

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE  
COMUNICACIÓN**

**CONTROL DE PERSONAL PARA EL COLEGIO “UTN”, MEDIANTE LA  
UTILIZACIÓN DE UN CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE  
IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA (RFID).**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**DARWIN MARCELO PILLO GUANOLUISA**

**DIRECTOR: CARLOS VÁSQUEZ, ING.**

**IBARRA - ECUADOR**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las leyes de propiedad intelectual, reglamentos y normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa, bajo mi supervisión.

**Ing. Carlos Vásquez**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco, a Dios por guiar mi camino y por darme fortaleza a lo largo de todos estos años, a mis padres María Dolores y Segundo Cristóbal por la confianza y paciencia a lo largo de mi carrera, a mi hermano Wilson Javier por su apoyo incondicional y ser como mi segundo padre, a mi hermana Mishell por su gran afecto y cariño. A la universidad Técnica del Norte que apporto a mi formación profesional y personal, a mi director Ing.carlos Vásquez por su valiosa colaboración para la culminación del presente proyecto y finalmente al Lic. Hernán sarmiento por su ayuda en la socialización del proyecto en el colegio universitario UTN.

Darwin

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los valoro con mi vida. También dedico este trabajo a mis amigos y amigas del club CSBS.

Darwin

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xxii</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 SISTEMAS DE CONTROL DE PERSONAL.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.3 SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1.3.1 Tecnología de Código de Barras.....	3
1.1.3.2 Tecnología de Cinta Magnética .....	4
1.1.3.3 Tarjetas Wiegand .....	5
1.1.3.4 Tarjetas Inteligentes.....	5
1.1.3.5 Tarjetas de Proximidad .....	6
1.1.3.6 Botones de Memorias de Contacto .....	7
1.1.3.7 Clave por Teclado.....	7
1.1.3.8 Sistema Biométrico.....	8
<b>1.1.4 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.1 DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA RFID .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA RFID.....</b>	<b>12</b>
1.2.2.1 <i>Etiqueta RFID</i> .....	12
1.2.2.1.1 Arquitectura Básica de una Etiqueta RFID .....	13
1.2.2.1.2 Tipos de Etiquetas RFID .....	14
1.2.2.1.2.1 Etiquetas Pasivas.....	14
1.2.2.1.2.2 Etiquetas Semiactivas .....	15
1.2.2.1.2.3 Etiquetas Activas .....	16
1.2.2.2 <i>Lector RFID o Transceptor</i> .....	17
1.2.2.2.1 Transmisor .....	19
1.2.2.2.2 Receptor .....	19

1.2.2.2.3	Microprocesador .....	20
1.2.2.2.4	Memoria.....	20
1.2.2.2.5	Entradas y Salidas Externos / Actuadores.....	20
1.2.2.2.6	Controlador (Suele ser Externo).....	20
1.2.2.2.7	Interfaz de Comunicación .....	20
1.2.2.2.8	Fuente de Alimentación .....	21
1.2.2.2.9	Antena.....	21
1.2.2.2.9.1	Antenas Móviles .....	21
1.2.2.2.9.2	Antenas Fijas.....	22
1.2.3	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA RFID .....	23
1.2.3.1	Baja Frecuencia LF (9 - 135 KHZ).....	23
1.2.3.2	Frecuencia Alta HF (13,56 MHZ).....	23
1.2.3.3	Frecuencia Ultra-Alta UHF (433 MHZ y 860-960 MHZ) .....	24
1.2.3.4	Frecuencia de Microondas (2,45 GHZ y 5,8 GHZ) .....	24
1.2.4	ANTICOLISIÓN .....	25
1.2.4.1	Tree Walking (Recorrido de Árboles) .....	26
1.2.4.2	ALOHA .....	27
1.2.5	ESTANDARIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID .....	27
1.2.5.1	Estándar AIAG .....	28
1.2.5.2	Estándar ANSI.....	28
1.2.5.3	Estándar EAN*UCC.....	29
1.2.5.4	Especificación EPCGLOBAL .....	29
1.2.5.5	ISO (Organización Internacional de Estandarización).....	31
1.2.5.6	ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones) .....	32
1.2.6	USOS Y APLICACIONES DE RFID .....	33
1.2.6.1	RFID en Contenedores.....	33
1.2.6.2	RFID en Máquinas Exendedoras (Máquinas de Venta).....	34
1.2.6.3	RFID en el control de Activos .....	35
1.2.6.4	RFID en Operadores Logísticos y Cadena de Suministros .....	36
1.2.6.5	RFID en el Control de Acceso.....	36
1.2.6.6	RFID en la Identificación de Equipajes en Aeropuertos.....	37
1.2.6.7	RFID en la Industria Automotriz .....	38
1.2.6.8	RFID en la Identificación de Ferrocarriles.....	39
1.2.6.9	RFID en el Pago Electrónico y Transporte Público .....	40
1.2.6.10	RFID en Telepeajes .....	40
<b>1.3</b>	<b>TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE LA INTRANET.....</b>	<b>41</b>
<b>1.3.1</b>	<b>TCP/IP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN/PROTOCOLO DE INTERNET).....</b>	<b>42</b>

1.3.1.1	Capa Acceso a la Red .....	42
1.3.1.1.1	<i>Protocolos de Capa Acceso a la Red</i> .....	43
1.3.1.2	Capa Internet .....	43
1.3.1.2.1	IPv4.....	44
1.3.1.2.2	Direccionamiento IPv4.....	46
1.3.1.2.3	IPv6 [18].....	49
1.3.1.2.4	Características del Protocolo IPv6.....	49
1.3.1.2.5	Formato de una Dirección IPv6 .....	51
1.3.1.2.6	Direccionamiento IPv6.....	51
1.3.1.3	Capa Transporte.....	52
1.3.1.4	Capa Aplicación .....	54
<b>1.4</b>	<b>ESTUDIO LABVIEW 10.0.....</b>	<b>55</b>
1.4.1	INSTRUMENTO VIRTUAL .....	56
1.4.2	INTERFAZ DE USUARIO .....	57
1.4.2.1	Panel Frontal.....	57
1.4.2.2	Panel de Programación .....	58
1.4.3	HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN.....	59
1.4.3.1	Paletas de Herramientas.....	59
1.4.3.2	Paletas de Controles.....	59
1.4.3.3	Paletas de Funciones.....	60
<b>1.5</b>	<b>BASE DE DATOS CENTRALIZADA .....</b>	<b>61</b>
1.5.1	VENTAJAS DE LAS BASES DE DATOS CENTRALIZADAS .....	61
1.5.2	MySQL.....	62
<b>CAPÍTULO 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE .....</b>		<b>63</b>
2.1	INTRODUCCIÓN .....	63
2.2	SITUACIÓN ACTUAL DEL COLEGIO UNIVERSITARIO “UTN” .....	63
2.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN	

<b>CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA.....</b>	<b>64</b>
<b>2.3.1 CONTROLADOR ETHERNET.....</b>	<b>65</b>
2.3.1.1 Modulo Ethernet ENC28J60-H .....	66
2.3.1.2 Modulo Ethernet WIZ811MJ .....	68
2.3.1.3 Modulo Ethernet SitePlayer .....	69
2.3.1.4 Elección de la Mejor Alternativa del Controlador Ethernet .....	71
<b>2.3.2 MÓDULO RFID .....</b>	<b>72</b>
2.3.2.1 Lector RFID.....	73
2.3.2.1.1 Módulo ID-20 .....	73
2.3.2.1.2 Modulo RFID #28140.....	74
2.3.2.1.3 Módulo GP90 .....	76
2.3.2.1.4 Elección de la Mejor Alternativa del Lector RFID.....	76
2.3.2.2 Etiquetas RFID .....	77
2.3.2.2.1 Etiqueta RFID tipo Disco .....	77
2.3.2.2.2 Etiqueta RFID tipo Llavero .....	78
2.3.2.2.3 Etiqueta RFID tipo Tarjeta.....	78
2.3.2.2.4 Elección Mejor alternativa en Etiqueta RFID .....	79
<b>2.3.3 MICROCONTROLADOR.....</b>	<b>80</b>
2.3.3.1 Elección de la mejor alternativa de microcontrolador .....	81
2.3.3.2 Microcontrolador PIC18f452 .....	82
<b>2.3.4 LECTOR RFID USB .....</b>	<b>84</b>
<b>2.3.5 PANTALLA GRÁFICA LCD .....</b>	<b>85</b>
<b>2.3.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....</b>	<b>86</b>
2.3.6.1 SW07-1AAC .....	87
2.3.6.2 S-60-5 .....	88
2.3.6.3 Elección Mejor alternativa de la Fuente de Alimentación.....	89
2.3.6.4 LD33CV .....	90
<b>2.4 FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS .....</b>	<b>90</b>
<b>2.5 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS.....</b>	<b>91</b>
<b>2.5.1 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL LECTOR RFID.....</b>	<b>92</b>

<b>2.5.2</b>	<b>DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL .....</b>	<b>92</b>
2.5.2.1	Distribución de los Pines del Microcontrolador .....	92
2.5.2.2	Diagrama de Conexión del Modulo Ethernet ENC28j60-H .....	93
2.5.2.3	Diagrama de Conexión de GLCD.....	93
2.5.2.4	Diagrama de Conexión de leds.....	94
<b>2.5.3</b>	<b>DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>2.6</b>	<b>ESQUEMA GENERAL DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA .....</b>	<b>95</b>
<b>2.7</b>	<b>DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO .....</b>	<b>96</b>
	<b>CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL SOFTWARE .....</b>	<b>98</b>
<b>3.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>98</b>
<b>3.2</b>	<b>DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA .....</b>	<b>98</b>
<b>3.3</b>	<b>REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE .....</b>	<b>102</b>
<b>3.4</b>	<b>PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR .....</b>	<b>103</b>
3.4.1	CONFIGURACIÓN DE PUERTOS .....	105
3.4.2	DEFINICIÓN DE DIRECCIÓN IP, MAC, GATEWAY, ETC.....	106
3.4.3	INICIALIZACIÓN E INTERRUPCIÓN DE COMUNICACIÓN SERIAL .....	107
3.4.4	INICIALIZACIÓN E INTERRUPCIÓN POR TIMER 0.....	108
3.4.5	BIENVENIDA Y CARATULA DEL SISTEMA CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE GLCD	110
3.4.6	COMUNICACIÓN SPI .....	110

3.4.6.1	Inicialización de comunicación SPI.....	111
3.4.6.2	Subrutina de Envío de Paquetes UDP.....	112
3.4.6.3	Subrutina de Recepción de Paquetes UDP .....	112
<b>3.4.7</b>	<b>ALMACENAMIENTO DE CODIGO RFID EN MEMORIA EEPROM .....</b>	<b>113</b>
<b>3.5</b>	<b>PROGRAMACIÓN DEL HMI EN LABVIEW .....</b>	<b>116</b>
<b>3.5.1</b>	<b>DATABASE CONNECTIVITY TOOLSET DE LABVIEW .....</b>	<b>116</b>
<b>3.5.2</b>	<b>TABLAS CREADAS EN MySQL .....</b>	<b>117</b>
3.5.2.1	Tabla Usuarios.....	117
3.5.2.2	Tabla Horarios.....	118
3.5.2.3	Tabla Registros.....	118
<b>3.5.3</b>	<b>MENU DE INICIO .....</b>	<b>119</b>
<b>3.5.4</b>	<b>INGRESO DE USUARIOS .....</b>	<b>123</b>
<b>3.5.5</b>	<b>BORRAR USUARIOS.....</b>	<b>130</b>
<b>3.5.6</b>	<b>REGISTRO DE USUARIOS.....</b>	<b>133</b>
<b>3.5.7</b>	<b>REPORTE DE USUARIOS .....</b>	<b>141</b>
<b>3.5.8</b>	<b>RECUPERACIÓN DE CÓDIGOS RFID ALMACENADOS EN MEMORIA EEPROM DEL MICROCONTROLADOR.....</b>	<b>146</b>
	<b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>150</b>
<b>4.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>150</b>
<b>4.2</b>	<b>ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE .....</b>	<b>150</b>
<b>4.3</b>	<b>PRUEBAS REALIZADAS AL LECTOR RFID .....</b>	<b>155</b>
<b>4.4</b>	<b>PRUEBAS DE CONECTIVIDAD CON EL HARWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL.....</b>	<b>156</b>
<b>4.5</b>	<b>PRUEBAS DEL SOFTWARE .....</b>	<b>157</b>

4.5.1	PRUEBA DE SOLICITUD DE CONTRASEÑA .....	158
4.5.2	PRUEBA DE INGRESO DE NUEVOS USUARIOS.....	160
4.5.3	PRUEBA DE ELIMINAR USUARIOS .....	163
4.5.4	PRUEBA DE REGISTRO DEL PERSONAL.....	164
4.5.5	PRUEBA DE CONSULTA DE ATRASOS Y ADELANTOS.....	168
4.5.6	PRUEBA DE CONSULTA DE FALTAS .....	172
4.5.7	COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL EN SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL....	175
4.5.8	PRUEBA DE RECUPERACIÓN DE CODIGOS RFID ALMACENADOS EN MEMORIA EEPROM DEL MICROCONTROLADOR .....	177
4.6	DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO .....	179
4.7	COMPARACIÓN CON SISTEMAS DE CONTROL DE PERSONAL EXISTENTES EN EL MERCADO .....	181
4.7.1	VP30: CONTROL DE ACCESO Y ASISTENCIA.....	181
4.7.2	LECTOR DE PROXIMIDAD RFID PARA CONTROL DE ACCESO (SCR100) .....	182
4.7.3	COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PERSONAL .....	183
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>185</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	185
5.2	RECOMENDACIONES .....	186

**ANEXO A: DATASHEET ENC28J60-H**

**ANEXO B: DATASHEET LECTOR RFID ID-20**

**ANEXO C: CONFIGURACIÓN DEL ROUTER DLINK DIR-600**

**ANEXO D: PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL.**

**ANEXO E: CREACIÓN DEL CONECTOR ODBC**

**ANEXO F: DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA CREACIÓN DEL HMI EN LABVIEW**

**ANEXO G: CÓDIGO DEL MICROCONTROLADOR**

**ANEXO H: CÓDIGO DE MYSQL**

**ANEXO I: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL PARA EL COLEGIO UNIVERSITARIO “UTN”**

**ANEXO J: MANUAL DE ADMINISTRADOR DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL CON TECNOLOGÍA RFID Y CONTROLADOR ETHERNET**

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Tarjetas con código de barra .....	4
Figura 1.2 Tarjeta con cinta magnética .....	4
Figura 1.3 Tarjeta Wiegand .....	5
Figura 1.4 Tarjetas inteligentes .....	6
Figura 1.5 Tarjetas de proximidad.....	6
Figura 1.6 Botón de Memoria De Contacto .....	7
Figura 1.7 Teclado.....	8
Figura 1.8 Sistemas Biométricos .....	9
Figura 1.9 Diagrama de Funcionamiento de un Sistema RFID.....	11
Figura 1.10 Etiquetas RFID.....	12
Figura 1.11 Arquitectura básica de una etiqueta RFID .....	13
Figura 1.12 Esquema de funcionamiento de Etiqueta Pasiva.....	15
Figura 1.13 Etiqueta Pasiva.....	15
Figura 1.14 Esquema de funcionamiento de Etiqueta semiactivas .....	16
Figura 1.15 Etiqueta Semiactiva.....	16
Figura 1.16 Esquema de funcionamiento de Etiqueta Activa .....	17
Figura 1.17 Etiqueta Activa.....	17
Figura 1.18 Lectores RFID.....	18
Figura 1.19 Componentes de un Lector RFID .....	19
Figura 1.20 Ejemplos de Lector RFID con Antenas Móviles .....	22
Figura 1.21 Ejemplos de Lector RFID con Antenas Fijas.....	22
Figura 1.22 Bandas de frecuencia RFID .....	25
Figura 1.23 Método Tree Walking .....	26
Figura 1.24 Ejemplo de un EPC de 96 bits.....	30
Figura 1.25 RFID en contenedores.....	34
Figura 1.26 RFID en máquinas expendedoras .....	35
Figura 1.27 RFID en control de activos fijos .....	35
Figura 1.28 RFID en supermercados y bodegas de operadores logísticos .....	36
Figura 1.29 Control de acceso con RFID .....	37
Figura 1.30 RFID en la Identificación de Equipajes en Aeropuertos.....	38

Figura 1.31 RFID en la industria automotriz.....	38
Figura 1.32 RFID en la identificación de ferrocarriles.....	39
Figura 1.33 Sistema RFID en el Pago Electrónico y Transporte Público .....	40
Figura 1.34 RFID en Telepeajes.....	41
Figura 1.35 Pila de Protocolos TCP/IP.....	42
Figura 1.36 Protocolos de Capa Acceso a la Red.....	43
Figura 1.37 Cabecera IPv4 .....	44
Figura 1.38 Octetos en una dirección IPv4 clase A.....	47
Figura 1.39 Octetos en una dirección IPv4 clase B.....	47
Figura 1.40 Octetos en una dirección IPv4 clase C.....	48
Figura 1.41 Octetos en una dirección IPv4 clase D.....	49
Figura 1.42 Estructura de un paquete IPv6.....	50
Figura 1.43 Transmisión de datagramas utilizando puertos .....	53
Figura 1.44 Pantalla inicial labview 2010 .....	57
Figura 1.45 Panel frontal .....	58
Figura 1.46 Panel de programación .....	58
Figura 1.47 Paleta de herramientas.....	59
Figura 1.48 Paleta de Controles.....	60
Figura 1.49 Paleta de Funciones.....	60

## CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Diagrama de implementación .....	65
Figura 2.2 Modulo ethernet ENC28J60-H .....	66
Figura 2.3 Esquema del modulo ethernet ENC28J60-H .....	67
Figura 2.4 Conexión del ENC28J60 con un microcontrolador .....	68
Figura 2.5 Modulo ethernet WIZ811MJ .....	68
Figura 2.6 Esquema del modulo ethernet WIZ811MJ .....	69
Figura 2.7 Módulo SitePlayer.....	70
Figura 2.8 Esquema del modulo SitePlayer .....	70
Figura 2.9 Lector RFID ID20 .....	73
Figura 2.10 Distribución de Pines del lector ID-20.....	74
Figura 2.11 Modulo RFID #28140.....	75

Figura 2.12 Diagrama de conexión del módulo RFID #28140 .....	75
Figura 2.13 Módulo GP90 .....	76
Figura 2.14 Etiqueta RFID tipo Disco.....	77
Figura 2.15 Etiqueta RFID tipo Llavero.....	78
Figura 2.16 Etiqueta RFID EM4100 .....	79
Figura 2.17 Estructura de un microprocesador.....	80
Figura 2.18 Distribución de pines del PIC18F452 .....	82
Figura 2.19 Lector RFID USB .....	84
Figura 2.20 Distribución de pines del lector RFID USB.....	84
Figura 2.21 Pantalla gráfica de cristal líquida JHD12864E .....	85
Figura 2.22 Diagrama de fuente de alimentación con carga .....	86
Figura 2.23 Fuente de alimentación SW07-1AAC.....	88
Figura 2.24 Fuente de alimentación 5V – 10A.....	89
Figura 2.25 Distribución de Pines del LD33CV .....	90
Figura 2.26 Diagrama de Bloques del Sistema.....	91
Figura 2.27 Diagrama de conexiones del lector RFID .....	92
Figura 2.28 Diagrama de conexión del controlador ethernet ENC28J60-H.....	93
Figura 2.29 Diagrama de conexión de la GLCD .....	94
Figura 2.30 Diagrama de conexión de leds .....	95
Figura 2.31 Circuito de alimentación .....	95
Figura 2.32 Esquema general de conexión.....	96
Figura 2.33 Diseño del circuito .....	97
Figura 2.34 Imagen 3D de la cara superior de la tarjeta.....	97

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Diseño general del control de personal con tecnología RFID y controlador ethernet .....	99
Figura 3.2 Código único de identificación de una etiqueta pasiva RFID.....	99
Figura 3.3 Router inalámbrico D-Link DIR-600.....	102
Figura 3.4 Diagrama de flujo del programa del microcontrolador.....	104
Figura 3.5 Diagrama de flujo de interrupción por comunicación serial.....	105
Figura 3.6 Diagrama de flujo de interrupción por comunicación serial.....	105

Figura 3.7 Comunicación SPI maestro/esclavo.....	111
Figura 3.8 Instalador mysql-connector-odbc-5.1.8-win32 .....	116
Figura 3.9 Creación de tabla registros .....	117
Figura 3.10 Creación de la tabla Horarios.....	118
Figura 3.11 Creación de tabla registros .....	119
Figura 3.12 Menú de Inicio .....	120
Figura 3.13 Diagrama de Flujo del Programa en labview para el Menú Inicio .....	121
Figura 3.14 Subrutina solicitud de ingreso de contraseña .....	122
Figura 3.15 Solicitud de contraseña para ingreso al sistema.....	122
Figura 3.16 Clave incorrecta .....	122
Figura 3.17 Diagrama de bloques del programa menú inicio.....	123
Figura 3.18 Ingreso nuevo usuario .....	123
Figura 3.19 Subrutina de comprobación de la base de datos.....	124
Figura 3.20 Mensaje no se ha levantado la base de datos .....	124
Figura 3.21 Conexión de la Base de datos en MySQL y Labview.....	124
Figura 3.22 Inicio de sesión de la webcam.....	125
Figura 3.23 Subrutina de ingreso y verificación de nuevo usuario .....	125
Figura 3.24 Led Indicador de la existencia de un usuario .....	125
Figura 3.25 Subrutina de almacenamiento del horario en la base de datos.....	126
Figura 3.26 webcam Genius Eye 312.....	126
Figura 3.27 Subrutina para almacenar la imagen del usuario mediante webcam.....	127
Figura 3.28 Subrutina que permite seleccionar la imagen del usuario de un directorio especifico .....	127
Figura 3.29 Diagrama de Flujo del Programa en labview para el Menú Inicio .....	128
Figura 3.30 Diagrama de bloques del programa ingresar usuario.....	129
Figura 3.31 SubVI Borrar usuarios .....	130
Figura 3.32 Borrar usuarios .....	130
Figura 3.33 Subrutina de búsqueda de todos los usuarios almacenado en la base de datos .....	131
Figura 3.34 Subrutina que permite eliminar un usuario .....	131
Figura 3.35 Diagrama de Flujo del Programa en labview para borrar usuarios.....	132
Figura 3.36 Diagrama de bloques del programa borrar usuarios .....	132
Figura 3.37 Registro de Usuarios .....	133

Figura 3.38	Funciones UDP .....	134
Figura 3.39	Subrutina de abrir una conexión UDP con otro host.....	134
Figura 3.40	Filtrado de Datos .....	134ç
Figura 3.41	Subrutina de comprobación de la existencia de un usuario .....	135
Figura 3.42	Mensaje cuando usuario no existe .....	135
Figura 3.43	Subrutina de comprobación cuando usuario no trabaja ese día .....	136
Figura 3.44	Mensaje cuando el usuario no trabaja hoy .....	136
Figura 3.45	Subrutina de registro de la hora de ingreso y salida del código RFID.....	137
Figura 3.46	Subrutina que asigna falta a usuarios que no se han registrado .....	137
Figura 3.47	Diagrama de flujo del programa en labview para el registro de usuarios....	138
Figura 3.48	Diagrama de bloques 1 del programa registro usuarios .....	139
Figura 3.49	Diagrama de bloques 2 del programa registro usuarios .....	140
Figura 3.50	Reporte de Usuarios .....	141
Figura 3.51	Subrutina consulta todos los usuarios existentes .....	142
Figura 3.52	Subrutina de bloques para consulta completa .....	142
Figura 3.53	Subrutina de bloques para consulta de adelantos.....	142
Figura 3.54	Subrutina de bloques para consulta de atrasos.....	143
Figura 3.55	Subrutina de bloques para consulta de faltas .....	143
Figura 3.56	Subrutina de generación de reportes en un archivo de Excel.....	143
Figura 3.57	Diagrama de flujo del programa en labview para el reporte de usuarios.....	144
Figura 3.58	Diagrama de bloques del programa de reporte de usuario.....	145
Figura 3.59	SubVI de recuperación de codigos RFID almacenados en memoria EEPROM del microcontrolador.....	146
Figura 3.60	Diagrama de flujo de recuperación de codigos RFID almacenados en memoria EEPROM del microcontrolador .....	147
Figura 3.61	Filtrado de datos.....	148
Figura 3.62	Indicador de fecha y hora.....	148
Figura 3.63	Diagrama de bloques del programa para recuperación de codigos RFID.....	149

## CAPÍTULO 4

Figura 4.1	Circuito de control .....	150
Figura 4.2	Caja de acrílico para el hardware del sistema de control de personal.....	151

Figura 4.3 Hardware del sistema de control de personal para el colegio “UTN” .....	151
Figura 4.4 Base de acrílico para el hardware del sistema de control de personal .....	152
Figura 4.5 Instalación del hardware del sistema control de personal en la inspección general del colegio universitario.....	152
Figura 4.6 Presentación del sistema de control de personal a los alumnos maestros del colegio universitario .....	153
Figura 4.7 Muestra de alumnos maestros para sistema de control de personal.....	153
Figura 4.8 Parte frontal de las etiquetas RFID asignadas a los alumnos maestros.....	154
Figura 4.9 Parte trasera de las etiquetas RFID asignadas a los alumnos maestros.....	154
Figura 4.10 Asignación de etiquetas RFID a los alumnos maestros del colegio universitario “UTN” .....	155
Figura 4.11 Pruebas de distancia de lectura entre las etiquetas y el lector RFID.....	155
Figura 4.12 Configuración de la dirección IP del computador del administrador de personal .....	157
Figura 4.13 Prueba de conectividad con el hardware del sistema de control de personal.	157
Figura 4.14 Solicitud de contraseña .....	159
Figura 4.15 Mensaje de Contraseña incorrecta .....	159
Figura 4.16 Ingreso de nuevos usuarios .....	160
Figura 4.17 Ingreso de un nuevo usuario mediante uso de la webcam .....	161
Figura 4.18 Tabla usuarios con el ingreso de un nuevo usuario.....	161
Figura 4.19 Tabla horario con el ingreso de un nuevo usuario .....	161
Figura 4.20 Ingreso de un nuevo usuario importando la imagen de un directorio específico .....	162
Figura 4.21 Tabla usuarios con el ingreso de un nuevo usuario.....	162
Figura 4.22 Tabla horario con el ingreso de un nuevo usuario .....	162
Figura 4.23 Tabla usuarios con el ingreso de los 5 nuevos alumnos maestros .....	163
Figura 4.24 Tabla horario con el ingreso de los 5 nuevos alumnos maestros.....	163
Figura 4.25 Eliminar información de un alumno maestro mediante interfaz eliminar usuarios.....	163
Figura 4.26 Eliminar información de un alumno maestro mediante interfaz eliminar usuarios.....	164
Figura 4.27 Tabla usuario luego de eliminar información de alumnos maestros.....	164
Figura 4.28 Registro de alumnos maestro del colegio universitario .....	165

Figura 4.29	Registro correcto de un alumno maestro.....	165
Figura 4.30	Registro correcto de un alumno maestro.....	166
Figura 4.31	Tabla registro de la base de datos en MySQL.....	166
Figura 4.32	Funcionamiento del subVI control de personal cuando un usuario no existe	167
Figura 4.33	Funcionamiento del subVI control de personal cuando un usuario no trabaja ese día .....	167
Figura 4.34	Tabla registro luego de cumplida una jornada laboral .....	168
Figura 4.35	Registro de entrada y de salida de un alumno maestro .....	169
Figura 4.36	Tabla registro indicando minutos de atraso o adelanto en el registro de un alumno maestro .....	169
Figura 4.37	Reporte de atraso de un alumno maestro .....	170
Figura 4.38	Reporte de atraso en un archivo de Excel de un alumno maestro.....	170
Figura 4.39	Reporte de adelanto de salida de un alumno maestro .....	171
Figura 4.40	Reporte de adelanto de salida en un archivo de Excel de un alumno maestro .....	171
Figura 4.41	Reporte completo de un alumno maestro.....	172
Figura 4.42	Reporte completo en un archivo de Excel de un alumno maestro .....	172
Figura 4.43	Tabla registro indicando falta o inasistencia de los alumnos maestros.....	173
Figura 4.44	Reporte de inasistencia de un alumno maestro .....	173
Figura 4.45	Reporte de inasistencia de un alumno maestro en un archivo de Excel.....	174
Figura 4.46	Reporte de inasistencia de un alumno maestro .....	174
Figura 4.47	Reporte de inasistencia de un alumno maestro en un archivo de Excel.....	174
Figura 4.48	Mensaje del microcontrolador mediante pantalla GLCD indicando que el usuario no existe en la base de datos .....	175
Figura 4.49	Mensaje del HMI del sistema de control de personal indicando que el usuario no existe en la base de datos.....	176
Figura 4.50	Mensaje del microcontrolador mediante pantalla GLCD indicando que el usuario se ha registrado correctamente.....	176
Figura 4.51	HMI del sistema de control de personal indicando que el usuario se ha registrado correctamente.....	177
Figura 4.52	Mensaje en Pantalla GLCD indicando que se encuentra en modo de almacenamiento de código RFID en memoria EEPROM del microcontrolador .....	178

Figura 4.53 Mensaje en pantalla GLCD indicando que se recupero códigos RFID almacenados en memoria EEPROM del microcontrolador.....	178
Figura 4.54 SubVI para la recuperación de códigos RFID almacenados en memoria EEPROM del microcontrolador .....	179
Figura 4.55 VP30: Control de acceso y asistencia .....	181
Figura 4.56 Lector de Proximidad RFID Para Control de Acceso (SCR100).....	182

## INDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Comparación entre los diferentes sistemas de Identificación.....	9
Tabla 1.2 Regulaciones internacionales de frecuencia para RFID.....	25

### CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Comparación entre los diferentes controladores ethernet .....	71
Tabla 2.2 Precios controladores ethernet.....	72
Tabla 2.3 Características del módulo RFID ID20 .....	74
Tabla 2.4 Comparación entre los diferentes lectores RFID.....	76
Tabla 2.5 Comparación entre los diferentes tipos de etiquetas RFID .....	79
Tabla 2.6 Características de microcontroladores se ajustan a las necesidades del sistema	81
Tabla 2.7 Precio y disponibilidad de microcontroladores .....	82
Tabla 2.8 Descripción de los pines de la GLCD JHD12864E.....	86
Tabla 2.9 Consumo Total de corriente del sistema .....	87
Tabla 2.10 Características de la fuente de alimentación SW07-1AAC.....	88
Tabla 2.11 Especificaciones de fuente de alimentación S-60-5 .....	89
Tabla 2.12 Comparación entre los diferentes tipos fuentes de alimentación .....	89
Tabla 2.13 Elementos Utilizados y su función .....	91
Tabla 2.14 Distribución de pines en el microcontrolador PIC18F452.....	93

### CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Resultado real del alcance de lectura del lector RFID ID-20.....	156
Tabla 4.2 Cuadro de horarios y materias de los alumnos maestros.....	160
Tabla 4.3 Tabla de alumnos maestros para pruebas del subVI reportes de usuarios .....	168
Tabla 4.4 Elementos utilizados en el proyecto .....	180
Tabla 4.5 Costo total del sistema de control de personal con tecnología RFID y controlador ethernet.....	181
Tabla 4.6 Comparación entre los sistemas de Control de Personal.....	183

## RESUMEN

En la actualidad empresas e instituciones educativas se encuentran con algunos problemas de Gestión y Control de Personal, particularmente en el tema de la asistencia y cumplimiento de horarios de trabajo, los sistemas de control tradicionales están basados en un control manual o registro escrito, que en muchas ocasiones es susceptible a la alteración de la información o a la falsificación de la identidad del empleado.

El presente proyecto propone una alternativa para el control de personal en el colegio universitario UTN, mediante la utilización de un controlador Ethernet y la tecnología de identificación por radio frecuencia

El controlador Ethernet ENC28J60-H es un dispositivo que nos permitirá añadir conectividad Ethernet al sistema de control de personal. Mientras que tecnología RFID es un sistema de identificación de etiquetas sin contacto, que permitirá tener un registro inalámbrico de los usuarios del sistema de control de personal.

El HMI del sistema de control de personal se desarrolló en el paquete computacional LabVIEW 10.0, el cual permite un fácil manejo del protocolo TCP/IP y el posterior tratamiento de la información. Además para almacenar la información se utiliza el motor de base de datos MySQL,

La elaboración del presente proyecto permite brindar una solución alternativa a los sistemas de control de personal haciendo uso de tecnologías que se encuentran en nuestro entorno y que principalmente, permitirá tener un monitoreo y control del personal de forma remota a beneficio del empleador o administrador de recursos humanos.-

## ABSTRACT

At present, companies and educational institutions are faced with some problems of Personnel Management and Control, particularly in the area of compliance assistance and work schedules, traditional control systems are based on a manual or written, that often it is susceptible to alteration of the information or the falsification of the identity of the employee.

This project proposes an alternative for the control of personnel in the school UTN, using an Ethernet controller and the technology RFID.

Ethernet controller ENC28J60-H is a device that will allow us to add Ethernet connectivity to the control of personnel. While RFID is an identification system for non-contact tag, which will have a wireless recording system users .

The HMI control system of personal computer software developed in LabVIEW 10.0, which allows easy handling of TCP / IP and the subsequent processing of information. In addition to storing information using the database engine MySQL

The development of this project allows to offer an alternative solution to the personnel control systems using technologies found in our environment and mainly, will provide monitoring and control remotely personal benefit of the employer or resource manager human

## PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo elaborar un control de personal para el colegio universitario UTN que permita el monitoreo del acceso de personas de forma remota mediante la utilización de tecnología (RFID) y un controlador Ethernet ENC28J60-H con la finalidad de brindar una mejor manera de adquisición e interpretación de dicha información para el supervisor o administrador de personal.

En el primer capítulo se presenta una descripción de la tecnología de identificación por radio frecuencia RFID y sus aplicaciones, además de un breve análisis de los sistemas de control de personal que existen en la actualidad, como también un estudio de la transmisión de datos a través de la intranet, que servirá como fundamentación teórica.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de la situación actual del control de personal en el colegio universitario UTN, además se describe el diseño del hardware y las características de los diferentes dispositivos utilizados en el control de personal mediante la utilización de un controlador Ethernet y la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID).

En el tercer capítulo se detalla el diseño general del control de personal para el colegio universitario "UTN", mediante la utilización de un controlador Ethernet y la tecnología RFID, en donde se especifica como interaccionan sus diferentes componentes entre sí. Además se explica la estructura del programa realizado. Se tiene por una parte la programación del microcontrolador y por otra, la programación del HMI realizado en labview.

En el cuarto capítulo se detalla el proceso de ensamblaje e implementación del control de personal en el colegio universitario. Luego se describen las pruebas realizadas al sistema a fin de comprobar su funcionamiento, para finalmente realizar una descripción de los costos del proyecto.

En el quinto capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente proyecto.

Finalmente en los anexos se incluye los datasheets del controlador Ethernet ENC28J60-H y lector RFID ID-20, la configuración del router DLINK DIR-600, el procedimiento de ensamblaje del hardware del sistema de control de personal, la creación del conector ODBC, una descripción de las herramientas utilizadas para la creación del HMI en labview, el código del microcontrolador, el código de MYSQL y el manual de usuario del sistema de control de personal para el colegio universitario "UTN".

## **CAPITULO 1**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En este capítulo se presenta la descripción de la tecnología de identificación por radio frecuencia RFID y sus aplicaciones, además de un breve análisis de los sistemas de control de personal que existen en la actualidad, como también un estudio de la transmisión de datos a través de la intranet, que servirá como fundamentación teórica. Observo

#### **1.1 SISTEMAS DE CONTROL DE PERSONAL [1][2]**

El control de personal es la habilidad de registrar y controlar al personal que trabaja en una empresa o institución. Los terminales de control de personal también se denominan terminales de control de presencia, control de asistencia, control horario o relojes de fichar. Estos sistemas tienen definidos para cada usuario registrado, unos calendarios, horarios, vacaciones, turnos de trabajo, etc. en que el usuario registrado tiene permiso.

Anteriormente el control de personal era muy deficiente , debido al uso de sistemas tradicionales basados en un control manual o registro escrito, que en muchas ocasiones es susceptible a la alteración de la información o a la falsificación de la identidad del empleado, ocasionando algunos problemas de gestión y control del personal.

El avance de la tecnología permite que los sistemas de control de personal, estén basados en mecanismos de identificación a partir de lectores de cinta magnética, lectores de código de barras, lectores biométricos de huella digital y otros. Donde permite que el control de personal sea un sistema flexible con habilidades de tener un crecimiento continuo, y que además admita la interconexión con otros sistemas de seguridad, que proporcionen información útil y confiable como: asistencias, tiempo de llegada y de salida, retrasos, días y horas trabajadas, etc.-

### 1.1.1 OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL

Un sistema de control de personal empieza a operar cuando un usuario presenta la credencial (típicamente un distintivo o identificación de tarjeta inteligente del trabajador) al lector, El lector extrae la información de la tarjeta lo procesa y lo envía al panel de control, posteriormente el panel de control transmite los datos al servidor de control de personal para su respectiva validación. Si hay concordancia entre la credencial y la lista de control de personal el panel opera registrando la credencial, caso contrario sino existe concordancia entre la credencial y la lista de control de personal el sistema no lo registrara.

### 1.1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL [3]

Un sistema de control de personal está compuesto básicamente de los siguientes componentes:

- **Punto de Registro.-** Un punto de registro de personal es un lugar de fácil acceso y de conocimiento general en el cual se encuentra el sistema de control de personal.-
- **Panel de Control.-**Es el elemento más importante del control de personal, debido que es donde se conectan todos los periféricos y se realiza los procesos de control del sistema.-
- **Sistema de Detección.-** El sistema de detección es el medio por el cual se va a reconocer o autenticar al usuario, y se enmarcan en tres grupos claramente diferenciados:
  - Credencial
  - Clave
  - Entrada biométrica
- **Lector.-** El lector es el componente que extrae la información de la tarjeta lo procesa y lo envía al panel de control para su respectiva validación.

- **Host y Sistema de software.-** Es la herramienta que sirve para checar el estado del sistema, en el cual corre una base de datos y regularmente algún software de control.

### **1.1.3 SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN [4]**

En la actualidad existen en el mercado distintas tecnologías para la identificación de personas, productos e incluso animales. Aplicando al ámbito de control de personal se pueden encontrar diversas tecnologías de identificación como: tarjetas de código de barras, de cinta magnética, biométricos, RFID<sup>1</sup> y memorias de contacto.-

#### **1.1.3.1 Tecnología de Código de Barras**

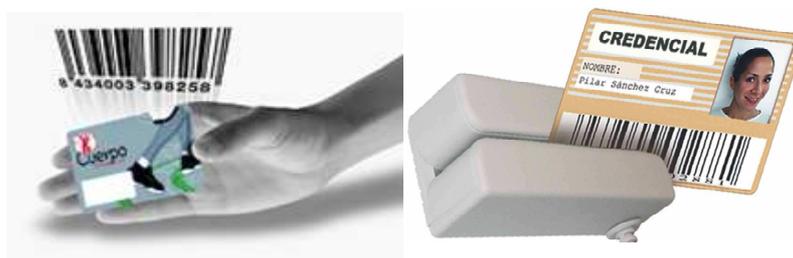
El código de barras es una serie de barras negras y espacios en blanco de diferentes anchos que en su conjunto contienen una determinada información. Las impresiones de código de barras son leídas mediante un equipo de lectura óptica (scanner), el cual mide la luz reflejada e interpreta la clave en números y letras para luego transmitir esta información a otros sistemas.

La tecnología de códigos de barra es un sistema de bajo costo, permitiendo que los datos puedan ser reunidos de manera rápida y precisa. Sin embargo es muy vulnerable a falsificaciones y el lector puede tener problemas con identificaciones sucias, borrosas o manchadas.

Es por esto que actualmente existen en el mercado otras tecnologías más seguras, y el código de barras se ha dejado de utilizar, a pesar de que fue la primera en ser usada para realizar procesos de auto-identificación.

---

<sup>1</sup> **RFID** Identificación por Radiofrecuencia



**Figura 1.1 Tarjetas con código de barra**

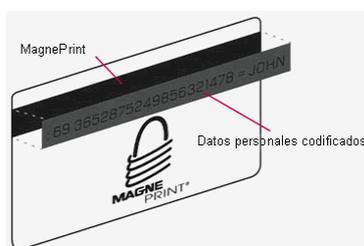
**Fuente:** <http://www.inditar.com/tarjetas-pvc/codigo-de-barras.php>

**Fuente:** <http://www.maersa.com.mx/productos.html>

### 1.1.3.2 Tecnología de Cinta Magnética

Es un sistema que se basa en la lectura de una banda magnética, hecha de un pigmento a base de pequeñas partículas ferromagnéticas. La banda magnética es grabada o leída mediante contacto físico pasándola a través de una cabeza lectora/escritora gracias al fenómeno de inducción magnética. La aplicación más difundida en la actualidad es la de las tarjetas de crédito y la de compras.

Sus ventajas son proporcionar agilidad en la autenticación, dar identificación única al poseedor, y un bajo costo. Sin embargo, su uso continuo las deteriora físicamente como consecuencia de la fricción al momento de la lectura, además debe ser tratada con cierto cuidado debido a que puede rayarse o si es expuesta a campos magnéticos su código puede borrarse. Por tal motivo no son recomendables por ejemplo para usar en ambientes industriales. Sólo se recomiendan en oficinas o establecimientos administrativos.



**Figura 1.2 Tarjeta con cinta magnética**

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos43/banda-magnetica/Image4231.gif>

### 1.1.3.3 Tarjetas Wiegand

La tecnología Wiegand es similar a la empleada por las tarjetas magnéticas, ya que se basa en identificar el código almacenado en una banda magnética. Sin embargo esta tecnología graba el código mediante unos cables integrados en el interior de la tarjeta, que al ser expuestos al campo magnético creado por el lector, generan un pulso de voltaje. Cada cable posee cualidades magnéticas diferenciadas, de forma que cada tarjeta tiene un modelo único que genera el número de identificación.

A diferencia de la tecnología de banda magnética esta permite que las tarjetas puedan ser leídas sin requerir el contacto directo con el lector consiguiendo evitar su desgaste y alargar la vida útil tanto del lector como de la tarjeta, además de poder combinarse con otras tecnologías como: código de barras, proximidad, etc.-



**Figura 1.3 Tarjeta Wiegand**

**Fuente:** [http://www.2mcctv.com/popup\\_image-pID-8132.html](http://www.2mcctv.com/popup_image-pID-8132.html)

### 1.1.3.4 Tarjetas Inteligentes

La tarjeta inteligente (smart card) es una tarjeta plástica del tamaño de una tarjeta de crédito convencional, que contiene un pequeño microprocesador, que es capaz de hacer diferentes cálculos, tener gran capacidad de memoria y el manejo de programas, que están protegidos a través de mecanismos avanzados de seguridad.

A pesar de las diversas aplicaciones que tienen las tarjetas inteligentes, en la actualidad existen dos categorías principales: Las tarjetas de memoria que contienen sólo componentes de memoria no volátil y posiblemente alguna lógica de seguridad, y las tarjetas microprocesadoras que contienen memoria y microprocesadores.

Sin embargo debido a su alto costo de fabricación en comparación con otras tecnologías, no son muy comunes en mecanismos de control de personal.



**Figura 1.4: Tarjetas inteligentes**

**Fuente:** <http://www.integracion-de-sistemas.com/reloj-quecador-con-huella-digital/>

### 1.1.3.5 Tarjetas de Proximidad

Estas tarjetas se basan en la tecnología de identificación por radio frecuencia RFID, donde las tarjetas de proximidad son dispositivos que emiten señales de radio frecuencia cuando la tarjeta está dentro del campo magnético generado por el lector, transmitiendo el código que después será percibido por la antena del lector.

Entre las principales ventajas de esta tecnología, es que no necesita que la tarjeta sea pasada en un sentido específico o que tenga visión directa entre el emisor y receptor, lo que le da una mayor velocidad de lectura y poca resistencia de uso por parte de los usuarios, porque incluso la tarjeta puede ser leída dentro de una billetera, una cartera, etc.-

Este es el sistema de identificación que será utilizado en el presente trabajo.



**Figura 1.5 Tarjetas de proximidad**

**Fuente:** <http://www.tryptonsoftware.com>

**Fuente:** <http://www.etilux.com/es/consejo/RFID.php>

### 1.1.3.6 Botones de Memorias de Contacto [5]

Son dispositivos físicos de almacenamiento utilizados para leer almacenar y modificar datos, donde un botón puede actuar como una “placa” identificadora o como una base de datos portátil en el que los datos pueden ser leídos y modificados. Convirtiéndose en un tipo específico de tecnología de auto-identificación que requiere de contacto físico entre el botón y el lector para poder leer los datos de la etiqueta.

La memoria de contacto no ha tenido una amplia adopción como solución de auto-identificación. Una de las mayores causas de esta situación es la falta de estándares sobre esta tecnología, ya que los tres sistemas que más se conocen son totalmente propietarios.

Entre las principales ventajas están la de ser dispositivos de múltiples lecturas y escrituras, además por su estructura física son muy resistentes, y pueden ser utilizados en entornos hostiles.



**Figura 1.6 Botón de Memoria De Contacto**

**Fuente:** <http://www.tecri.com.mx/puntocontrol.php>

### 1.1.3.7 Clave por Teclado

La clave por teclado consiste en un código numérico ingresado mediante teclado y que sirve como un número de identificación personal, donde por lo general este código numérico es usado en ciertos sistemas para obtener acceso a algo, o identificarse.

La ventaja de usar este método de identificación, es cuando ya se ha memorizado el número, esta “credencial” no puede ser perdida u olvidada en algún lugar. La desventaja es la dificultad que algunas personas tienen en recordar números, y que la clave puede ser observada y consecuentemente usada por personas no autorizadas. En la actualidad debido al surgimiento de nuevas tecnologías de identificación este método ha caído en desuso y no se han generado nuevas aplicaciones donde pueda resurgir como una opción válida.



**Figura 1.7 Teclado**

**Fuente:** [http://zerocircuits.zobyhost.com/Tutoriales/tutorial\\_manejo\\_teclado\\_matricial.php](http://zerocircuits.zobyhost.com/Tutoriales/tutorial_manejo_teclado_matricial.php)

#### **1.1.3.8 Sistema Biométrico**

El sistema biométrico elimina por completo el uso de tarjetas de identificación, ya que esta tecnología se basa en la identificación o verificación de individuos a partir de una característica física o del comportamiento de la persona, donde los más conocidos pueden ser los lectores de huellas digitales, geometría de la mano e iris del ojo.-

La principal ventaja de esta tecnología radica en la seguridad, ya que por su esencia es intransferible. Sin embargo sus desventajas radican en el precio del lector, la velocidad de lectura y por último la poca posibilidad de ser autónomos. Esto ocasionado generalmente por su complicada lógica, ya que se ven obligados a trabajar con un software de análisis y una computadora conectada directa al lector, lo cual es poco versátil y caro.



**Figura 1.8 Sistemas Biométricos**

**Fuente:** <http://comaxnet-seguritech.blogspot.com/2010/01/tecnologia-biometricas.html>

**Fuente:** [http://www.sisecom.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=115](http://www.sisecom.es/index.php?option=com_content&view=article&id=115)

#### 1.1.4 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

Habiendo detallado las características de cada sistema de Identificación por separado, se puede resumir lo expuesto anteriormente en la tabla:

Sistemas de identificación	Modificación de la Información	Seguridad de los Datos	Desgaste Tarjeta	Desgaste Lector	Distancia de Lectura	Costo de Mantenimiento
Código de Barras	No Modificable	Mínima	Medio	Bajo	Línea de Vista	Medio
Cinta Magnética	Modificable	Media	Alto	Alto	Requiere contacto	Alto
Wiegand	Modificable	Media	Medio	Medio	Requiere contacto	Medio
Tarjetas Inteligentes	Modificable	Media	Medio	Medio	Requiere contacto	Medio
Proximidad [RFID]	Modificable	Alta	No Posee	No Posee	No Requiere Contacto	No Posee
Memorias de Contacto	Modificable	Alta	medio	Medio	Requiere contacto	Medio
Clave por Teclado	Modificable	Mínima	No Posee	Alto	Requiere contacto	Medio
Sistema Biométrico	No Modificable	Alta	No Posee	Bajo	Depende Biométrico	Medio-Alto

**Tabla 1.1 Comparación entre los diferentes sistemas de Identificación.**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

## 1.2 IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA [6] [7]

La tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID, es un sistema de identificación de etiquetas sin contacto. Se basa en etiquetas electrónicas o tags que se componen de un chip y una pequeña antena. Estas etiquetas se pueden incorporar a toda clase de productos, haciendo posible identificarlos a distancia y controlarlos por ejemplo a lo largo de toda la cadena de distribución, desde el fabricante hasta el comprador. Además dichas etiquetas, permiten almacenar múltiple información referente al artículo portador de las mismas.

Los sistemas de radio frecuencia han sido poco desarrollados a pesar de ser ya conocidos hace casi cinco décadas, sin embargo a finales de los años 90 la tecnología RFID empieza a tomar una mayor relevancia debido al descenso de su coste de fabricación, esto gracias a IBM<sup>2</sup> que consigue integrar todo el circuito en un sólo chip. Despertando así las expectativas de un número cada vez mayor de sectores industriales, interesados por sus funcionalidades. Los primeros en utilizar RFID aseguran que conducirá a eficiencias sin precedentes en todos los campos que se la utilice.

Actualmente, existe un sinnúmero de aplicaciones que utilizan este método de identificación, haciéndose necesario la creación de etiquetas a frecuencias diferentes, las cuales son impuestas y reguladas en la mayoría de países para evitar interferencias con otros equipos industriales, científicos y médicos.

Los sistemas RFID tienen la ventaja de su total funcionamiento sin visibilidad directa entre lector y etiqueta. En este aspecto es donde claramente supera al código de barras y a otros sistemas ópticos. Pero debido a su coste, que aunque ha ido reduciéndose progresivamente siempre será superior al del código de barras, no se ha implementado en aplicaciones sencillas donde el código de barras sigue dominando el mercado.

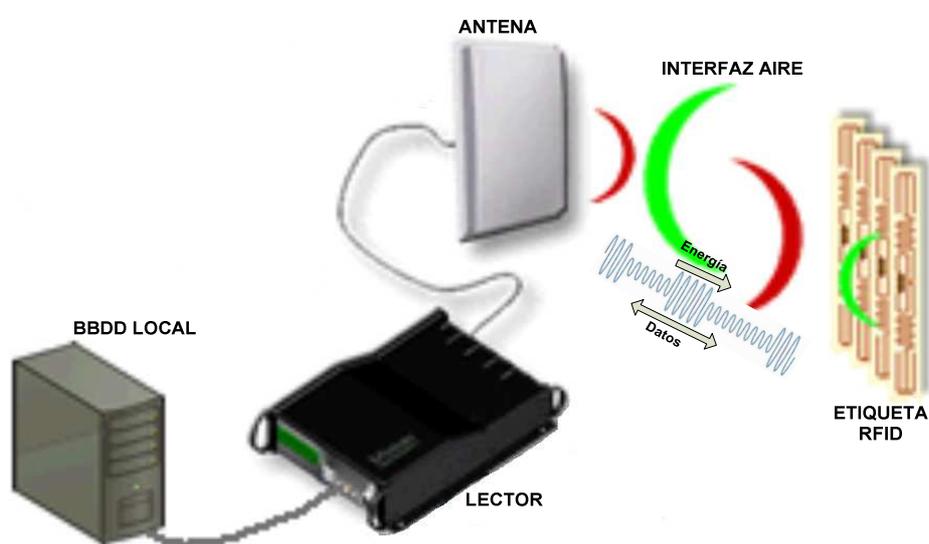
---

<sup>2</sup> **IBM** International Business Machines

### 1.2.1 DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA RFID

En un sistema RFID son necesarios dos elementos básicos: una etiqueta electrónica y un lector, en donde la comunicación entre el lector y la etiqueta se realiza mediante señales de radiofrecuencia a una determinada frecuencia que generan las antenas del lector y etiqueta, estas frecuencias pueden ser iguales o pueden ser armónicos.

El funcionamiento del sistema, es bastante sencillo, básicamente lo que ocurre es que cuando se enciende el lector, este empieza a enviar una serie de ondas de radiofrecuencia hacia la etiqueta, que son captadas por la microantena de ésta. Dichas ondas activan el microchip que tiene internamente cada etiqueta. Posteriormente la etiqueta, transmite a la antena del lector la información que tengan en su memoria. Finalmente, el lector recibe la información que tiene la etiqueta y lo envía a una base de datos donde se han almacenado previamente las características del artículo al cual se ha asociado la etiqueta como pueden ser: fecha de caducidad, material, peso, dimensiones, etc.



**Figura 1.9 Diagrama de Funcionamiento de un Sistema RFID**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

Para la creación de un sistema RFID se debe tomar en cuenta diversos factores de diseño como la frecuencia de operación, el tipo y tamaño físico de la etiqueta RFID, el rango de lectura del lector, la habilidad del lector para mantener la comunicación con varias etiquetas a la vez, así como también el tipo de modulación y la velocidad de transmisión de los datos, además dependiendo de la aplicación hacer un análisis de las posibles interferencias entre el lector y la etiqueta.

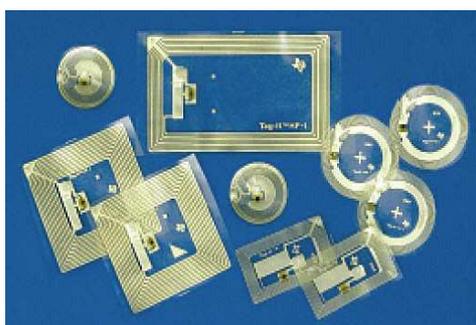
### 1.2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA RFID

Los componentes básicos de un sistema RFID especializado para obtener información remota son los siguientes:

- Etiquetas RFID
- Antenas
- Lectores RFID

#### 1.2.2.1 Etiqueta RFID

Una etiqueta RFID es un dispositivo que permite almacenar y transmitir datos a un lector por medio de ondas de radio, donde la información que contiene la etiqueta, puede ir desde un código único hasta una información más detallada del objeto al cual está adherido. Las etiquetas tienen varias formas incluyendo tarjetas flexibles, llaveros, relojes, piezas metálicas similares a monedas, cintas, papel, e incluso pueden estar dentro de teléfonos celulares.



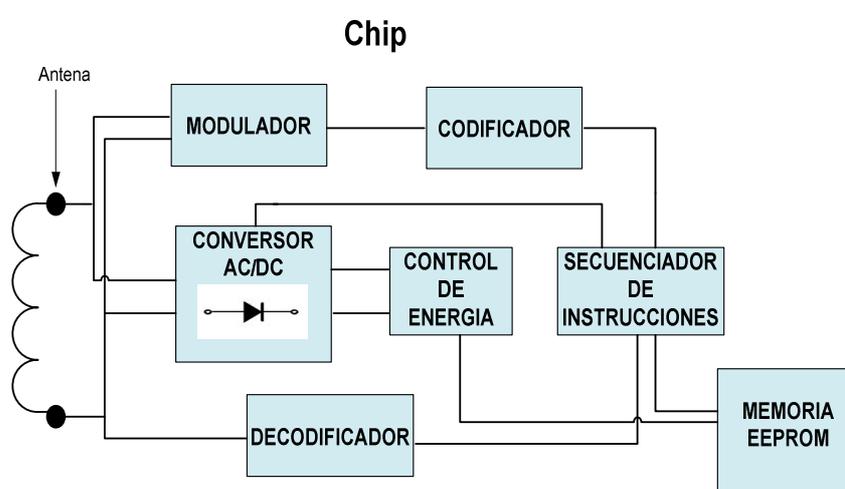
**Figura 1.10 Etiquetas RFID**

**Fuente:** <http://www.directindustry.es/prod/texas-instruments-rfid/antenas-para-lectores-smart-card-rfid-25478-192660.html>

### 1.2.2.1.1 Arquitectura Básica de una Etiqueta RFID

Una etiqueta está compuesta básicamente por una antena y un chip, donde la antena permite transmitir la información de identificación que contiene la etiqueta RFID. El chip posee una memoria no volátil como memoria EEPROM<sup>3</sup>, en el cual la capacidad de la memoria depende del modelo y va en un rango aproximado de 96 bytes para aplicaciones en donde solo se almacena un código, a etiquetas con más de 32 Kbits para almacenar información más detallada, sin embargo esto aumenta el precio de la etiqueta.

El chip es una combinación entre un circuito analógico y digital, que contiene elementos que le permiten realizar operaciones sencillas y seguir instrucciones básicas. Sin embargo de su simplicidad, en cuanto a la lógica que realiza, su construcción es todo un reto debido a su tamaño, ya que en promedio este chip mide solo 0.3 mm<sup>2</sup>, además debe ser inmune al ruido externo, tener un bajo consumo de energía y cumplir ciertas normas establecidas.



**Figura 1.11** Arquitectura básica de una etiqueta RFID

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

<sup>3</sup> **EEPROM** Electrically Erasable Programmable Read Only Memory

La parte analógica se encarga de la comunicación con el lector y de la alimentación de los circuitos internos del chip. La alimentación se lo realiza mediante un conversor AC/DC que aprovecha la señal del lector transformándola en voltaje continuo.

La parte digital gestiona la información almacenada en la etiqueta. El chip contiene un decodificador y un codificador que convierte la señal analógica en digital y viceversa. Los componentes digitales toman la frecuencia de la señal emitida por el lector como reloj para funcionar.

La codificación de las etiquetas se realiza en el proceso de fabricación del producto el cuál incluirá la etiqueta de identificación, será el fabricante del producto quién se responsabiliza de introducir un código único en cada etiqueta, (ya que normalmente el fabricante de las etiquetas, las suministra todas con la misma ID). Esto permite la diferenciación de cada uno de los productos, por ejemplo, podríamos diferenciar entre dos libros, del mismo idioma, marca, modelo, color, autor y lugar de edición; algo impensable en la actualidad.

#### *1.2.2.1.2 Tipos de Etiquetas RFID*

Las etiquetas RFID pueden ser activas, pasivas, o semiactivas (también conocidas como asistidas por batería). Las etiquetas pasivas no requieren ninguna fuente de alimentación interna, y son en efecto dispositivos puramente pasivos (sólo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria). Los otros dos tipos necesitan alimentación, típicamente una pila pequeña.

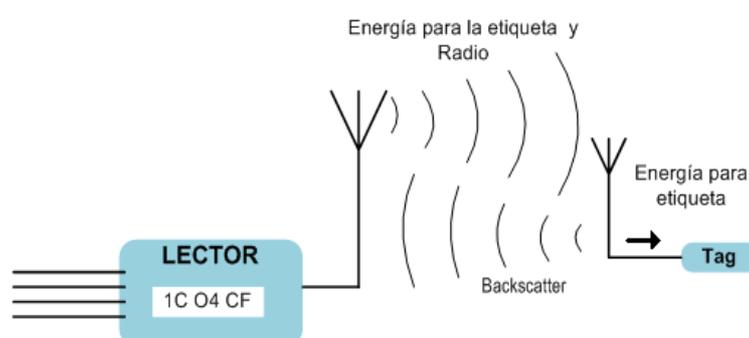
La mayoría de etiquetas existentes son del tipo pasivo, debido a que son más baratas de fabricar y no necesitan batería. Sin embargo en algunas aplicaciones que utilizan tecnología RFID se toman en cuenta factores como la exactitud, el funcionamiento en ciertos ambientes como cerca del agua o metal, y confiabilidad, haciendo que el uso de etiquetas activas sea muy común hoy en día.

##### *1.2.2.1.2.1 Etiquetas Pasivas*

Las etiquetas RFID pasivas no tienen una fuente de energía incorporada, y para su funcionamiento utilizan la energía proporcionada por el lector. Una etiqueta pasiva

tiene un largo período de vida y es generalmente resistente a las condiciones medioambientales. Por ejemplo, algunas etiquetas pasivas pueden resistir los químicos corrosivos como el ácido y temperaturas de hasta 204°C, etc.

En este tipo de etiquetas para la comunicación el lector siempre se comunica primero seguido de la etiqueta. Una etiqueta pasiva es típicamente más pequeña que una etiqueta activa o semiactiva. Tiene una variedad de rangos de lectura que van desde 1 pulgada hasta aproximadamente 9 metros.



**Figura 1.12 Esquema de funcionamiento de Etiqueta Pasiva**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.



**Figura 1.13 Etiqueta Pasiva**

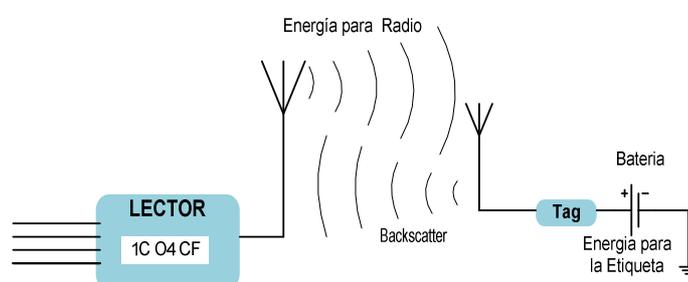
Fuente: <http://spanish.alibaba.com/products/rfid-tag-disk.html>

#### 1.2.2.1.2.2 *Etiquetas Semiactivas*

Las etiquetas semiactivas, son similares a las etiquetas activas debido a que ambas poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal. Este tipo de etiquetas utilizan al igual que las pasivas la energía contenida en la

radiofrecuencia para transmitir la señal. La batería permite al circuito integrado de la etiqueta estar constantemente alimentado y eliminar la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante. Por ello las antenas pueden ser optimizadas para utilizar métodos de reflexión.

Las etiquetas RFID semiactivas responden más rápidamente y tienen mayores rangos de funcionamiento que las pasivas. Este tipo de etiquetas tienen una fiabilidad comparable al de las etiquetas activas y a la vez que pueden mantener el rango operativo de una pasiva. También suelen durar más que las etiquetas activas.



**Figura 1.14 Esquema de funcionamiento de Etiqueta semiactivas**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.



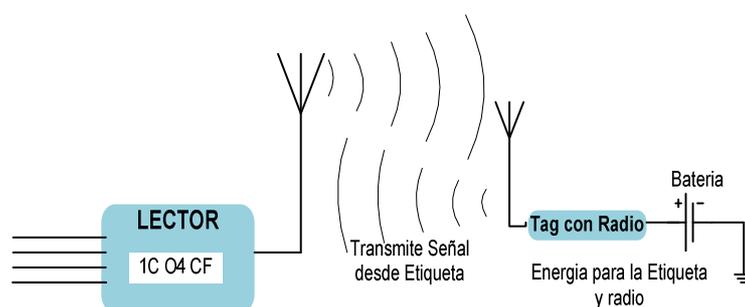
**Figura 1.15 Etiqueta Semiactiva**

Fuente: [http://www.rfidea.com/rfidtech\\_active\\_passive.php](http://www.rfidea.com/rfidtech_active_passive.php)

#### 1.2.2.1.2.3 *Etiquetas Activas*

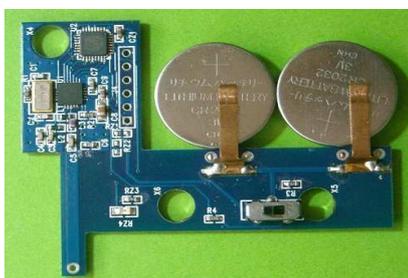
Las etiquetas RFID activas, tienen una fuente de energía incorporada, lo que les permite tener una cobertura de lectura mayor y memorias más grandes que las etiquetas pasivas. Muchas etiquetas activas tienen rangos prácticos de diez metros, y una duración de batería de varios años.

En la comunicación etiqueta-lector para este tipo de etiqueta, la etiqueta siempre se comunica primero, seguido por el lector. Debido a que la presencia del lector no es necesaria para la transmisión de datos, una etiqueta activa puede difundir sus datos incluso en ausencia del lector. Entre las características más importantes de este tipo de etiquetas están la exactitud, funcionamiento en ciertos ambientes como cerca del agua o metal, y la confiabilidad.



**Figura 1.16 Esquema de funcionamiento de Etiqueta Activa**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.



**Figura 1.17 Etiqueta Activa**

Fuente: <http://telecom.tradepad.net/products-70635-1356mhz-mifare-iso14443a-rfid-readerwriter-module-with-ttl-interface.html>

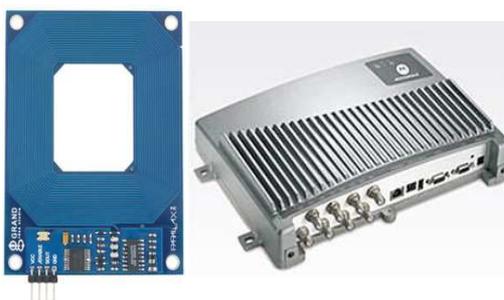
### 1.2.2.2 Lector RFID o Transceptor

El lector RFID es un elemento clave en cualquier sistema RFID, ya que permite leer e incluso escribir información en una etiqueta que sea compatible con éste. El lector emite ondas electromagnéticas o de radio frecuencia dirigida a la antena de la etiqueta, en el caso de la etiqueta pasiva, la energía de esas ondas activa el circuito integrado de la etiqueta que contiene la información que se desea leer.

Posteriormente por medio de ondas de radio frecuencia la información es enviada de regreso al lector a través de la antena de la etiqueta, para luego esta información ser convertida a formato digital y procesada por una computadora.

Anteriormente los lectores RFID eran diseñados para un tipo particular de etiquetas, ocasionando que estos permanezcan siempre encendidos, transmitiendo continuamente ondas de radio esperando a que alguna etiqueta ingrese en su área de cobertura. Sin embargo, actualmente existen lectores denominados “multimodo” que son capaces de leer varios y diferentes tipos de etiquetas, por esta razón en los últimos años su popularidad se ha incrementado notablemente.

Los lectores RFID disponen de un interfaz estándar, como por ejemplo RS-232, RS-485 o USB<sup>4</sup> que les permite transferir la información hacia un computador, a un microprocesador o a una PDA<sup>5</sup>.



**Figura 1.18 Lectores RFID**

**Fuente:** [http://www.rambal.com/educacion/productos\\_accesorios\\_wireless\\_rf\\_comunicacion.htm](http://www.rambal.com/educacion/productos_accesorios_wireless_rf_comunicacion.htm)

**Fuente:** <http://www.directindustry.es/prod/motorola/lectores-rfid-5104-381448.html>

El lector es el componente central del hardware en un sistema de RFID y tiene los siguientes componentes:

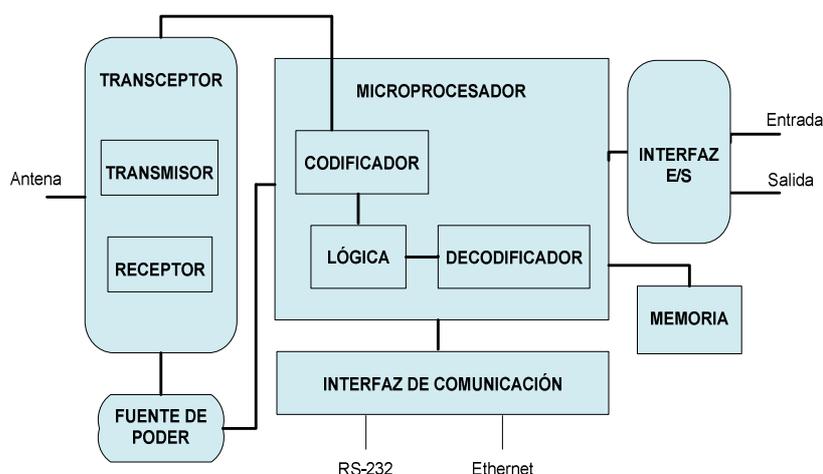
- Transmisor
- Receptor
- Microprocesador

---

<sup>4</sup> **USB** Universal Serial Bus

<sup>5</sup> **PDA** Asistente Digital Personal

- Memoria
- Entradas y salidas externos / actuadores
- Controlador (suele ser externo)
- Interfaz de comunicación
- Fuente de alimentación
- Antena



**Figura 1.19 Componentes de un Lector RFID**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

#### 1.2.2.2.1 *Transmisor*

El transmisor se encarga de emitir la corriente alterna y el ciclo de reloj por medio de sus antenas hacia las etiquetas que se encuentren dentro de su rango de lectura, este elemento forma parte del transceptor.

#### 1.2.2.2.2 *Receptor*

Este componente recibe las señales analógicas provenientes de la etiqueta por medio de la antena, luego envía estas señales al microprocesador donde toda esta información se convierte a un formato digital. Este componente también es parte del transceptor.

#### *1.2.2.2.3 Microprocesador*

Este componente es responsable de la implementación del protocolo de comunicaciones entre el lector y la etiqueta, realiza la decodificación y chequeo de errores de la señal analógica recibida. Adicionalmente, puede contener cierta lógica para hacer un filtrado y procesamiento de bajo nivel de los datos leídos, esto es, eliminar lecturas duplicadas o erróneas.

#### *1.2.2.2.4 Memoria*

La memoria es utilizada para almacenar información como los parámetros de configuración del lector o una lista de las etiquetas leídas. Por consiguiente, si la conexión entre el lector y el sistema de control/software se pierde, la información obtenida anteriormente no se perderá.

#### *1.2.2.2.5 Entradas y Salidas Externos / Actuadores*

Estos canales permiten al lector interactuar con sensores y actuadores externos. El lector no necesariamente debe estar encendido todo el tiempo, después de todo, las etiquetas podrían aparecer sólo en ciertos momentos en la zona de lectura, dejando continuamente encendidos a los lectores gastarían su energía. Para lo cual los lectores tienen implementados un mecanismo de encendido y apagado del lector dependiendo de los eventos externos, dicho mecanismo ya viene incluido en la mayoría de los lectores comerciales de la actualidad.

#### *1.2.2.2.6 Controlador (Suele ser Externo)*

El controlador es el componente que permite a una entidad externa, un humano o un programa de computación, comunicarse con el lector, este dispositivo suele ser externo al lector aunque en la actualidad cada vez se integra el controlador de manera parcial o total dentro del mismo lector. La funcionalidad del controlador permite que este pueda comunicarse con uno o más lectores.

#### *1.2.2.2.7 Interfaz de Comunicación*

Esta interfaz facilita la comunicación entre el lector y las entidades externas, permite el envío de la información obtenida de la etiqueta RFID y la recepción de comandos que se traducen en acciones, como por ejemplo escribir en la etiqueta RFID. Por tal

motivo se puede asumir que este componente es parte del controlador y es el medio que se encuentra entre el controlador y las entidades externas. Un lector puede tener distintos tipos de interfaz de comunicación, como por ejemplo: RS-232, RS-485, interfaz de red, entre otras.

#### *1.2.2.2.8 Fuente de Alimentación*

Este elemento provee de alimentación eléctrica a los componentes del lector y regularmente consiste en un cable con un adaptador de voltaje, conectado hacia la toma de corriente. Pero en los últimos años se han incrementado el número de lectores de tipo pistola, los cuales son móviles y su fuente de alimentación es una batería recargable.

#### *1.2.2.2.9 Antena*

La antena va conectada directamente al transmisor y al receptor. Es el dispositivo que utiliza las ondas de radio para leer y escribir datos en las etiquetas. Se encuentran de todas formas y tamaños según la frecuencia de operación de la onda de la señal transmitida o recibida.

La función principal de las antenas es enviar una señal hacia las etiquetas y recibir el resultado de identificación, pero una función secundaria e importante es inducir un pequeño voltaje en las etiquetas pasivas para su correcta polarización.

Actualmente existen lectores con múltiples puertos para antenas, lo que les permite tener múltiples antenas y extender su cobertura, la antena del lector es a menudo la parte más difícil de diseñar. Para aplicaciones de corto alcance como control de acceso, las antenas suelen estar incorporadas en el lector. Para aplicaciones de largo alcance la antena casi siempre es externa, y se conecta a alguna distancia del lector mediante un cable coaxial blindado.

Existen dos tipos de antenas: móviles y fijas.

#### *1.2.2.2.9.1 Antenas Móviles*

Este tipo de antenas se encuentran generalmente en lectores móviles. Son usados especialmente en aplicaciones de distribución de productos o en cadenas de

suministros, en donde se necesita realizar el control de grandes cantidades de objetos, y no es posible que sean movilizados hasta la antena del lector, por lo cual se hace lo contrario.



**Figura 1.20 Ejemplos de Lector RFID con Antenas Móviles**

**Fuente:** [http://www.datacollection.eu/contents/news/es/20090429/rfid\\_para\\_controlar\\_productos\\_perecederos\\_en\\_la\\_cadena\\_de\\_frio](http://www.datacollection.eu/contents/news/es/20090429/rfid_para_controlar_productos_perecederos_en_la_cadena_de_frio)

**Fuente:** <http://www.logismarket.com.ar/navigation/search/SearchTextualAction.do?searchParam=bluetooth-lector-bluetooth>

#### 1.2.2.2.9.2 Antenas Fijas

La antena fija es aquella que sin tener movimiento puede identificar la etiqueta RFID que entra en su área de cobertura. Generalmente este tipo de antenas se conectan a los receptores mediante cables, donde el lector puede manejar varias antenas fijas a la vez.



**Figura 1.21 Ejemplos de Lector RFID con Antenas Fijas**

**Fuente:** [http://www.tompkinsinc.com/images/RFID\\_tunnel](http://www.tompkinsinc.com/images/RFID_tunnel)

**Fuente:** <http://www.telectronica.com/v2/wp-content/uploads/2010/04/zucamor19.jpg>

### **1.2.3 FRECUENCIAS DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA RFID [8]**

Los sistemas RFID funcionan en distintas frecuencias dependiendo de la aplicación, en donde la frecuencia de operación esta cercanamente asociado con el típico atributo de la distancia de lectura del lector. Para seleccionar la óptima frecuencia de radio de operación de un sistema RFID se requiere el estudio de varios factores, incluyendo el rendimiento, factores regulatorios de cada país y la coexistencia con otras tecnologías inalámbricas.

Los diferentes tipos de frecuencias utilizadas en RFID son las siguientes:

- Baja frecuencia (LF)
- Alta frecuencia (HF)
- Ultra alta frecuencia (UHF)
- Microondas

#### **1.2.3.1 Baja Frecuencia LF (9 - 135 KHZ)**

Los sistemas que utilizan este rango de frecuencia tienen gran aceptación en todo el mundo debido a que está ampliamente difundida. Los sistemas RFID de LF generalmente usan etiquetas pasivas, teniendo una baja velocidad de transmisión aunque es muy fiable en ambientes de operación que contiene metales, líquidos, suciedad, nieve, o fango. La distancia de lectura de este tipo de sistemas RFID es inferior a 1.5 metros, por lo que las aplicaciones más habituales son la identificación de animales, inmovilización de vehículos, control de acceso, identificación de objetos.

#### **1.2.3.2 Frecuencia Alta HF (13,56 MHZ)**

Esta frecuencia también está muy difundida. Típicamente las etiquetas que trabajan en esta frecuencia son de tipo pasivo donde se tiene una baja velocidad de transmisión de datos entre la etiqueta y el lector RFID. El cual ofrece un rendimiento aceptable en materiales como líquidos y metales, estos sistemas se utiliza en aplicaciones tales como trazabilidad de los productos, movimientos de equipajes de avión o acceso a edificios.

Existe un rango próximo de frecuencia que es Very High Frequency (VHF) y está comprendido entre 30 y 300 MHz. Actualmente ninguno de los sistemas RFID opera en este rango de frecuencia, razón por la cual no se discute a detalle este tipo de frecuencia.

### **1.2.3.3 Frecuencia Ultra-Alta UHF (433 MHz y 860-960 MHz)**

Los sistemas que operan en estas frecuencias tienen una mayor distancia de lectura entre la etiqueta y el lector RFID (de hasta 4 metros, dependiendo del fabricante y del ambiente). Un sistema UHF puede utilizar etiquetas activas y pasivas con una rápida transferencia de datos entre etiqueta y lector, sin embargo tienen una transferencia lenta en presencia de metales y líquidos, a diferencia de las frecuencias bajas que si pueden penetrar dichos materiales.

El rango de Frecuencia UHF no es aceptado a nivel mundial porque no existen regulaciones globales para su uso y su aplicación depende de la legalidad del país. Este tipo de frecuencia se usa para aplicaciones de trazabilidad con etiquetas activas.

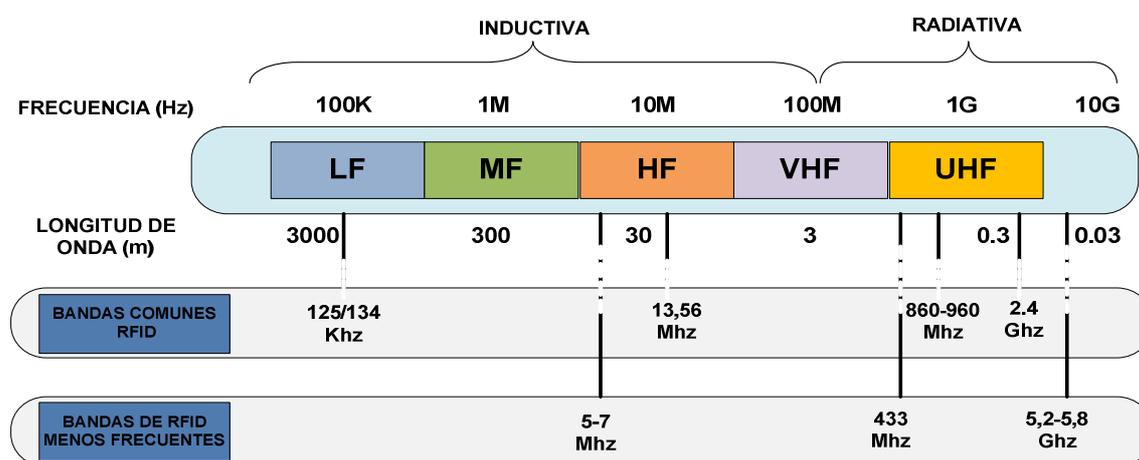
### **1.2.3.4 Frecuencia de Microondas (2,45 GHz y 5,8 GHz)**

La frecuencia de microondas son las más habituales para las etiquetas activas, y no tienen el problema de la falta de regulaciones globales, además ofrecen largas distancias de lectura y altas velocidades de transmisión. La ventaja de utilizar un intervalo tan amplio de frecuencia, es su resistencia a campos electromagnéticos más fuertes como por ejemplo el producido por un motor eléctrico en una línea de producción de automóviles.

Las aplicaciones más usuales para las etiquetas activas que operan en el rango de las microondas son el seguimiento y trazabilidad de personas u objetos. El rango de frecuencias de 2.4 GHz es llamado Industrial, Científico y Médico (Industry, Scientific, and Medical, ISM).

Actualmente existen restricciones internacionales aplicadas a las frecuencias en el que se puede usar la tecnología RFID. Por eso, algunas de las frecuencias

expuestas anteriormente no podrían estar disponibles en todo el mundo. En la tabla 1.2 se muestran algunos ejemplos de uso y restricciones de frecuencias, y la máxima potencia permitida.



**Figura 1.22 Bandas de frecuencia RFID**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

País/Región	LF	HF	UHF	MICROONDAS
EE.UU.	125-134 KHz	13.56 MHz, 10W(ERP <sup>6</sup> )	902-928 MHz, 1W ERP	2400-2483.5 MHz, 4W ERP 5725-5850 MHz, 4W ERP
Europa	125-134 KHz	13.56 MHz	865-865.5 MHz, 0.1W ERP	2.45 GHz
Japón	125-134 KHz	13.56 MHz	No permitido	2.45 GHz
Singapur	125-134 KHz	13.56 MHz	923-925 MHz, 2W ERP.	2.45 GHz
China	125-134 KHz	13.56 MHz	No permitido	2446-2454 MHz, 0.5W ERP

**Tabla 1.2 Regulaciones internacionales de frecuencia para RFID**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

#### 1.2.4 ANTICOLISIÓN [9] [10]

Un lector sólo puede comunicarse con una etiqueta a la vez. Cuando una o más etiquetas se sitúan dentro del rango de alcance de la antena del lector, no es posible realizar su lectura ya que causan interferencia entre sí, lo que se denomina colisión

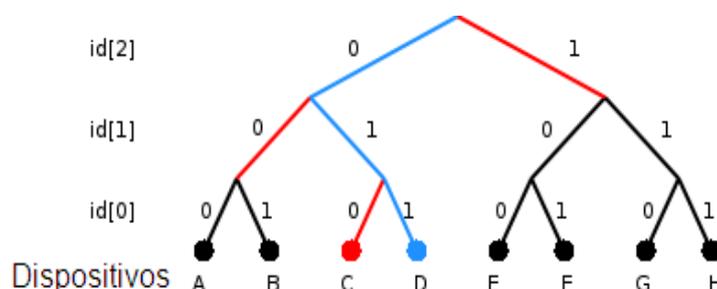
<sup>6</sup> ERP Potencia Radiada Efectiva

de etiquetas. Para lo cual el lector tiene que comunicarse con las etiquetas conflictivas utilizando un protocolo de singulación<sup>7</sup>. El algoritmo que se usa para tratar las colisiones de etiquetas se llama algoritmo anti-colisión. Los dos algoritmos más utilizados son: Tree Walking para UHF, ALOHA para HF.

El número de etiquetas que pueden ser identificados depende de la frecuencia y del protocolo utilizado, y están generalmente en el rango desde 50 etiquetas por segundo para HF y 200 etiquetas por segundo para UHF.

#### 1.2.4.1 Tree Walking (Recorrido de Árboles)

El algoritmo de singulación más conocido para el manejo de colisión de etiquetas RFID es el recorrido de árboles, se utiliza en etiquetas que operan a 915Mhz. El funcionamiento de este algoritmo es simple, se realiza una pregunta a la que deberán responder todas las etiquetas cuyo identificador comience bien con 0, bien con 1. Si más de uno responde, el lector puede pedir que respondan todos los que tengan un identificador que comience por (siguiendo con el 0 inicial) 00 ó 01, y así sucesivamente añadiendo bits en la secuencia deseada (010, por ejemplo, a continuación, tras 01) hasta que encuentre la etiqueta que buscaba.



**Figura 1.23 Método Tree Walking**

**Fuente:** <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/461069>

Este algoritmo presenta algunas desventajas debido a que hace visible mucha información al exterior, ya que cualquiera que pueda escuchar al lector puede

<sup>7</sup> **SINGULACION** Técnica que utiliza un lector RFID para identificar una etiqueta específica, dentro de un conjunto de etiquetas que se encuentran en su entorno.

conocer todos los bits de una etiqueta menos el último, permitiendo que las etiquetas sean fáciles de identificar.

#### **1.2.4.2 ALOHA**

El algoritmo ALOHA, comúnmente llamado así, fue creado en el año 1989, y es el segundo método de singulación más utilizado. Este algoritmo se utiliza en etiquetas que operan a 13.56 MHz, muy parecido en lo básico al CSMA/CD<sup>8</sup> que utiliza Ethernet. En ALOHA las etiquetas detectan la ocurrencia de colisiones e intentan un reenvío pasado un determinado tiempo aleatorio. Se puede doblar el rendimiento de este método si se sincronizan las transmisiones con ciertos slots de tiempo, que en este caso provee el lector. ALOHA no filtra información como el método de recorrido de árbol y es mucho menos vulnerable a la acción de etiquetas bloqueadoras.

Sin embargo ALOHA puede ser mucho menos eficiente que un recorrido de árbol optimizado, ya que puede llegar a colapsar el sistema al momento que el campo del lector este muy poblado. Actualmente se está intentando estandarizar una versión de ALOHA que se denomina HF clase 0, con un rendimiento de hasta 200 etiquetas por segundo.

#### **1.2.5 ESTANDARIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID [11]**

En un sistema RFID la normalización o estándares nos permiten obtener una arquitectura abierta que puede ser implementada por diferentes fabricantes o integradores. Entre los aspectos más importantes que se tratan en la normalización, están la de definir la interfaz aire entre el lector y la etiqueta, e incluye parámetros como:

- Protocolo de comunicación
- Tipos de modulación de la señal
- Codificación de los datos y tramas
- Velocidad de transmisión de los datos
- Protocolos anticolidión

---

<sup>8</sup> **CSMA/CD** Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones

- Aplicaciones

La historia de los estándares RFID en los últimos 10 años desafortunadamente no ha sido la ideal, conduciendo a muchas confusiones y variaciones que actualmente continúan, y al igual que otras áreas tecnológicas, la estandarización se caracteriza por la existencia de varios grupos de especificaciones, que entre los más relevantes se tiene:

- **AIAG** (Grupo de Acción de La Industria Automotriz)
- **ANSI** (Instituto Nacional De Estándares Americanos)
- **EAN\*UCC** (Asociación Internacional de Numeración de Artículos Europeos, Consejo de Código Uniforme)
- **EPCGlobal**
- **ISO** (Organización Internacional de Estandarización)
- **ETSI** (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones )

#### 1.2.5.1 Estándar AIAG

La AIAG es una asociación no lucrativa encargada de reducir costes y complejidad en el entorno de la automatización de cadenas de producción. Donde uno de los estándares más conocidos en el mundo de los fabricantes/productores que trabajan con RFID es:

- **AIAG B-11.** Estándar para ruedas utilizando RFID. La versión actual incluye un EPC de 96bits en el marco del protocolo EPCGlobal.

#### 1.2.5.2 Estándar ANSI

*“ANSI es una organización sin fines de lucro que administra y coordina la estandarización voluntaria. Su misión es agrandar la competitividad global de los negocios en Estados Unidos y la calidad de vida promoviendo y facilitando los estándares para el desarrollo tecnológico” [12].*

A continuación se listan los principales estándares ANSI que están relacionados con la tecnología RFID.

- **ANS INCITS 256-2001.** Estándar para la promoción de los dispositivos RFID interoperables, operando en bandas internacionales que están disponibles libremente y niveles de energía con licencia gratuita.
- **ANS INCITS 371.** Tecnología de la información-sistemas de localización en tiempo real (RTLS).
- **ANS MH10.8.4.** Estándar de RFID para contenedores de plástico reusables.

#### 1.2.5.3 Estándar EAN\*UCC

La EAN\*UCC es la integración de las asociaciones de identificación tecnológica y del comercio electrónico EAN<sup>9</sup> International y UCC<sup>10</sup>, donde la UCC es la encargada de definir y promover los estándares de identificación en barras y comercio electrónico para Estados Unidos y Canadá.

Las soluciones en la cadena de suministros ofrecida por el sistema EAN\*UCC incluye códigos de identificación únicos mundialmente, medios de transporte de datos, comercio electrónico, y estándares comunicacionales. Estas herramientas apoyan a las industrias estabilizadas así como también a los mercados emergentes.

La siguiente iniciativa de estandarización RFID está provista por este cuerpo de estándares:

- **GTAG** (Etiqueta Global). Esto apunta a facilitar las operaciones en la cadena de suministro global en la banda de los 862-928 MHz. Provee de una fundación técnica con grupos de datos y lineamientos de aplicaciones. Las etiquetas RFID en cumplimiento con la etiqueta Global están actualmente disponibles por varios fabricantes.

#### 1.2.5.4 Especificación EPCGLOBAL

La EPCglobal, es una iniciativa entre el UCC y la EAN internacional. El objetivo de EPCglobal es establecer estándares a nivel mundial, para diseñar, implementar y adoptar un código de producto electrónico (EPC) y una RedEPCglobal. La

---

<sup>9</sup> EAN Número Europeo de Artículo

<sup>10</sup> UCC Consejo de Código Uniforme

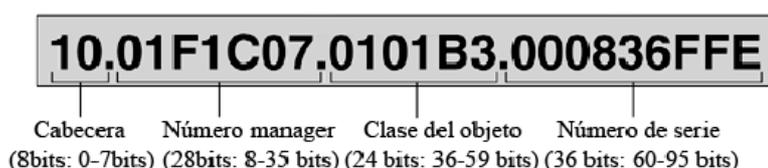
especificación EPCglobal apunta a las operaciones de cadenas de suministro y es probablemente la especificación global más prometedora para RFID.

Una red EPCglobal es una colección de tecnologías que pueden proveer una identificación en tiempo real. Que está dirigido básicamente a las operaciones en cadena de una empresa, puede ser aplicado en otros tipos de aplicaciones por ejemplo, rastreo y localización de un artículo.

El EPC es un identificador que puede únicamente identificar cualquier artículo en una cadena de suministro. Este es un esquema simple y compacto que puede generar extremadamente grandes cantidades de identificadores únicos.

La estructura del EPC, consiste de cuatro partes que corresponde a los atributos precedentes:

- Cabecera que denota la versión EPC utilizada
- Número de administración que especifica el nombre o el dominio de la compañía
- Clase de objeto que representa el tipo de clase del objeto etiquetado
- Número serial, que en este caso viene a ser el número del objeto etiquetado



**Figura 1. 24 Ejemplo de un EPC de 96 bits**

**Fuente:** <http://html.rincondelvago.com/rfid.html>

Los beneficios del EPC como identificación única e intransferible:

- Cada objeto tiene un único número de identificación propio.
- El seguimiento de cada producto es automático, reduciendo así la intervención humana: menores costes y errores.

- Se hace el seguimiento de muchos objetos simultáneamente, pudiendo aumentar de forma relevante la productividad de una cadena de producción.

#### 1.2.5.5 ISO (Organización Internacional de Estandarización)

El ISO es una organización no gubernamental, constituida por una red de institutos nacionales de estándares de 146 países, cuya aportación es igualitaria (1 miembro por país). El organismo tiene una central de coordinación en Génova (Suiza). De estos comités surgieron una gran cantidad de estándares relacionados con la tecnología RFID, y utilizados en aplicaciones del mundo real.

A continuación se listan las normas más importantes relacionadas con RFID:

- **ISO 6346.** Contenedores de transporte, Codificación, identificación y marca.
- **ISO 7810.** Tarjetas de identificación, características físicas. Provee criterios de rendimiento, requerimientos para intercambios internacionales, y criterios mínimos con características hombre-máquina.
- **ISO 7816.** Tarjetas de identificación tarjetas con circuito integrado con contactos.
- **ISO 9798.** Información tecnológica técnica de seguridad autenticación de la entidad.
- **ISO 9897.** Normas para contenedores. Equipamiento, intercambio de información, códigos de comunicación.
- **ISO 10373.** Tarjetas de identificación. Métodos de test.
- **ISO 10374.** Normas para contenedores. Identificación automática.
- **ISO 10536.** Tarjetas de identificación. Circuitos integrados para tarjetas sin contactos.
- **ISO 11784.** RFID para identificación de animales. Estructura del código.
- **ISO 11785.** RFID para identificación de animales. Conceptos técnicos. Especifica el proceso de transmisión entre etiqueta y lector.
- **ISO 14223.** RFID para identificación de animales. Lectores avanzados. Contiene el protocolo de interfaz aire

- **ISO 14443.** Tarjetas de identificación. Circuitos integrados para tarjetas sin contactos. Tarjetas de proximidad
- **ISO 14816.** Normas para teletráfico. Equipamiento y automatización de vehículos. Numeración y estructuración de datos.
- **ISO 15434.** Información tecnológica. Sintaxis para transferencia de información ADC.
- **ISO 15459.** Información tecnológica. Identificación de unidades de transporte.
- **ISO 15961.** Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. Protocolo de datos y interfaz de aplicación.
- **ISO 15962.** Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. Protocolo de codificación de datos y funcionalidades de la memoria.
- **ISO 15963.** Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. Identificación única para etiquetas RF.
- **ISO 17358.** Aplicación para cadenas de suministro. Requerimientos de aplicación.
- **ISO 17363.** Aplicación para cadenas de suministro.
- **ISO 17364.** Aplicación para cadenas de suministro. Unidades de transporte
- **ISO 17365.** Aplicación para cadenas de suministro. Objetos reutilizables
- **ISO 17366.** Aplicación para cadenas de suministro. Empaquetamiento.

#### 1.2.5.6 ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones)

El ETSI es una organización europea no comercial que se dedica a estandarizar normas en el campo de las telecomunicaciones. Al igual que otros organismos internacionales, tiene una lista exhaustiva de sus propias normativas referentes al RFID.

Los siguientes estándares ETSI son relevantes para RFID:

- **ETSI TR 101 445 V1.1.1.** Asuntos de compatibilidad electromagnética y espectro de radio (ERM); Dispositivos de corto rango (SRD) intencionados para operar en la banda de los 862 MHz hasta los 870 MHz.

- **ETSI I-ETS 300 220 ed.1.** Equipos y sistemas de radio (RES); Dispositivos de rango corto (SRD); características técnicas y métodos de prueba para equipos de radio para ser utilizados en el rango de frecuencia de 25 MHz a 1,000 MHz alcanzando niveles de potencia de 500 mW.
- **ETSI EN 300 330 V1.2.2.** Características técnicas y métodos de verificación para equipos RF en la banda de 9KHz a 25MHz y para sistemas de bucle inductivo en la banda de 9KHz a 30MHz.
- **ETSI EN 300 674 V1.1.1.** Equipos y sistemas de radio (RES); Dispositivos de rango corto (SRD); teletransporte, características técnicas y métodos de test para comunicaciones de corto alcance, equipos de transmisión (500Kbps/250Kbps) operando en la banda industrial científica y médica de los 5.8 GHz.
- **ETSI ETS 300 683 ed.1.** Equipos y sistemas de Radio (RES); compatibilidad electromagnética estándar para dispositivos de corto alcance operando en las frecuencias comprendidas entre 9 KHz y 25 GHz.
- **ETSI EN302208.** Define los requerimientos y métodos de medida para equipos RFID operando en la banda de 865 a 868MHz con niveles de potencia de hasta 2W.

## 1.2.6 USOS Y APLICACIONES DE RFID [13]

### 1.2.6.1 RFID en Contenedores

La identificación de contenedores con productos, representan una de las más valiosas aplicaciones de la tecnología RFID en términos de retorno sobre inversión, debido a los grandes volúmenes de mercadería que son importados o exportados por cada país. En muchos puertos del mundo, especialmente en los de Latinoamérica, los contenedores son almacenados o ubicados en grandes patios de varias hectáreas de extensión. El principal problema en estas instalaciones, radica que cuando un contenedor entra al estacionamiento, le es asignado un lugar, pero debido a la gran extensión de terreno, el inventario o revisión de dicho contenedor es laborioso, debido a factores como el difícil acceso, ubicación del contenedor (los

contenedores se almacenan cada vez en distintos lugares), y el escaso personal que trabaja en las aduanas.

En este caso usando la tecnología RFID, cuando el contenedor que entra al estacionamiento, se le aplica una etiqueta RFID al chasis del contenedor, el sistema da de alta el número de contenedor, así como los datos del conductor. Cuando este deja el contenedor en el lugar indicado, la etiqueta transmite la posición real, así que cualquier error del conductor, es automáticamente identificado sin necesidad de una costosa inspección visual. Así como también, se puede identificar la forma de manejo y el número de errores de cada uno de los conductores, y de esta forma establecer indicadores de desempeño.



**Figura 1.25 RFID en contenedores**

**Fuente:**<http://www.alarmasultra.com/ultrack/newsdetail.asp?id=172&idcompany=8>

#### **1.2.6.2 RFID en Máquinas Exendedoras (Máquinas de Venta)**

Es la aplicación de la Tecnología RFID como un medio de pago electrónico, en intento de mejorar las medidas de seguridad de las típicas máquinas expendedoras, que son utilizadas para venta de refrescos, café, comida, tabacos, etc.

Elementos de uso personal como llaveros, relojes o pulseras con etiquetas RFID integradas, sirven como medio de pago, presentando una gran ventaja sobre tarjetas convencionales de contacto, pues poseen una vida útil considerablemente mayor, son más amigables para utilización pues no necesitan de inserción en una ranura, sino apenas de una aproximación al panel de la máquina.



**Figura 1.26 RFID en máquinas expendedoras**

**Fuente:** <http://crave.cnet.co.uk/software/facebook-like-the-real-world-with-coca-cola-rfid-swiper-50000437/>

### 1.2.6.3 RFID en el control de Activos

El uso de placas metálicas y de códigos de barras ha sido ampliamente utilizado por empresas para el control de activos fijos. Sin embargo ambos métodos de identificación están sometidos al desgaste por tratarse de identificaciones impresas.

Las etiquetas RFID en formato de disco o cápsula, son una solución óptima para este tipo de aplicaciones, ya que pueden implementarse en muebles, maquinaria, computadoras y hasta en vehículos. La etiqueta en algunos de los casos es construida de tal forma que se autodestruyan en caso de un intento de cambio de identificación, por esta razón el beneficio de utilizar la tecnología RFID radica en la seguridad y protección contra robos de los objetos que contienen las etiquetas.



**Figura 1.27 RFID en control de activos fijos**

**Fuente:** <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/fabricante-de-muebles-finlandes-anade-valor-con-rfid/>

#### 1.2.6.4 RFID en Operadores Logísticos y Cadena de Suministros

Las cadenas de suministro o distribuidores, son los encargados de poner en el punto de consumo los bienes y productos de diversas industrias entre las que destacan la farmacéutica y la de “retail” (cadenas de tiendas de autoservicios y departamentales), El uso de código de barras se tornó predominante en varios de estos centros de distribución, pero con limitaciones operacionales que van intensificándose a medida que la operación se vuelve compleja.

La tecnología RFID permite identificar productos a mayores distancias que un código de barras y proporciona altas tasas de lectura, no requiere que exista una línea de vista directa entre el lector y la etiqueta. Es por ello que la tecnología RFID requiere de muy poca intervención humana.

En un supermercado, las etiquetas en formato de papel adhesivo presentan una funcionalidad excepcional para la identificación automática de productos, esto permite que todos los productos del carro de compras pueden ser leídos de una sola vez en una fracción de segundo y el valor total es automáticamente descontado de la cuenta corriente o de la tarjeta de crédito del cliente.



**Figura 1.28 RFID en supermercados y bodegas de operadores logísticos**

**Fuente:** <http://ounae.com/escoge-un-buen-vino-fiandote-de-sus-etiquetas-rfid/>

#### 1.2.6.5 RFID en el Control de Acceso

RFID ha sido utilizado satisfactoriamente en soluciones que proveen control de accesos. No son unos sistemas nuevos, ya que llevan varios años usándose en empresas, instituciones educativas o recintos. El Proceso de funcionamiento es

sencillo donde la etiqueta RFID es portada por el objeto o persona para obtener acceso a un cierto sitio. Esta etiqueta puede ser ubicada en el parabrisas del vehículo, puede ser embebida en la tarjeta de identificación de una persona o sobre su piel. Luego en los puntos de control de acceso, los datos obtenidos de las etiquetas RFID son enviados al sistema de seguridad el cual decide permitir o no el acceso.

Las etiquetas RFID son cada vez más funcionales, pudiendo permitir no sólo el acceso a distintas zonas, sino también a máquinas expendedoras o para pagos pequeños, por ejemplo en una cafetería de la empresa.



**Figura 1.29 Control de acceso con RFID**

**Fuente:** [http://www.futurointeligente.com/productos/acceso\\_RFID.htm](http://www.futurointeligente.com/productos/acceso_RFID.htm)

**Fuente:** [http://www.hotfrog.es/Empresas/AIKE-Seguridad-y-Domotica\\_104646/Lectores-de-tarjetas-RFID-12443](http://www.hotfrog.es/Empresas/AIKE-Seguridad-y-Domotica_104646/Lectores-de-tarjetas-RFID-12443)

#### **1.2.6.6 RFID en la Identificación de Equipajes en Aeropuertos**

En la mayoría de los aeropuertos que existen en la actualidad, utilizan los mayores avances tecnológicos para su gestión con el objetivo de automatizar los procesos, debido al volumen de pasajeros y vuelos que tienen en sus actividades diarias. Las etiquetas RFID embebidas en los equipajes de las líneas aéreas pueden ser utilizadas para proveer un efectivo rastreo del equipaje, estas etiquetas pueden ser leídas en cualquier orientación y a unos cuantos metros de distancia del lector, resultando así una lectura más rápida que la ofrecida por el código de barras.



**Figura 1.30 RFID en la Identificación de Equipajes en Aeropuertos**

**Fuente:** <http://www.rfidpoint.com/noticias/rfid-tecnologia-de-futuro/>

#### **1.2.6.7 RFID en la Industria Automotriz**

La industria automotriz ha empleado RFID por mucho tiempo en sus sistemas internos. Los avances de esta tecnología y las dinámicas del mercado presentan una excelente oportunidad para disminuir los costos de producción y la mano de obra en toda la cadena de suministro.

En la producción y ensamblaje de un automóvil, este pasa por una serie de áreas extremadamente hostiles, como son los talleres de soldadura y pintura, cuyas temperaturas pueden llegar hasta los 300° C, lo cual implica un pronto deterioro de las etiquetas que contienen el código de barras; en contraparte existen etiquetas RFID especiales, capaces de soportar tales condiciones, convirtiéndose de esta manera en la mejor opción para la identificación de productos. Por tal motivo, las principales razones para la aplicación de la tecnología RFID dentro de las ensambladoras de automóviles son: la necesidad de identificación y localización de piezas automotrices ya sea en la línea de producción o en los patios de las fabricas y concesionarias.

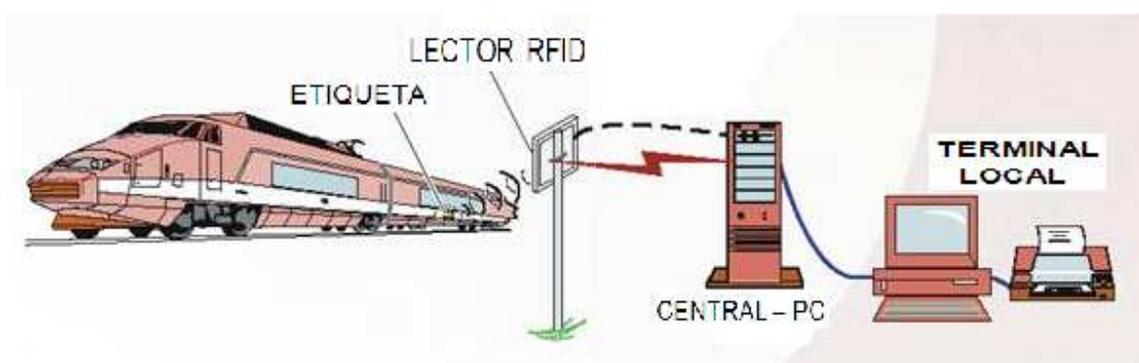


**Figura 1.31 RFID en la industria automotriz**

**Fuente:** <http://www.telectronica.com/index.php/category/expertosrfid/aplicaciones/>

### 1.2.6.8 RFID en la Identificación de Ferrocarriles

El seguimiento de equipos y cargas de mucho valor es decisivo a la hora de brindar un buen servicio al cliente y operar eficientemente el transporte ferroviario e intermodal. El propósito de la tecnología RFID en los ferrocarriles es el de proveer un sistema integrado de identificación y rastreo de vagones en forma automática, manteniendo la información en movimiento, sin detenerse, como también recoger y confirmar automáticamente la información proveniente de los vagones que se encuentren en cualquier lugar de la ruta establecida.



**Figura 1.32 RFID en la identificación de ferrocarriles**

**Fuente:** Rediseñado por Darwin Marcelo Pillo G.

**Fuente:** <http://www.sicsa.com.ar/Ferrocarril-Rail.html>

Este sistema mejora la productividad y reduce los costos de forma fácil y económica. Simplemente se debe colocar la etiqueta RFID en el chasis o vagones de los ferrocarriles. Luego, se deben instalar los lectores RFID en los puntos estratégicos, como por ejemplo: empalmes, estaciones, puertas, sitios de carga de combustible y de mantenimiento. Cuando la etiqueta pasa por la zona de lectura, el sistema identifica al móvil y el lector retransmite la fecha, hora u otra información programada a la computadora. La etiqueta está diseñada para aplicaciones en las que se opera con rangos largos y admite la exposición a ambientes severos.

### 1.2.6.9 RFID en el Pago Electrónico y Transporte Público

En la actualidad en las grandes ciudades, el pago por el servicio de transporte público se realiza mediante el uso de tarjetas de proximidad. La tecnología RFID permite eliminar las filas destinadas al cobro de pasajes, mejora la fluidez de los usuarios en horas pico y disminuye el tiempo necesario para ingresar al sistema de transporte público, convirtiéndose en un método rápido seguro y muy fiable. Un claro ejemplo de aplicación con éxito de la tecnología RFID es sistema integrado TROLEBUS de la ciudad de Quito, donde para tener acceso al sistema, el usuario únicamente debe adquirir una etiqueta RFID que le servirá para un determinado número de viajes dentro del sistema, y que además tiene la posibilidad de recargarse.



**Figura 1.33 Sistema RFID en el Pago Electrónico y Transporte Público**

**Fuente:** [http://www.dcm.com.ar/espaniol/productos/trole\\_quito.htm](http://www.dcm.com.ar/espaniol/productos/trole_quito.htm)

### 1.2.6.10 RFID en Telepeajes

La tecnología RFID en telepeajes permite una mejor administración de las vías con lo cual se brinda comodidad a los usuarios y contribuye en el sector económico, debido a que su implementación implica una reducción de costos para las empresas concesionarias. En la operación de estos sistemas el propietario de un vehículo debe adquirir una etiqueta RFID y colocarla en el parabrisas del vehículo, así, cuando el vehículo pasa por el telepeaje, el lector de etiquetas detecta el código almacenado, y se procede a realizar el débito en la cuenta del propietario del vehículo. Todo el proceso se realiza con sólo una disminución de la velocidad del vehículo, es decir que el mismo circula prácticamente sin detenerse.



**Figura 1.34 RFID en Telepeajes**

**Fuente:** [http://wapedia.mobi/es/Cobro\\_electr%C3%B3nico\\_de\\_peajes](http://wapedia.mobi/es/Cobro_electr%C3%B3nico_de_peajes)

### 1.3 TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE LA INTRANET

La evolución de la tecnología en la actualidad es uno de los aspectos más importantes, que facilita la vida cotidiana y la necesidad de controlar o supervisar un proceso de forma remota mediante red Ethernet de una manera sencilla

Una Intranet “se define como una red de información de carácter privada que basa su funcionamiento en las normas y protocolos utilizados por la Internet” [14], facultando a las empresas el no hacer pública la información de sus Intranets, muchas de ellas son bastante amplias. Por ejemplo, compañías en las industrias aeroespacial, automotriz, electrónica y otros, tienen Intranets que incluyen instalaciones en varios países, estas compañías por lo general emplean el protocolo de comunicación TCP/IP<sup>11</sup>, para enlazar todas sus redes de área amplia y local.

El conjunto de protocolos TCP/IP es el estándar usado a nivel mundial para la interconexión de sistemas abiertos. Ningún otro protocolo ofrece tanta interoperabilidad o abarca tantos fabricantes de sistemas. Lo que es más importante, ningún otro conjunto de protocolos, se ejecuta sobre tanta tecnologías de red como TPC/IP.

Existen numerosas razones por las que TCP/IP se ha convertido en el grupo de protocolos preferido de la mayoría de redes de datos; una de las principales es que

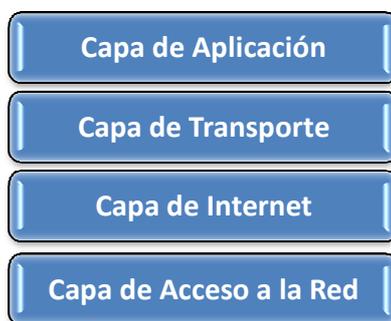
<sup>11</sup> **TCP/IP** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet

Internet usa este grupo de protocolos, y dado que para el presente proyecto este es el protocolo utilizado, en la siguiente sección se describe las características del protocolo TCP/IP.

### **1.3.1 TCP/IP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN/PROTOCOLO DE INTERNET) [15]**

TCP/IP, en realidad es un conjunto de protocolos que hacen posible la comunicación entre dos computadoras y que a diferencia de las tecnologías de networking propietarias, el TCP/IP se desarrolló como un estándar abierto. Esto significaba que cualquier persona podía usar el TCP/IP, lo cual contribuyó a acelerar el desarrollo de TCP/IP como un estándar. Los dos protocolos más importantes son TCP y el IP que son los que dan nombre al conjunto.

La arquitectura TCP/IP consta de cuatro capas: aplicación, transporte, Internet, acceso a red. En la figura 1.35 se observa las capas que conforman la arquitectura TCP/IP.



**Figura 1.35 Pila de Protocolos TCP/IP**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

#### **1.3.1.1 Capa Acceso a la Red**

Los protocolos de esta capa proporcionan al sistema los medios para enviar los datos a otros dispositivos conectados a la red. Es en esta capa donde se define como usar la red para enviar un datagrama, además es la única capa de la pila TCP/IP cuyos protocolos deben conocer los detalles de la red física.

Las funciones de la capa de acceso de red incluyen la asignación de direcciones IP a las direcciones físicas y el encapsulamiento de los paquetes IP en tramas. Basándose en el tipo de hardware y la interfaz de la red, la capa de acceso de red definirá la conexión con los medios físicos de la misma.

#### 1.3.1.1.1 Protocolos de Capa Acceso a la Red

A continuación, se muestran los protocolos más utilizados de la capa de acceso de red tanto para redes LAN<sup>12</sup> y WAN<sup>13</sup>. Además se observa que los protocolos ARP<sup>14</sup> y RARP<sup>15</sup> funcionan tanto en la capa Internet como en la capa de acceso de red.



**Figura 1.36 Protocolos de Capa Acceso a la Red**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

#### 1.3.1.2 Capa Internet

El propósito de la capa de Internet es seleccionar la mejor ruta para enviar paquetes por la red. El protocolo principal que funciona en esta capa es el Protocolo de Internet (IP). La determinación de la mejor ruta y la conmutación de los paquetes ocurren en esta capa.

Existen, otros protocolos que también operan en la capa de Internet TCP/IP:

- **Protocolo de Internet (IP):** proporciona un enrutamiento de paquetes no orientado a conexión de máximo esfuerzo. Donde el IP no se ve afectado por el contenido de los paquetes.

<sup>12</sup> **LAN** *Local Area Network* (Red de Área Local)

<sup>13</sup> **WAN** *Wide Area Network* (Red de Área Amplia)

<sup>14</sup> **ARP** Address Resolution Protocol (Protocolo de Resolución de Direcciones)

<sup>15</sup> **RARP** Reverse Address Resolution Protocol (Protocolo de Resolución de Direcciones Inverso)

- **El Protocolo de mensajes de control en Internet (ICMP):** suministra capacidades de control y envío de mensajes.
- **El Protocolo de resolución de direcciones (ARP):** determina la dirección de la capa de enlace de datos, la dirección MAC<sup>16</sup>, para las direcciones IP conocidas.
- **El Protocolo de resolución inversa de direcciones (RARP):** determina las direcciones IP cuando se conoce la dirección MAC.

En la actualidad, Existen dos versiones del protocolo IP, las cuales son IP versión 4 (IPv4) e IP versión 6 (IPv6).

#### 1.3.1.2.1 IPv4

IPv4 fue la primera versión de Protocolo de Internet de uso masivo y todavía se utiliza en la mayoría del tráfico actual de internet. En la actualidad existen más de 4.000 millones de direcciones IPv4. Que al parecer es una gran cantidad de direcciones, sin embargo debido al gran crecimiento de la redes, es inevitable su agotamiento en el futuro.

En la figura 1.37, se detalla los campos que conforman la cabecera IPv4.

0	4	8	16	19	24	31
VERS		HLEN		Tipo de servicio		Longitud total
Identificación				Señaladores		Desplazamiento del fragmento
Tiempo de existencia			Protocolo		Checksum de encabezado	
Dirección IP origen						
Dirección IP destino						
Opciones IP (si existen)					Relleno	
Datos						
...						

**Figura 1.37 Cabecera IPv4**

**Fuente:** cisco Networking academy, (2009).CCNA 1 y 2 V3.1.

<sup>16</sup> **MAC** Media Access Control (Control de acceso al Medio)

- a) **Versión:** Especifica el formato del encabezado de IP. Este campo de 4 bits contiene el número 4 si el encabezado es IPv4 o el número 6 si el encabezado es IPV6. Sin embargo este campo no se usa para distinguir entre ambas versiones, para esto se usa el campo de tipo que se encuentra en el encabezado de la trama de capa 2.
- b) **Longitud del encabezado IP (HLEN):** Mide la longitud total del encabezado, su valor inicial es 05.
- c) **Tipo de servicio (TOS):** Especifica el nivel de importancia que le ha sido asignado por un protocolo de capa superior en particular, 8 bits.
- d) **Longitud Total:** Este campo indica la longitud total del datagrama IP en bytes, donde consta la cabecera más los datos. En este campo se considera una longitud máxima de 65.535 bytes.
- e) **Identificación:** Contiene un número entero que identifica el datagrama actual, 16 bits. Este es el número de secuencia.
- f) **Señaladores:** Un campo de 3 bits en el que los 2 bits de menor peso controla la fragmentación. Un bit especifica si el paquete puede fragmentarse, y el otro especifica si el paquete es el último fragmento en una serie de paquetes fragmentados.
- g) **Desplazamiento de fragmentos:** usado para ensamblar los fragmentos de datagramas, 13 bits. Este campo permite que el campo anterior termine en un límite de 16 bits.
- h) **Tiempo de Existencia (TTL):** Consta de 8 bits, campo que almacena una marca de tiempo, que se reduce en uno cada vez que ocurre un salto. En la actualidad este campo determina el número de saltos máximo que puede tener un datagrama hacia el destino.
- i) **Protocolo:** indica cuál es el protocolo de capa superior, por ejemplo, TCP o UDP<sup>17</sup>, que recibe el paquete entrante luego de que se ha completado el procesamiento IP, 8 bits.

---

<sup>17</sup> **UDP** Protocolo de Datagrama de Usuario

- j) **Checksum del encabezado:** ayuda a garantizar la integridad del encabezado IP, 16 bits.
- k) **Dirección de origen:** Este campo consta de 32 bits, define la dirección IPv4 de un origen, este campo no puede variar durante el transcurso en que el datagrama viaja hasta el destino.
- l) **Dirección de destino:** Al igual que la dirección de origen, consta de 32 bits cuyo valor define la dirección IPv4 de un nodo destino, no puede cambiar durante todo el tiempo en que el datagrama viaja de origen a destino.
- m) **Relleno:** se agregan ceros adicionales a este campo para garantizar que el encabezado IP siempre sea un múltiplo de 32 bits
- n) **Datos:** contiene información de capa superior, con una longitud variable de máximo 64 Kb.

#### 1.3.1.2.2 *Direccionamiento IPv4*

Para poder comunicarse en una red, cada equipo debe tener una dirección IP exclusiva. Dentro del protocolo IPv4 existen diferentes clases de direcciones. El tamaño y tipo de la red determinará la clase de dirección IP, que se proporciona a los equipos y otros hosts de nuestra red. Una dirección IPv4 consta de dos identificadores (ID), un ID de red y un ID de host.

El ID de red permite identificar a todos los host conectados en un mismo segmento, mientras que el ID de host identifica un dispositivo el cual puede ser un computador, un router, u otro dispositivo de red dentro de un segmento específico, este identificador debe ser exclusivo para cada dispositivo dentro de una misma red.

El direccionamiento IPv4 con clases se clasifica en:

- Clase A
- Clase B
- Clase C
- Clase D

- a) **Direcciones clase A.** Se diseñaron para dar soporte a redes grandes. En ésta clase, el primer grupo de 8 bits indicara la red, es decir estos primeros 8 bits se usan para identificar redes solamente; mientras que los 24 bits restantes (los otros 3 grupos de 8 bits) se usan para identificar computadoras o subredes.

Clase A	Red	Host		
Octeto	1	2	3	4

**Figura 1.38 Octetos en una dirección IPv4 clase A**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

Las direcciones clase A proveen 16,777.214 direcciones para host, y está limitada a solo 127 redes, donde la dirección IP 127.0.0.1 se denomina dirección “loopback local”, y se usa para probar la NIC<sup>18</sup> del sistema local.

- b) **Direcciones clase B.** La dirección Clase B se diseñó para cumplir las necesidades de redes de tamaño moderado a grande. En una dirección de red de ésta clase los 2 primeros bytes o 2 primeros octetos de bits indican la red y los 2 últimos bytes o 2 últimos octetos de bits indican los equipos o computadores. Una cosa importante es que los 2 primeros bits del primer octeto de bits o primer byte siempre serán 1 y 0, por lo tanto habrán 16.384 redes. Las redes de la clase B son redes que van de 128.0.0.0 a 191.255.0.0

Clase B	Red		Host	
Octeto	1	2	3	4

**Figura 1.39 Octetos en una dirección IPv4 clase B**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

<sup>18</sup> **NIC** Network Interface Card ( Tarjeta de Interfaz de Red)

- c) **Direcciones clase C.** El espacio de direccionamiento Clase C es el que se utiliza más frecuentemente para redes pequeñas. Este espacio de direccionamiento tiene el propósito de admitir redes pequeñas con un máximo de 254 hosts.

En una dirección de red de ésta clase los 3 primeros bytes o 3 primeros octetos de bits indican la red y último byte indica los equipos o computadores. Una cosa importante es que los 3 primeros bits del primer octeto de bits o primer byte siempre serán 1, 1 y 0, por lo tanto habrán 2.097.152 redes. Las redes de la clase C son redes que van de 192.0.0.0 a 223.255.255.0.

Clase C	Red			Host
Octeto	1	2	3	4

**Figura 1.40 Octetos en una dirección IPv4 clase C**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

- d) **Direcciones clase D.** La dirección Clase D se creó para permitir multicast en una dirección IP. Una dirección multicast es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea una sola corriente de datos a múltiples receptores.

El espacio de direccionamiento Clase D, en forma similar a otros espacios de direccionamiento, se encuentra limitado matemáticamente. Los primeros 4 bits de una dirección Clase D deben ser 1110. Por lo tanto, el primer rango de octeto para las direcciones Clase D es 11100000 a 11101111, o 224 a 239. Una dirección IP que comienza con un valor entre 224 y 239 en el primer octeto es una dirección Clase D.

Clase D	Host			
Octeto	1	2	3	4

**Figura 1.41 Octetos en una dirección IPv4 clase D**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

Existen otros tipos de direccionamiento IPv4, como son la Clase E y Clase Y, que son usadas para investigaciones y usos futuros.

#### *1.3.1.2.3 IPv6 [16]*

El protocolo Internet versión 6 (IPv6) es una nueva versión de IP y diseñada para reemplazar a la versión 4 (IPv4), que actualmente esta implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a Internet.

Además IPv6 intenta mejorar los posibles problemas que se tiene en IPv4 con relación a los tiempos de respuesta, pues la gran dimensión de las tablas de enrutamiento lo hacen ineficaz.

Los criterios que se han tomado para el desarrollo de IPv6 han sido los adecuados para poder ofrecer un protocolo sencillo y al mismo tiempo que sea consistente y escalable.

#### *1.3.1.2.4 Características del Protocolo IPv6*

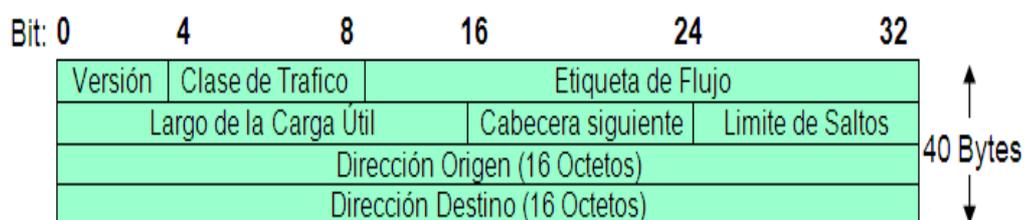
Dentro de las principales características de IPv6 se encuentran:

- **Mayor número de direcciones:** El tamaño de una dirección aumenta desde 32 a 128[bit] lo que se traduce en alrededor de  $3,4 \times 10^{38}$  direcciones disponibles. Esto permite asegurar que cada dispositivo conectado a una red pueda contar con una dirección IP pública.
- **Direccionamiento jerárquico:** Las direcciones IPv6 globales están diseñadas para crear una infraestructura eficiente, jerárquica y resumida de enrutamiento

basada en la existencia de diversos niveles de ISP<sup>19</sup>. Esto permite contar con tablas de enrutamiento más pequeñas y manejables.

- **Nuevo formato de cabecera:** Aún cuando el tamaño de la cabecera en IPv6 es mayor que en IPv4, el formato de ella se ha simplificado. Se han eliminado campos que en la práctica eran poco usados, de forma de hacer más eficiente el manejo de los paquetes. Con la incorporación de cabeceras adicionales, IPv6 permite futuras expansiones.
- **Autoconfiguración:** IPv6 incorpora un mecanismo de auto configuración de direcciones, mediante el cual los nodos son capaces de auto asignarse una dirección IPv6 sin intervención del usuario.
- **Nuevo protocolo para interactuar con vecinos:** El protocolo de descubrimiento de vecinos, reemplaza a los protocolos ARP y Router Discovery de IPV4.

Un paquete IPv6 tiene una cabecera de tamaño fijo igual a 40 [byte], el doble de la cabecera IPv4. Este aumento se debe a que tamaño de los campos “Dirección de Origen” y “Dirección destino” aumentaron su tamaño de 32 a 128 [bit] cada uno.



**Figura 1.42 Estructura de un paquete IPv6.**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

La cabecera de un paquete IPv6 posee los siguientes 8 campos:

- Versión:** Indica la versión del protocolo IP, en este caso su valor es 6.
- Clase de Tráfico:** Incluye información que permite a los routers clasificar el tipo de tráfico al que el paquete pertenece, aplicando distintas políticas de

<sup>19</sup> **ISP** Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet)

enrutamiento según sea el caso. Realiza la misma función que el campo “Tipo de servicio” de IPv4.

- c) **Etiqueta de Flujo:** Identifica a un flujo determinado de paquetes, permitiendo a los routers identificar rápidamente paquetes que deben ser tratados de la misma manera.
- d) **Tamaño de la carga útil:** Indica el tamaño de la carga útil del paquete. Las cabeceras adicionales son consideradas parte de la carga para este cálculo.
- e) **Cabecera siguiente:** Identifica el tipo de cabecera que sigue inmediatamente a la cabecera del paquete IPv6.
- f) **Límite de saltos:** Indica el máximo número de saltos que puede realizar el paquete. Este valor es disminuido en 1 por cada router que reenvía el paquete. Si el valor llega a 0, el paquete es descartado.
- g) **Dirección de Origen:** Indica la dirección IPv6 del nodo que generó el paquete.
- h) **Dirección Destino:** Indica la dirección de destino final del paquete.

#### *1.3.1.2.5 Formato de una Dirección IPv6*

Las direcciones IPv6 están compuestas como 8 campos de 16 [bit] de largo, separados por dos puntos “:”. Cada campo está representado por 4 caracteres hexadecimales (0-F).

Un ejemplo de dirección IPv6 válida es:

2001:0000:1234:0000:0000:C1C0:ABCD:0876.

#### *1.3.1.2.6 Direccionamiento IPv6*

Las direcciones en IPv6 constan de 128 bits que permiten identificar un host, las diferentes clases IPv6 son:

En IPv6 se han definido 3 tipos de direcciones:

- **Unicast:** Identifica a una interfaz, si se envía un paquete a una dirección unicast, este se entregará únicamente a la interfaz que este identificada con dicha dirección.

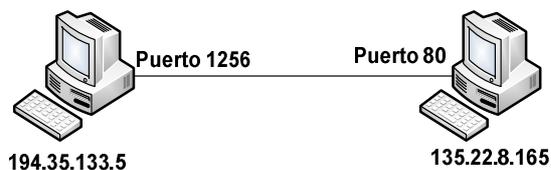
- **Anycast:** Identifica a un conjunto de interfaces, en su mayoría pertenecientes a diferentes nodos. Un paquete cuando es destinado a una dirección anycast es entregado a una de las interfaces, puede ser cualquiera de las interfaces que estén identificadas con esa dirección que generalmente es la más cercana de acuerdo a las consideraciones del protocolo.
- **Multicast:** Este tipo de dirección también identifica a un grupo de interfaces que por lo general pertenecen a diferentes nodos, cuando un paquete se envía con esta dirección, el paquete es entregado a todas las interfaces correspondientes a dicha dirección.

Se han eliminado las direcciones del tipo “broadcast”, reemplazando su uso con direcciones “multicast” que identifican a determinados grupos de dispositivos en una red, los campos de las direcciones reciben nombres denominados prefijos incluidos la dirección y el nombre indicado, este prefijo ayuda a conocer donde está conectada dicha dirección, conociendo así su ruta de encaminamiento.

### 1.3.1.3 Capa Transporte

La capa de internet o red transfiere datagramas entre dos ordenadores a través de la red utilizando como identificadores las direcciones IP. La capa de transporte añade la noción de puerto para distinguir entre los muchos destinos dentro de un mismo host. No es suficiente con indicar la dirección IP del destino, además hay que especificar la aplicación que recogerá el mensaje. Cada aplicación que esté esperando un mensaje utiliza un número de puerto distinto; más concretamente, la aplicación está a la espera de un mensaje en un puerto determinado (escuchando un puerto).

Pero no sólo se utilizan los puertos para la recepción de mensajes, también para el envío: todos los mensajes que envíe un ordenador debe hacerlo a través de uno de sus puertos. El siguiente diagrama representa una transmisión entre el ordenador 194.35.133.5 y el 135.22.8.165. El primero utiliza su puerto 1256 y el segundo, el 80.



**Figura 1.43 Transmisión de datagramas utilizando puertos**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

Tomando en cuenta el modelo TCP/IP, la información de la capa aplicación se fragmenta en datagramas de 64KB. Cada datagrama es transmitido a través de la red, posiblemente siendo fragmentado en unidades más pequeñas mientras viaja; cuando todas las piezas finalmente llegan al destino son ensambladas para formar el mensaje original.

Los dos protocolos principales de la capa de transporte son UDP y TCP. El primero ofrece una transferencia de mensajes no fiable y no orientada a conexión y el segundo, una transferencia fiable y orientada a conexión.

- **El protocolo UDP** (User Datagram Protocol, protocolo de datagrama de usuario). proporciona una comunicación muy sencilla entre las aplicaciones de dos ordenadores, con poca supervisión de parte del protocolo.

Al igual que el protocolo IP, UDP es:

- **No orientado a conexión:** No se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.
- **No fiable:** Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados.

Cuando se requiere una transmisión de datos de tipo confiable se usa el protocolo de la capa de transporte TCP, este protocolo revisa que los datos se entreguen con la secuencia y de forma adecuada.

- **El protocolo TCP** (*Transmission Control Protocol*, protocolo de control de transmisión). Permite una comunicación fiable entre dos aplicaciones. De esta

forma, las aplicaciones que lo utilicen no tienen que preocuparse de la integridad de la información: dan por hecho que todo lo que reciben es correcto.

TCP es un protocolo basado en IP que es no fiable y no orientado a conexión, y sin embargo es:

- **Orientado a conexión:** Es necesario establecer una conexión previa entre las dos máquinas antes de poder transmitir algún dato. A través de esta conexión los datos llegarán siempre a la aplicación destino de forma ordenada y sin duplicados. Finalmente, es necesario cerrar la conexión.
- **Fiable:** La información que envía el emisor llega de forma correcta al destino.

#### 1.3.1.4 Capa Aplicación

La capa de aplicación permite la interacción con el usuario final, pues provee la interfaz conformada por múltiples servicios y aplicaciones de red. Entre las aplicaciones más utilizadas se encuentran:

- La transferencia de ficheros.
- El correo electrónico.
- La ejecución remota de trabajos.
- Servicio de terminal virtual.
- Acceso a base de datos.
- Servicios de traducción de nombres de dominio.

Dentro de la capa de aplicación se incluyen algunos procesos de la capa de transporte, la mayor parte de protocolos de la capa de aplicación proporcionan servicios de usuario y añaden nuevos servicios. Dentro de los protocolos más conocidos en la capa de aplicación se encuentran:

- **FTP** (Protocolo de transferencia de archivos): es un servicio confiable orientado a conexión que utiliza TCP para transferir archivos entre sistemas

que admiten la transferencia FTP. Permite las transferencias bidireccionales de archivos binarios y archivos ASCII.

- **TFTP** (Protocolo trivial de transferencia de archivos): es un servicio no orientado a conexión que utiliza el protocolo de datagrama de usuario (UDP). Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.
- **NFS** (Sistema de archivos de red): es un conjunto de protocolos para un sistema de archivos distribuido, desarrollado por Sun Microsystems que permite acceso a los archivos de un dispositivo de almacenamiento remoto, por ejemplo, un disco rígido a través de una red.
- **SMTP** (Protocolo simple de transferencia de correo): administra la transmisión de correo electrónico a través de las redes informáticas. No admite la transmisión de datos que no sea en forma de texto simple.
- **TELNET** (Emulación de terminal): Telnet tiene la capacidad de acceder de forma remota a otro computador. Permite que el usuario se conecte a un host de Internet y ejecute comandos. El cliente de telnet recibe el nombre de host local. El servidor de telnet recibe el nombre de host remoto.
- **SNMP** (Protocolo simple de administración de red): es un protocolo que provee una manera de monitorear y controlar los dispositivos de red y de administrar las configuraciones, la recolección de estadísticas, el desempeño y la seguridad.
- **DNS** (Sistema de denominación de dominio): es un sistema que se utiliza en Internet para convertir los nombres de los dominios y de sus nodos de red publicados abiertamente en direcciones IP.

#### **1.4 ESTUDIO LABVIEW 10.0**

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench), "es un entorno de programación gráfica usado por miles de ingenieros e investigadores para desarrollar sistemas sofisticados de medida, pruebas y control usando íconos gráficos e intuitivos y cables que parecen un diagrama de flujo" [17].

El ambiente de desarrollo de LabVIEW permite crear programas en lenguaje gráfico G, cuya principal diferencia con otros lenguajes tradicionales es que en estos la programación se basa en líneas de texto para crear el código fuente, mientras que en lenguaje G el código se genera en forma de diagramas de bloques, lo cual elimina los detalles de sintaxis.

LabVIEW incluye librerías de funciones diseñadas específicamente para realizar: adquisición de datos, análisis de señales, control de instrumentos con interfaces paralelo, serie y GPIB<sup>20</sup>, representación de información y almacenamiento de datos.

La principal característica de LabVIEW es su facilidad de uso, permitiendo diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basado en software, ayudando a reducir los tiempos de ejecución de los proyectos de forma rápida y práctica.

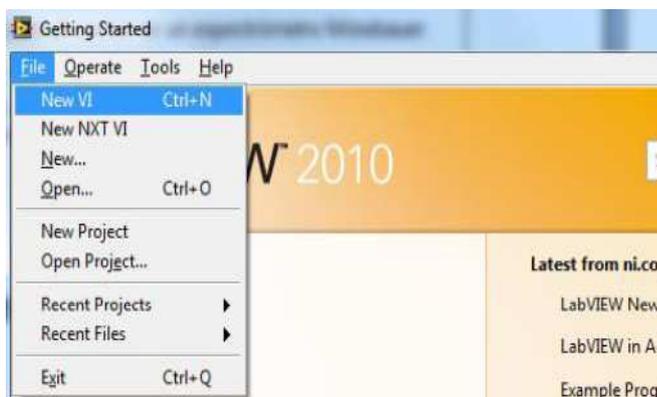
Los programas escritos en el lenguaje gráfico G de LabVIEW se llaman instrumentos virtuales (VI) porque su apariencia y operación pueden imitar a un instrumento real.

#### **1.4.1 INSTRUMENTO VIRTUAL**

Un instrumento virtual es un programa en LabVIEW cuya apariencia y operación simulan a un instrumento real como osciloscopio o multímetro. Los VIs utilizan funciones que manipulan las entradas del usuario o datos provenientes de otras fuentes y muestran la información procesada o la pasan a ficheros u otros ordenadores. La figura 1.44 nos indica la primera pantalla de LabVIEW, donde en Blank VI se puede acceder a la creación de un nuevo VI.

---

<sup>20</sup>**GPIB** General Purpose Interface Bus (Bus de interfaz de propósito general).



**Figura 1.44 Pantalla inicial labview 2010**

**Fuente:** Darwin Marcelo Pillo G.

## 1.4.2 INTERFAZ DE USUARIO

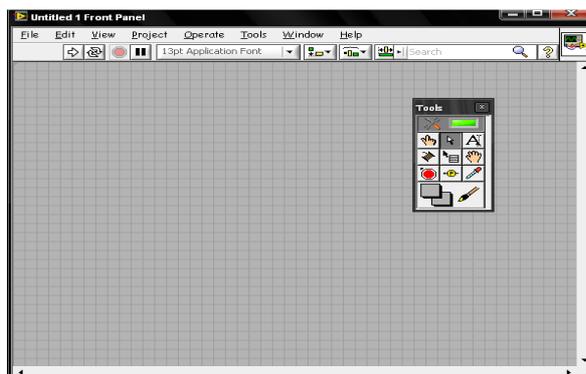
En el ambiente de trabajo de labview existen dos paneles: El frontal y el de programación.

### 1.4.2.1 Panel Frontal

El panel Frontal es una interfaz interactiva donde el usuario visualiza los datos de entrada y salida de su VI. Debido a que el panel frontal es similar a un panel frontal de un instrumento real las entradas son llamadas controles y las salidas son llamadas indicadores.

Se puede usar una variedad de controles e indicadores, como: perillas interruptores, pulsadores, letras, gráficos y demás que hacen del panel de control fácilmente identificable y entendible. Donde cada panel de control tiene su respectivo panel de programación.

Para adicionar controles o indicadores al panel frontal estos se seleccionan de la paleta de controles que se encuentran en una ventana flotante y a la cual se accede a través de accionar el botón derecho del ratón sobre el panel frontal.



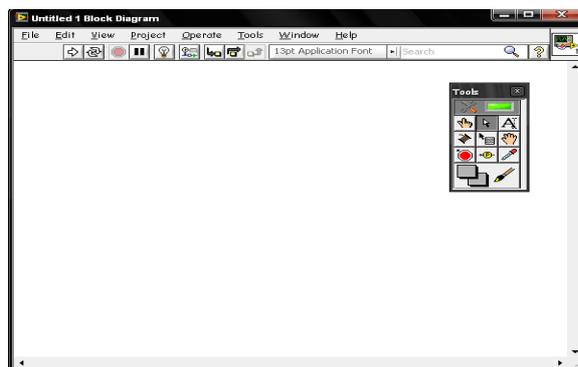
**Figura 1.45 Panel frontal**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

#### 1.4.2.2 Panel de Programación

El panel de programación es un diagrama de iconos interconectados, que permite apreciar la estructura del programa, su función y algoritmo. Dé una forma gráfica en lenguaje G, donde los datos fluyen a través de líneas.

Los objetos del panel frontal tienen una correspondiente terminal en el diagrama de bloques, de tal manera que se pueden pasar datos entre el usuario y el programa. Las funciones para el panel de programación pueden ser seleccionadas desde la paleta de funciones y que está disponible solo cuando la ventana "block diagram" está activa. Un diagrama de bloques completo es similar a un diagrama a un diagrama de flujo.



**Figura 1.46 Panel de programación**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

### 1.4.3 HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

Para la creación de un Instrumento virtual (VI), LabVIEW contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetivos de diseño tanto del panel frontal como del diagrama de bloques, estos son: Paletas de herramientas, Paletas de controles y Paletas de funciones.

#### 1.4.3.1 Paletas de Herramientas

La paleta de herramientas es una paleta flotante, utilizada para operar y modificar objetos en el panel frontal y en el diagrama de bloques.

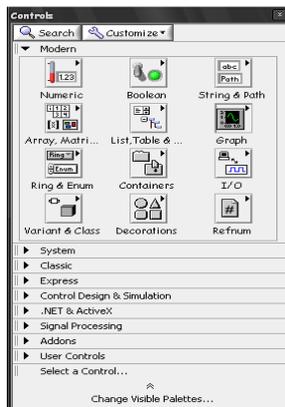


**Figura 1.47 Paleta de herramientas**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

#### 1.4.3.2 Paletas de Controles

La paleta de controles se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplearán para crear la interfaz del VI con el usuario. Se puede acceder a esta paleta dando clic derecho en el espacio de trabajo en el panel frontal, o también en el menú del panel frontal se selecciona la opción `view>>controls palette`.



**Figura 1.48 Paleta de Controles**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

### 1.4.3.3 Paletas de Funciones

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, etc.

Se puede acceder a esta paleta dando clic derecho en el espacio de trabajo en el panel de programación, o también en el menú del panel frontal se selecciona la opción view>>functions palette.



**Figura 1.49 Paleta de Funciones**

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

## **1.5 BASE DE DATOS CENTRALIZADA**

*“Es una base de datos almacenada en su totalidad en un solo lugar físico, es decir, es una base de datos almacenada en una sola máquina y una sola CPU, y en donde los usuarios trabajan en terminales “tontas” que sólo muestran resultados” [18].*

Los componentes de las bases de datos centralizadas son: los datos, el software del DBMS (Sistema de administración de base de datos) y dispositivos de almacenamiento secundario. Los sistemas de bases de datos centralizadas son aquellos que se ejecutan en un único sistema informático sin interactuar con ninguna otra computadora. Por lo general estos sistemas se ejecutan en computadoras personales permitiendo ahorro en el espacio de memoria y mayor seguridad de la información.

La utilización de base de datos en los sistemas de control de personal permite obtener y almacenar información sobre los empleados, el ambiente empresarial y del ambiente externo (mercado de trabajo, exigencias de trabajos, etc.). Este flujo de datos experimenta un trabajo de recolección, procesamiento y utilización. Los datos que se recolectan en un sistema de control de personal sirven para evaluar y diagnosticar la fuerza laboral de la empresa o institución. Otros datos se tabulan y se presentan en formas de encuestas y análisis que sirven para la toma de decisiones del administrador de personal.

Las bases de datos son administradas por un motor de base de datos o sistema de administración de bases de datos (DBMS), estos sistemas permiten al usuario crear la base de datos y tienen como servicio principal almacenar, procesar y proteger datos. El motor de base de datos proporciona un acceso controlado y procesamiento de transacciones de manera rápida y efectiva.

### **1.5.1 VENTAJAS DE LAS BASES DE DATOS CENTRALIZADAS**

Entre las ventajas de utilizar bases de datos centralizadas se pueden mencionar las siguientes:

- Se evita la redundancia.
- Permite aplicar restricciones de seguridad.

- Admite conservar la integridad de la Base de datos.

### 1.5.2 MySQL

*“MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones”*[19]. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros DBMS del mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha.

El software MySQL está desarrollado en su mayor parte en ANSI C, además tiene licencia dual, pudiéndose usar de forma gratuita bajo licencia GNU o bien adquiriendo licencias comerciales de MySQL AB en el caso de no desear estar sujeto a los términos de la licencia GPL<sup>21</sup>. MySQL es una marca registrada de MySQL AB que fue fundado por David Axmark, Allan Larsson y Michael Widenius.

Inicialmente, MySQL carecía de elementos considerados esenciales en las bases de datos relacionales, tales como integridad referencial y transacciones. Poco a poco los elementos de los que carecía MySQL están siendo incorporados tanto por desarrolladores internos, como por desarrolladores de software libre. Entre las características disponibles en las últimas versiones se puede destacar:

- Amplio subconjunto del lenguaje SQL.
- Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
- Diferentes opciones de almacenamiento según si se desea velocidad en las operaciones o el mayor número de operaciones disponibles.
- Conectividad segura.
- Replicación.
- Búsqueda e indexación de campos de texto.

---

<sup>21</sup> **GPL** Licencia Pública General