar en consideración los datos correctos esto es los usuarios autorizados y los no autorizados, y la presentación en Excel.

4.3.1.6 Reuniones

El objetivo de tener reuniones constantes (diarias) es el de mantener la comunicación entre el equipo, compartir problemas y emitir soluciones.

Por tanto como parte del proceso de desarrollo de nuestra tesis se hicieron las siguientes reuniones con el fin de que en cada una de ellas se planteen los problemas surgidos durante el avance del proyecto y se establezcan soluciones.

Reunión 1.- Recolección de datos a fin de definir las historias de usuarios.

Reunión 2.- Redefinición de historias de usuario.

Reunión 3.- Planificación y diseño de diagramas de secuencia, actividades, clases, componentes y despliegue, a fin de delimitar un diseño técnico del entorno virtual a desarrollar.

Reunión 4.- Diseño del modelo lógico de la base de datos, el mismo que define tablas, campos a usarse en la misma.

Reunión 5.- Diseño del entorno virtual, en donde se incluye el diseño de interfaces de usuario, métodos que intervienen en la programación, materiales y configuración del sistema eléctrico.

Reunión 6.- Redefinición del entorno virtual, admisión de nuevas características, modificación en diseño, nuevos métodos, mejora de la interfaz.

Reunión 7.- Finalización en diseño del entorno virtual, reafirmación de interfaz y métodos, culminación de implementación, enmarcación del modelo físico de la base de datos.

Reunión 8.- Realización de pruebas tanto del software como del hardware incluido corrección de errores.

Reunión 9.- Construcción de manual de configuración y manual de usuario.

Reunión 10.- Corrección de inconsistencias en manuales.

4.3.2 Diseño

4.3.2.1 Diseño Software

Diagrama de Secuencia

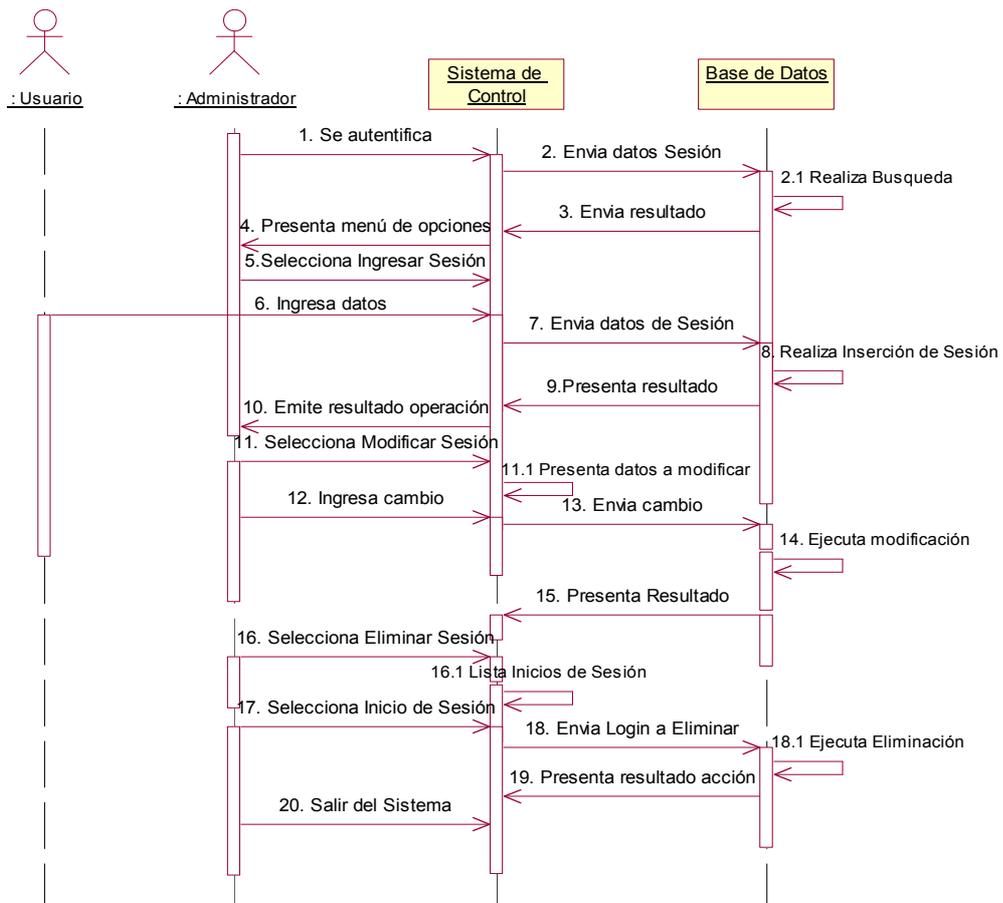


Figura IV.10: Diagrama de Secuencia - Administración Sesiones

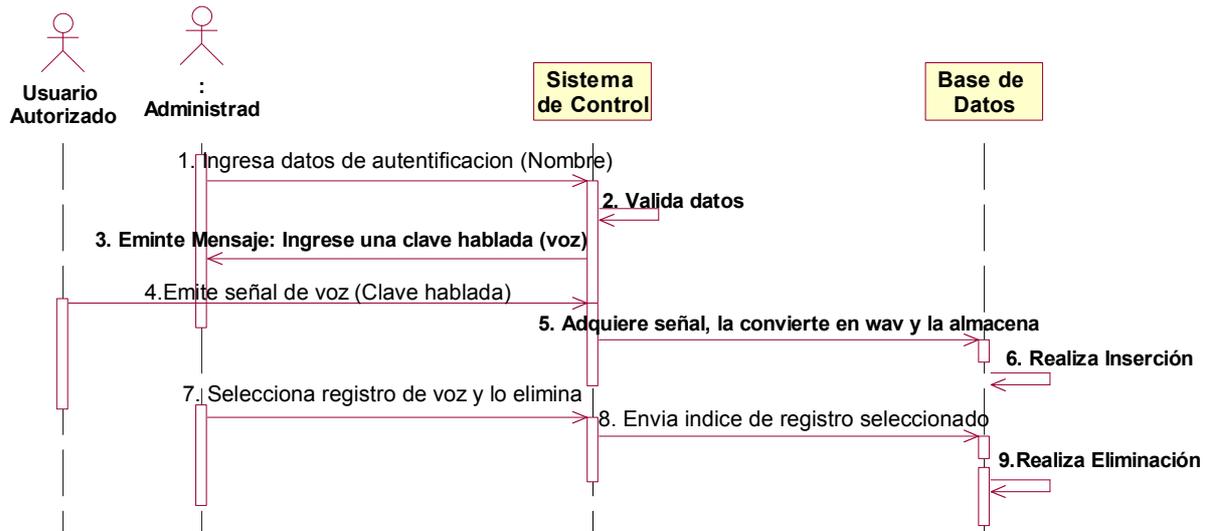


Figura IV.11: Diagrama de Secuencia - Ingresar Usuario Autorizado

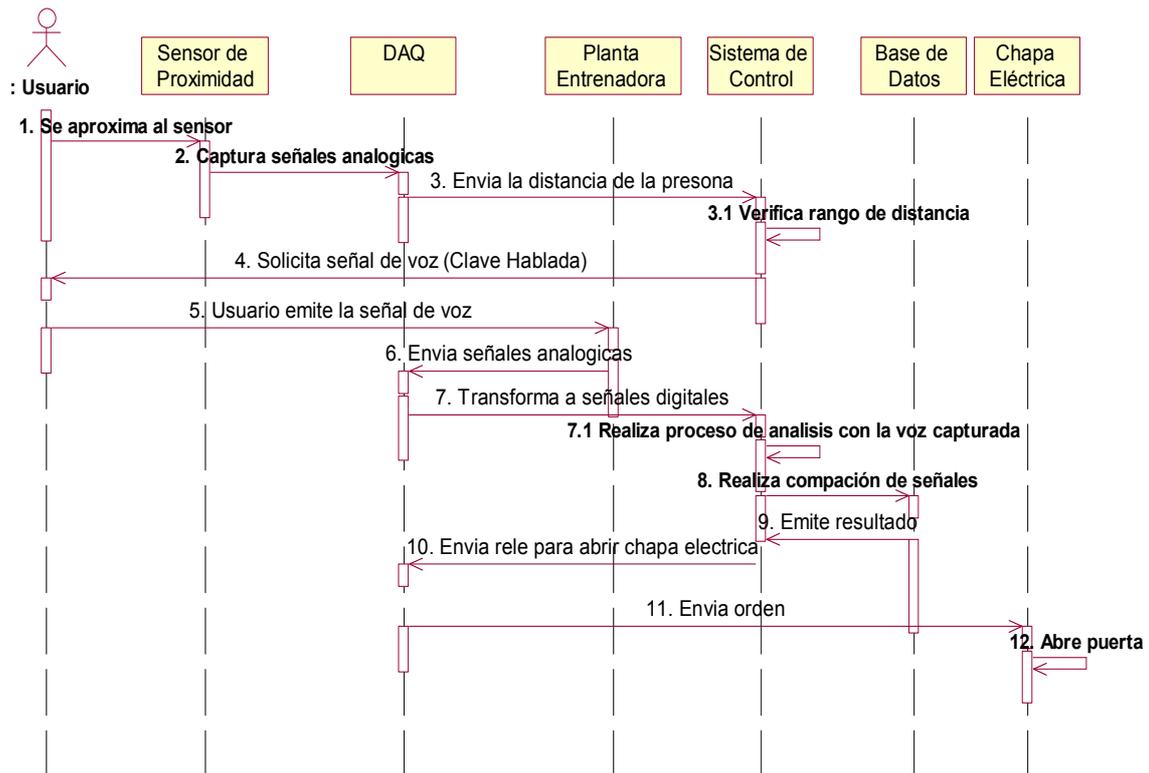


Figura IV.12: Diagrama de Secuencia - Reconocer Usuario

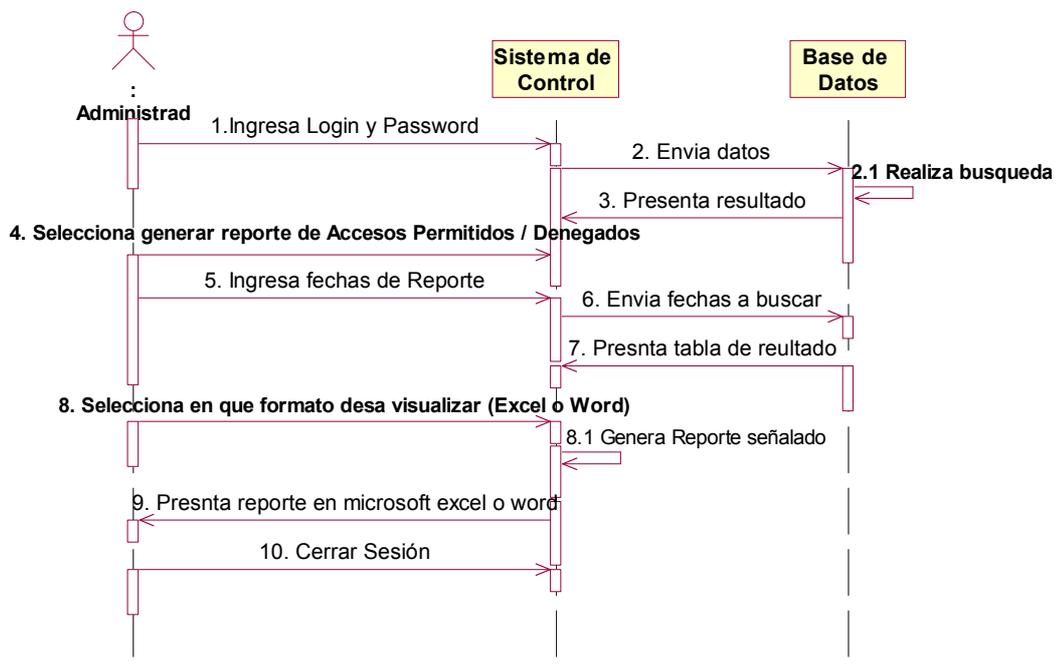


Figura IV.13: Diagrama de Secuencia - Reportes

Diagrama de Actividades

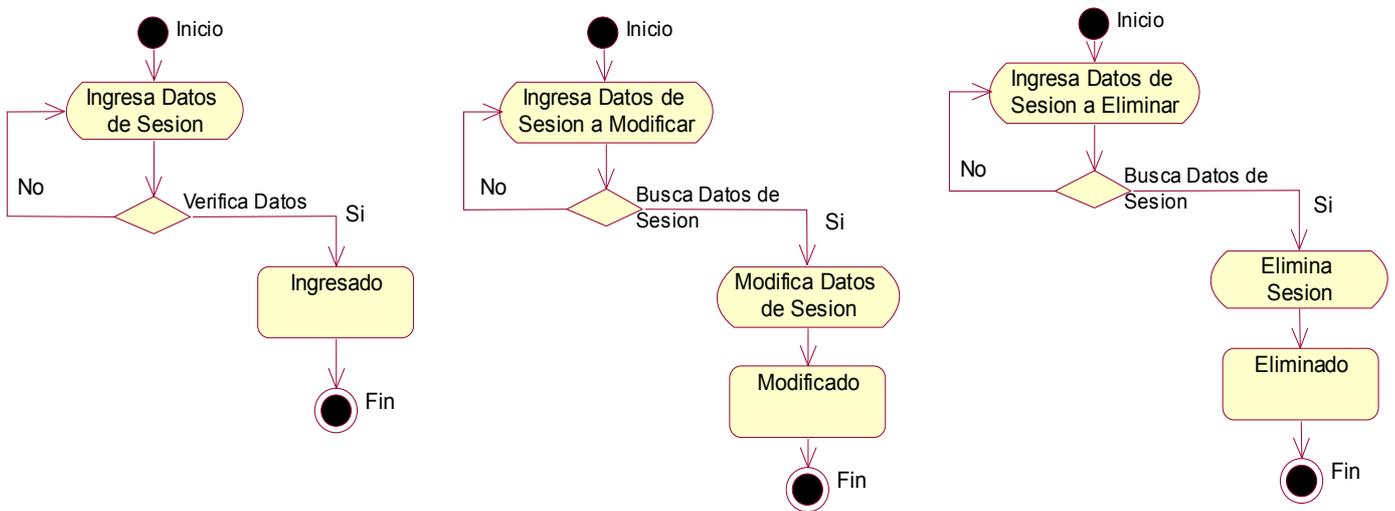


Figura IV.14: Diagrama Actividades – Administración Sesiones

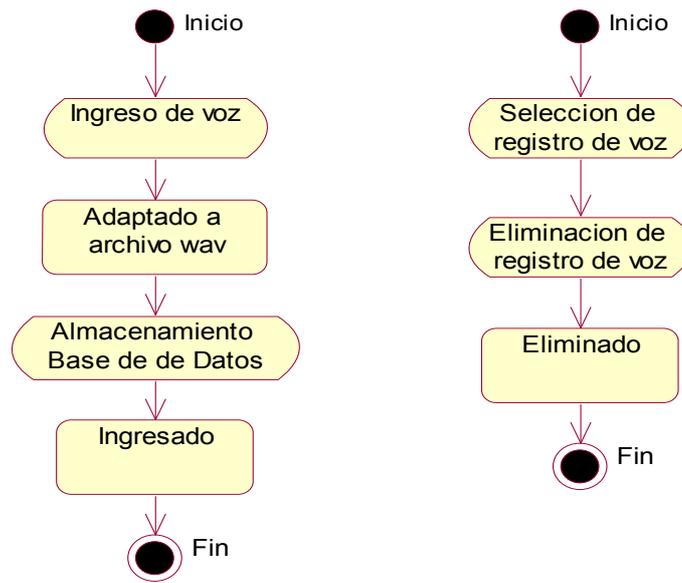


Figura IV.15: Diagrama Actividades - Ingreso de Usuario

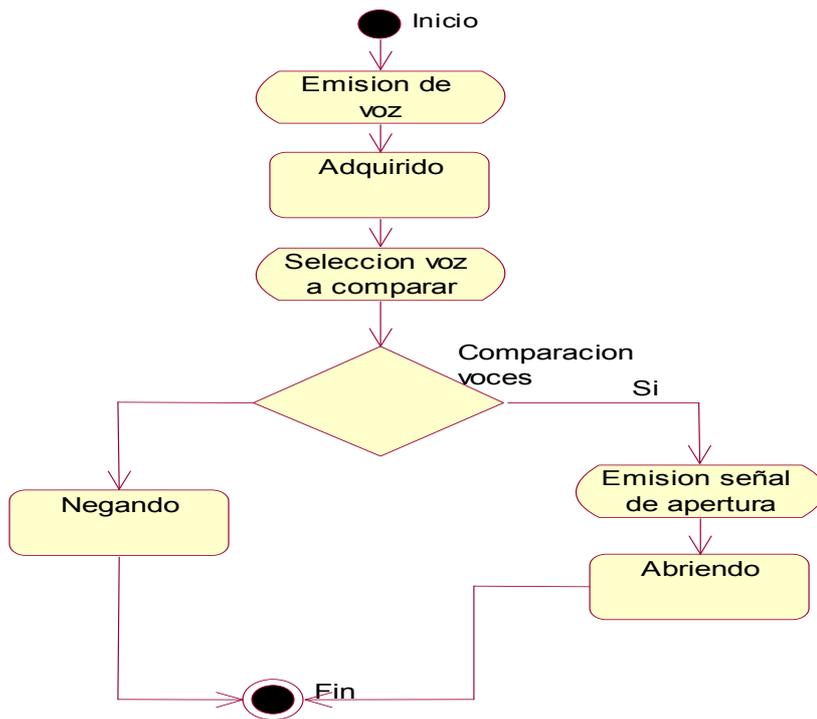


Figura IV.16: Diagrama de Actividades - Reconocer Usuario

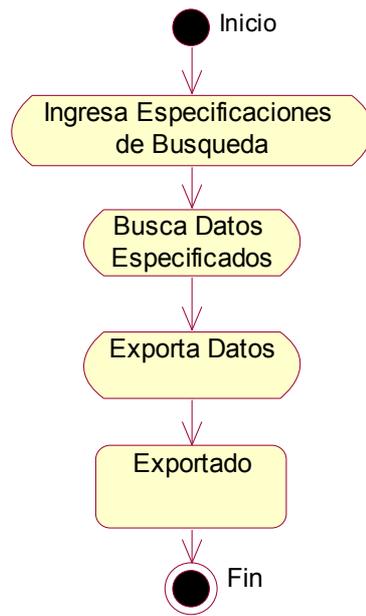


Figura IV.17: Diagrama de Actividades – Reportes

Diagrama de Clases

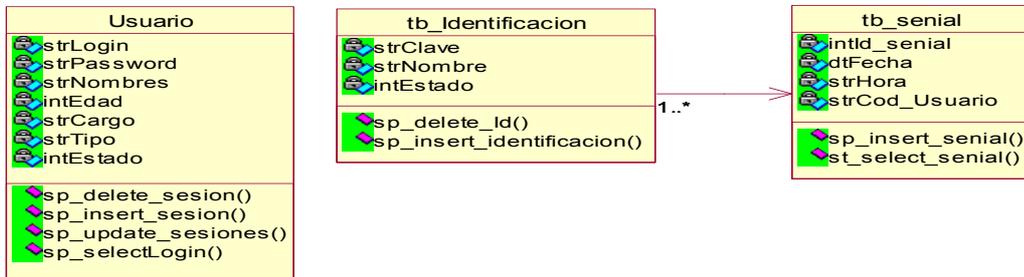


Figura IV.18: Diagrama de Clases

Diagrama de Componentes

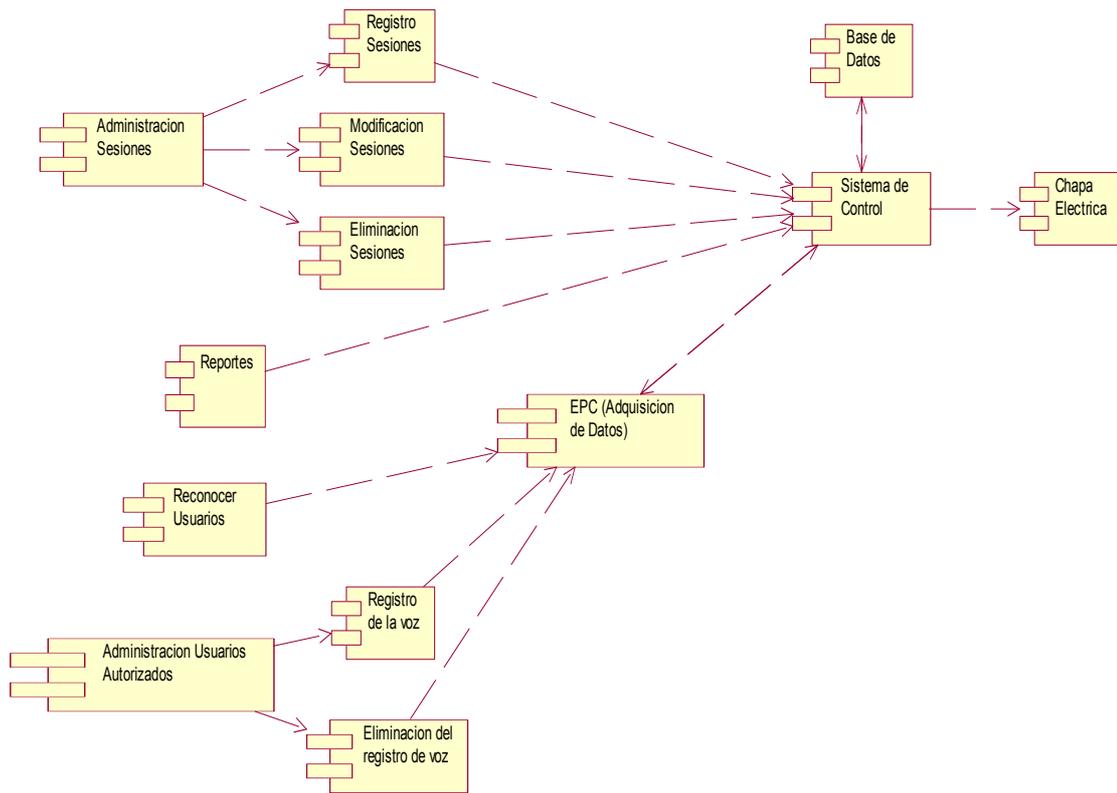


Figura IV.19: Diagrama de Componentes

Diagrama de Despliegue

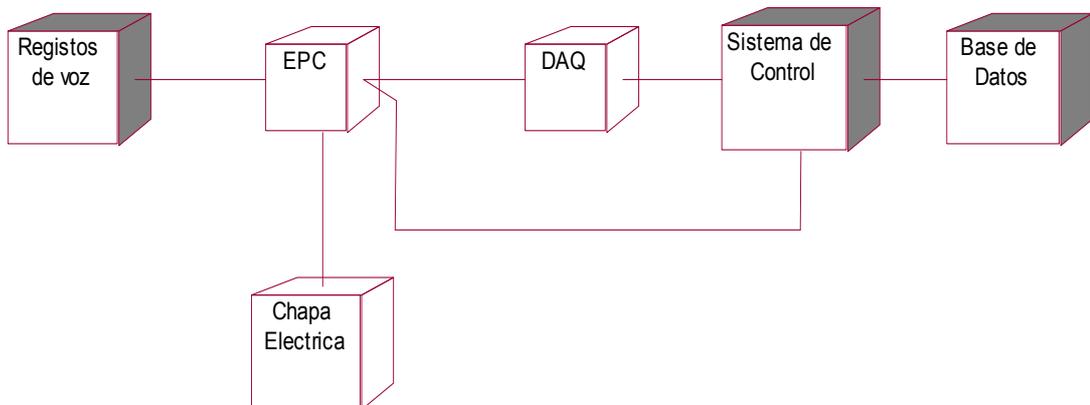


Figura IV.20: Diagrama de Despliegue

Modelo lógico de la Base de Datos

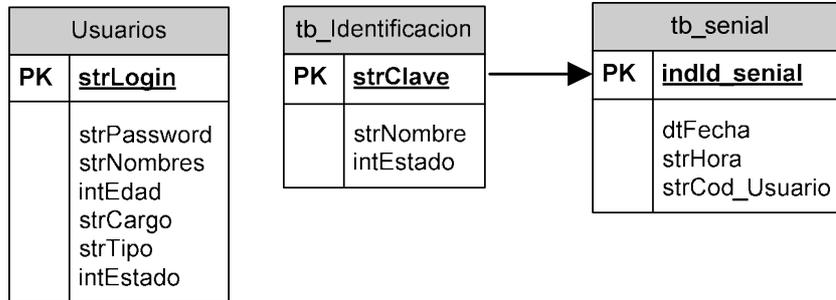


Figura IV.21: Modelo Lógico de la Base de Datos

Diccionario de Datos

TABLA IV.14: Diccionario de Datos

DATO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	OBSERVACION
strLogin	Varchar(15)	Login de Usuario Sesión	Caracteres alfanuméricos
strPassword	Varchar(15)	Password de Usuario Sesión	Caracteres alfanuméricos
strNombres	Varchar(50)	Nombre de Usuario Sesión	Caracteres alfanuméricos
intEdad	Integer	Edad del usuario Sesión	Caracteres numéricos
strCargo	Varchar(20)	Cargo del Usuario Sesión	Caracteres alfanuméricos
strTipo	Varchar(20)	Tipo de Acceso al Sistema	Caracteres alfanuméricos
intestado	Integer	Estado del Usuario Sesión	Caracteres numéricos

Continuación...

DATO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	OBSERVACION
strClave	Varchar(15)	Clave de Acceso de Identificación	Caracteres alfanuméricos
strNombre	Varchar(30)	Nombre del Usuario del Sistema de Acceso	Caracteres alfanuméricos
intestado	Integer	Estado del Acceso	Caracteres numéricos
indId_señal	Integer	Identificador del Acceso al Sistema	Caracteres numéricos
dtFecha	Datetime	Fecha de Acceso	Fecha
strHora	Varchar(20)	Hora que se ha realizado un Acceso o no	Caracteres alfanuméricos
strCod_Usuario	Varchar(15)	Código del Usuario de Identificación	Caracteres alfanuméricos

4.3.3 Diseño del Entorno Virtual

4.3.3.1 Interacción del mundo Virtual

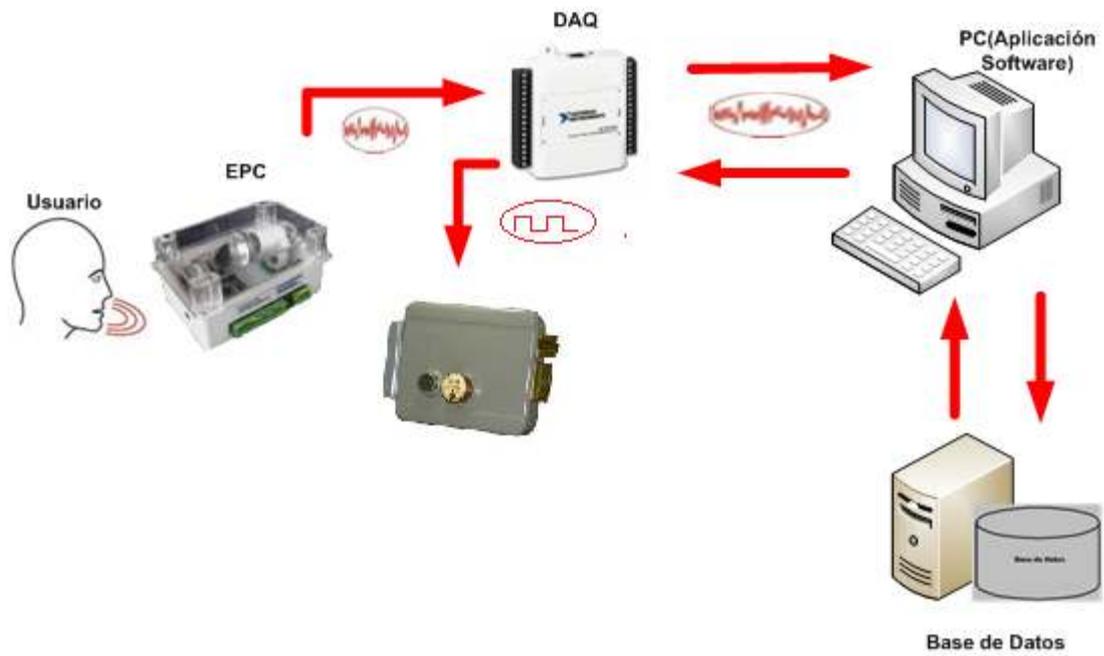


Figura IV.22: Interacción del mundo Virtual

4.3.3.2 Esquema Eléctrico



Figura IV.23: Conexión del Sensor de Proximidad a la DAQ

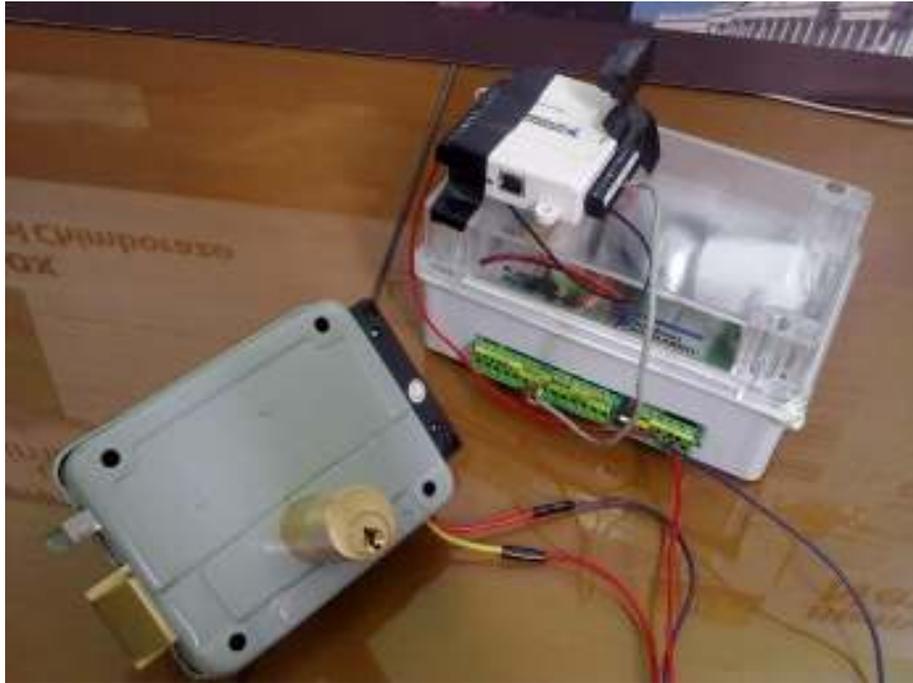


Figura IV.24: Conexión de la DAQ al EPC



Figura IV.25: Conexión del transformador y la Cahapa al EPC

4.3.4 Implementación

4.3.4.1 Entorno Virtual

Dentro de la Implementación, hacemos referencia como entorno virtual a todos los Vi's utilizados en el desarrollo de la parte software, los mismos que interactúan con todo el recurso hardware para permitir la ejecución y desempeño del prototipo planteado.

De este modo vamos a detallar cada uno de los vi's utilizados dentro del programa y la función que cumple dentro de la aplicación.

La programación se realizó en labview 2009 y entre estos vi's tenemos los siguientes:

- Login
- Entrenar
- Reconocer
- Ingresar
- Eliminar
- Sesiones
- Reporte

Todos los botones anteriormente mencionados están programados dentro de eventos del Panel Principal, los cuales se harán uso cada vez que se requiera.

De la misma manera cada uno de los algoritmos que se describirán a continuación hacen uso de la herramienta Matlab R2008a, la cual nos permite generar matrices, operaciones matemáticas sobre matrices y gráficos, además crear scripts y funciones para formular y manipular las estructuras de datos, realizar análisis de datos de dimensiones extremadamente grandes como las matrices de matrices que se utilizan en estos algoritmos.

Botón Login

En este botón se realiza el proceso de logeo de un usuario de sesiones, de modo que cuando se ingresa el login y password estos datos son comparados con los de la base de datos y si la comparación es satisfactoria se enciende un led.

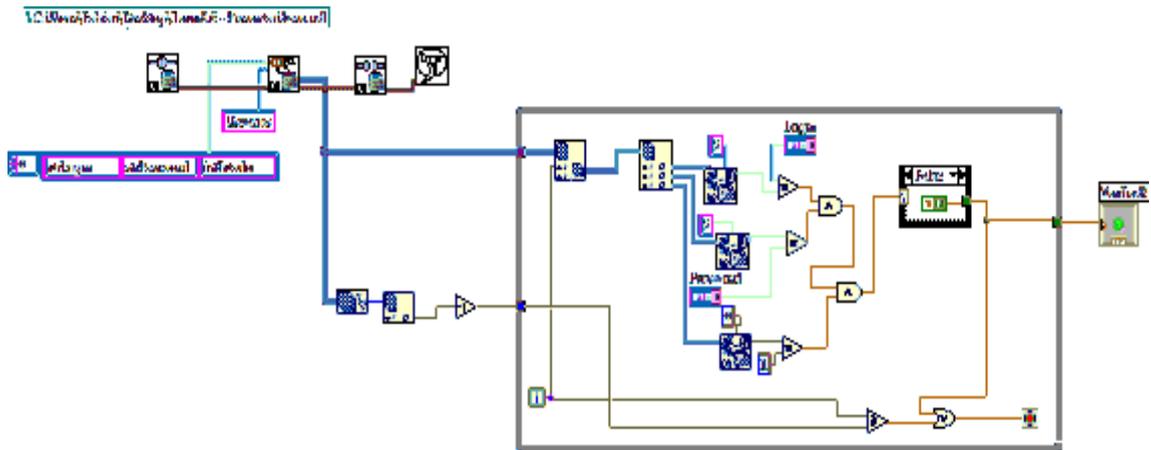


Figura IV.26: Diagrama de Bloques del Botón Login

Botón Entrenar

Este botón contiene las sentencias de entrenamiento de los registros de voces de los usuarios que son ejecutados a la vez en el vi ENTRENAR que se describe a continuación.

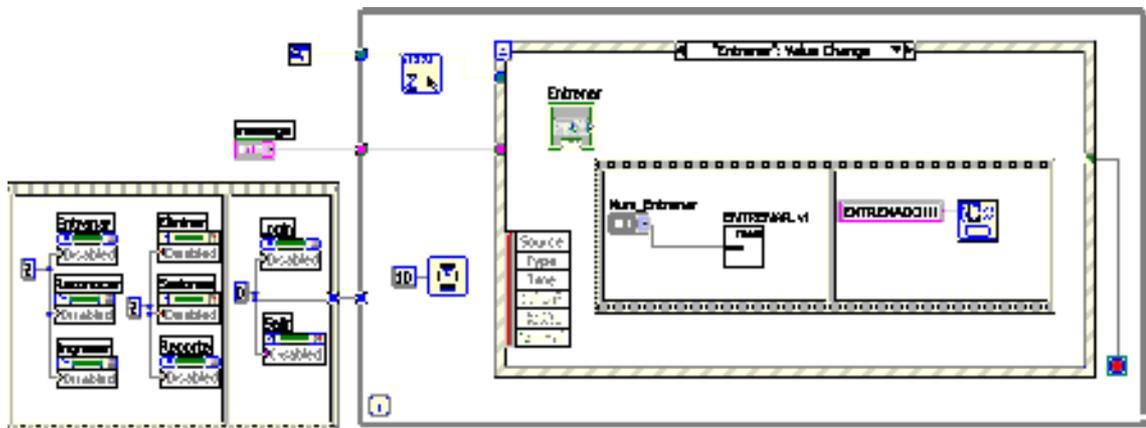


Figura IV.27: Diagrama de Bloques del Botón Entrenar



El algoritmo ENTRENAR.vi (TRAIN) hace uso del script train, el cual obtiene los archivos .wav de los registros de voz de los usuarios, calcula la mfcc que es la

extracción de atributos del espectro de las frecuencias, para finalmente ingresarlos a la variable code que es un vector de matrices.

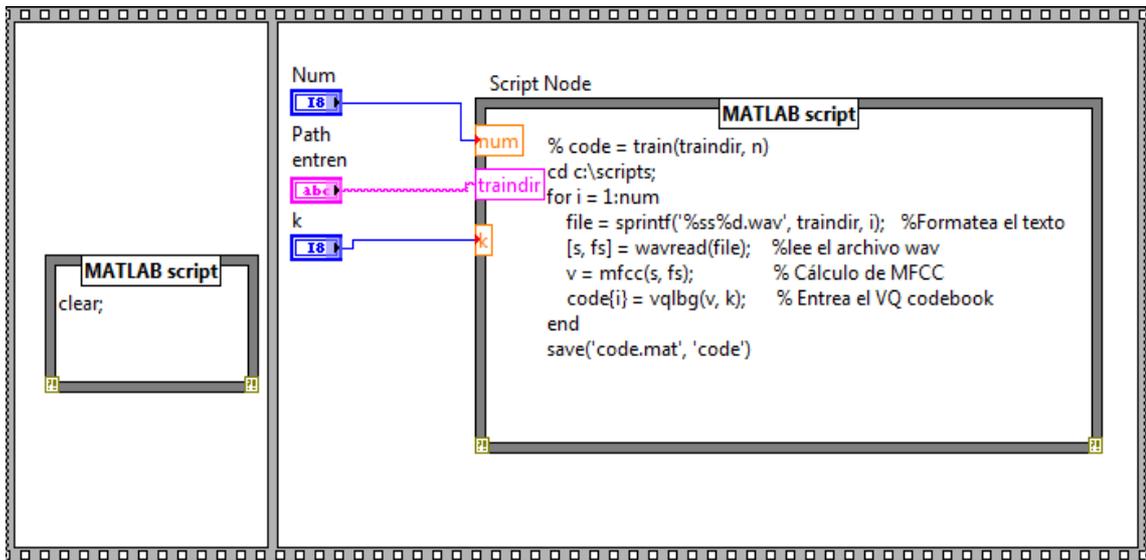


Figura IV.28: Diagrama de Bloques del Algoritmo ENTRENAR.VI

Botón Reconocer

En este botón se programa todo el algoritmo que realiza la comparación de la voz emitida por el usuario con las voces de los Usuarios Autorizados registrados con antelación, esto gracias a que el sensor de proximidad que detecta la presencia de una persona a una distancia de 20 cm de modo que el sistema automáticamente solicita que se identifique (Hable) el Usuario, esta señal de voz se adquiere mediante el modulo de la DAQ USB 6009 instalado en Labview.

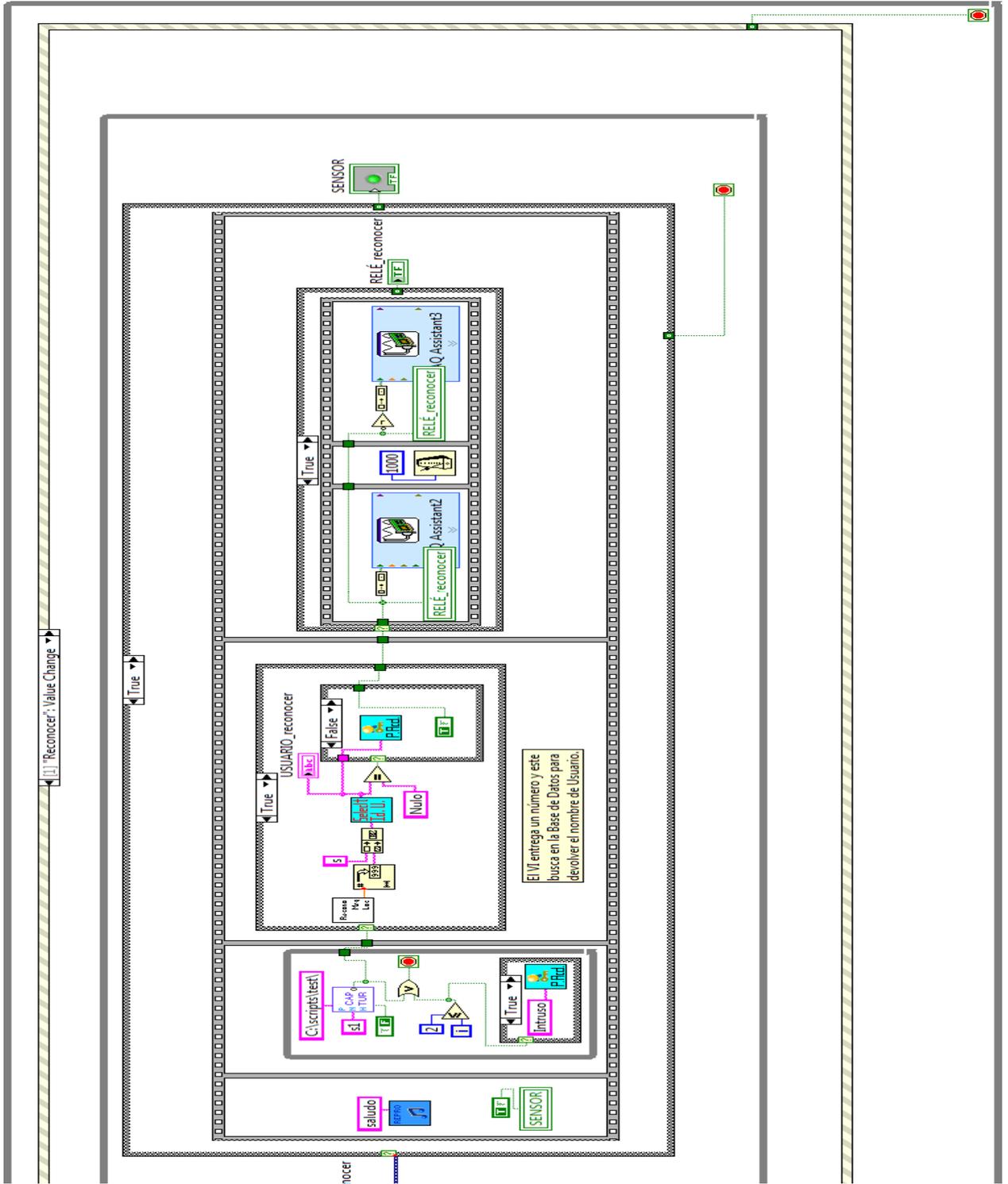


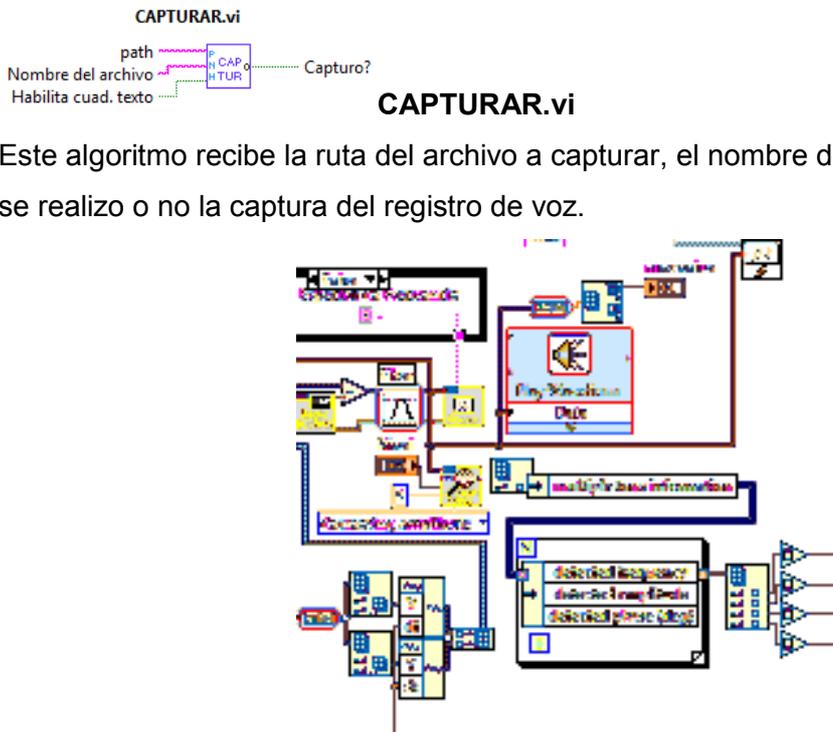
Figura IV.29: Diagrama de Bloques del Boton Reconocer

Este diagrama de bloques utiliza otros sub vi's que se describen a continuación:



El algoritmo REPRODUCIR.vi recibe el nombre del archivo a reproducirse, lo lee y lo reproduce, con fines de ayuda para el Usuario.

Figura IV.30: Diagrama de Bloques del Sub vi REPRODUCIR



Este algoritmo recibe la ruta del archivo a capturar, el nombre del archivo y devuelve si se realizo o no la captura del registro de voz.

Figura IV.31: Diagrama de Bloques del Sub vi CAPTURAR



Este sub vi contiene el código necesario para realizar la selección de datos de un determinado usuario al cual se le ingresa un string que es el nombre del usuario y devuelve la clave y el estado del mismo para posteriores usos.

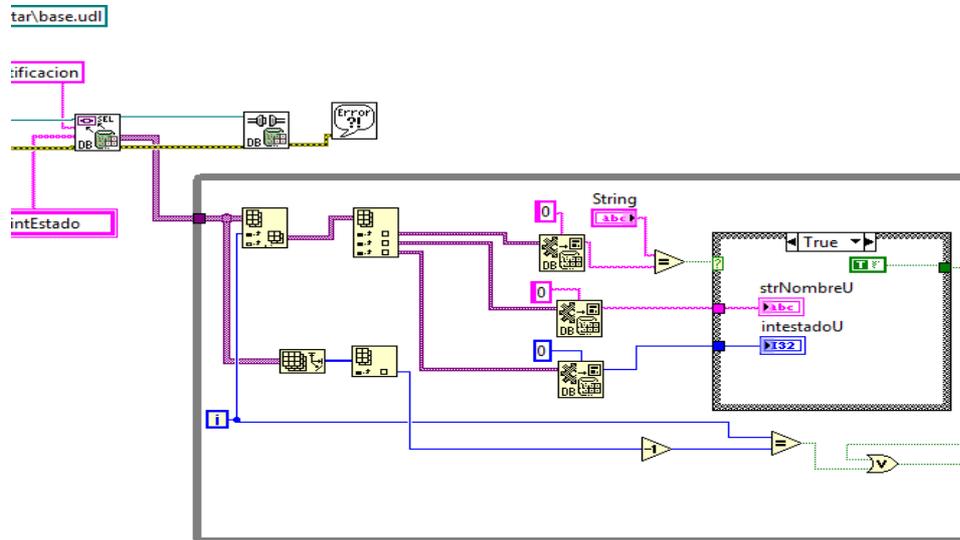


Figura IV.34: Diagrama de Bloques del Sub vi Select_identificacion

Botón Ingresar

En este botón se realiza todo el algoritmo para ingresar un usuario autorizado; esto es, registrar los datos del mismo y su registro de voz de modo que se encuentre almacenado y pueda en lo posterior autenticarse.

Botón Sesiones

En este botón se realiza todo el proceso de registro de sesiones, modificación y eliminación de una sesión determinada de modo que se lleve un control de las personas que realizan acciones administrativas o simplemente de usuario sin privilegios de la siguiente manera:

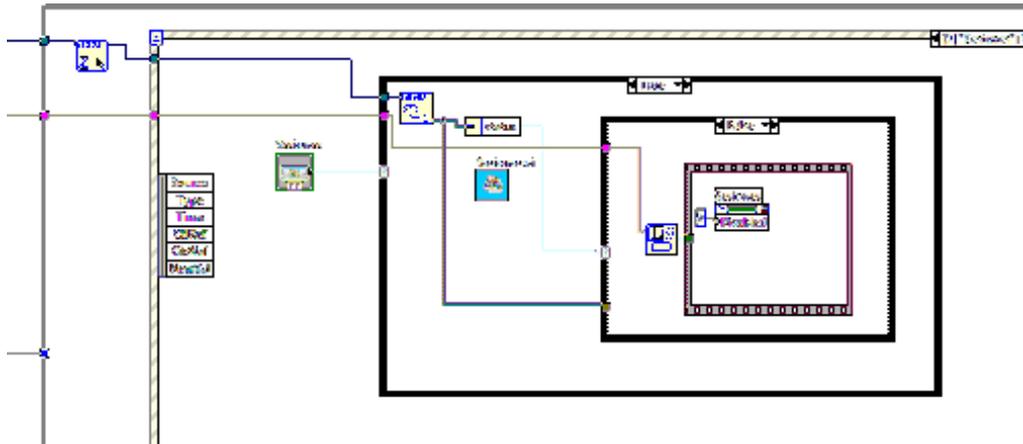


Figura IV.37: Diagrama de Bloques del Botón Sesiones

Sesiones.vi



Sesiones.vi

Este sub vi tiene la finalidad de realizar todo el proceso de ingreso, modificación y eliminación de sesiones para cuando una persona intente logearse determinar qué tipo de usuario es, para lo cual se tiene el siguiente diagrama de bloques:

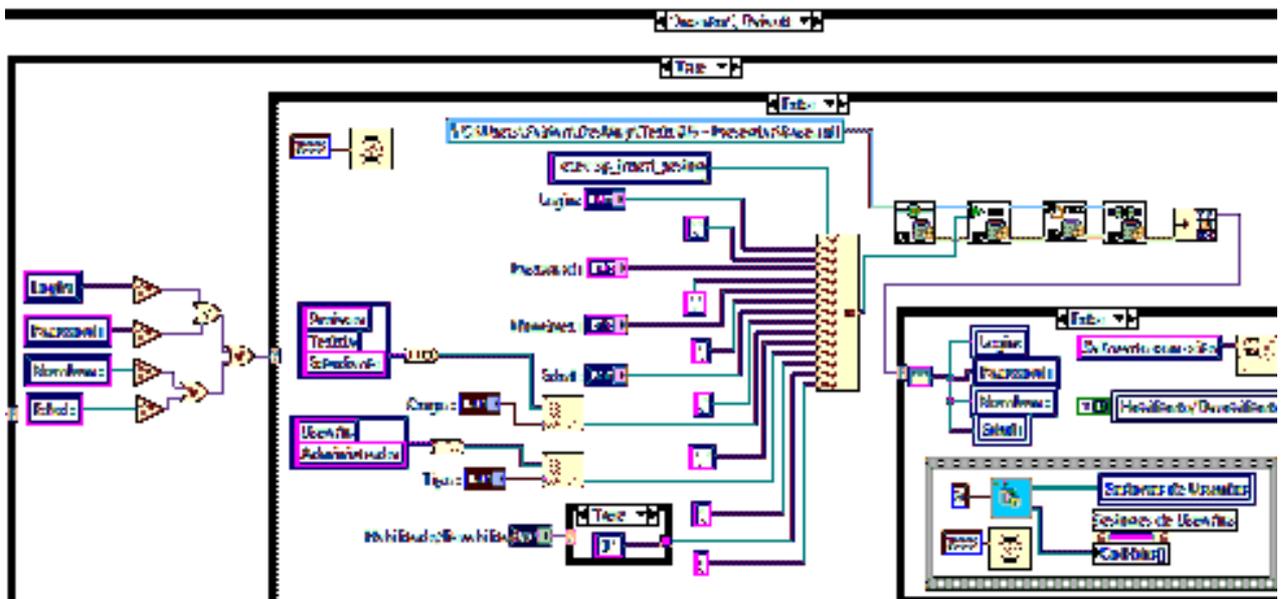


Figura IV.38: Diagrama de Bloques del sub vi Sesiones para la opción Modificar

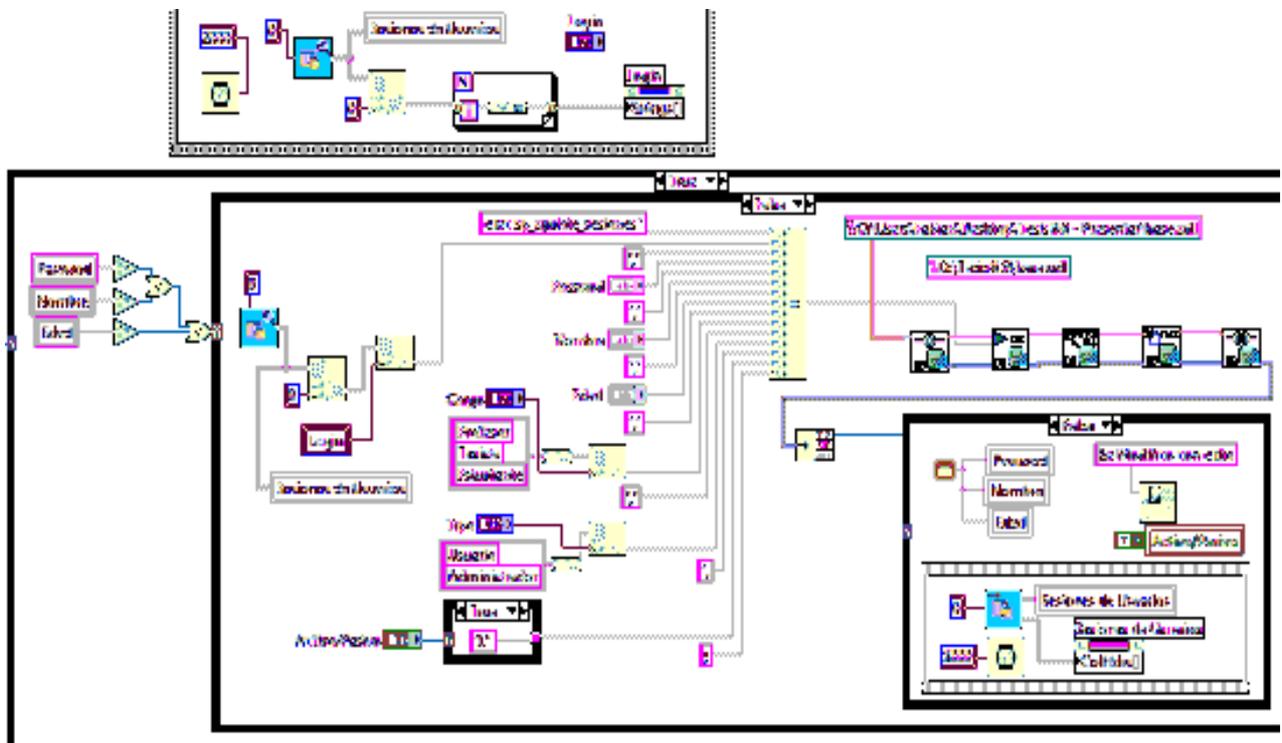


Figura IV.39: Diagrama de Bloques del sub vi Sesiones para la opción Modificar

Botón Reporte

Este boton tiene el codigo necesario para tener reportes en excel de todos los usuarios accedados y de los que no tuvieron accesos, de modo que se hace una relacion con la base de datos para poder obtener estos datos y el codigo es el siguiente:

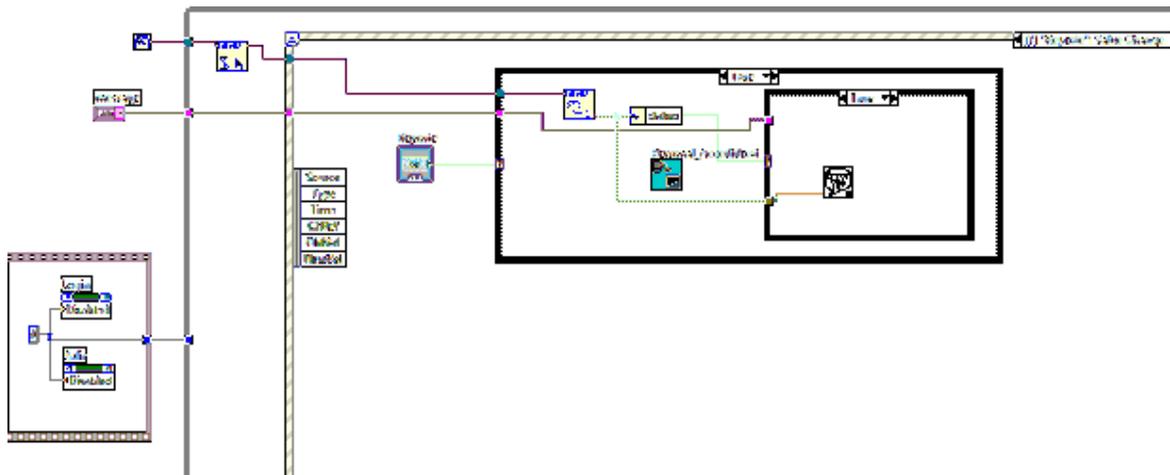


Figura IV.40: Diagrama de Bloques del Botón Reporte

Personal_Accedido.vi



Personal_Accedido.vi

Este sub vi tiene el codigo necesario para determinar el personal accedido esto se obtiene interactuando con la base de datos según los datos que el usuario desee, por ejemplo si desea saber los usuarios de una determinada fecha pues simplemente ingresa la fecha que desea obtener los datos y los adquiere, el diagrama de bloque se de este sub vi es el siguiente:

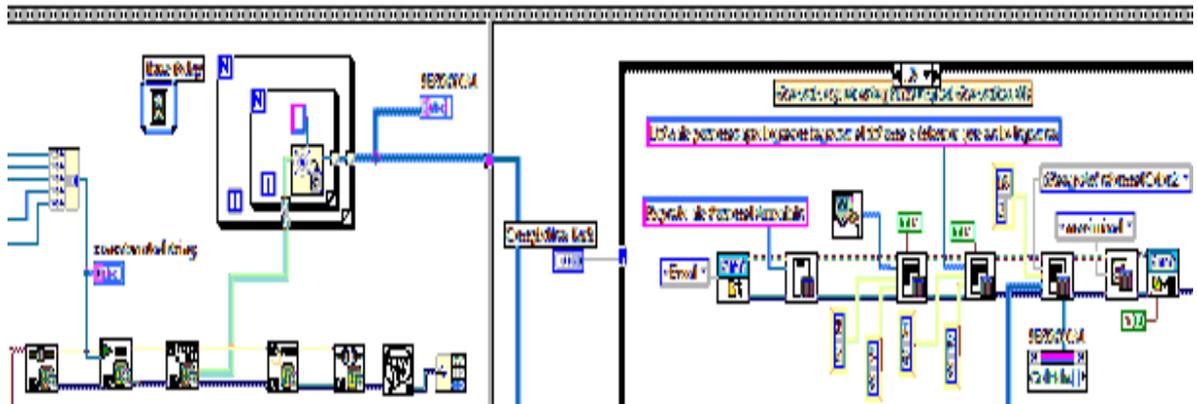


Figura IV.41: Diagrama de Bloques del sub vi Personal_Accedido

4.3.4.2 Modelo físico de la base de datos

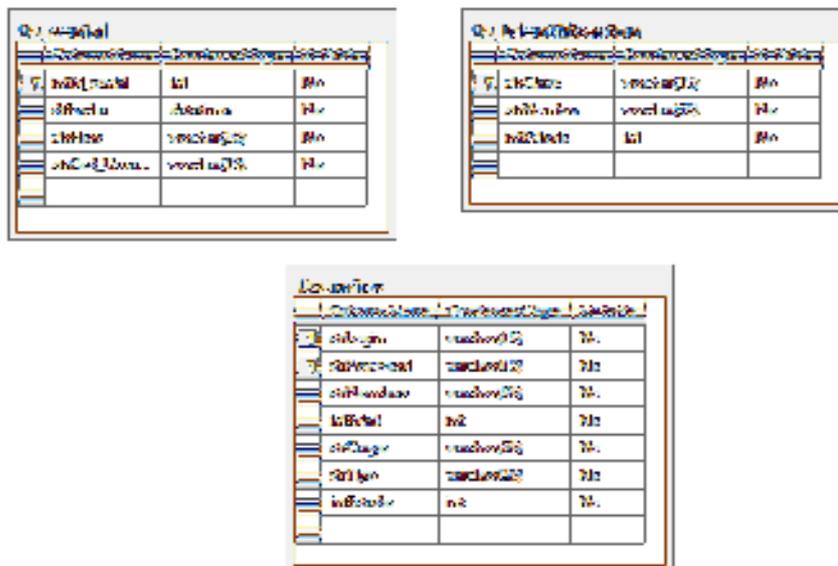


Figura IV.42: Modelo Físico de la Base de Datos

4.3.4.3 Interfaz de Usuario

El sistema automatizado está pensado para que pueda ser utilizado por cualquier persona, de este modo se crean las interfaces con un ambiente amigable y fácil de acceder, que permita realizar las actividades de la manera más sencilla y en el menor tiempo posible.

Es así que el Sistema Automatizado de Seguridad presenta las siguientes interfaces que se detallan a continuación:

Menú Principal

De primera aparece una pantalla que contiene una caratula y los botones necesarios para realizar todo el proceso del Sistema Automatizado (Menú) entre estas acciones tenemos: Login, Entrenar, Reconocer, Ingresar Usuario, Eliminar Usuario, Sesiones, Reporte, Salir.



Figura IV.43: Menú Principal

Login

La persona autorizada a Administrar el Sistema tiene que autenticarse con la siguiente pantalla:



The image shows a dialog box titled "AUTENTIFICACION" (Authentication). It contains two input fields: "Login" with the value "1803878022" and "Password" with a masked value "*****". Below the fields are two buttons: "OK" and "Cancel".

Figura IV.44. Autenticación de Sesiones

Ingreso de Usuario Autorizado

El primer paso a seguir es Ingresar un Usuario Autorizado al cual se le pedirá un nombre al momento de hacer click en el botón **Ingresar Usuario**, de la siguiente manera:



Figura IV.45. Ingreso de Nombre de Usuario

Seguidamente nos presenta una pantalla que al dar enter nos pedirá que ingresemos nuestro registro de voz así:



Figura IV.46. Registro de voz del Usuario

Proporcionándonos al final del mismo los datos del Usuario Ingresado



Figura IV.47. Datos del Usuario Ingresado

Eliminación de Usuario Autorizado

La primera acción que hace el sistema cuando se presiona el botón **eliminar usuario** es pedirnos el nombre del Usuario a Eliminar de la siguiente manera:

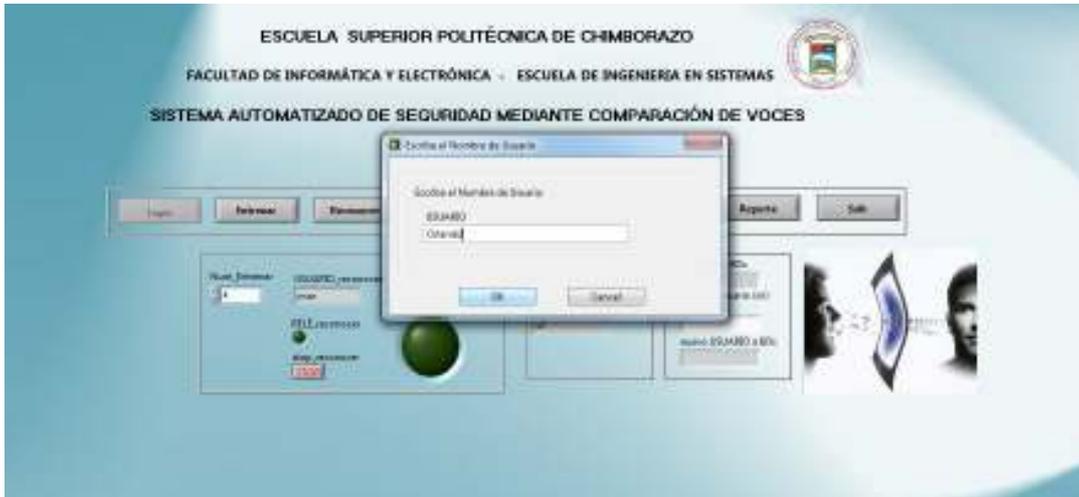


Figura IV.48. Ingreso de nombre del Usuario a Eliminar

Luego el sistema realiza la acción de eliminación y nos presenta la siguiente ventana que nos cerciora de que se realizo la eliminación correcta.



Figura IV.49. Verificación de Usuario Eliminado

Entrenar

El botón entrenar realiza el proceso de cargar en el vector de matrices de voces todos los registros de voces de todos los usuarios ingresados por lo que al ejecutar esta acción nos presenta una ventana de mensaje que nos dice que se entreno satisfactoriamente de la siguiente manera:



Figura IV.50. Ejecución del Proceso Entrenar

Reconocer Usuario Autorizado

Este es el proceso más importante del Sistema pues es el encargado de realizar las acciones de adquirir la señal de voz del usuario que desea ingresar, realizar la comparación del registro de voces y determinar si el usuario está autorizado o no de modo que se presentan las siguientes pantallas para hacer dicho proceso.



Figura IV.51. Ejecución del Proceso Reconocer

Sesiones

El Panel Sesiones nos permite administrar inicios de sesión para que los Usuarios autorizados puedan gestionar según se requiera de ahí que se pueda Insertar, Modificar y Eliminar Sesiones de la siguiente manera:



Figura IV.52. Inserción de Sesión

Reportes

El sistema permite presentar reportes: de Usuarios que ingresan al sistema diariamente, como también de Personas que no tienen acceso. Con el fin de determinar cuántos intrusos quieren infiltrarse al Sistema de Seguridad.

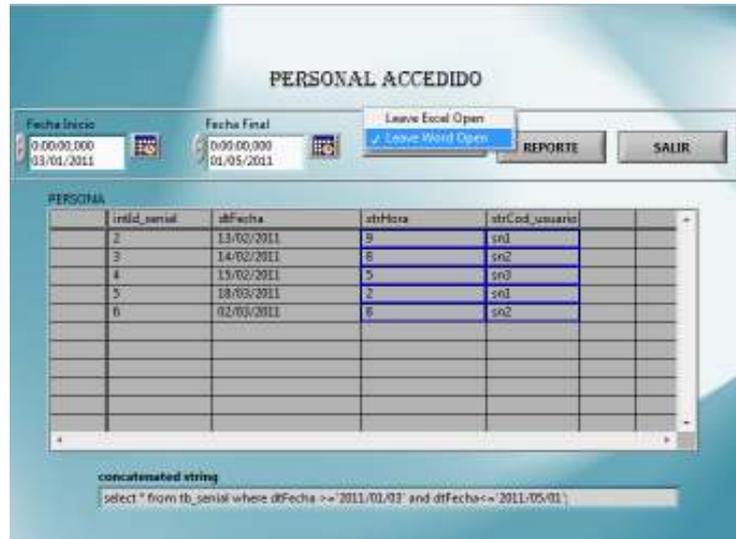


Figura IV.53. Reporte de Personal Accedido

Informe final en Excel con todo el listado, según las fechas a buscar.

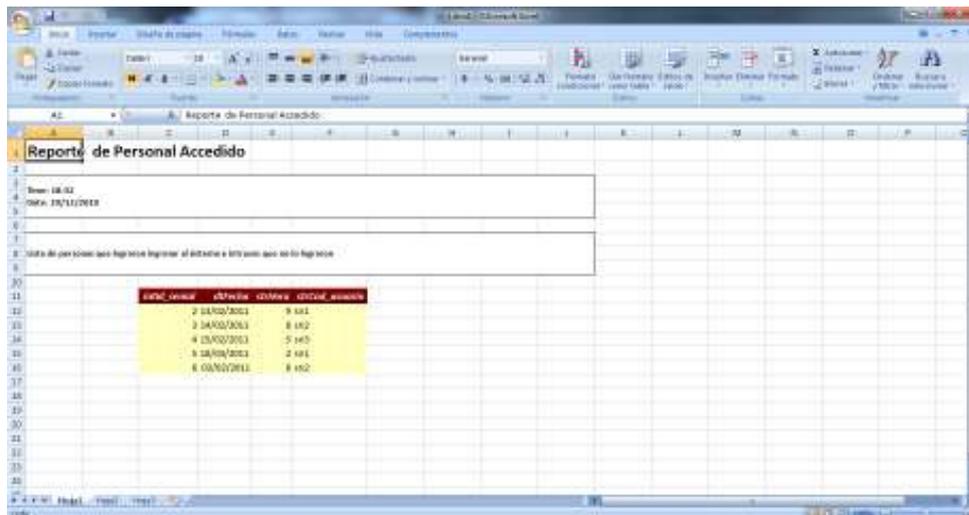
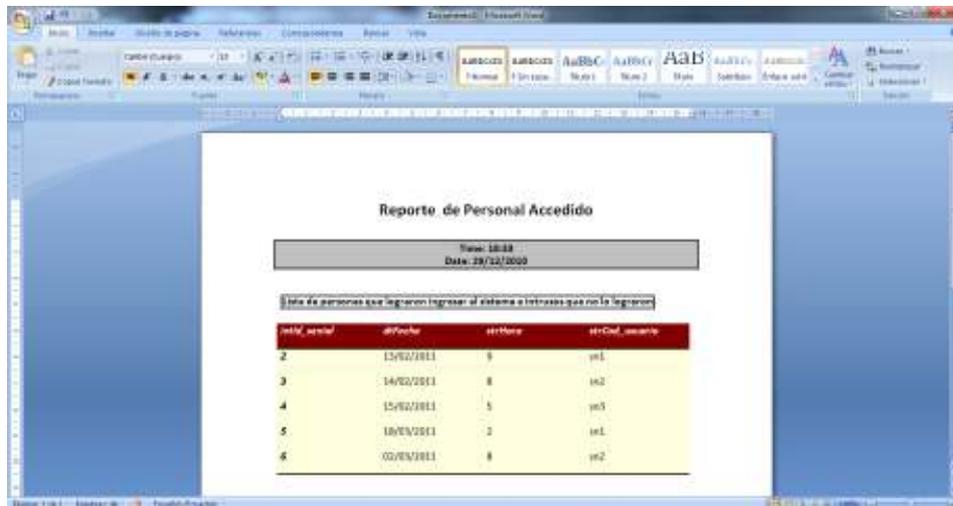


Figura IV.54. Reporte exportado a Excel

De igual forma se presenta en Microsoft Word, de acuerdo a las preferencias del Usuario.



idM_usuario	idFecha	idHora	idCod_usuario
2	15/02/2011	9	in1
3	14/02/2011	8	in2
4	15/02/2011	5	in3
5	18/01/2011	2	in1
5	02/03/2011	8	in2

Figura IV.55. Reporte exportado a Word

4.3.5 Pruebas

Las pruebas se las debe llevar a cabo a medida que se va configurando el hardware y desarrollando el software.

4.3.5.1 Pruebas Hardware

La realización de las pruebas hardware consiste en verificar que las entradas y salidas tanto del EPC como de la DAQ estén en buenas condiciones pues de ello depende que las señales que se transmiten por medio de estos sean las convenientes y tengan una excelente calidad, de modo que esto permita un excelente funcionamiento del software a posterior.

Así mismo tener en cuenta el adecuado funcionamiento del sensor como de la chapa eléctrica que son parte esencial en este proyecto.

4.3.5.2 Pruebas Software

De igual manera que se toman previsiones con lo que respecta al hardware y su funcionamiento en lo que ha implementación se refiere, también se espera tener las mismas previsiones para el software, de modo que cada implementación software que realicemos es necesario que la vayamos probando a que funcione de acuerdo a nuestras necesidades y objetivos planteados, para que todo en conjunto funcione de acuerdo a lo establecido.

4.3.6 Implantación

4.3.6.1 Manual de Configuración

a. Requerimientos

Para que el sistema funcione de forma eficiente es necesario que se cumpla con los siguientes requerimientos mínimos.

Hardware

- PC con procesador Pentium 4 de 3 Ghz o superior
- 2 Gb de memoria RAM o superior.
- Disco duro con 80 Gb de espacio libre.
- Planta Entrenadora de Control EPC de National Instruments
- Tarjeta de Adquisición de datos DAQ USB 6009 de National Instruments
- Una Chapa Eléctrica
- Un Sensor de Proximidad.

Software

- Microsoft Sql Server 2005 Express Edition
- Microsoft Net Framework 3.5

- Labview Profesional 2009
- Matlab R2008a o superior
- Microsoft Office 97 o superior

b. Configuración del servidor de base de datos

Una vez que tengamos instalado SQL Server en el equipo que servirá como servidor de base de datos, procedemos a crear una base de datos en blanco como se observa a continuación.

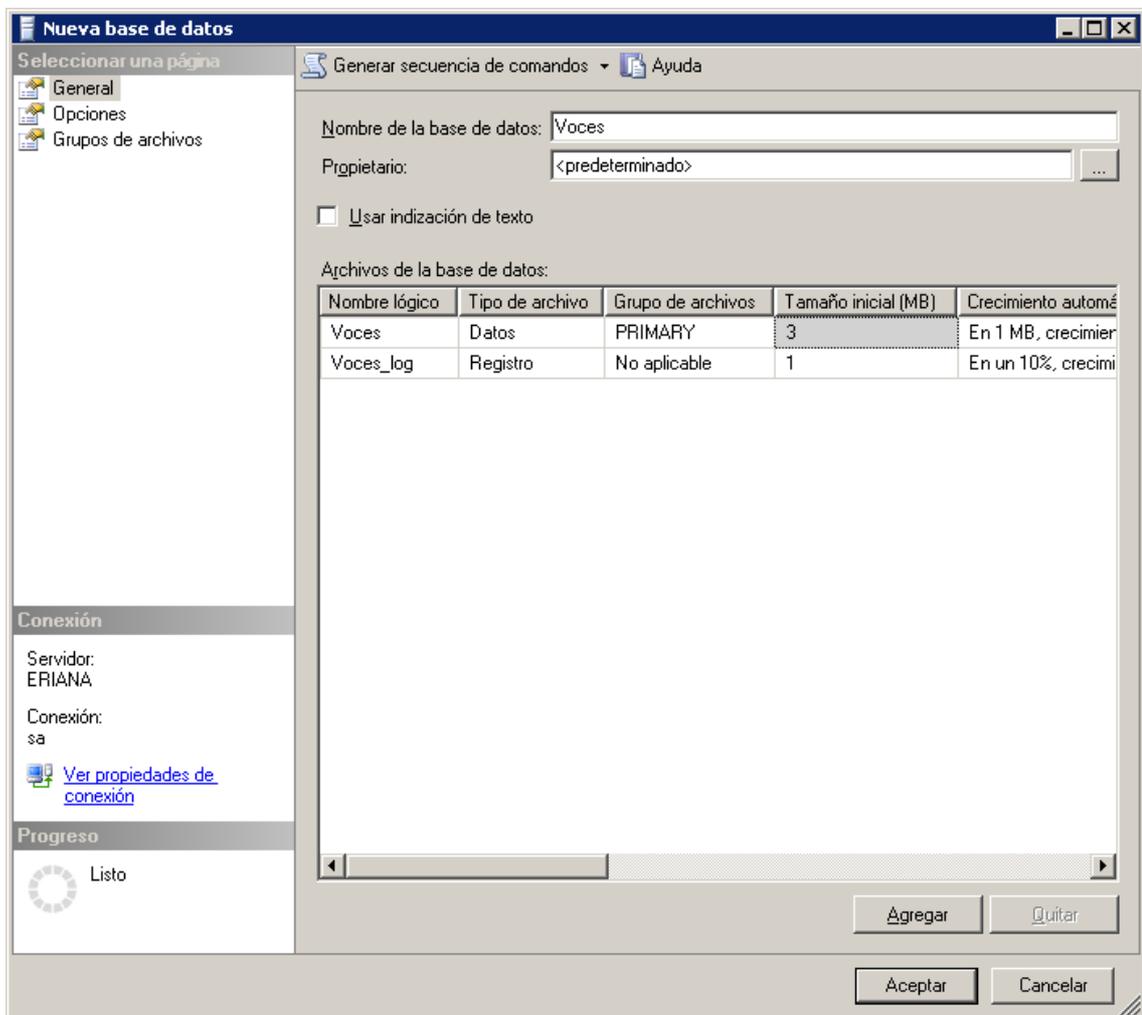


Figura IV.56. Creación de nueva base de datos Voces

Ahora procedemos a restaurar la base de datos desde el backup que tenemos, como se observa en las imágenes siguientes:

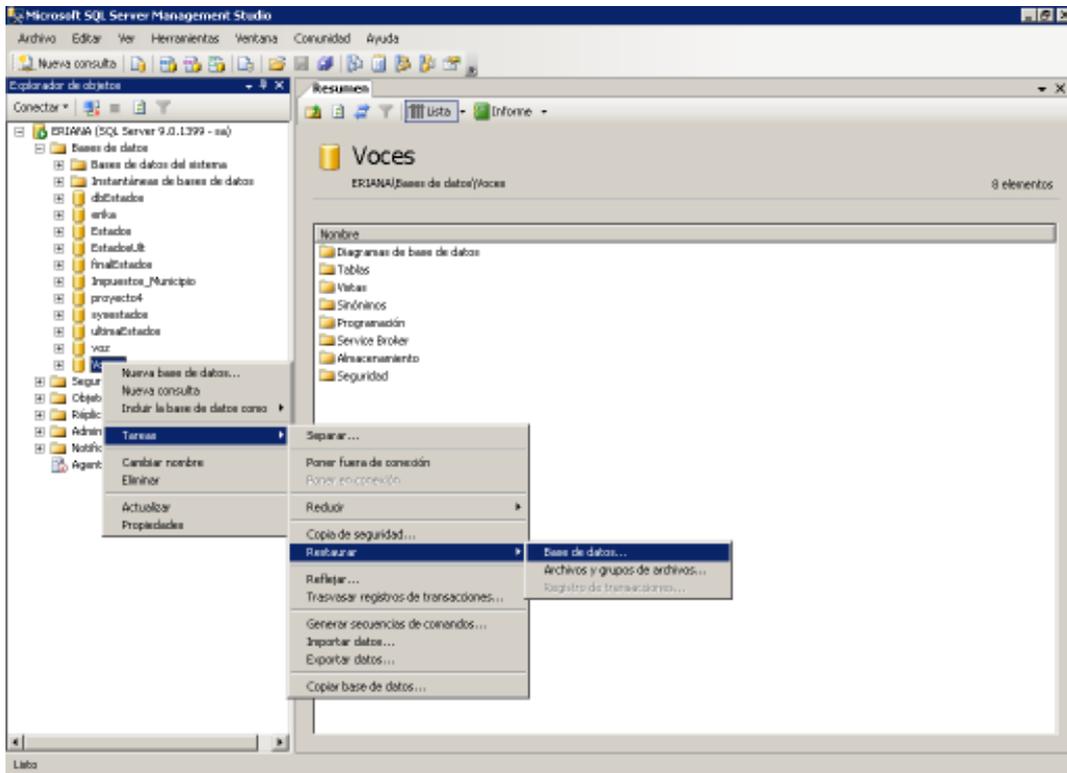


Figura IV.57 Restaurar Base de Datos

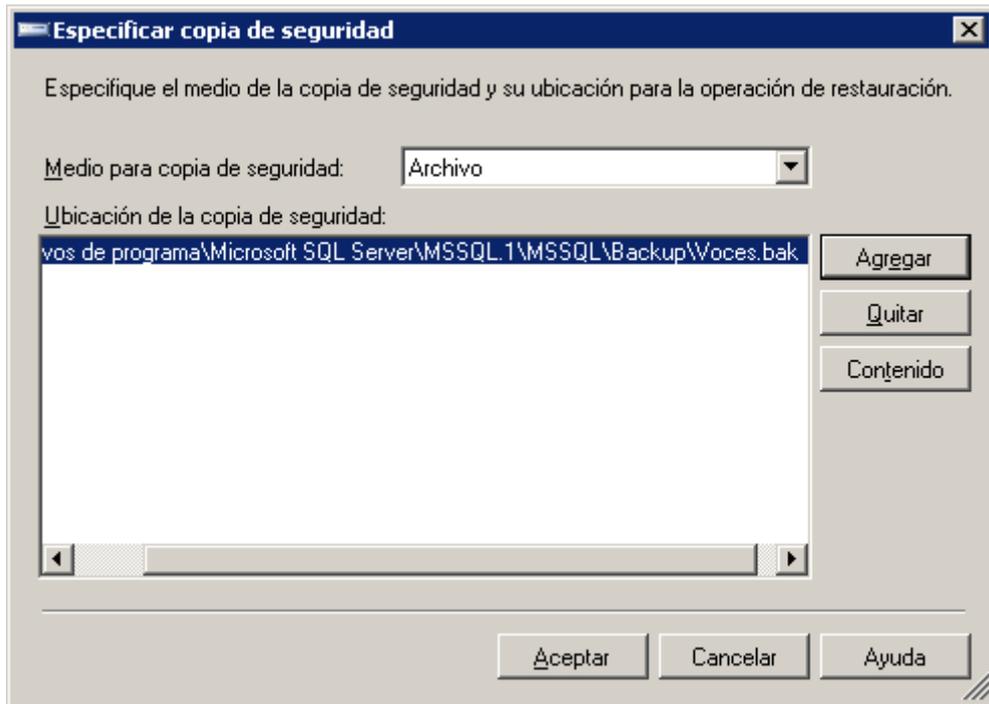


Figura IV.58 Ubicando el archivo de Back up

Una vez que se han identificado el archivo desde el cual se restaurará la base de datos, procedemos configurando las opciones de restauración de la base de datos, lo único que queda es aceptar para que los cambios sean guardados.

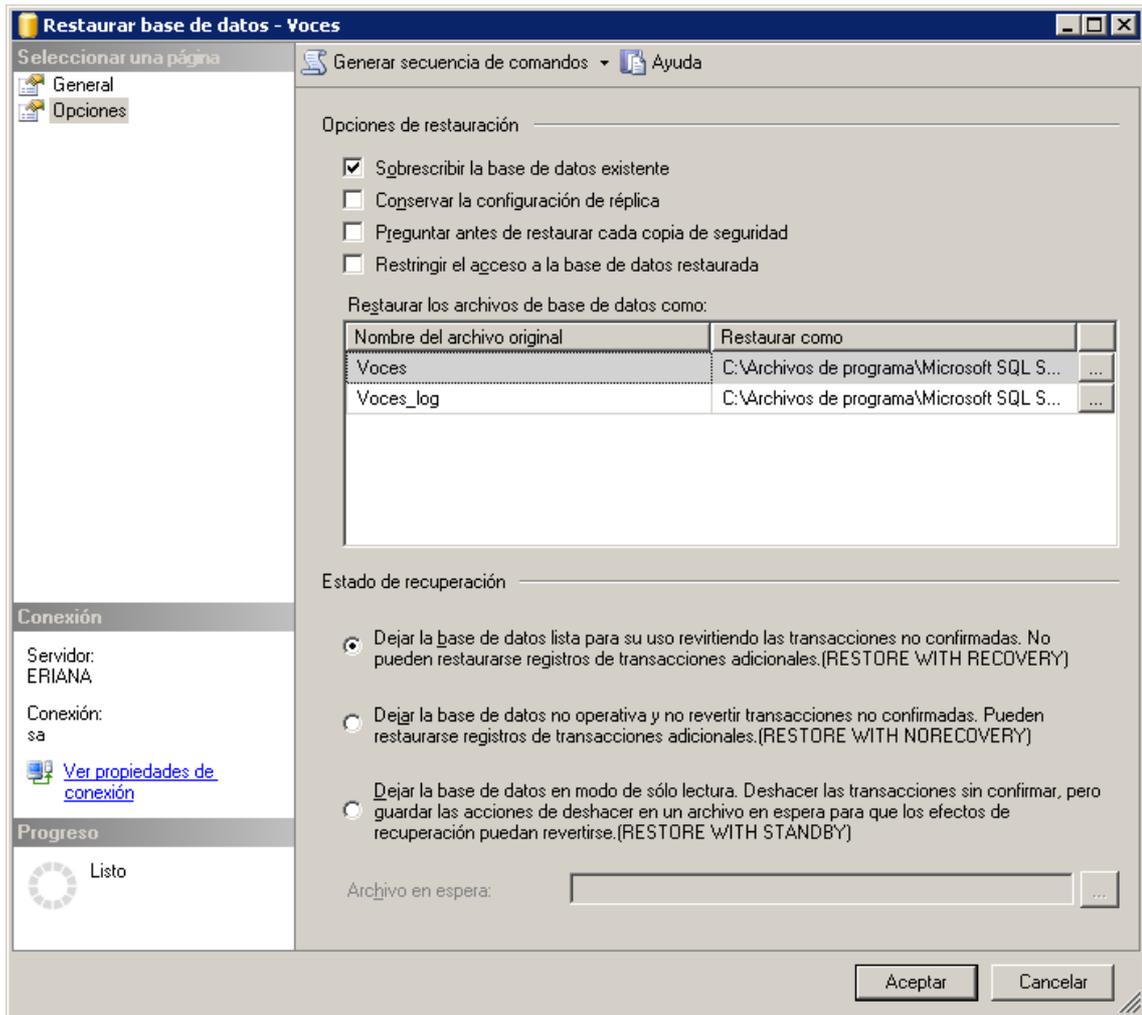


Figura IV.59. Parámetros de configuración

c. Configuración del equipo que albergará el Sistema de Seguridad

Primeramente, se debe crear la carpeta **scripts** dentro del Directorio C:\ la misma que debe contener las carpetas **train** y **test** con los archivos de matlab que contienen los algoritmos que se usan dentro del programa en Labview de la siguiente manera:

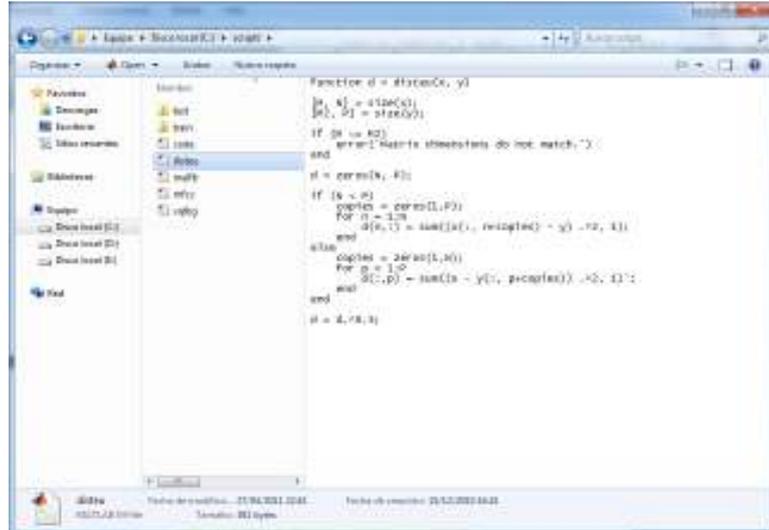


Figura IV.60. Carpeta scripts con archivos test y train

La carpeta **test** contiene el último archivo de voz capturado por el sistema para posterior análisis. Y la carpeta **train** guarda los archivos .wav de todos los Usuarios Autorizados por el Sistema.

A continuación procedemos a configurar el archivo UDL llamado **Voces.udl**, ubicado dentro de la carpeta UDL con la configuración de base de datos:

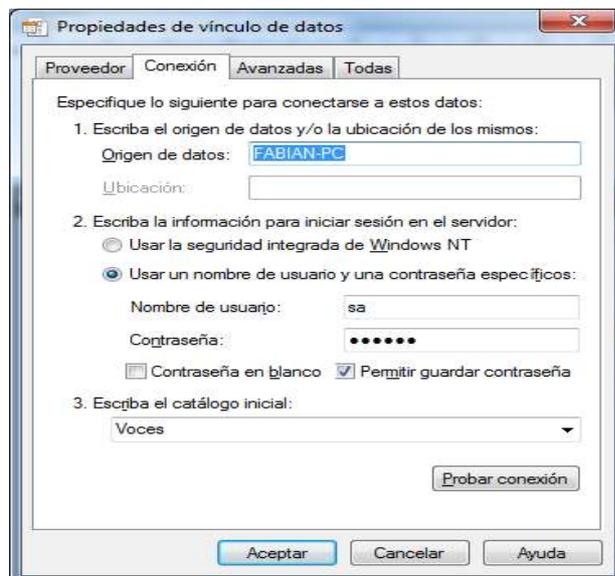


Figura IV.61. Configuración de archivo UDL.

De estar correctamente instalado Labview 2009, al momento de abrir el archivo **Principal.vi** debemos obtener la siguiente pantalla que será la que gestionará todo el proceso del sistema así:



Figura IV.62. Panel de control del Sistema de Seguridad

4.3.6.2 Manual de Usuario

Ver Anexo IV

CAPITULO V

VALIDACIÓN DE TESIS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en base al análisis de la información recogida en el trabajo realizado (Sistema Implantado). El examen en profundidad de los datos y el tratamiento estadístico de los mismos nos permiten contrastar las hipótesis mantenidas a lo largo de nuestra investigación.

Con el fin de realizar la validación de hipótesis: “Estudio Comparativo de los Lenguajes de Programación Gráfica para implementar un Sistema Automatizado de Seguridad mediante comparación de Voces en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS, permitirá mejorar la seguridad en el área de Control de Accesos”, se realizan diferentes pruebas para conocer los diferentes parámetros del sistema. Las pruebas se emplean para establecer el umbral de funcionamiento, determinar la tasa de falso rechazo, tasa de falsa aceptación y la operación tanto en hardware como en software. Posteriormente se realizará la evaluación respectiva con el fin de afirmar o negar valides de la hipótesis investigada.

5.1 Determinación de la Hipótesis

- **Hipótesis General**

“La implementación de un sistema automatizado de seguridad mediante comparación de voces en el laboratorio de automatización industrial de la EIS, permitirá mejorar la seguridad en el área de control de accesos.”

A partir de esta información se puede identificar las variables dependientes e independientes que intervienen.

- **Hipótesis Nula**

Ho: La implementación de un Sistema Automatizado de Seguridad mediante comparación de voces, no permitirá mejorar la seguridad en el área de control de accesos.

5.2 Análisis Estadístico

Es en este punto donde entran en juego las dos características básicas de la fiabilidad de todo sistema biométrico (en general, de todo sistema de autenticación): las tasas de falso rechazo y de falsa aceptación.

Medidas de los errores en la decisión

Si se observa la distribución de las puntuaciones de usuarios e impostores se puede observar que, de manera general, ambas distribuciones se solapan, lo que supone un problema para seleccionar el umbral, a partir del cual las puntuaciones serán interpretadas como pertenecientes a usuarios registrados.

Existe un total de cuatro posibles respuestas del sistema:

1. Una persona autorizada es aceptada,
2. Una persona autorizada es rechazada,
3. Un impostor es rechazado,
4. Un impostor es aceptado.

Las salidas números 1 y 3 son correctas, mientras que las número 2 y 4 no lo son. El grado de confianza asociado a las diferentes decisiones puede ser caracterizado por la distribución estadística del número de personas autorizadas e impostores.

En efecto, las estadísticas anteriores se utilizan para establecer dos tasas de errores:

1. **Tasa de falsa aceptación** (**FAR**: False Acceptance Rate), la probabilidad de que el sistema autentique correctamente a un usuario ilegítimo.
2. **Tasa de falso rechazo** (**FRR**: False Rejection Rate), se entiende la probabilidad de que el sistema de autenticación rechace a un usuario legítimo porque no es capaz de identificarlo correctamente.

La *FAR* y la *FRR* son funciones del grado de seguridad deseado. En efecto, usualmente el resultado del proceso de identificación o verificación será un número real normalizado en el intervalo $[0, 1]$, que indicará el "grado de parentesco" o correlación entre la característica biométrica proporcionada por el usuario y la(s) almacenada(s) en la base de datos.

El grado de seguridad deseado se define mediante el umbral de aceptación u , un número real perteneciente al intervalo $[0,1]$ que indica el mínimo grado de parentesco permitido para autorizar el acceso del individuo.

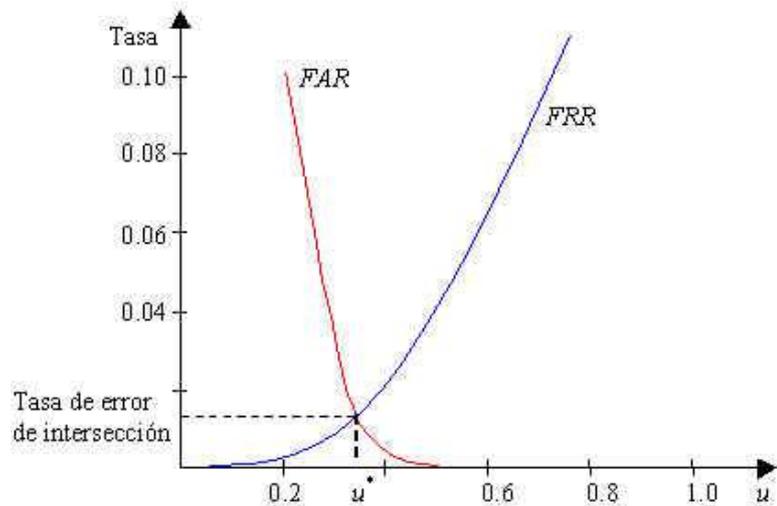


Figura V.1: Gráfica de FRR y FAR como funciones del umbral de aceptación u para el sistema.

La FRR es una función estrictamente creciente y la FAR una estrictamente decreciente en u . La FAR y la FRR al ser modeladas como función del umbral de aceptación tienen por dominio al intervalo real $[0,1]$, que es además su recorrido, puesto que representan frecuencias relativas. La figura muestra una gráfica típica

de la FRR y la FAR como funciones de u . En esta figura puede apreciarse un umbral de aceptación particular, denotado por u^* , donde la FRR y la FAR toman el mismo valor. Este valor recibe el nombre de tasa de *error de intersección (cross-over error rate)* y será utilizado como medida única para caracterizar el *grado de seguridad* del sistema. En la práctica, sin embargo, es usual expresar los requerimientos de desempeño del sistema, tanto para verificación como para identificación, mediante la FAR. Usualmente se elige un umbral de aceptación por debajo de u^* con el objeto de reducir la FAR, en desmedro del aumento de la FRR.

Para el análisis estadístico de los algoritmos implementados, no vamos a utilizar los criterios de fidelidad comunes para ellos, como lo que se desea es saber que tan fiable son estos algoritmos para poder realizar la identificación de personas; usaremos las variables estadísticas: Tasa de Falsa Aceptación (FAR) y Tasa de Falso Rechazo (FRR).

5.3 Tasa Real de Falso Rechazo

Las pruebas realizadas para encontrar la tasa real de falso rechazo FRR se realiza de la siguiente manera: se toma una muestra de los usuarios registrados a quienes se empareja 15 veces, dichos emparejamientos se representan: 1 corresponde a un emparejamiento positivo (acceso concedido) y 0 cuando el emparejamiento ha fallado (acceso denegado). Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla V.3.

La tasa de falso rechazo FRR en porcentaje se obtiene al aplicar la siguiente relación: si el número de pruebas es 100%, cuánto será en porcentaje el número de rechazos.

A continuación se presenta la regla de tres simple.

N° Pruebas → 100%

N° Rechazos → FRR

$$FRR = \frac{N^{\circ} \text{ Rechazos} * 100\%}{N^{\circ} \text{ Pruebas}}$$

Tabla V.1: Resultados reales de falso rechazo para el sistema

Usuario	Umbral 0			Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3			Umbral 4		
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8	Prueba 9	Prueba 10	Prueba 11	Prueba 12	Prueba 13	Prueba 14	Prueba 15
Usuario 1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Usuario 2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Usuario 3	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
Usuario 4	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
Usuario 5	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
N° Rechazos	4			5			6			5			5		
% FRR Promedio	26,67%			33,33%			40%			33,33%			33,33%		
	% FRR Promedio												33,33%		

El objetivo de esta prueba es encontrar la Tasa Real de Falso Rechazo al cual el sistema va a estar funcionando de modo que:

Tabla V.2: Tasa de Falso Rechazo FRR

FALSO RECHAZO	
Número de Pruebas	75
Falsos Rechazos	25
Tasa real de Falso Rechazo	33,33%

5.4 Tasa Real de Falsa Aceptación

Para encontrar la curva de falsa aceptación FAR se realizan las siguientes pruebas:

- Usuario registrado intenta ingresar al área protegida con otra clave.
- Una persona ajena al sistema intente ingresar con una clave registrada.

De similar manera se realizaron 15 pruebas a 5 usuarios para los cuales la tasa de falsa aceptación se calculara de la siguiente manera:

N° Pruebas → 100%

N° Aceptaciones → FAR

$$FAR = \frac{N^{\circ} \text{ Aceptaciones} * 100\%}{N^{\circ} \text{ Pruebas}}$$

Tabla V.3: Resultados reales de falsa aceptación para el sistema

Usuario	Umbral 0			Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3			Umbral 4		
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8	Prueba 9	Prueba 10	Prueba 11	Prueba 12	Prueba 13	Prueba 14	Prueba 15
Usuario 1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
Usuario 2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Usuario 3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Usuario 4	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Usuario 5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
N° Aceptación	6			6			5			5			2		
% FAR Promedio	40%			40%			33,33%			33,33%			13,33%		
	% FAR Promedio												31,98%		

Estas pruebas entregaron el siguiente resultado:

Tabla V.4: Tasa de Falsa Aceptación FAR

FALSA ACEPTACIÓN	
Número de Pruebas	75
Falsas Aceptaciones	24
Tasa real de Falsa Aceptación	31,98%

5.5 Determinación del Umbral de Funcionamiento

El objetivo de este experimento es determinar el nivel de umbral donde el sistema funcione adecuadamente y no cause molestias al usuario.

Evidentemente, una FRR alta provoca descontento entre los usuarios del sistema, pero una FAR elevada genera un grave problema de seguridad. Por tanto, si el umbral es demasiado bajo, se vuelve demasiado fácil para una persona no autorizada ser aceptada por el sistema, en cambio si el umbral está demasiado alto, personas autorizadas pueden llegar a ser rechazadas.

Para determinar el umbral de funcionamiento del sistema, es necesario encontrar el punto de intersección entre las curvas FRR y FAR cuyos parámetros son inversamente proporcionales (curvas duales); conocido como **ERR (Equal Error Rate) Taza de Igual Error**.

La escala normalizada para el umbral se encuentra entre el valor de [0,1]; el presente proyecto posee una escala de umbral entre los valores de [0,5] (Ver Anexo V) como se ve en las Figuras V.1 y V.2.

El punto de intersección entre FRR y FAR es conocido como **EER**, estas curvas se la puede apreciar en la figura V.2.

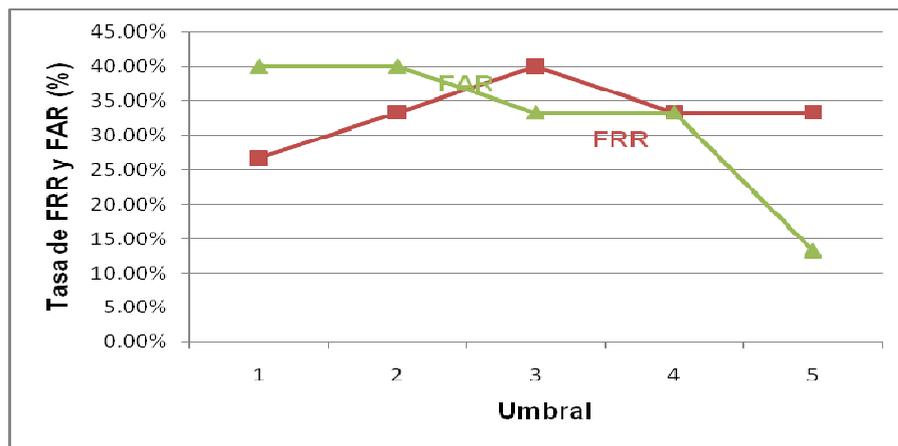


Figura V.2: Curvas FRR y FAR

De acuerdo al gráfico anterior (figura V.2) se puede observar que el punto EER se encuentra a un nivel de umbral de 4 con una tasa del 33,33%.

En base a estos resultados podemos determinar que con un umbral de 4 de un total de 5 el nivel del umbral es más o menos alto, de modo que el sistema no está garantizando una completa seguridad puesto que personas autorizadas pueden llegar a ser rechazadas.

De las pruebas realizadas se puede inferir que muchos de los problemas presentados para que el sistema no proporcione la mayor seguridad deseada es que ante el registro de la voz se presenta espacios de ruido, ecos que desproporcionan la señal adquirida y luego hace que al identificarse la persona no se le atribuya el acceso por no ser reconocido.

De igual manera al momento de la autenticación se depende mucho del ambiente en el que se encuentre, pues las condiciones en las que la señal de una persona fue adquirida debe ser el mismo al momento de su identificación, contribuyendo de este modo otro problema por el que el sistema no garantiza en su totalidad la seguridad deseada.

Así también debemos hacer hincapié en las características del equipo utilizado para la implementación del sistema puesto que nos vemos limitados por sus características dado que este proyecto es un prototipo y los elementos mismos se crearon para pruebas básicas.

Es de este modo que unificando todos los resultados realizados en cuanto a la fiabilidad del sistema, se avala la hipótesis general y se rechaza la hipótesis nula.

CONCLUSIONES

- En la actualidad el uso de técnicas de reconocimiento y autenticación biométrica está cobrando gran relevancia dado a que los rasgos biométricos en general son más difíciles de duplicar o falsificar, ya que a diferencia de los métodos comúnmente utilizados, no se basan en lo que cada individuo posee sino en lo que el individuo es.
- Elegir el lenguaje de Programación Grafica apto para el desarrollo de un sistema que permita el control de accesos mediante la voz, supuso un estudio comparativo de los lenguajes disponibles en el medio, tomando en consideración aspectos importantes que atribuyan ventajas al desarrollo del mismo como la compatibilidad con los elementos a utilizar (DAQ, EPC.), compatibilidad con Bases de Datos, Facilidad de uso, Costos, entre otros; de modo que nos permitió inferir que el más idóneo para la implementación fue Labview.
- Mediante la integración de Herramientas como Labview, Matlab y SQL Server se logró implementar un proyecto que atribuya las características de una persona como la voz para obtener un sistema de identificación para el control de accesos.
- Seguir una metodología de desarrollo implica llevar a cabo pasos ordenados para implementar un proyecto de acuerdo a nuestras necesidades, es por eso que la metodología XP (Xtreme Programming) se adaptó a los requerimientos de un sistema biométrico que cubra las etapas del diseño del entorno virtual en proyectos de este tipo, sin dejar de lado lo que implica la ingeniería de software.
- Al ser Labview una herramienta que proporciona grandes beneficios en cuanto a conectividad se hizo posible la integración del mismo con el elemento hardware como lo es el EPC, DAQ 6009 que se comunica con la Pc mediante conexión usb, facilitando el tratamiento de estos elementos de manera más general.

- Entre una de las potentes funcionalidades que ofrece Labview es la integración de Código Scripts de MATLAB, que nos permiten desarrollar procesos lógicos, matemáticos y algorítmicos, y que gracias a estos se desarrolló métodos como cálculo de la distancia euclidiana, coeficientes de melfb que permitieron que el Sistema Automatizado de Seguridad mediante comparación de voces realice el proceso de autenticación.
- El utilizar SQL Server para crear un base de datos que lleve el registro de los usuarios del sistema, permite tener un mayor control de sus registros de voz de modo que también nos beneficia al momento de la autenticación pues de este modo podemos determinar cuáles son los usuarios que tuvieron acceso y cuáles no, así en modo de reportes.
- Mediante la implementación del sistema y la comprobación de la hipótesis avalando la hipótesis general, se determinó que el sistema mediante comparación de voces mejora la seguridad en cuanto al control de accesos a relación al método habitual que se utiliza, tomando en cuenta que de acuerdo a las medidas de fiabilidad FAR y FRR tomadas del sistema, este no es 100% eficiente.

RECOMENDACIONES

- Para autenticar a un usuario utilizando el reconocedor de voz se debe disponer de ciertas condiciones para el correcto registro de los datos, como ausencia de ruidos, reverberaciones o ecos; idealmente, estas condiciones han de ser las mismas siempre que se necesite la autenticación.
- Para que el sistema de Seguridad mediante comparación de voces sea más eficiente sería necesario hacer un análisis de lo que a hardware DSP se refiere, ya que es una técnica dedicada exclusivamente a procesamiento de señales que obedece a funciones determinadas y hacen más practica la adquisición y análisis de señales, y que por motivos de diseño no se utilizaron en esta aplicación.
- Así mismo se necesita que previo a la ejecución del Sistema se tome en cuenta la correcta instalación de los Programas en los que se desarrollaron, es decir, Labview, matlab y demás funcionalidades del programa que se encuentran detalladas en el Manual de Usuario.
- Antes de poner en marcha el sistema de seguridad, se recomienda verificar la instalación física del sistema eléctrico, dado a que por especificaciones propias de los equipos se debe considerar una correcta conexión para evitar daños en los mismos y lesiones en las personas que los manipulan.
- En caso de que se necesiten realizar modificaciones en el sistema, se recomienda a los técnicos estudiar el capítulo de desarrollo del presente trabajo y a los usuarios leer detenidamente el manual de usuario para una correcta utilización del Sistema Automatizado de Seguridad mediante comparación de voces.
- Hacer un estudio previo de dispositivos y recursos hardware, que ofrezcan mejores garantías en cuanto al análisis, procesamiento y control de señales, e incentivar a los estudiantes a ahondar más en estos temas de manera que este trabajo sirva como base para futuras investigaciones y desarrollos.

RESUMEN

Investigación orientada al estudio comparativo de lenguajes de programación gráfica para implementar un sistema automatizado de seguridad mediante voz, en el Laboratorio de Automatización Industrial de la EIS.

Mediante los parámetros de comparación tales como: Multiplataforma, Calidad, Carga Cognitiva, etc., fue seleccionada la Herramienta Labview V2009 que alcanzo el 81.5 %, ya que se adapta mejor para implementar el sistema, porque tiene soporte a varios dispositivos (GPIB, LAN, LXI, USB, etc.); frente a: DasyLab V.10.0 Agilent VEE V.9 y Lookout V.4.5 que obtuvieron 52.5%, 48.8%,47.1% respectivamente.

Para la programación del sistema se utilizó una Planta Entrenadora de Control mediante comunicación USB a través de tarjeta de Adquisición de datos (DAQ USB 6009), para permitir la conexión hardware-software y el proceso de adquisición de voz; se programó en labview 2009 y SQL Server 2005, donde el algoritmo de procesamiento de señales muestrea, filtra, y convierte una señal en el dominio del tiempo a una equivalente en el dominio de frecuencia, de tal modo que, se pueda hallar: espectro de frecuencias, determinar grado de correlación y de comparación de las mismas.

Una vez implementado el sistema se logró tener un mejor control de acceso a través del sistema automatizado, sin embargo el nivel de seguridad no es eficiente, debido a que se trabajo un sistema prototipo, se recomienda probar este sistema de seguridad de voz en equipos de mejores prestaciones.

SUMMARY

The present paper is about the research oriented to the graphic programming language comparative study to implement a voice security automation system at the Industrial Automation Lab of the EIS.

The Labview V2009 tool was selected by means comparing parameters such as: Multi platform, Quality, Cognitive Load, etc, which reached 81.5% because it is the right to be implemented and besides it has supports to several devices (GPIB, LAN, LXI, USB, etc) compared to DasyLab V10.0, Agilent VEE V 9 and Lookout V4.5 which got 52.5%; 48.8% and 47.1% respectively.

A control trainer plant by communication USB with data acquisition query (DAQ USB 6009) was used for the system programming, to access the hardware - software connection and the voice acquisition process was programmed in Labview V 2009 and SQL Server 2005 where the sign processing algorithm illustrates, filters and becomes a sign in the dominium of the time to a equivalent in the dominium of frequency so that, it can find the spectrum of frequencies, determine the grade of correlation and comparing of themselves.

After implement the system a better access controlling by means of an automation system was reached. However the level of security is not efficient because it is worked in a prototype system. It is recommended to test this voice security system with equipments which give the best services.

GLOSARIO

ADC

La conversión analógica-digital consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

ASD

El método ágil ASD (Adaptive Software Development) es un modelo de implementación de patrones ágiles para desarrollo de software. Al igual que otras metodologías ágiles, su funcionamiento es cíclico y reconoce que en cada iteración se producirán cambios e incluso errores.

CED

El Disco de Capacitancia Electrónica (CED) fue un sistema de reproducción de video desarrollado por la RCA, en el cual video y audio podía ser reproducido en un TV usando una aguja especial analógica y un sistema de surcos muy densos similares a los de un Disco de vinilo.

DAC

Un conversor digital-analógico es un dispositivo para convertir datos digitales en señales de corriente o de tensión analógica.

DAQ

La adquisición de datos o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora o PAC.

DLL

Una biblioteca de enlace dinámico o más comúnmente DLL es el término con el que se refiere a los archivos con código ejecutable que se cargan bajo demanda de un programa por parte del sistema operativo. Esta denominación es exclusiva a los sistemas operativos Windows siendo ".dll" la extensión con la que se identifican estos ficheros, aunque el concepto existe en prácticamente todos los sistemas operativos modernos.

DSDM

El método de desarrollo de sistemas dinámicos es un método que provee un framework para el desarrollo ágil de software, apoyado por su continua implicación del usuario en un desarrollo iterativo y creciente que sea sensible a los requerimientos cambiantes, para desarrollar un sistema que reuna las necesidades de la empresa en tiempo y presupuesto. Es uno de un número de métodos de desarrollo ágil de software y forma parte de la alianza ágil.

FFT

Una transformación rápida de Fourier (FFT), es un algoritmo para calcular la transformada de Fourier discreta (DFT) y su inverso. Hay muchos algoritmos FFT que incluyen una amplia variedad de las matemáticas, desde la simple aritmética de números complejos de la teoría de grupos y teoría de números.

FPGA

Una FPGA es un Dispositivo semiconductor que contiene bloques de lógica cuya Interconexión y Funcionalidad se puede Programar. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip.

GPB

Es un estándar bus de datos digital de corto rango desarrollado por Hewlett-Packard en los años 1970 para conectar dispositivos de test y medida (por ejemplo multímetros, osciloscopios, etc.) con dispositivos que los controlen como un ordenador.

GPIO

GPIO expensor de bus, productos permiten una fácil expansión en serie de E / S a través de un estándar de la industria de I² C, SMBus™, o interfaz SPI™. GPIO pueden ofrecer productos adicionales de control y de seguimiento cuando el microcontrolador o chipset no tiene suficientes puertos E / S, o en sistemas donde la comunicación de serie y control desde una ubicación remota es ventajosa.

LED

Diodo emisor de luz, también conocido como LED es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica

MSF

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas.

NI DAQ (Software de Adquisición de Datos (DAQ))

Tradicional NI-DAQ es un controlador de hardware compatible con los aparatos legado heredado de adquisición de datos. Algunos productos tradicionales compatibles con NI-DAQ también están soportados por NI-DAQmx. En estos casos se recomienda que los NI-DAQmx se utilice.

NI-DAQmx (Software de Adquisición de Datos para Windows)

El software de NI-DAQmx va más allá de un controlador DAQ básico para brindar mayor productividad y rendimiento. El software controlador NI-DAQmx y el software adicional de servicios de medida incluidos con cada dispositivo DAQ con soporte de NI-DAQmx.

NI-FGEN (National Instruments NI-FGEN Signal Generator)

Con el Software NI-FGEN, el cual está incluido con generadores de forma de arbitraria y función de NI, usted puede desarrollar potentes soluciones de medida en un tiempo mínimo.

NI-SCOPE (Software Controlador para Digitalizadores de Alta Velocidad)

Con el software NI-SCOPE, incluido con cada compra de un digitalizador de alta velocidad, usted puede desarrollar potentes soluciones de medida en un tiempo mínimo.

NI-SWITCH (Software de Administración de Conmutadores)

NI Switch Executive de National Instruments es una aplicación inteligente de administración de conmutadores y enrutado. Con NI Switch Executive usted obtiene mayor productividad en el desarrollo al configurar y nombrar de manera interactiva módulos de conmutación, conexiones externas y rutas de señales.

OPC

Especifica parámetros para comunicación en tiempo real entre diferentes aplicaciones y diferentes dispositivos de control de diferentes proveedores OPC se basa en la tecnología OLE/COM (Object Linking and Embedding / Component Object Model) de Microsoft.

PID

Es un mecanismo de control por realimentación que se utiliza en sistemas de control industriales. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo.

PLC

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se

tiene que saber que hay infinidad de tipos de PLC. Los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

PXI

El bus PXI es un bus industrial de comunicaciones estándar para instrumentación y control. Las siglas significan una extensión del bus PCI pensada para aplicaciones de instrumentación (en inglés: PCI eXtensions for Instrumentation).

RC

Un circuito *RC* es un circuito con un condensador y una resistencia. En un proceso de carga, cuando cerramos el interruptor *S*, el condensador no se carga instantáneamente, su carga evoluciona con el tiempo en forma exponencial

RTD

Son sensores de temperatura basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

SCADA

Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores (computadores) en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

SCXI

SCXI de National Instruments es una plataforma de alto rendimiento para acondicionamiento de señales y conmutación de sistemas de medida y automatización. Ya sea que usted necesite medir sensores o señales sin procesar, generar voltajes o corrientes, monitorear líneas digitales o enrutar señales con conmutación, SCXI le brinda una plataforma simple e integrada para todas sus necesidades de acondicionamiento y conmutación.

TTL-IO

Su TTL tarjeta I / O está diseñado para ser insertados en cualquier ranura disponible en su PC / XT, PC / AT o compatibles.

VXI

National Instruments ofrece la más amplia variedad de soluciones de control VXI disponibles hoy en día. Controladores VXI desde tecnologías de PC comerciales incorporadas a NI hasta brindar lo último en soluciones de control VXI. NI-VXI/NI-VISA, el cual se vende con todos los controladores, brinda una API compatible con los últimos estándares VXIplug&play.

XP

Metodología para un ágil desarrollo de software. Programación basada en los deseos del cliente, el equipo lo conforman los jefes de proyecto, desarrolladores y el cliente y se rige por valores y principios.

BIBLIOGRAFIA

Libros

1. SORIA, O.E. y otros. **Tratamiento Digital de Señales**. Madrid - España. s. edición. 2003. 387 p.
2. AGILENT TECHNOLOGIES, Santa Clara. **Agilent VEE Pro 9.2 & Agilent VEE Express 9**. Santa Clara – Estados Unidos. 2010. 24 p.
3. PALLAS, R.A. **Adquisición y distribución de Señales**. Barcelona – España. s. edición. 1993. 162 – 226 p.

Internet

Lenguajes de Programación Gráfica

[1] **DASYLab** [En línea]

<<http://www.aertia.com/docs/axis/axis13.pdf>>

20100215

[2] **What's new in Agilent VEE** [En línea]

<<http://www.home.agilent.com/sec/editorial.jsp?cc=ES&lc=spa&ckey=1525358&nid=-34095.806318.02&pid=1479040>>

20100215

[3] **Introducción a los Lenguajes G** [En línea]

<<http://www.postgradoinformatica.edu.bo/enlaces/avisos/LENGUAJES-G.pdf>>

20100215

[4] **Sistemas SCADA** [En línea]

<<http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>>

20100215

Sistemas de Seguridad

[5] **Estudio de los Sistemas Biométricos de Seguridad** [En línea]

<

<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1023/6/T10812CAP1.pdf>>

20100220

Biometría Aplicada a la Seguridad

[6] Introducción a la biometría [En línea]

< <http://www.monografias.com/trabajos43/biometria/biometria.shtml>>

20100224

[7] Tecnologías Biométricas. [En línea]

<<http://www.slideshare.net/juliozet/tecnologias-biometricas>>

20100225

[8] La biometría en el Perú y la Huella palmar como biométrico Alternativo

[En línea]

<[http://www.seccperu.org/eaec/slides/biometriaHuellaPalmar-](http://www.seccperu.org/eaec/slides/biometriaHuellaPalmar-Oscar_Fernandez_Asuncion.pdf)

[Oscar_Fernandez_Asuncion.pdf](http://www.seccperu.org/eaec/slides/biometriaHuellaPalmar-Oscar_Fernandez_Asuncion.pdf)>

20100224

Sistema Eléctrico

[9] Fundamentos de Mecatrónica [En línea]

<<http://www.cnad.edu.mx/sitio/matdidac/md/control/SENSORESPARTE1.pdf>>

20100224

[10] Transductores [En línea]

<<http://www.velasquez.com.co/catalogo/transductores.pdf>>

20100226

[11] Sensores / Actuadores [En línea]

<http://www.dea.icaei.upco.es/jarm/Asignaturas/AutomatizacionIndustrial_3itiei/transparencias/3SensoresActuadores.pdf>

20100224

[12] Actuador [En línea]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>>

20100224

[13] EPC [En línea]

<http://www.highlights.com.ec/site/index.php?option=com_content&view=article&id=54:epc&catid=37:epc&Itemid=57.>

20100302

[14] Entrenador de Planta de Control “EPC” [En línea]

<<http://www.highlights.com.ec/site/images/EPC/epc%20manual%20de%20usuario.pdf.>>

20100302

[15] Micrófono [En línea]

<<http://wapedia.mobi/es/Micr%C3%B3fono>>

20100302

[16] Micrófonos [En línea]

<<http://www.ingenieriadesonido.com/upload/Teoria%20y%20Practica%20de%20Microfonos%20parte%201.pdf>>

20100302

Adquisición de Datos

[17] Adquisición de Datos [En línea].

<http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n_de_datos>

20100420

[18] Diseño del Sistema de Adquisición de Datos [En línea]

<<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/970/6/T10739CAP2.pdf>>

20100420

[19] Introducción al Labview [En línea]

<<http://www.inele.ufro.cl/apuntes/LabView/Manuales/Manual.pdf>>

20100420

[20] Instrumentación Virtual Industrial [En línea]

<http://www.lulu.com/items/volume_25/410000/410720/1/print/InstrumentacionVirtualIndustrial.pdf>

20100502

[21] Automatización de una línea de montaje de ordenadores [En línea]

<[http://e-](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/5487/1/PFC_David_Sanchez_Sanchidrian.pdf)

[archivo.uc3m.es/bitstream/10016/5487/1/PFC_David_Sanchez_Sanchidrian.pdf](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/5487/1/PFC_David_Sanchez_Sanchidrian.pdf)>

20100502

[22] Procesado de señal [En línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Procesado_de_se%C3%B1al>

20100515

[23] Muestra (señal) [En línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Muestra_%28se%C3%B1al%29>

20110128

[24] Muestreo y cuantificación [En línea]

<<http://ceres.ugr.es/~alumnos/luis/mycuan.htm>>

20110128

[25] Muestreo (proceso de señal) [En línea]

<http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Sampling_%28signal_processing%29>

20110128

[26] Procesamiento Digital de Señales [En línea]

<http://ceres.ugr.es/~amp/docencia/pds3/PDS_Tema1.pdf>

20110130

[27] Filtro digital [En línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_digital>

20110130

[28] Filtro pasa alto [En línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_pasa_alto>

20110130

[29] IIR [En línea]

<<http://es.wikipedia.org/wiki/IIR>>

20110131

[30] Introducción a Filtros Digitales [En línea]

<<http://www.tijbc.com/pds/libros/pds/pds-capitulo-4.pdf>>

20110131

[31] Finite Impulse Response [En línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Finite_impulse_response>

20110131

[32] Filtro digital FIR [En línea]

<www.duiops.net/hifi/enciclopedia/filtro-digital-FIR.htm>

20110131

ANEXOS

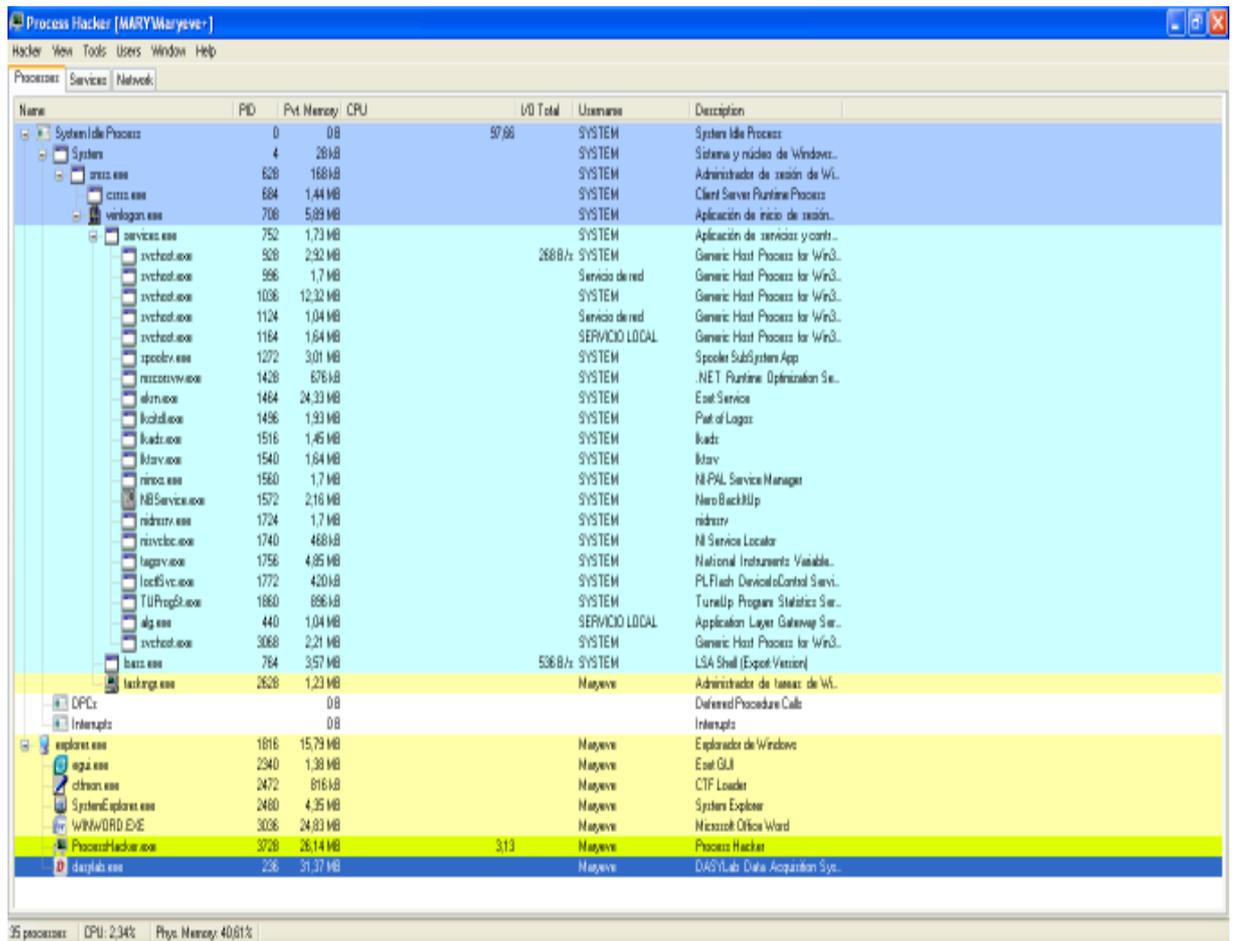
ANEXOS

ANEXO I

Calidad – Uso de Recursos Hardware

Para capturar la utilización del procesador y memoria se utilizó la herramienta Process Hacker.

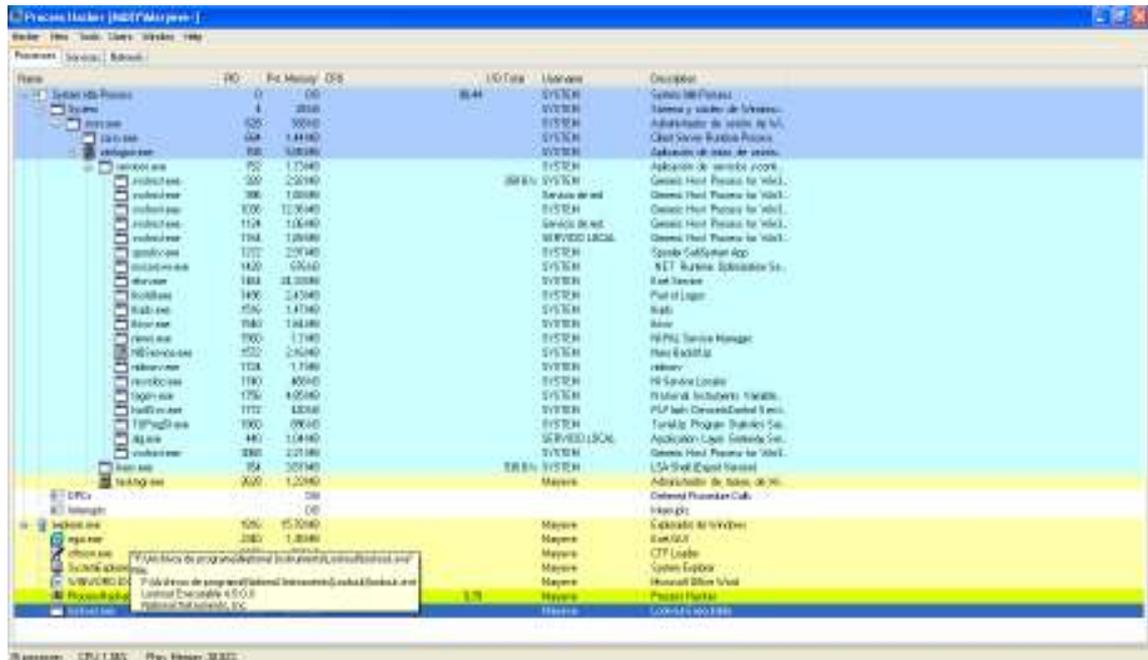
DasyLab



Name	PID	Pvt Memory	CPU	I/O Total	Username	Description
System Idle Process	0	0 B		97/66	SYSTEM	System Idle Process
System	4	26 kB			SYSTEM	Sistema y núcleo de Windows.
smss.exe	628	168 kB			SYSTEM	Administrador de sesión de WL.
csrss.exe	684	1,44 MB			SYSTEM	Client Server Runtime Process
winlogon.exe	708	5,89 MB			SYSTEM	Aplicación de inicio de sesión.
services.exe	752	1,73 MB			SYSTEM	Aplicación de servicios y cont...
svchost.exe	928	2,92 MB		268 B/s	SYSTEM	Generic Host Process for Win3...
svchost.exe	996	1,7 MB			Servicio de red	Generic Host Process for Win3...
svchost.exe	1036	12,32 MB			SYSTEM	Generic Host Process for Win3...
svchost.exe	1124	1,04 MB			Servicio de red	Generic Host Process for Win3...
svchost.exe	1164	1,64 MB			SERVICIO LOCAL	Generic Host Process for Win3...
spoolsv.exe	1272	3,01 MB			SYSTEM	Spooler SubSystem App
mscoshv.exe	1428	676 kB			SYSTEM	.NET Runtime Optimization Se...
lsass.exe	1464	24,33 MB			SYSTEM	Escal Service
lschtli.exe	1496	1,93 MB			SYSTEM	Part of Logon
lsads.exe	1516	1,46 MB			SYSTEM	lsads
lsras.exe	1540	1,64 MB			SYSTEM	lsras
smss.exe	1560	1,7 MB			SYSTEM	MS-PAL Service Manager
MSService.exe	1572	2,16 MB			SYSTEM	Micro BackUp
ndstrv.exe	1724	1,7 MB			SYSTEM	ndstrv
msiexec.exe	1740	468 kB			SYSTEM	MSI Service Locator
lagov.exe	1756	4,85 MB			SYSTEM	National Instruments Virtual...
lschsv.exe	1772	420 kB			SYSTEM	PLFlash DeviceControl Servi...
TUProgSt.exe	1860	896 kB			SYSTEM	Tunnelip Program Statistics Ser...
alg.exe	440	1,04 MB			SERVICIO LOCAL	Application Layer Gateway Ser...
svchost.exe	3068	2,21 MB			SYSTEM	Generic Host Process for Win3...
lsass.exe	764	3,57 MB		536 B/s	SYSTEM	LSA Shell (Export Version)
lschng.exe	2628	1,23 MB			Mayave	Administrador de tareas de WL.
DPCs		0 B				Deferred Procedure Calls
Interrupts		0 B				Interrupts
explorer.exe	1616	15,79 MB			Mayave	Explorador de Windows
egui.exe	2340	1,36 MB			Mayave	Escal GUI
ctfmon.exe	2472	816 kB			Mayave	CTF Loader
SystemExplorer.exe	2480	4,35 MB			Mayave	System Explorer
WINWORD.EXE	3036	24,83 MB			Mayave	Microsoft Office Word
Process Hacker.exe	3728	26,14 MB		313	Mayave	Process Hacker
dasyLab.exe	236	31,37 MB			Mayave	DASYLab Data Acquisition Sys...

35 procesos | CPU: 2,34% | Phys. Memory: 40,61%

Lookout

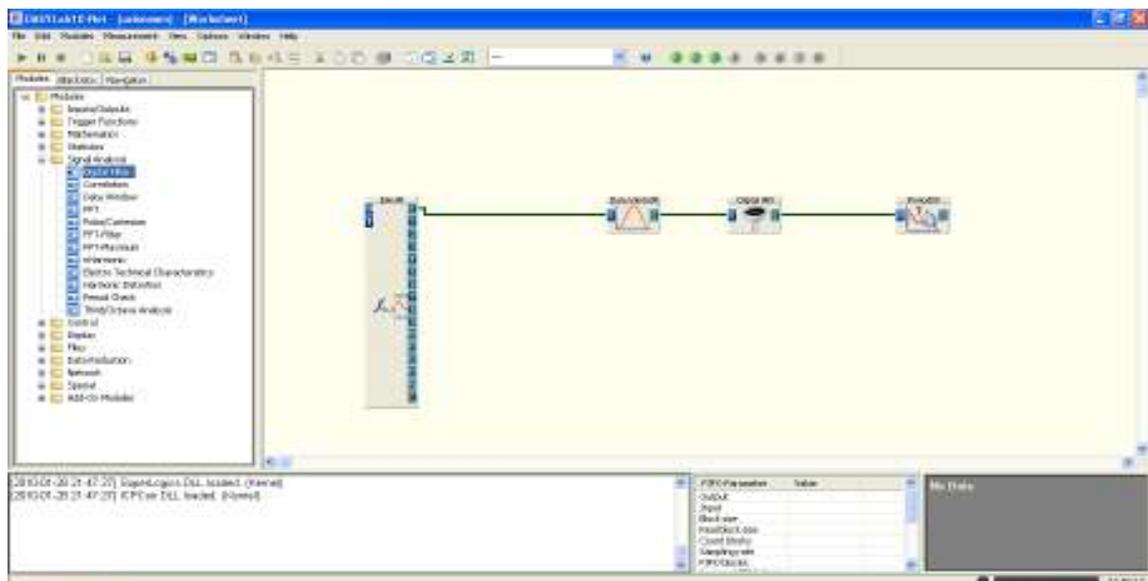


ANEXO II

Calidad – Facilidad de Uso

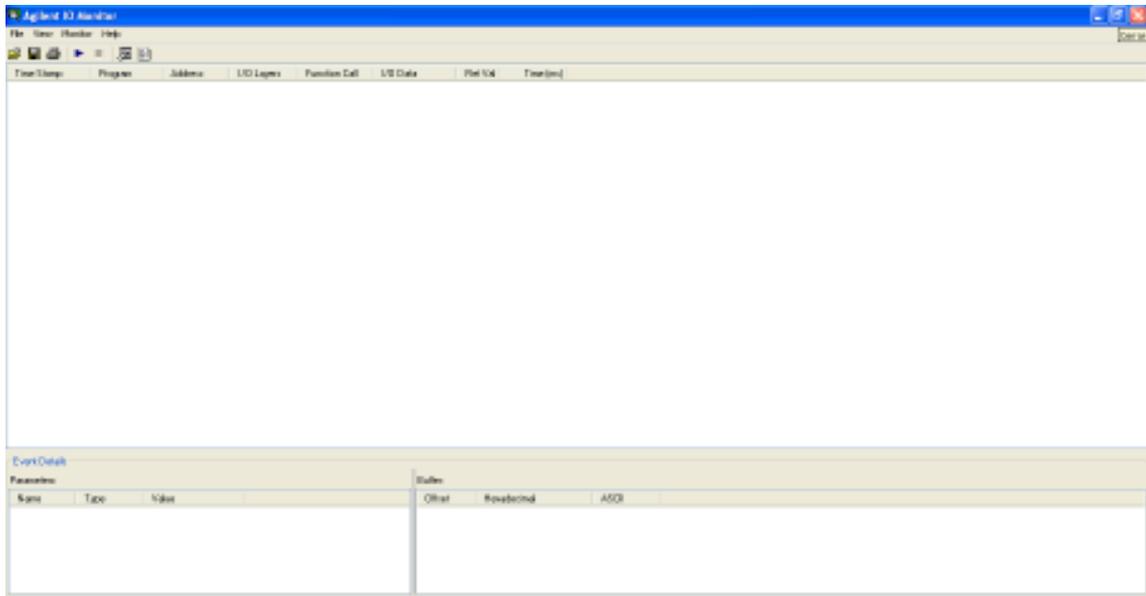
DasyLab

Como podemos observar que el hallar los componentes para la realización de un proyecto es de lo más fácil pues está lo más visible posible al Usuario.



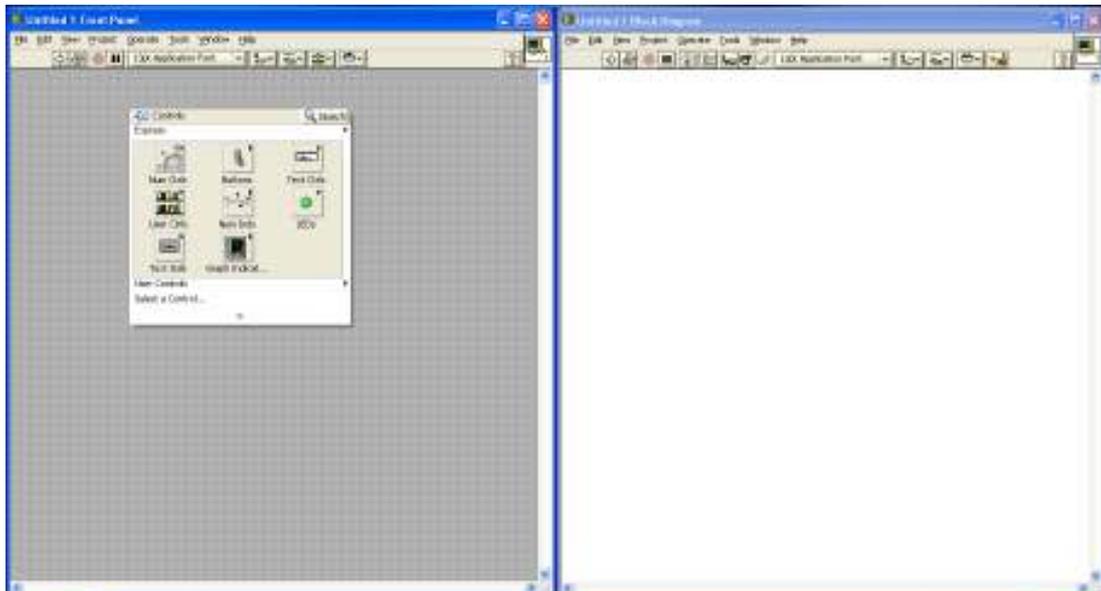
Agilent VEE

Como se puede observar el ambiente de esta herramienta es un tanto difícil de entender, pues no es intuitiva a la hora de desarrollar un proyecto, requiere un nivel de conocimiento más profundo.



Labview

Está herramienta es medianamente fácil de usar ya que a primera vista nos da una muestra de los módulos a usar y por ende nos facilita la implementación de algún proyecto a desarrollar.



Lookout



ANEXO IV

Manual de Usuario

ANEXO V

Representación de los Umbrales

REPRESENTACIÓN	UMBRAL
0	0.2
1	0.4
2	0.6
3	0.8
4	1