

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**CONSTRUCCIÓN DE UN REPRODUCTOR PORTABLE DE
ARCHIVOS EN FORMATO MP3**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

AGUILAR ACOSTA OSCAR ALBERTO

DIRECTOR: ING. FERNANDO FLORES CIFUENTES

QUITO, MARZO DE 2002

DECLARACIÓN

Yo, Oscar Alberto Aguilar Acosta, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Oscar A. Aguilar A.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Oscar Alberto Aguilar Acosta, bajo mi supervisión.


Ing. Fernando Flores Cifuentes
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico mi carrera y mi trabajo de finalización de la misma, a Dios por sus cuidados y bendiciones; a mis padres Carmita y Alberto, a mis hermanos Andreita y Cristian, por su constante amor, apoyo, preocupación y paciencia; a mi Abuelita Isabelita por su gran cariño; a mis tías, tíos, primos, y familia en general por su comprensión y estímulos; a mis amigos de Ibarra, compañeros de aula y profesores por su valiosa amistad; a todas las personas que de alguna u otra forma siempre estuvieron y han permanecido a mi lado en las alegrías y tropiezos que se me han presentado. A todos infinitas gracias por todo lo que me han brindado no olviden que tienen en mí a un humilde e incondicional amigo para toda la vida...

Oscar A. Aguilar A.

ÍNDICE GENERAL

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	1
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	7
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	12
<i>RESUMEN</i>	13
<i>PRESENTACIÓN</i>	14
1 CONCEPTOS GENERALES	15
1.1 Generalidades del Audio Digital	15
1.1.1 Introducción.....	15
1.1.2 La Resolución	16
1.1.3 La Frecuencia de Muestreo	17
1.1.4 La Memoria	18
1.1.5 Grabación a Disco Duro.....	19
1.1.6 El Disco Duro	20
1.1.7 La Computadora	22
1.1.8 Las Pistas Virtuales.....	23
1.1.9 MIDI y Audio Digital.....	24
1.1.10 Editores de Audio	25
1.1.11 Tecnología de la Tarjeta de Sonido	26
1.1.12 Música en Internet.....	27
1.1.12.1 Streaming y Download	28
1.2 Calidad vs. Tamaño de los archivos	29
1.2.1 Muestreo paso a paso	29
1.2.1.1 Afuera del Muestreador.....	29

1.2.1.2	Dentro del Muestreador.....	30
1.2.1.3	Filtros	35
1.2.1.4	LFO	36
1.3	Formatos más difundidos	37
1.4	Características de los principales formatos	38
1.4.1	WAV	38
1.4.1.1	RIFF, RIFX, "Chunks o Secciones" y el Formato WAV.....	40
1.4.1.2	Sección de Formato.....	42
1.4.1.3	Sección de Datos de Wave PCM	43
1.4.1.4	Sección FACT.....	43
1.4.1.5	Estructura de la Sección	44
1.4.2	MOD	44
1.4.3	AIF, AIFF	46
1.4.4	MIDI.....	47
1.4.4.1	Breve reseña histórica	47
1.4.5	CDA	48
1.4.6	RA, RM, RAM	50
1.4.7	AAC	51
1.4.8	WMA.....	51
1.4.9	VQF.....	52
1.4.9.1	Legalidad del Formato.....	53
1.4.9.2	Futuro del Formato.....	53
1.4.10	OGG.....	54
1.4.10.1	Codificación de un Archivo OGG.....	55
1.4.11	PAC	57
1.4.12	MP3	57
1.4.12.1	Generalidades.....	58
2	<i>FORMATO MPEG-1 NIVELES 1 , 2 y 3.....</i>	<i>61</i>
2.1	Introducción.....	61
2.2	Compresión de Audio	63
2.2.1	Digitalización.....	63
2.2.2	Codificación con compresión	65

2.2.3	Codificación Sub-Banda (SBC).....	67
2.3	MPEG Audio.....	69
2.3.1	El estándar MPEG audio	69
2.3.2	Introducción al sistema MPEG-1.....	70
2.3.2.1	Codificación.....	70
2.3.2.2	Decodificación	71
2.3.2.3	Niveles.....	72
2.3.2.4	Modos.....	73
2.3.3	MPEG-1	73
2.3.3.1	La Codificación.....	73
2.3.3.1.1	Nivel-1	74
2.3.3.1.2	Nivel-2	75
2.3.3.1.3	Nivel-3	78
2.3.3.2	La Decodificación.....	79
2.3.3.2.1	Niveles 1 y 2	80
2.3.3.2.2	Nivel-3	82
2.4	Comparación del formato MP3 con los principales formatos de compresión de audio.....	83
2.4.1	Tasa de compresión en Tiempo Real (Internet).....	83
2.4.2	Comparación entre archivos de audio comprimidos.....	83
2.5	Reproductores portables de MP3.....	85
2.6	Software de creación, reproducción y Control de los archivos MP3 y de audio digital.....	86
2.6.1	Plataforma Windows 9X / ME / 2000.....	87
2.6.1.1	Reproductor de Windows Media (Windows Media Player)	87
2.6.1.2	Winamp	87
2.6.1.3	Music Match JukeBox Plus	89
2.6.2	Plataforma Linux	91
2.6.2.1	X MultiMedia System (XMMS).....	91
2.6.2.2	JukeBox.....	92
2.6.3	Plataforma MACINTOSH (Apple).....	93
2.6.3.1	SoundJam MP	93

2.7	Nombre del Archivo y La Etiqueta ID3 en archivos MP3	94
2.8	Aplicaciones del estándar MPEG-1 Audio	96
2.8.1	Conexiones musicales vía ISDN.....	97
2.8.2	Transmisión digital por satélite	98
2.8.3	Audio en Internet	99
2.8.4	SHOUTcast de MP3.....	101
2.8.5	Descarga de archivos MP3	102
2.9	Legalidad y futuro del formato MP3	104
2.9.1	Asuntos éticos.....	104
2.9.2	Aliándose contra la piratería.....	106
3	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	108
3.1	Introducción.....	108
3.2	Elección del Hardware	109
3.3	Características técnicas de los componentes utilizados	116
3.3.1	Tarjeta madre (<i>Motherboard</i>):.....	116
3.3.2	Procesador:.....	119
3.3.3	Memoria SDRAM:.....	119
3.3.4	Disco duro (Hard Disc):	119
3.3.5	Tarjeta de red (NIC):.....	119
3.3.6	Pantalla de cristal líquido (LCD):.....	120
3.3.7	Receptor de infrarrojos serial	120
3.3.8	Control remoto:.....	120
3.3.9	Fuente de poder:.....	120
3.3.10	Mini transmisor de FM estéreo:.....	120
3.3.11	Unidad de disco 3½:.....	121
3.3.12	Unidad de CD-ROM:	121
3.3.13	Parlantes externos	121
3.3.14	Cables planos.....	121
3.3.15	Componentes electrónicos.....	121
3.4	Ensamblaje y Construcción.....	122
3.4.1	La Carcasa	122

3.4.2	Módulo Principal	124
3.4.3	Módulo de Comunicación con el PC	126
3.4.4	Módulo de Visualización.....	127
3.4.5	Módulo de Recepción de Infrarrojos	130
3.4.6	Módulo de Almacenamiento	136
3.4.7	Módulo de Alimentación.....	138
3.4.8	Acondicionamiento de las salidas y entradas	139
3.5	Costos de implementación	144
4	<i>CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO.....</i>	<i>146</i>
4.1	Elección del Sistema Operativo.....	146
4.2	Instalación y Configuración del Sistema Operativo	147
4.3	Elección del Software de Reproducción de los Archivos de Audio Digital.	156
4.4	Instalación y Configuración del Software de Reproducción de los Archivos de Audio Digital.....	156
4.5	Pruebas del Hardware y Software	198
4.6	Puesta en funcionamiento del reproductor.....	199
5	<i>MANUAL DE USUARIO Y DETALLES DEL FUNCIONAMIENTO.....</i>	<i>200</i>
5.1	Componentes Básicos del Reproductor.....	200
5.2	Requerimientos básicos de funcionamiento.....	201
5.3	Instalación del Hardware	201
5.4	Carga y descarga de los archivos de audio digital.....	202
5.5	Instrucciones de manejo y puesta en funcionamiento del reproductor	203
5.6	Recomendaciones de uso	207
5.7	Preguntas y Respuestas más frecuentes	209
5.8	Soporte Técnico y Garantía.....	211
6	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>212</i>
7	<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>215</i>

8	ANEXOS	219
8.1	Anexo 1: Especificaciones ISO MPEG	219
8.1.1	MPEG-1 :	219
8.1.2	MPEG-2 :	220
8.2	Anexo 2: El Modelo Psicoacústico	222
8.2.1	Sensibilidad del oído humano.....	222
8.2.2	Enmascaramiento en frecuencia	222
8.2.3	Bandas críticas	223
8.2.4	Enmascaramiento temporal	224
8.2.5	Banco de filtros polifase.....	226
8.3	Anexo 3: Breve F.A.Q. (Preguntas y respuestas frecuentes) sobre MPEG	228
8.4	Anexo 4: Glosario de términos adicionales a MPEG	233
8.4.1	Definiciones y siglas	233
8.4.2	Algunas traducciones de términos utilizados	233
8.5	Anexo 5: Tarjeta Madre (Motherboard)	235
8.6	Anexo 6: Pantalla de Cristal Líquido (LCD)	237
8.6.1	General specifications	237
8.6.2	Electrical specifications.....	237

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Ventana de la Grabadora de Sonidos de Windows 95</i>	25
<i>Figura 1.2: Ventana de las Propiedades de un archivo de audio tipo Wav almacenado en Windows 95</i>	26
<i>Figura 1.3: Distribución de los bits de un archivo WAV</i>	40
<i>Figura 2.1: Codificador según la norma ISO 11172-3</i>	70
<i>Figura 2.2: Decodificador según la norma ISO 11172-3</i>	71
<i>Figura 2.3: Diagrama de flujo del codificador para nivel-1 y nivel-2 según ISO 11172-3</i>	77
<i>Figura 2.4: Diagrama de flujo del decodificador para nivel-1 y nivel-2 según ISO 11172-3</i>	80
<i>Figura 2.5: Detalle del “filtro de síntesis subbanda” de la figura 2.4</i>	81
<i>Figura 2.6: Diagrama de flujo del decodificador para nivel-3 según ISO 11172-3</i>	82
<i>Figura 2.7: Ejemplo de la ventana de la información de la etiqueta ID3 de un archivo MP3 en el software Winamp.</i>	95
<i>Figura 3.1: Motherboard</i>	110
<i>Figura 3.2: Procesador</i>	111
<i>Figura 3.3: DIMM de Memoria RAM</i>	111
<i>Figura 3.4: Disco Duro</i>	111
<i>Figura 3.5: Tarjeta de Red</i>	112
<i>Figura 3.6: Display de LCD</i>	112
<i>Figura 3.7: Receptor de Infrarrojos</i>	113
<i>Figura 3.8: Fuente de Poder</i>	113
<i>Figura 3.9: Control remoto</i>	114
<i>Figura 3.10: Cable plano</i>	114
<i>Figura 3.11: Mini Transmisor de FM</i>	115
<i>Figura 3.12: Unidad 3½</i>	115
<i>Figura 3.13: Unidad de CD-ROM</i>	116
<i>Figura 3.14: Vista Frontal de la Carcasa</i>	123
<i>Figura 3.15: Vista Posterior de la Carcasa</i>	123
<i>Figura 3.16: Vista Lateral Derecha de la Carcasa</i>	123
<i>Figura 3.17: Vista Lateral Izquierda de la Carcasa</i>	123

<i>Figura 3.18: Vista Superior de la Carcasa</i>	124
<i>Figura 3.19: Instalación del procesador</i>	124
<i>Figura 3.20: Instalación del disipador</i>	124
<i>Figura 3.21: Instalación del Dimm de memoria</i>	125
<i>Figura 3.22: Ubicación del Jumper de reset del CMOS</i>	125
<i>Figura 3.23: Colocación de los soportes del motherboard</i>	126
<i>Figura 3.24: Instalación de la tarjeta de red</i>	126
<i>Figura 3.25: Terminal RJ45 del cable cruzado</i>	127
<i>Figura 3.26: Conexión entre los terminales RJ45 del cable cruzado</i>	127
<i>Figura 3.27: Conexión de los pines de la pantalla de LCD (20x4) con el puerto Paralelo</i>	128
<i>Figura 3.28: Ubicación del Display LCD</i>	130
<i>Figura 3.29: Instalación del Display LCD</i>	130
<i>Figura 3.30: Conexión del cable plano al puerto paralelo del motherboard</i>	130
<i>Figura 3.31: Diagrama de conexión del receptor de infrarrojos opcional</i>	132
<i>Figura 3.32: Diagrama de conexión del Receptor de IR opcional</i>	132
<i>Figura 3.33: Conector DB25 macho y hembra</i>	133
<i>Figura 3.34: Conector DB9 macho y hembra</i>	134
<i>Figura 3.35: Instalación del receptor de infrarrojos</i>	135
<i>Figura 3.36: Conexión del cable plano al puerto serial COM1 del motherboard</i>	135
<i>Figura 3.37: Instalación del disco duro</i>	136
<i>Figura 3.38: Conectores del disco Primario y secundario de los dispositivos IDE</i>	136
<i>Figura 3.39: Conexión de la alimentación del disco duro</i>	137
<i>Figura 3.40: Conexión del cable de audio de la unidad de CD-ROM</i>	137
<i>Figura 3.41: Cable de poder para la unidad de CD-ROM</i>	138
<i>Figura 3.42: Cables de datos, alimentación y audio de la unidad de CD-ROM</i>	138
<i>Figura 3.43: Ubicación de la fuente de poder</i>	139
<i>Figura 3.44: Conexión de la fuente de poder a la tarjeta madre</i>	139
<i>Figura 3.45: Conectores de audio</i>	140
<i>Figura 3.46: Ubicación del conector de audio en la tarjeta madre</i>	140
<i>Figura 3.47: Instalación del conector de audio en la tarjeta madre</i>	140
<i>Figura 3.48: Instalación del conector de audio en la carcasa</i>	141
<i>Figura 3.49: Salidas y entradas del reproductor vista superior</i>	141

<i>Figura 3.50: Salidas y entradas del reproductor</i>	<i>141</i>
<i>Figura 3.51: Pulsador de encendido</i>	<i>142</i>
<i>Figura 3.52: Ubicación del pulsador en la tarjeta madre</i>	<i>142</i>
<i>Figura 3.53: Vista superior del interior del reproductor</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.54: Vista posterior del reproductor.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.55: Vista frontal del reproductor y parlantes</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.56: Vista posterior del reproductor, parlantes y CD-ROM.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 3.57: Vista frontal del reproductor, parlantes y CD-ROM</i>	<i>144</i>
<i>Figura 4.1: Propiedades de sonidos.....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 4.2: Propiedades de la carpeta "MP3"</i>	<i>153</i>
<i>Figura 4.3: Contenido del archivo "LCD.txt"</i>	<i>154</i>
<i>Figura 4.4: Ventana para vincular los archivos con su programa ejecutable</i>	<i>155</i>
<i>Figura 4.5: Instalador de Winamp, Licencia de uso</i>	<i>157</i>
<i>Figura 4.6: Instalador de Winamp, Opciones de instalación</i>	<i>157</i>
<i>Figura 4.7: Instalador de Winamp, Directorio de instalación.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 4.8: Instalador de Winamp, Instalando archivos.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 4.9: Instalador de Winamp, Opciones de configuración.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 4.10: Instalador de Winamp, Instalación completa</i>	<i>160</i>
<i>Figura 4.11: Ventana inicial de presentación de Winamp</i>	<i>161</i>
<i>Figura 4.12: Plug-in de idioma español, Opciones.....</i>	<i>163</i>
<i>Figura 4.13: Plug-in de idioma español, Directorio de instalación</i>	<i>164</i>
<i>Figura 4.14: Plug-in de idioma español, Instalación de archivos.....</i>	<i>164</i>
<i>Figura 4.15: Plug-in de idioma español, Notas sobre la versión</i>	<i>165</i>
<i>Figura 4.16: Plug-in de control de reproducción, Directorio de instalación.....</i>	<i>165</i>
<i>Figura 4.17: Plug-in de control de reproducción, Instalación completa</i>	<i>166</i>
<i>Figura 4.18: Plug-in Lorty MP3car, Opciones de instalación</i>	<i>166</i>
<i>Figura 4.19: Plug-in Lorty MP3car, Directorio de instalación.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 4.20: Plug-in Lorty MP3car, Instalación de archivos</i>	<i>167</i>
<i>Figura 4.21: Ventana principal en Winamp.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 4.22: Control de volumen en Winamp.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 4.23: Control de balance en Winamp.....</i>	<i>169</i>
<i>Figura 4.24: Configuración del tipo de ecualización en Winamp</i>	<i>169</i>
<i>Figura 4.25: Tipos de ecualizaciones de Winamp.....</i>	<i>170</i>

<i>Figura 4.26: Configuración de las preferencias de Winamp</i>	170
<i>Figura 4.27: Preferencias de Winamp, Configuración</i>	171
<i>Figura 4.28: Preferencias de Winamp, Configuración – Tipos de archivo</i>	172
<i>Figura 4.29: Preferencias de Winamp, Configuración – Agente</i>	173
<i>Figura 4.30: Preferencias de Winamp, Opciones</i>	173
<i>Figura 4.31: Preferencias de Winamp, Opciones – Pantalla</i>	174
<i>Figura 4.32: Preferencias de Winamp, Opciones – Visualización</i>	174
<i>Figura 4.33: Preferencias de Winamp, Plug-ins</i>	175
<i>Figura 4.34: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Entrada</i>	175
<i>Figura 4.35: Preferencias de Winamp, Plug-in–Entrada–Opciones de reproducción de CD</i>	176
<i>Figura 4.36: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Salida</i>	176
<i>Figura 4.37: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Visualización</i>	177
<i>Figura 4.38: Preferencias de Winamp, Plug-ins – DSP/Efectos</i>	182
<i>Figura 4.39: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Propósito general</i>	183
<i>Figura 4.40: Preferencias Winamp, Plug-ins–Propósito general–Control de reproducción</i>	183
<i>Figura 4.41: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 2</i>	184
<i>Figura 4.42: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 3</i>	184
<i>Figura 4.43: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 4</i>	185
<i>Figura 4.44: Preferencias Winamp, Carátulas</i>	186
<i>Figura 4.45: Preferencias Winamp, Favoritos</i>	186
<i>Figura 4.46: Configuración de WIRC, Keyboard</i>	188
<i>Figura 4.47: Configuración de WIRC, Keyboard – Agregar macro de teclado</i>	189
<i>Figura 4.48: Configuración de WIRC, Keyboard – Seleccionar tecla</i>	189
<i>Figura 4.49: Configuración de WIRC, Keyboard – Agregar macro de teclado 2</i>	190
<i>Figura 4.50: Configuración de WIRC, Keyboard – Confirmación de agregar macro</i>	190
<i>Figura 4.51: Configuración de WIRC, Keyboard – Captura de señal del control remoto</i>	191
<i>Figura 4.52: Configuración de WIRC, Keyboard – Captura de señal del control remoto finalizada</i>	192

<i>Figura 4.53: Configuración de WIRC, Run</i>	<i>193</i>
<i>Figura 4.54: Configuración de WIRC, Run – Agregar comando de ejecución de Winamp</i>	<i>194</i>
<i>Figura 4.55: Configuración de WIRC, Run – Confirmación de agregar comando</i>	<i>194</i>
<i>Figura 4.56: Configuración de WIRC, Run – Agregar comando de salida de Windows..</i>	<i>195</i>
<i>Figura 4.57: Configuración de WIRC, Run – Confirmación de agregar comando</i>	<i>195</i>
<i>Figura 4.58: Configuración de WIRC, CD Audio</i>	<i>196</i>
<i>Figura 4.59: Configuración de WIRC, DVD.....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 4.60: Configuración de WIRC, Winamp.....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 4.61: Configuración de WIRC, Mouse</i>	<i>197</i>
<i>Figura 4.62: Configuración de WIRC, Audio mixer.....</i>	<i>198</i>
<i>Figura A.2.1: Sensibilidad del oído humano en función de la frecuencia.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura A.2.2: Enmascaramiento en frecuencia del tono de 1 KHz.....</i>	<i>223</i>
<i>Figura A.2.3: Enmascaramiento de diversos tonos de prueba</i>	<i>223</i>
<i>Figura A.2.4: Umbrales enmascaradores de bandas críticas a diversas frecuencias.</i>	<i>224</i>
<i>Figura A.2.5: Variación del volumen audible con el retardo</i>	<i>225</i>
<i>Figura A.2.6: Representación tridimensional del enmascaramiento</i>	<i>225</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Comparación de calidades de sonido.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 2.1 Comparación de calidad de audio utilizando PCM.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 2.2 Resumen de datos de los tres niveles de MPEG-1 audio que indica la ISO.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 2.3 Comparación del Ancho de banda de formatos de compresión de audio</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 2.4 Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.1.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 2.5 Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.2.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 2.6 Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.3.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 2.7 Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.4.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 2.8 Rendimiento del MPEG nivel-3 para diferentes calidades requeridas.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 3.1 Costos promedio de los componentes utilizados.....</i>	<i>145</i>

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la construcción y configuración de un prototipo para un Reproductor Portable de archivos en formato *MP3*. El trabajo consta de cinco capítulos los cuales contienen en resumen lo que se indica a continuación.

El primer capítulo inicia exponiendo conceptos y características generales del software y hardware relacionado al audio digitalizado, se continúa indicando los formatos más difundidos y una pequeña introducción de cada uno de ellos.

El segundo capítulo inicia con las características generales de los niveles de codificación y decodificación *MPEG-1 niveles 1,2 y 3*; este último más conocido como *MP3*.

El tercer capítulo inicia con la elección del hardware requerido para el reproductor, luego se indica las características técnicas de cada uno de los componentes escogidos, finalmente se detalla la construcción y ensamblaje del reproductor realizado en este trabajo.

El cuarto capítulo indica la elección, la configuración del sistema operativo, las aplicaciones usadas para el funcionamiento y puesta en marcha del reproductor.

El quinto capítulo contiene un manual de usuario básico y detalles del funcionamiento del reproductor, además se da recomendaciones y un grupo de preguntas y respuestas más frecuentes para el usuario.

Se concluye este trabajo con las Conclusiones, Referencias, y Anexos.

PRESENTACIÓN

En este trabajo se expone la construcción de un prototipo de un reproductor portable de archivos en formato *MP3*, con elementos nuevos (2001) o usados accesibles de encontrar en el medio, su fundamento es conseguir un aparato portable que aproveche la interacción del hardware y software de un *PC* convencional, orientado a la reproducción de archivos de audio digital de varios formatos comunes, especialmente el conocido formato *MP3*. Para ello se ha reunido algunas de las características más importantes de los reproductores disponibles en el mercado.

En este trabajo se da una idea general del diseño y construcción del prototipo, pudiendo existir varias ideas que hagan del reproductor más versátil y que mejoren el alcance presentado. Queda a libertad del lector el empleo e implementación de las instrucciones y aplicaciones detalladas aquí.

Para empezar con la implementación, se deberá trazar los objetivos a satisfacer y el alcance que tendrá dicho prototipo.

Para mayor comprensión y facilidad del diseño el reproductor se ha dividido en módulos, cada uno de los cuales aporta al objetivo común trazado.

En general, el reproductor tiene 3 etapas para su implementación, éstas son:

- Búsqueda y elección del hardware a utilizar.
- Acondicionamiento y adaptación del hardware.
- Configuración y puesta en funcionamiento del reproductor.

Se recomienda que para su implementación se tenga conocimiento de las bases del ensamblaje y configuración de un *PC* genérico. El costo de su implementación dependerá del tamaño, estética y tipo de componentes nuevos o usados que se quiera utilizar; en este trabajo se expone una alternativa promedio, dejando al lector la libertad de elección, pudiendo bajar dicho costo al aumentar el número de reproductores que se desee construir.

Este proyecto fue concebido con fines didácticos y de esparcimiento más no con fines comerciales; por tal razón, el uso de las licencias y permisos del software aquí expuesto queda a responsabilidad del lector al momento de su implementación, debiendo legalizar su utilización.

CAPÍTULO I

1 CONCEPTOS GENERALES

1.1 GENERALIDADES DEL AUDIO DIGITAL

1.1.1 INTRODUCCIÓN

El procesamiento de audio digital es una de las cosas maravillosas y sorprendentes que se puede hacer con una computadora. Hoy en día se puede realizar grabaciones en estudios caseros con una calidad de audio, virtualmente similar a cualquier estudio semi-profesional. Sin ruidos de cinta magnética, sin rangos dinámicos comprimidos, sin soplidos en las grabaciones de una pista a otra, etc; todo esto representado por una larga secuencia de ceros y unos, para generalizar en una frase: "Calidad de audio de CD¹ (*Disco Compacto*)".

Obtener mejor calidad en las grabaciones es fabuloso, pero lo más importante es que una vez que el audio está dentro de la computadora, se pueden hacer con él cosas increíbles, cosas que sobrepasan holgadamente las limitaciones de la cinta magnética.

En la actualidad existen programas para edición de audio que permiten ver el espectro de frecuencia del sonido, luego cortar una parte de él y pegarlo en otro lugar temporal, agregarle efectos como "*reverberancia*²" y "*eco*³", cambiarle su altura tonal o afinación independientemente de su duración. Inclusive existen programas que muestran en pantalla una partitura que se puede tocar (con algún instrumento y añadirle su propia voz) y lo corrige si se equivoca, mostrando en la pantalla los errores.

¹ CD (*Compact Disc*). Sistema de almacenamiento digital de lectura / escritura, con capacidad estándar aproximada desde 640 a 700 MB.

² Persistencia del sonido en una habitación producida por las múltiples reflexiones de las paredes, piso, techo, ventanas, y de otras superficies duras.

³ Reflejo de las ondas de sonido en un lugar rodeado de objetos que no las absorban.

Para hacer todo este tipo de cosas tan solo es necesario contar con una computadora estándar y algún hardware especial, que se lo adquiere por separado.

1.1.2 LA RESOLUCIÓN

Cuando el sonido es grabado en el disco de una computadora, éste es convertido en una larga secuencia de números por un dispositivo llamado conversor analógico-digital (en adelante se lo llamará *A/D*). A este proceso de conversión de analógico a digital se lo denomina "digitalización de audio". Luego, los números son almacenados en la memoria de la computadora o en el disco duro de la misma. En la reproducción del sonido, la computadora invierte el proceso, esto es: lee los números que se encuentran en memoria o en el disco duro y los convierte en una señal de audio lista para amplificar. Por supuesto, esta conversión de digital a analógico es realizada por un dispositivo llamado conversor digital-analógico (*D/A*).

Ahora bien, este proceso de conversión de un sonido en números nunca es totalmente exacto. Básicamente la computadora está midiendo el sonido que entra a ella de la misma manera que uno puede medir con un metro el nivel de agua de un río. Sin duda, se puede medir el agua más exactamente si su metro tiene una marca cada 1 *cm.*, que si tiene una marca sólo cada 25 *cms.* Hay que tener en cuenta que una computadora no puede grabar medidas tales como "en la mitad de dos marcas", "cerca de la siguiente marca" o "un poquito pasada tal marca". Todos éstos ejemplos serán grabados como si hubieran estado exactamente en la marca más próxima del metro, sin tener en cuenta en dónde realmente ocurrieron.

En el mundo de las grabaciones digitales, cuán juntas o próximas están las marcas del metro es descrito por la resolución. Las resoluciones más comunes en el mundo del audio digital son 8, 12 y 16 *bits* y hasta 24 *bits*. Actualmente las resoluciones más bajas son usadas, por ejemplo en contestadores telefónicos y en muchísimos proyectos económicos de multimedia, donde el espacio de la memoria es apremiante. Las grabaciones de 16 *bits* son el estándar profesional por su excelente calidad.

Seguramente en muchos manuales de cualquier tipo de aparato de audio se lee el término "relación *señal / ruido*", ésta es una manera de describir cuán limpia y precisa es una señal eléctrica sonora. Sin entrar en una explicación técnica, se entiende que cuando hay menos ruido de fondo en una señal, la relación *señal / ruido* es más alta y esto es lo que se busca obtener. En los sistemas de grabación digital, la resolución no es el único factor que afecta a la relación *señal / ruido*, pero sí el principal. La resolución más alta da una relación *señal / ruido* más alta; en otras palabras, un muestreo de 16 *bits* tiene menos ruido que uno de 12 *bits*, por lo tanto los sonidos son más limpios del ruido de cuantificación.

1.1.3 LA FRECUENCIA DE MUESTREO

Una segunda característica importante del audio digital es la frecuencia de muestreo. Se puede aclarar con un ejemplo del cine, durante la filmación la cámara toma miles de fotografías a razón de 25 por segundo. Cada una de estas fotografías es llamada cuadro. En la sala cinematográfica un aparato proyecta sobre la pantalla la sucesión de cuadros que la cámara filmó. El ojo humano percibe esta sucesión de cuadros como una imagen en movimiento y así se observa la película. Los cuadros en el cine equivalen a las muestras en la digitalización de audio.

Una muestra es simplemente una medición del nivel de la señal eléctrica de audio. Volviendo a la comparación del río, probablemente habrá una persona haciendo una medición del nivel del agua cada cierto tiempo, por ejemplo cada media hora. Se podrá entonces decir que la frecuencia de muestreo en este caso es de 2 muestras por hora o 48 por día.

La frecuencia de muestreo es un factor relacionado a la rapidez con que trabajan los circuitos del conversor *A/D* durante el proceso de grabación del sonido. Un conversor con una frecuencia de muestreo rápida puede grabar frecuencias más altas que uno que tiene una frecuencia de muestreo más baja.

La frecuencia de muestreo se mide en *Kilohertz (KHz)*. Un *hertz* equivale a una muestra por segundo y kilo será mil de éstas.

Pero el oído humano no se conforma con 48 muestras por día como en el ejemplo del río o 25 muestras por segundo como en el cine. Por ello, el estándar

mayormente utilizado, de frecuencia de muestreo para la digitalización de audio es de *44.1 KHz.*; ésta es la frecuencia a la cual se graban los discos compactos. Y *48 KHz.* es la frecuencia en que trabajan la mayoría de los *DAT*⁴.

Sin embargo, es posible obtener muestras muy buenas, o por lo menos aceptables muestreos de muchos sonidos con una frecuencia de muestreo menor, como por ejemplo *32 KHz.* Muchas veces, para los sonidos graves es usada una frecuencia de muestreo de *20 KHz.* porque en las bajas frecuencias no se necesita de mayores frecuencias. La mayoría de los sistemas de audio digital permiten seleccionar la frecuencia de muestreo cada vez que se va hacer una grabación de audio digital.

1.1.4 LA MEMORIA

Como se dijo, después que un muestreo es realizado, éste es almacenado en la memoria interna de la computadora o en su disco duro, por lo tanto el tercer factor importante de los sistemas de audio digital es el tamaño de su memoria. La memoria volátil de la computadora es llamada *RAM (Random Access Memory)* y su tamaño es medido en *Megabytes (MB)*. Para grabar audio digital se recomienda un disco duro de rápida respuesta, es decir bajos tiempos de latencia y de considerable tamaño, es decir en el orden de las decenas de *Gigabytes (GB)*. Ya que los archivos de audio, sobre todo los que están en formatos sin compresión, ocupan considerable cantidad de *MB*.

A continuación se explica cómo se hace una grabación de *Compact Disc (CD)*. El conversor *A/D* mide el nivel del sonido 44100 veces por segundo (frecuencia de muestreo). Este conversor luego asigna un número a cada una de las mediciones, este número estará entre 0 y 65535 en un sistema de *16 bits (2¹⁶)* y entre 0 y 255 en uno de *8 bits (2⁸)* y luego almacena éstos números en código binario, es decir: como una cadena de ceros y unos.

Un *megabyte* de memoria guarda alrededor de 12 segundos a *16 bits* de resolución muestreados a *44.1 KHz.*, de una señal de audio monofónica sin compresión. La grabación en estéreo duplica el tamaño de la memoria requerida.

⁴ *Digital Audio Tape* (Cinta de audio digital).

Entonces en 1 *megabyte* de memoria se podrá grabar alrededor de 6 segundos de música estéreo. Dicho de otro modo: las grabaciones estéreo de calidad de disco compacto requieren aproximadamente de 10 *megabytes* por minuto de música.

Por lo general la grabación en la memoria *RAM* está relacionada con el uso de la computadora como muestreador, lo cual se explicará más adelante; y la grabación en el disco duro es usada siempre para digitalizar audio, es decir: grabar una o más pistas de sonido.

1.1.5 GRABACIÓN A DISCO DURO

Se usa el disco duro de una computadora para grabar audio digital de 8, 16, 24 o más *bits*, con calidad de *CD*.

La grabación en disco duro ofrece algunas ventajas sobre las grabaciones en cinta, lo primero es su acceso *random* o aleatorio. Para entender este concepto se puede pensar en una cinta magnética (como la de un cassette de audio analógico de los comunes) o digital (como los *DATs*, *DCC*⁵ o *ADATs*⁶). En todos éstos formatos la información de audio que se guarda allí (ya sea digital o analógica) se registra de manera secuencial, esto es: una atrás de otra (una canción después de otra) y se accede a ella de la misma manera. Para poder escuchar algún tema se debe girar la cinta hasta hacerla llegar al espacio físico donde aquel está grabado. El acceso aleatorio es lo contrario a secuencial, es decir que: la computadora puede acceder a cualquier punto del disco rápidamente, de tal manera que uno puede ensamblar partes de una pieza de música en varias tomas, que han sido grabadas por separado y en diferentes momentos, y que están por lo tanto almacenadas en diferentes lugares físicos del disco.

Dos acciones usadas para este proceso son cortar y pegar. En la edición de corte y pegado, el audio se muestra en la pantalla de una computadora en forma de

⁵ *Digital Compact Cassette*, (Casete Digital Compacto). Desarrollado por Philips, estos equipos también pueden reproducir (no grabar) las cintas analógicas. A diferencia del *DAT* o el *CD Audio*, el *DCC* utiliza un sistema llamado *PASC* (*Precision Adaptive Sub Coding* - subcodificación de precisión adaptativa) que, al no grabar la información de las frecuencias que no es capaz de percibir el oído humano normal, le permite almacenar más minutos de música en menos espacio.

⁶ *Alexis Digital Audio Tape*, (Cinta de Audio Digital Alexis). Sistema propietario de grabación de pistas que se ha convertido en estándar. Actualmente hay interfaz óptico basado en él mediante el cual se pueden transmitir 8 canales de audio a través de un cable de fibra óptica.

ondas. El músico selecciona partes de esta forma de onda utilizando el *mouse* de la computadora pintándolas o subrayándolas. En algunos programas se puede encontrar la opción "*playlist*", la cual le dice a la computadora que se quiere reproducir una porción de audio, en qué orden y momento exacto se lo desea hacer.

Hasta aquí se ha expuesto la primera ventaja del audio digital que es el acceso aleatorio, la segunda ventaja de la grabación digital en computadora es el procesamiento de señales digitales de audio. Éstos procesos van desde una simple ecualización a complejas modulaciones de audio y alteraciones del sonido. Para hacer las mismas cosas con un grabador de cinta digital, o con un grabador de cinta analógico, se tendría que enviar las pistas grabadas a un procesador de señal que esté fuera del grabador y grabar la salida del procesador de nuevo en la cinta, lo cual podría contaminar el audio con una nueva fuente de ruido. Con la computadora el procesamiento de señal está, teóricamente, libre de ruidos.

La grabación a disco duro tiene algunos inconvenientes, un sistema de computadora tiende a ser más caro que un simple grabador de cinta, especialmente cuando se habla de un sistema con un disco duro rápido y grande. Los discos duros son más frágiles y sensibles a las variaciones de voltaje, que la cinta magnética, cuando éstos fallan, todos los datos que se encuentran almacenados pueden perderse para siempre. Para grabaciones en vivo o para grabar ensayos, es aconsejable un grabador de cassette o de cinta.

1.1.6 EL DISCO DURO

El disco duro en la mayoría de casos se encuentra instalado dentro de la computadora o puede estar en un dispositivo de almacenamiento masivo de red al cual se tiene acceso por medio de una LAN (Red de Área Local), o también en forma remota en otra LAN. Al contrario de lo que pasa con los cassettes, con las cintas abiertas y con los disquetes, el disco duro no es manipulado por el usuario en forma directa, el mismo está instalado dentro de un mecanismo protector o carcasa (*case*), ya que necesita estar en un ambiente adecuado porque trabaja a una velocidad muy alta y sus partes móviles están calibradas finamente. Existen también algunos discos duros llamados removibles que son manipulados por el

usuario pero dentro de su carcasa plástica. De todas maneras los discos duros removibles son usados para hacer un "backup" (descargar y respaldar los datos) o para llevar gran cantidad de información a otros lugares.

Cuando se compra un disco duro para grabar audio digital, los aspectos más importantes son la capacidad y el tiempo de acceso. La capacidad del disco duro indica el tamaño del mismo, lo cual se expresa en *gigabytes [GB]*, por lo cual si se parte de que por cada minuto de grabación de audio mono-estéreo digitalizado a 44.1 KHz. y con 16 bits, se ocupa 5.047 MB (sin compresión, es decir en formato WAV), entonces necesitaré 10.094 MB si la grabación se la hace en estéreo y si en promedio cada pista de un CD tiene una duración aproximada de 4 minutos, entonces necesitaré 40.37 MB por cada pista al digitalizarla y grabarla al disco duro. Por lo tanto si en 1 GB tengo 1000 MB, podré almacenar aproximadamente 25 pistas de audio estéreo, si se quiere trabajar con muchos archivos de audio, se necesitará varios discos duros de gran capacidad que exista en el mercado, en la actualidad (2002) se dispone de discos IDE⁷ de hasta 120 GB. En éstos casos se ve la necesidad de contar con un medio externo de almacenamiento como los CD-writer y Re-writer, existiendo CDs con capacidades de hasta 800 MB, en los cuales se podrá almacenar los archivos editados de audio liberando espacio físico en el disco.

El *tiempo de acceso* al disco duro es una medida que da cuenta de: la rapidez con que la cabeza puede moverse desde un lugar a otro de la superficie del disco al grabar o reproducir, más el tiempo de rotación de disco expresado en RPM (revoluciones por minuto). El tiempo de acceso es medido en *nanosegundos* (o *nanoésimas de segundo [ns]*); por supuesto, los discos duros de menor tiempo de acceso son los más recomendados, existiendo en la actualidad disco con tiempos de accesos que van entre los 7 a 10 [ns.]. En todos los casos, antes de comprar un disco duro, uno debe asegurarse de conocer su tiempo de acceso y fijarse si el sistema de grabación digital que va a comprar acepta un disco duro con tal tiempo de acceso.

Cuanto más canales de audio tenga el sistema, más rápido deberá ser el tiempo de acceso del disco, para un sistema de grabación de dos canales el tiempo de

⁷ Interfaz de Discos Duros genéricos para PC.

acceso recomendable sería alrededor de 28 *ns.*, los sistemas con más de dos canales por lo general necesitan un disco con un tiempo de acceso de 19 *ns.* o menor aún; característica común en los disco actuales (2002), provista para apoyar el trabajo en tiempo real con archivos multimedia;

Una tercera consideración, es la calibración térmica o *T-cal.* Muchos discos duros ocasionalmente se toman un tiempo para verificar los cambios de temperatura que hay entre el disco duro y las cabezas de grabación, esta pequeña pausa no es un problema si se está almacenando un archivo de un procesador de textos, pero si se está enviando al disco cantidades masivas de audio digital en tiempo real, una interrupción puede causar desde pequeños ruidos audibles hasta llegar incluso a abortar el proceso de grabación. Por lo tanto es bueno preguntarle al fabricante del software de edición de audio digital, o ver la lista de discos duros que éste aconseja.

1.1.7 LA COMPUTADORA

La computadora deberá tener *ranuras (slots)* libres en la *tarjeta madre (motherboard)*, para albergar las tarjetas del sistema de grabación. Cuando se instalan estas tarjetas deben tocarse con mucho cuidado sosteniéndolas por los bordes y por la parte metálica de estas. Siempre siga minuciosamente las instrucciones del vendedor y asegúrese de que su cuerpo no tenga acumulada electricidad estática, antes de tocar la tarjeta. Una descarga de estática podría dañar definitivamente los chips de la tarjeta. Para asegurarse de no tener una descarga estática, toque el chasis de la computadora antes de tocar la tarjeta.

La computadora *básica* que se recomienda para digitalización de audio, es una máquina con un procesador *INTEL*, tal como el *Intel 80486 DX4 de 100 MHz* como mínimo o un *Intel Pentium I de 100 MHz*. Como también máquina con procesador *AMD*, se recomienda un *AMD 5x86* como mínimo o un *AMD K6 de 166 MHz*. En la actualidad (2002) se dispone de poderosos procesadores con alta capacidad de procesamiento tales como *Intel Pentium IV* que dispone de un bus interno de datos de 400 *Mhz.* y por el lado de *AMD* se tiene al *Atlon XP* con un bus de datos de 266 *MHz.* La *RAM* de la máquina deberá ser por lo menos de 32 *MB* (recomendable 64 *MB*).

1.1.8 LAS PISTAS VIRTUALES

Un concepto importante de aprender en cualquier grabación digital es la diferencia entre pistas y canales, una *pista* es simplemente una región física donde el audio es almacenado, mientras que un *canal* es el camino que el audio entrante o saliente puede tomar; por ejemplo una cinta de cassette estéreo tiene 4 pistas pero reproduce solo 2 de ellas a la vez, a través de sus 2 canales. Los sistemas de grabación a disco duro son más flexibles que la cinta, en la cual se tiene que dar vuelta la dirección de reproducción de la cinta del cassette para poder ir a las otras pistas. Muchas pistas pueden verse en el software de la mezcladora simultáneamente aunque no existan los canales de audio para reproducirlas, estas pistas son llamadas pistas virtuales. Las otras, las que corresponden a los canales de salida de audio porque son las únicas que el hardware puede reproducir en tiempo real, se denominan pistas reales.

Se preguntará para qué tener 16, 32, o 64 pistas virtuales si se pueden reproducir solamente 2 o 4 de ellas a la vez. Es por una sencilla razón, tener pistas virtuales significa disponer de infinitas tomas para hacer una grabación. Se puede grabar un solo de guitarra docenas de veces, escuchar las distintas tomas una por vez y seleccionar luego la mejor, o elegir las mejores partes de cada una; y cuando se esté conforme, ajustar la parte final para reproducirla a través de las pistas reales. Las pistas virtuales también permiten tomar ventaja del hecho de que en la mayoría de la situaciones musicales, un instrumento raramente toca desde el comienzo hasta el final de la pieza sin parar, por ejemplo en una canción de *pop estándar* es muy común que el solo del saxo y la voz líder no sean simultáneos. Un sistema de pistas virtuales permite tener en línea el saxo y la voz, de manera que cuando llega la parte en que la voz no canta, el saxo puede tener disponible su pista real. Esta habilidad o propiedad es uno de los primeros ingredientes que hacen a los sistemas de grabación de disco duro ideales para trabajar con efectos sonoros y diálogos, los cuales siempre requieren tener numerosos elementos en línea.

Los sistemas digitales también permiten juntar o mezclar varias pistas. Por ejemplo: si se quiere juntar 10 pistas de percusión virtuales, simplemente se usa el comando *mix* (mezcla) para unirlas y listo. La nueva pista solamente requerirá

una sola pista real (mono-estéreo) para la reproducción (o dos pistas reales en el caso de una mezcla estéreo). Pero se debe advertir que si quiere tener muchas pistas virtuales se va a necesitar más espacio en el disco duro; ya que cada característica en el audio digital tiene su precio.

Además, la mayoría de los sistemas permiten controlar los niveles relativos de las pistas, las posiciones estéreo, los tiempos de *offset*⁸, hacer *fade in*⁹ y *fade out*¹⁰. Algunos sistemas también permiten usar procesadores de señal digitales para agregar ecualización y/o efectos a las pistas durante el proceso de edición y aquí viene lo mejor: trabajar en el dominio digital, sin compresión, no agrega degradación de la señal ni ruido adicional.

1.1.9 MIDI Y AUDIO DIGITAL

Por ejemplo piense que se necesita usar un sistema de grabación digital a disco duro para grabar el sonido de una guitarra que se desea que suene junto con una secuencia *MIDI*¹¹. Esto no significa que se necesite dos computadoras (una para el secuenciador y otra para el grabador de audio digital) y resulte difícil tratar de sincronizarlos.

Todo lo que se necesita es un programa que combine grabación digital con secuenciador o un programa secuenciador y otro de grabación digital que sean sincronizables para el mismo entorno de trabajo (ejemplo: *Windows*). Esta manera de trabajar sincronizando secuencias *MIDI* con audio digital es el mejor camino para aquellos usuarios que no están muy familiarizados con los *PCs*.

Se debe tener en cuenta que como los datos de audio digital son mucho más grandes y complejos que los datos *MIDI*, las operaciones de edición que con un secuenciador común son fáciles de hacer (como transposición, cuantización y cambio de tiempo), con audio digital toman más tiempo en realizarlas y algunas hasta casi imposibles de realizar. De todas maneras, estas limitaciones están por

⁸ Rango de variación de algunos parámetros, con el cual se puede sincronizar.

⁹ Entrada de determinada pista, variando ascendentemente su volumen.

¹⁰ Salida de determinada pista, variando descendentemente su volumen.

¹¹ Musical Instrument Digital Interface, (Interface Digital para Instrumentos Musicales). Protocolo que permite la comunicación de computadoras con diferentes elementos musicales y de éstos entre sí.

desaparecer con nuevos programas de edición que estén desarrollados o en desarrollo. (1999)

1.1.10 EDITORES DE AUDIO

Los editores de audio digital son un tipo de software, capaces de manipular el sonido grabado digitalmente, al decir manipular se está hablando de modificar, alterar o cambiar uno o varios aspectos del mismo, como por ejemplo su *pitch* (altura tonal o afinación).

La mayoría de los programas editores de sonido son también grabadores y reproductores. A simple vista en la pantalla como indica la figura 1.1, se encontrará un botón o tecla para grabar *REC*, similar al de los grabadores de cassette o de cinta. Al accionarlo se da comienzo a la grabación que puede ser desde una fuente distinta, en este caso se ha tomado desde un micrófono estéreo de *PC*. Cuando se quiera concluir la toma se presiona la tecla *STOP* y la computadora deja de grabar y muestra lo que se ha grabado a través de un gráfico en colores. Este gráfico consiste en la expresión de las ondas sonoras sobre las coordenadas tiempo (horizontalmente) y amplitud (en el sentido vertical). En el caso de una grabación estéreo la ventana mostrará un canal encima del otro. Una grabación de una voz por ejemplo, podría verse en principio como lo muestra la siguiente ventana:



Figura 1.1: Ventana de la Grabadora de Sonidos de Windows 95

Este archivo de audio tiene las siguientes propiedades:

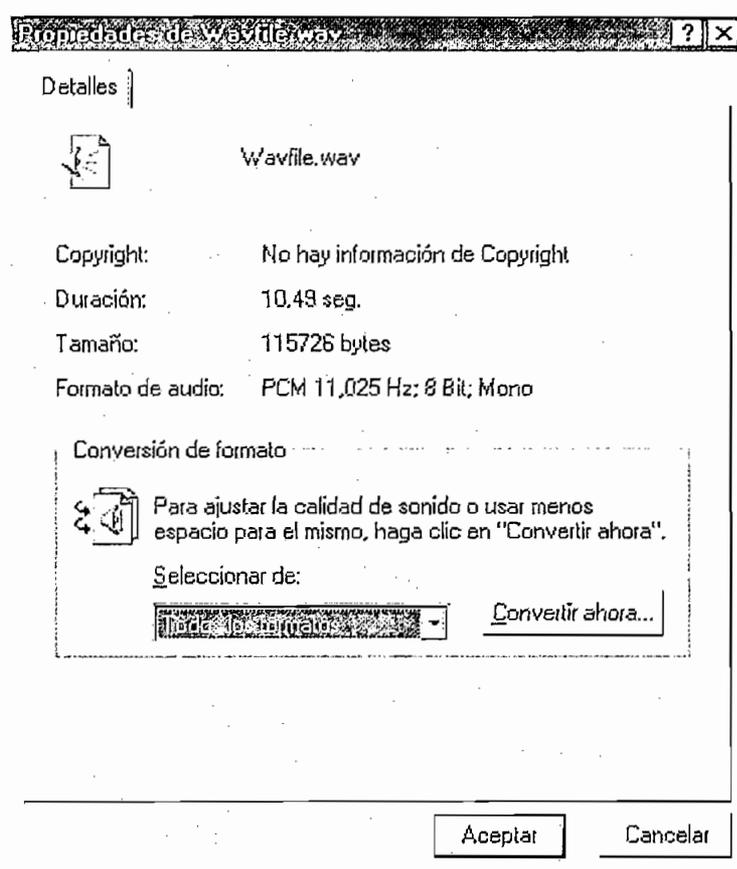


Figura 1.2: Ventana de las Propiedades de un archivo de audio tipo Wav almacenado en Windows 95

1.1.11 TECNOLOGÍA DE LA TARJETA DE SONIDO

El sonido es una propiedad analógica, puede tomar cualquier valor en un intervalo continuo. Las computadoras son digitales, es decir trabajan con valores discretos. Las tarjetas de sonido usan un convertidor analógico-digital (A/D o ADC). Similarmente un convertidor digital-analógico (D/A o DAC) convierte valores numéricos binarios en voltajes analógicos los cuales puede ser conducidos a un altavoz o parlante, reproduciendo el sonido.

En el proceso de conversión de analógico a digital, específicamente en el muestreo (*sampling*), se introduce algunos errores. Dos factores son

fundamentales en determinar con qué fidelidad la señal de muestra representa a la original. La tasa o frecuencia de muestreo (*sampling rate*) como se dijo es el número de muestras hechas por unidad de tiempo (generalmente expresado en muestras por segundo o Hertzios). Una frecuencia de muestreo baja genera una representación de menos calidad de la señal analógica.

Las tarjetas de sonido usan comúnmente muestras de 8 o de 16 *bits* y un rango de frecuencia de muestreo desde 4,000 hasta 44,000 muestras por segundo, que pueden estar contenidas en un canal (mono) o en dos (estéreo).

La síntesis de FM (modular frecuencia) es una técnica antigua para producir sonido, se basa en combinar diferentes formas de onda (por ejemplo senoidal, triangular, cuadrada). Es más fácil de implementar en hardware que la conversión *D/A*, pero es más difícil de programar y menos flexible.

Algunas tarjetas de sonido traen la síntesis de FM para conservar la compatibilidad con otras tarjetas y software anteriores. Generalmente se proporcionan varios generadores de sonido o voces.

La síntesis de tabla de onda (*Wavetable*) combina la flexibilidad de la conversión *D/A* con la capacidad de múltiples canales de la síntesis de FM. Con este esquema las voces digitalizadas pueden ser cargadas en una memoria dedicada y después reproducidas, combinadas y modificadas con pocos recursos de la *CPU*¹².

La mayoría de las tarjetas de sonido proporcionan la capacidad de mezclar, combinar señales de diferentes fuentes de entrada y controlar los niveles de ganancia.

1.1.12 MÚSICA EN INTERNET

Con el advenimiento del Internet, se encuentra que existen muchas técnicas de compresión de audio entre los más conocidos están: el formato *VQF* de *Yamaha*, el formato *WMA* de *Windows*, el formato *MP3* del estándar *MPEG 1*, que se usan para intercambiar música en Internet, pero el más ampliamente

¹² Unidad Central de Proceso. Se refiere básicamente al procesador del PC.

usado y se podría decir el único que puede ser definido como “estándar” es el *MP3*. Para ser más exactos, *MP3* es el formato más comúnmente usado en Internet en el aspecto de descargas (*downloads*) de sitios e intercambio de archivos de audio, como el *Napster*¹³, *Kazaa*¹⁴, entre otros; los cuales han enfrentado muchos problemas legales pero han posibilitado el mayor intercambio de archivos de todo tipo en Internet. De la misma forma como los archivos de Real Audio son los más comunes para el *streaming*.

1.1.12.1 Streaming y Download

Streaming consiste en transmitir música (o cualquier otro sonido) tal como le llega a la computadora sin necesidad de almacenarlo todo en tu disco duro. *Streaming* es parecido a la transmisión en radio y televisión, en donde existe un proveedor del servicio (Servidor de *streaming*) y varios usuarios (*PCs* que se encuentran conectándose con el servidor mediante Internet) que desean ver y escuchar dichos archivos, con la diferencia que se obtiene bajo pedido (la transmisión comienza cuando se solicita). Mientras el programa de reproducción lo permita, se podrá guardar la música en el disco duro permanentemente una vez que se la grabe con algún nombre, sin necesidad de bajarla de nuevo. Esta opción no está disponible cuando el programador específicamente no quiere que se haga.

Por otro lado *Download* (descargar) permite guardar la canción o cualquier otro contenido en el disco duro. Una vez que se haya bajado, se tendrá en el disco duro para reproducirla cuando se desee.

¹³ Programa freeware (gratuito) que se lo puede descargar del Internet el cual permite compartir archivos de audio en formato *MP3* entre todos los usuarios registrados y que se encuentren en línea compartiéndolos. Actualmente se debe pagar una mensualidad para poder seguir con el servicio.

¹⁴ Programa freeware (gratuito) que se lo puede descargar del Internet, y que tiene la misma concepción del anterior, pero de forma gratuita.

1.2 CALIDAD VS. TAMAÑO DE LOS ARCHIVOS

1.2.1 MUESTREO PASO A PASO

Se puede decir que los *muestreadores* son sintetizadores en los cuales las formas de onda son creadas por el propio usuario, mediante la grabación digital de muestras de cualquier sonido real, para luego ser procesadas hasta llegar al resultado deseado, un buen grupo de muestras y acondicionamiento de las mismas.

Primero se obtiene una buena muestra, es decir la grabación, el ahorro de memoria, el truncado, el *loop*¹⁵ y el multimuestreo. Luego vendría la segunda etapa donde se trabaja la muestra como si se tratara de un sintetizador, aplicando todos los parámetros comunes a éste; tales como: el manipuleo de *envolventes*¹⁶, filtros, *LFO*¹⁷, etc.

1.2.1.1 Afuera del Muestreador

El resultado final siempre va a depender de la calidad de los pasos anteriores (la muestra en sí y el cuidado que se tomó en su procesamiento), por eso es fundamental prestar especial atención a cada procedimiento desde el comienzo.

Primer paso: que el sonido a muestrear posea *brillo*¹⁸ y riqueza de *armónicos*¹⁹, si se está muestreando vía micrófono cuidar las reverberancias propias del ambiente y los ruidos ajenos al sonido a muestrear. Lo ideal sería una sala de estudio, aislada, pero a falta de esta un buen lugar puede ser un vestidor lleno de ropa donde se trate de no introducir ruido y los rebotes del sonido sean absorbidos. En cuanto al micrófono cuando mayor sea su rango de frecuencia mejor. Para saber como ubicarlo con respecto al objeto emisor del sonido, se

¹⁵ *Loop* (lazo) Corto motivo musical rítmico que ejecutándolo repetidamente da sensación de continuidad, también se puede definir como la acción de repetir una porción de las muestras para hacerlas durar indefinidamente o periódicamente.

¹⁶ Se refiere a un envase que hace que el audio que contiene pueda ajustarse a una forma de onda.

¹⁷ Variaciones constantes de la frecuencia, la amplitud o los filtros de frecuencia.

¹⁸ Se refiere al realce de los sonidos, gran riqueza y diversidad de tonalidades.

debe tener en cuenta si es del tipo omnidireccional (capta el sonido proveniente desde cualquier ángulo por Ej.: micrófonos de radiograbadores) , o del tipo cardioide (capta el sonido solo desde un ángulo determinado por Ej.: micrófonos para cantantes).

Antes de empezar es conveniente familiarizarse con el objeto a muestrear, si se trata de un instrumento, lo ideal sería que sea interpretado con la técnica adecuada. En el caso de que el objeto no sea un instrumento, habría que desarrollar la "técnica", tocarlo varias veces y comparar las diferencias para quedarse con la mejor interpretación.

Si se va a muestrear de la *línea de entrada (line input)*, se debe enchufar el cable en *salidas de línea* del reproductor de CD, DAT, sintetizador, batería electrónica, etc; se debe evitar tomar de la salida de auriculares. Cuidar los detalles de la calidad del cable a usar, conectores en mal estado y cables defectuosos son factores que pueden generar ruido.

1.2.1.2 Dentro del Muestreador

Una vez controlados todos los detalles anteriores, lo que sigue es ajustar ciertos parámetros en el muestreador: la ganancia y la frecuencia de muestreo.

La ganancia en el muestreador se ajusta, según el tipo de micrófono, el nivel de salida de línea y el volumen del objeto a muestrear. La mayoría de los muestreadores permiten ver el nivel de la señal entrante, representado en la pantalla por barras que varían según su intensidad, como en un grabador o amplificador común de audio. Se deberá hacer el ajuste para evitar la saturación, o lo contrario en una señal débil. Algunos modelos poseen un *switch*, interno o externo, para discriminar señales de línea o micrófono.

Uno de los factores claves que influyen en la calidad de la muestra es la frecuencia de muestreo. El muestreador en el proceso de digitalizar, está tomando un número determinado de muestras por segundo del sonido que transcurre en el tiempo al ser ejecutado o al haber presionado *Play* en el CD. Cuanto mayor sea este número de muestras por segundo, mayor será la fidelidad o calidad del

¹⁹ Son una serie de vibraciones subsidiarias que acompañan a una vibración primaria o fundamental del movimiento ondulatorio (especialmente en los instrumentos musicales).

sonido muestreado. Como ya se mencionó por ejemplo, el sonido digitalizado en un *CD* está muestreado con una frecuencia de muestreo de 44.1 *KHz*.

Entonces la conclusión es simple, se muestrea con la frecuencia de muestreo más alta para obtener la mayor calidad posible. El problema está en que cada una de las muestras por segundo, consume cantidad de memoria; y a mayor memoria por muestra, mayor calidad pero quedará menor espacio en memoria o medio magnético, disponible para nuevos sonidos. En consecuencia otro factor que influye en el consumo de memoria será el tiempo de muestreo (el tiempo total que es muestreado el sonido). Entonces a menor frecuencia de muestreo, mayor tiempo de muestreo. El tema es llegar a un equilibrio entre calidad, tiempo de muestreo y la memoria consumida para almacenar. Al bajar la frecuencia de muestreo se va eliminando los componentes agudos del sonido (las altas frecuencias), si se continua bajando, el sonido empezará a distorsionarse. Por motivos físicos, para muestrear exactamente el sonido en cuestión, se necesitará una frecuencia de muestreo dos veces mayor (como mínimo) que la frecuencia del elemento más agudo de dicho sonido. (Ej.: un xilofón tocado en la nota *LA* = 440 *Hz.*, posee armónicos superiores a 10,000 *Hz.* en el *ataque*²⁰; este sonido necesitaría una frecuencia de muestreo de 20 *KHz.* o 20,000 *Hz.*). Con esto no solo se determina la calidad de la muestra sino también la respuesta en frecuencia de la misma. Esta respuesta puede llegar teóricamente hasta el 50%, como máximo, de la frecuencia de muestreo. Si se muestrea a 10 *KHz.*, la muestra resultante deberá desplegar agudos hasta 5 *KHz.*, sonando algo opaca, como si se la estuviera procesando con un ecualizador, quitándole agudos a partir de los 5 *KHz.* El ajuste de la frecuencia de muestreo dependerá entonces de los componentes agudos del sonido a muestrear y no solo de la nota (aguda o grave) sino también del *timbre*²¹ del sonido. De esta forma, un bombo de batería, si bien suena grave posee ciertos armónicos de frecuencias altas que lo caracterizan; en el caso de un platillo, estas componentes son obvias.

Luego de haber controlado la ganancia y la frecuencia de muestreo se deberá ajustar las teclas asignadas al tiempo de muestreo y al comienzo de la grabación.

²⁰ Se asocia al tiempo que dura un sonido de un instrumento

²¹ Es la cualidad que permite distinguir los sonidos producidos por los diferentes instrumentos.

Antes de muestrear se debe asignar una tecla del muestreador, en la cual va a sonar la muestra original, las teclas restantes también la reproducirán pero en forma transpuesta. De la misma forma se tiene que ajustar de antemano el tiempo de duración de la muestra, no importa si éste es mayor porque en el paso siguiente, si es necesario se la puede acortar (truncado).

El inicio de la grabación digital puede hacerse de tres formas distintas:

- 1) *Disparo Automático*: según un nivel de entrada establecido, cuando el volumen del sonido sobrepasa tal nivel, el muestreador comienza a digitalizar durante el tiempo de muestreo fijado.
- 2) *Disparo MIDI*: el muestreador comienza a muestrear cuando recibe un mensaje de *Note On* vía *MIDI*; para muestrear por la entrada de línea otros teclados o dispositivos *MIDI*.
- 3) *Botón de Record*: mediante un *switch* (un botón del panel o un pedal) se inicia y se finaliza la grabación (en este método el tiempo de muestreo se determina mientras se va grabando). Muestreando de esta forma al reproducir la muestra se va a escuchar una pausa antes del sonido y si el tiempo de muestreo fue más largo que el tiempo de decaimiento de tal sonido, otro silencio va a quedar al final. Estas pausas consumen memoria que será recuperada en el proceso siguiente, el truncado.

Una vez realizada la grabación, lo que sigue es el truncado: cortar al inicio o al final para ahorrar memoria, para retocarla y mejorar sus cualidades sonoras. (Para el ahorro de memoria, en algunos muestreadores, la frecuencia de muestreo se puede modificar sobre la muestra ya grabada.)

La longitud de la muestra ahora se representa con un número en el contador (Ej.: de 0 a 23,752 pulsos) o también gráficamente según el muestreador. Con el parámetro "*Start*" se puede hacer que empiece en cualquier punto de su longitud (de 3,468 a 23,752), eliminando pausas y modificando la forma del ataque. Así mismo con el parámetro "*End*" se puede modificar el final para que la grabación termine en cualquier punto de su longitud (de 3,468 a 19,621). Una vez

determinados éstos dos puntos se procede a cortarla para recuperar memoria [muestra definitiva de 0 a (19,621 menos 3,468) o sea de 0 a 16,153].

Luego del truncado viene el paso crítico para la obtención de un buen sonido sostenido, el *loop*. Como la longitud de la muestra se limita al tiempo de muestreo, para obtener una muestra sostenida se recurre al *loop*. Lo que hace el *loop* es unir el final ("*Loop End*" = 16,153) con el principio ("*Loop Start*" = 0), generando un bucle indefinido mientras se mantenga la tecla asignada presionada. Pero suponga que el ejemplo corresponde a una muestra de flauta donde el lapso que va de 0 a 2,849 corresponde al ataque (leve soplido punzante), al ubicar el *Loop Start* en 0 y el *Loop End* en 16,153; se oirá una repetición del ataque al comienzo de cada vuelta del *loop*, para ello se configura el *Loop Start* en 2,849 esto producirá el *loop* pero saltando el ataque no deseado en las repeticiones. Por ende para conseguir un *loop* igual, liso y sin saltos, el final tiene que empalmar exactamente con el principio. Casi todos los muestreadores poseen un parámetro que busca automáticamente los puntos para el *loop*, o permiten ver la muestra graficada, no obstante se hace necesario un ajuste fino, "manual", del *Loop Start* y *Loop End*. Un *loop* puede sonar bien en cierta tecla (sobre todo las más agudas) pero en otras puede empeorar, por eso mientras se programa el *loop* conviene ir probando en diferentes teclas. Existen otros *loops* más complejos que unen los dos puntos bajando el volumen del *Loop End* mientras van subiendo el del *Loop Start*, superponiéndolos y fundiendo la unión; éstos son los llamados "*loops Crossfade*".

Para lograr un buen *loop* no solo se necesita habilidad y experiencia con éstos parámetros sino una buena muestra que posea a lo largo de su extensión, dos fragmentos similares en el timbre e igual nivel de volúmen.

La acción de hacer *loop* a una muestra de guitarra o piano es mucho más difícil que la de un violín o un órgano. Los *loops* no solo se utilizan para sonidos sostenidos, según lo que se busque también se pueden aplicar a muestras discontinuas, repitiendo indefinidamente un motivo rítmico, este tipo de *loops* conllevan menor dificultad.

Lo que sigue al *loop* es la creación de la *multimuestra* o *multisample*, para lo cual el teclado del muestreador, se puede dividir en varias zonas y las muestras

reemplazarían a los timbres si se lo compara con cualquier teclado multitimbre. Las posibilidades ahora serían *splits*²² o, *layers*²³.

Si se reproduce una muestra de piano, una *octava*²⁴ arriba o abajo de la original, el sonido resultante será el de un piano de la mitad o del doble del tamaño del original. Esto se debe a que el muestreador transporta no solo la frecuencia fundamental (como en el piano verdadero) sino también los armónicos que definen el timbre característico, desviándolo del original.

Lo ideal en el piano sería muestrear tecla por tecla, ya que cada una de estas posee su propia cuerda que lo hace sonar; pero como esto ocuparía demasiada memoria se muestrea cada *quinta*²⁵ u octava y se crea una multimuestra, cuidando de asignar muestras donde la diferencia de timbre, al pasar de una a otra, sea mínima. El tamaño de la zona de cada muestra depende de su tolerancia a la transposición; en una guitarra alcanzaría con muestrear cada una de las seis cuerdas, o sea 6 muestras para la multimuestra, los instrumentos de viento (especialmente las maderas) generalmente toleran más de dos octavas hacia arriba o abajo.

El efecto de la distorsión propia de la transposición puede ser usado para crear un sonido nuevo, si éste no suena natural no significa que sea malo, es simplemente otro sonido.

Otro problema son las variaciones de timbre según la intensidad del toque, propias de los instrumentos acústicos; que para imitarlas se recurre al manipuleo de filtros y envolventes, en pasos posteriores. La multimuestra se va a llamar *Program*, *Patch* o *Voice*, según las distintas marcas. Lo que resta ahora es pulir asperezas mediante parámetros similares a los de los sintetizadores.

Para crear un sonido de muestreador y quedar satisfechos con el resultado, se procede pasando por dos etapas: la obtención de la muestra (grabación, truncado, *loop*, multimuestreador) y el procesamiento de dicha muestra acabada (aplicación de envolventes, filtros, *LFO*, etc) como si se trabajara sobre formas de onda en un sintetizador.

²² Divisiones hasta una muestra por tecla.

²³ Superposiciones.

²⁴ La *octava* corresponde a un salto de ocho teclas blancas del piano; o mejor dicho, una octava es la repetición de un sonido con una cuerda de la mitad de largo de la inicial o referencia.

²⁵ La *quinta* corresponde a un salto de cinco teclas blancas en un piano. También es otro intervalo entre notas que se obtiene con una cuerda de largo dos tercios de la inicial. Su frecuencia es de tres medios del sonido inicial.

Una vez terminada la muestra (o sea la forma de onda base a la cual se le aplicó el truncado, *loop*, etc,) las consecuentes modificaciones se harán sobre la frecuencia (altura tonal), la amplitud (volumen), los filtros (brillo) y el LFO. Cada uno de éstos cuatro elementos (con los cuales se altera la muestra u onda base) se modifica según una serie de parámetros programables. Entre los más importantes se tiene los siguientes:

1.2.1.3 Filtros

Los filtros permiten variar el brillo y ciertas características tímbricas, al modificar el espectro armónico de la muestra. Se indica algunos parámetros a tomar en cuenta para calibrar los filtros en el muestreador:

- *Cutoff* (frecuencia de corte del filtro): modifica el brillo al sustraer o añadir componentes armónicos.
- *Resonance*: distorsiona la muestra y agrega componentes agudos.
- *Tipo de filtro*: selecciona el tipo de filtro. *Hi Pass* (pasa altos) sustrae componentes graves. *Mid Pass* (pasa medios) sustrae componentes graves y agudos. *Low Pass* (pasa bajos) sustrae componentes agudos.
- *EG*: los valores de la curva van modificando el *Cutoff* durante el tiempo que se mantiene apretada la tecla. Con el envolvente del filtro se logra un efecto similar al de la amplitud pero en este caso lo que varía es el brillo.
- *VEL*: el valor de la intensidad modifica el *Cutoff*. Al ajustar este parámetro se otorga mayor sensibilidad al tocar la muestra.
- *PRS*: el valor de la presión modifica el *Cutoff*.
- *KS*: el valor de la posición de la tecla modifica el *Cutoff*. Este parámetro es ideal para opacar o realzar la muestra según se toquen teclas agudas o graves.
- *MOD*: el valor del movimiento de la rueda de modulación modifica el *Cutoff*.

1.2.1.4 LFO

(*Low Frequency Oscillator*, oscilador de baja frecuencia) genera variaciones constantes sobre los valores del *Coarse* (para crear *vibrato*²⁶), *Level* y *Cutoff* (para crear *trémolo*²⁷), por separado o a la vez, según el muestreador. La forma como varían éstos valores va a depender de los parámetros *Shape*, *Speed* y *Depth*.

- *Shape* o *Wave*: selecciona el tipo de forma de onda.
- *Speed* o *Frequency*: ajusta la velocidad del vibrato o trémolo.
- *Depth*: ajusta la intensidad de los *depth* o *espacios*.
- *EG*: los valores de la curva van modificando el *Depth* o *Speed* durante el tiempo que se mantiene apretada la tecla.
- *VEL*: el valor de la intensidad modifica el *Depth* o *Speed*.
- *PRS*: el valor de la presión modifica el *Depth* o *Speed*.
- *KS*: el valor de la posición de la tecla modifica el *Depth* o *Speed*.
- *MOD*: el valor del movimiento de la rueda de modulación modifica el *Depth* o *Speed*.

Los anteriores parámetros fueron descritos de un modo global para la mayoría de modelos de muestreadores. Es probable que ciertas denominaciones no coincidan o no existan para ciertos modelos, en ambos casos es aconsejable revisar el manual del usuario del muestreador para obtener mayores detalles.

Paso a paso: Una vez que se toma conciencia de algunas de las posibles formas de ir moldeando la muestra, lo que sigue sería decidir qué modificación necesita, o probar alterarla un poco para mejorarla. Una forma de proceder puede ser la siguiente: Primero ajustar el *Amp-Vel* y *Filtro-Vel* para darle un poco de vida y expresión, luego variar los diferentes filtros mediante el *Cutoff* y *Filtro-KS*. Después se pasa a las envolventes en este orden: *Amp-EG*, *Filtro-EG*, *Frec-EG*, y por último el LFO.

²⁶ Es la modulación de baja frecuencia que adquiere una intensidad y una altura.

²⁷ Es una variación lenta y regular de la frecuencia fundamental. No confundir con el temblor de la voz, que es una vibración rápida y aleatoria.

El tema de pulir asperezas no termina aquí, no basta con saber qué es lo que hace tal o cual comando sobre la muestra teóricamente, el hecho más radica en pasarse horas probando y experimentando diferentes posibilidades.

En los siguientes vínculos se puede ampliar la información acerca de los muestreadores más usados en el mercado:

Software de muestreadores:

- <http://personal.redestb.es/00ma/tuto/sampling/sampling.htm>
- <http://personal2.iddeo.es/melasa/el.html>

Hardware de muestreadores:

- <http://www.polimusica.es/electronica/samplers.htm>
- <http://www.musicaexpres.com.mx/djs.htm#SAMPLERS>
- <http://www.laorejadigital.com/inicioproductos.htm>

1.3 FORMATOS MÁS DIFUNDIDOS

Se preguntarán la procedencia u origen de las extensiones de los distintos tipos de archivos en las plataformas *Windows*, que a diario se los utiliza para almacenar la información o creaciones; la respuesta se orienta en que *Microsoft* con visión diseñó no sólo un formato de sonido sino toda una arquitectura de intercambio de datos para que el mismo concepto sirviera para imágenes estáticas, imágenes en movimiento (video), sonido, etc., que en realidad, corresponden a toda una familia de formatos que se utilizan en la mayoría de *PCs* que tienen instalado sistemas operativos *Windows 95 / 98 / Me / NT / 2000 / XP*. Esta *arquitectura*²⁸ se conoce en inglés y se abrevia como *RIFF (Formato de Archivos de Intercambio de Recursos)*. *RIFF* no constituye en sí un formato; es decir, no se almacena nada en formato *RIFF*, sino que es un marco de referencia o una guía de especificaciones a seguir para definir archivos de datos.

²⁸ Se entiende por arquitectura la estructura de los componentes de un programa y/o sistema, sus interrelaciones, principios y guías que gobiernan su diseño y evolución a lo largo del tiempo y proceso.

Como resultado de un trabajo en común realizado por *Microsoft* e *IBM*, en 1991 aparece el "*Multimedia Programming Interface and Data Specifications 1.0*", considerado por muchos como la Biblia de los formatos de multimedia. En este documento se explica la filosofía de diseño y las características específicas de cada tipo de formato multimedia para *Windows* y *OS/2*. Algunos de los archivos de datos que tienen su origen en la especificación *RIFF* son:

- *AVI*: Audio y Vídeo Entrelazado (*Audio / Video Interleaved*).
- *BND*: Paquete (*Bundle*).
- *DIB*: Mapa de *Bits* Independiente de Dispositivo (*Device-independent bitmap*).
- *MIDI*: Interfaz Digital de Instrumentos Musicales (*Musical Instrument Digital Interface*).
- *RTF*: Texto de Formato Complejo (*Rich Text Format*).
- *WAV*: Audio Ondulatorio (*Waveform Audio*).

Entre las extensiones más conocidas de archivos de Audio se tiene: *.WAV .MOD .AIF .WMA .VOC .CDA .MID .MIDI .RMI .RA .RM .RAM .AAC .AU .VQF .OGG .PAC .MP1 .MP2 .MP3, etc.*

Un archivo de audio contiene un sonido digitalizado que la computadora puede reproducirlo de dos formas: por medio de la bocina (*PC-speaker*) que ya trae integrada la computadora o utilizando una tarjeta de sonido, que en la actualidad la mayoría de equipos la traen incorporada.

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES FORMATOS

1.4.1 WAV

Creo que la mayoría de los usuarios, cuando recibió una nueva computadora multimedia realizó pruebas y grabó su voz diciendo, "Hola, hola, probando uno, dos, tres". Casi con toda seguridad, habrá quedado grabada en un archivo con extensión *WAV*. Casi la mayoría de los archivos de sonido que vienen

incluidos en *Windows 3.x* o *Windows 95* son también archivos con extensión *WAV*, es el formato de sonido más popular y difundido del mundo de los *PCs*.

El formato consiste en almacenar las muestras una tras otra (a continuación de la *cabecera* del archivo, que entre otras cosas indica la frecuencia de muestreo), sin ningún tipo de compresión de datos, con cuantificación uniforme propia del formato. La sencillez de este formato lo hace ideal para el tratamiento digital del sonido.

El formato de los archivos *.WAV* es el siguiente:

<i>Bytes</i>	<i>Nombre del Campo</i>	<i>Contenido Usual</i>	<i>Propósito / Descripción</i>
00 – 03	Chunk ID	"RIFF"	Bloque de identificación (sin comillas).
04 – 07	ChunkSize	???	Entero largo. Tamaño del archivo en bytes, incluyendo <i>cabecera</i> .
08 – 11	Format	"WAVE"	Otro identificador, identifica el formato.
12 – 15	Subchunk1 ID	"fmt "	Otro identificador, subchunk.
16 – 19	Subchunk1 Size	16, 0, 0, 0	Tamaño de la <i>cabecera</i> hasta este punto.
20 – 21	Audio Format	1, 0	Etiqueta de formato. (Algo así como la versión del tipo de formato utilizado).
22 – 23	Num Channels	2, 0	Número de canales (1 si es mono-estéreo).
24 – 27	Sample Rate	???	Frecuencia de muestreo (muestras / segundo).
28 – 31	Byte Rate	???	Tasa promedio de bytes / segundo.
32 – 33	Block Aling	1, 0	Alineamiento de bloque.
34 – 35	BitsPerSample	8, 0	Número de <i>Bits</i> por muestra (normalmente 8, 16 ó 32).
36 – 39	Subchunk2 ID	"data"	Marcador que indica el comienzo de los datos de las muestras.
40 – 43	Subchunk1 Size	???	Número de bytes muestreados.
Restante	data	???	Muestras (cuantificación uniforme)

Los datos numéricos que ocupan más de un *byte* se representan de la siguiente forma: Primero están los *bytes* menos significativos y a continuación los más

significativos (convenio "extremista menor", también conocido como "formato Intel"). Ejemplo:

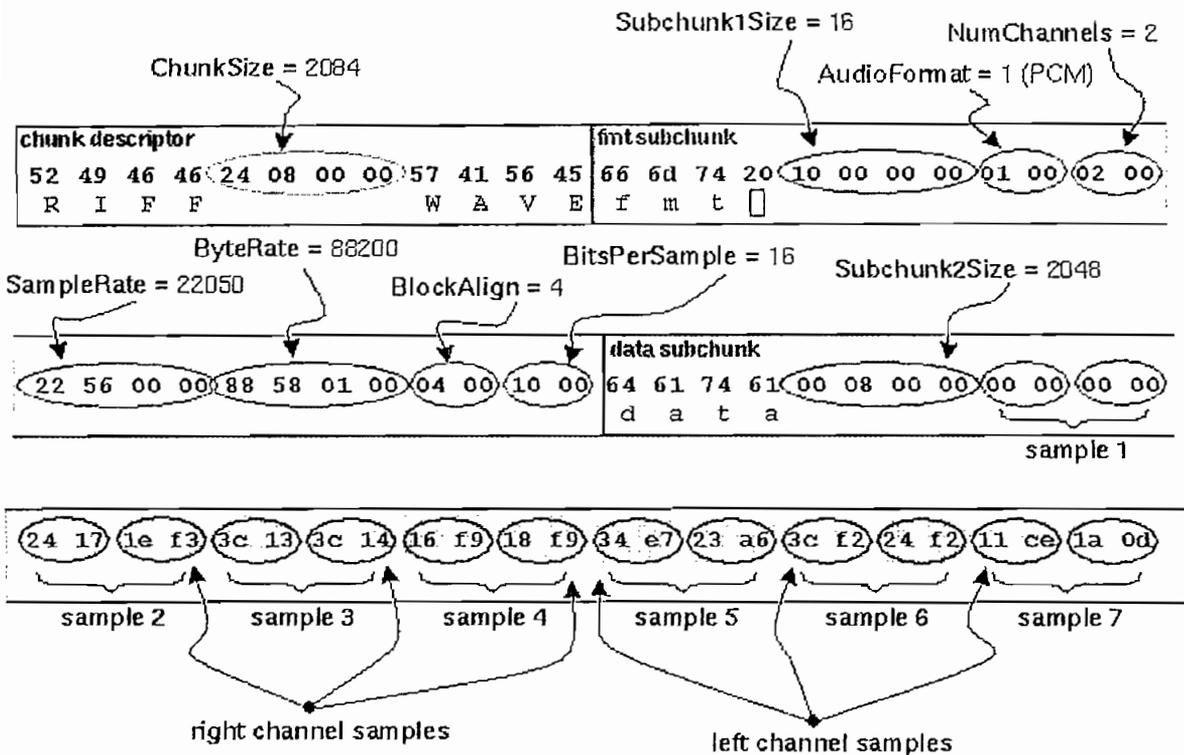


Figura 1.3: Distribución de los bits de un archivo WAV

1.4.1.1 RIFF, RIFX, "Chunks o Secciones" y el Formato WAV

Existen dos tipos de archivos *RIFF*: la especificación para *Intel* denominada *RIFF* y la especificación para *Motorola*, denominada *RIFX* y que se diferencia de la anterior por el orden en que se colocan los *bytes* para construir un número entero.

El elemento básico de construcción de un archivo *RIFF* es la "sección" (bloque). Una "sección" es una estructura que contiene :

1.- El nombre de la sección, de cuatro caracteres como máximo, no tiene por qué acabar en nulo (aunque puede ser una cadena de caracteres, hay que tener en

cuenta que no se sigue el estándar de C de terminar con un nulo); puede considerarse que es una cadena de 4 caracteres, o un dato de tipo *ulong*²⁹.

2.- El tamaño, que es un entero largo sin signo (*ulong*).

3.- Datos, que son la información que la aplicación sabe interpretar.

Existe dos tipos de secciones que pueden contener a otras secciones anidadas (*subchunks* o subsecciones). Son los "*RIFF*" y "*LIST*", pero, en general, las secciones solo almacenan un tipo de elementos en los datos binarios.

Un formato o archivo *RIFF* se puede definir, como una sección con nombre "*RIFF*", de forma que es una sección que comprende todo el archivo de datos que sigue la convención *RIFF*.

Todos los archivos *RIFF* empiezan, por lo tanto, con las cuatro letras "R, I, F, F", a continuación el tamaño y luego los datos binarios. Dentro de éstos datos los primeros cuatro caracteres identifican el tipo de formato y a continuación le seguirán uno o varios tipos de subsecciones. El código definido para un formato *RIFF* debe ser único y para que sea reconocido por el sistema operativo *Windows* hay que registrarlo en *Microsoft* especificando su nombre y cuál es la estructura de la sección que se quiere definir dentro del estándar, qué tipo de compresión llevan los datos digitalizados, cuáles son los nuevos nombres de sección a definir, etc.

De todas formas, hay tantas secciones definidas ya para todo tipo de aplicaciones multimedia que, en general, no hace falta definir uno nuevo, sino que puede usarse uno ya existente.

Por ejemplo: el formato *WAV*, definido para almacenar sonido digitalizado, está formado por las siguientes secciones:

- \$ *Chunk* de formato (obligatorio)
- \$ *Chunk* de hechos (opcional)

²⁹ *Ulong* quiere decir que ocupa cuatro *byt*

- \$ *Chunk* de pistas (opcional)
- \$ *Chunk* de lista (opcional)
- \$ *Chunk* de lista datos asociados (opcional)
- \$ *Chunk* de datos *Wav* (obligatorio)

1.4.1.2 Sección de Formato

La sección de formato de los archivos WAV está identificado por las tres letras "*fmt*", y contiene unos campos comunes a todos los formatos y unos campos específicos de cada tipo de formato. Los campos comunes son:

- *Categoría del formato*: es un número que indica la categoría WAV del archivo. Sirve para saber cómo interpretar los campos específicos de cada formato y los datos digitalizados. Las categorías más comunes son:
 - *Wave_format_PCM*: Formato de Modulación de Códigos de Pulsos. Definido por *Microsoft*. Es el número 1, (0x0001).
 - *IBM_format_ADPCM*³⁰: Definido por IBM, es un formato de modulación de código de pulsos diferencial adaptativo.
- *Número de canales*: 1 mono, 2 estéreo.
- *Frecuencia de muestreo*: expresado en muestras por segundos.
- *Número medio de bytes por segundo*: Se utiliza para estimar la velocidad a la que debe reproducirse la muestra.
- *Tamaño del bloque de datos*: Usado para el alineamiento y la sincronización de los datos. Para reproducir el sonido se procesa

³⁰ *ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation)*: Sistema de compresión de datos, en el cual se almacena la diferencia entre una muestra y la siguiente, en lugar del valor absoluto de cada muestra. Presenta excelentes cualidades de compresión de datos, ya que es capaz de convertir 16 *bits* de datos en 4 *bits* de almacenamiento.

siempre una cantidad de *bytes* dada por un múltiplo del tamaño de bloque de datos.

Los campos específicos dependen de la categoría de formato *WAV* que se esté considerando. Para el caso *Wave_format_PCM* consiste solamente en un campo que determina el tamaño de cada muestra; es decir, el número de *bits* de datos usado para representar cada muestra de cada canal. En el caso de datos en estéreo, este tamaño de muestra es igual para ambos canales.

1.4.1.3 Sección de Datos de Wave PCM

Cada muestra de sonido digitalizada a 8 *bits* se almacenará como un *byte* sin signo (valor entre 0 y 255) y los sonidos de 16 *bits* se representan como un doble *byte* con signo (valores entre -32768 y 32767). No se utiliza compresión.

La sección de datos *Wave* puede ser sencillo o complejo. La sección sencillo se identifica por el texto "*data*" y, a continuación, se indican el tamaño y los datos.

La sección compleja es una sección de tipo *LIST* y está identificada por el nombre "*wavl*", a su vez la lista consiste en un conjunto de secciones sencillas de tipo "*data*" o de secciones de tipo silencio, identificadas con el nombre "*slnt*", en cualquier orden y número.

Una sección "*slnt*" tiene como valor de los datos un número de tipo entero largo sin signo (*ulong*) que indica el número de muestras de silencio (con valor 0).

1.4.1.4 Sección FACT

En esta sección se almacena información complementaria de los archivos *Wave* y es un bloque obligatorio si los datos muestreados están incluidos en una sección de tipo *LIST* "*wavl*", o si se ha realizado compresión de los datos y es opcional cuando se utiliza para almacenarlo *PCM* sin comprimir.

El nombre de esta sección es "*fact*", tiene longitud 4 y sólo contiene un entero largo sin signo que especifica el número de muestras de los datos.

No se profundiza en el detalle de las secciones opcionales, ya que estas no necesariamente aparecen en todos los archivos WAV y que generalmente no lo hacen.

1.4.1.5 Estructura de la Sección

<i>CUADRO 1</i>
<pre>typedef struct { char nombre[4]; ulong tamano; char *datos; } CHUNK;</pre>
<i>CUADRO 2</i>
<pre>typedef struct { ushort categoria_fmt; ushort num_canales; uslong frecuencia_muestreo; uslong num_medio; ushort tamano_bloque_datos; } FMT_CAMPOS_COMUNES;</pre>
<i>CUADRO 3</i>
<pre>{ ushort tamano_muestra; } FMT_WAVE_PCM;</pre>
<i>CUADRO 4</i>
<pre>typedef struct { ulong numero_muestras; } FMT_FACT;</pre>

1.4.2 MOD

Es un formato común para las canciones generadas por computadora. Se lo puede describir como información sobre las notas musicales a ser reproducidas los archivos contienen muestras digitalizadas de los instrumentos (o voces).

El formato *MOD* se lo puede definir como una mezcla entre el formato *MIDI* y el formato *WAV*; es decir, son sonidos digitalizados grabados de una fuente real. Por ejemplo, éstos sonidos pueden ser notas musicales, es decir, se graba una nota de DO Bajo en piano y luego se la reproduce cambiando su velocidad para "emular" las demás notas y así tener toda la gama de un piano. Este formato son notas grabadas que luego son cambiadas sus velocidades y así abarca toda la gama de sonido de dicho instrumento, por esta razón se dice que es una mezcla entre los formatos antes mencionados.

El formato *MOD* empezó gracias a las computadoras *Amiga*, pero pueden ser reproducidos en otros sistemas operativos, incluyendo *Linux*, con el software adecuado. Tiene la facilidad y calidad para reproducir sonidos digitalizados a diferentes frecuencias. Sobre todo son muy buenos para reproducir 4 sonidos simultáneamente, por eso los primeros reproductores eran de 4 pistas, con un máximo de 4 sonidos. Aquí la calidad dependía, de la calidad de los muestreos que se tomaba, así, si al digitalizar la muestra se lo hacía de una fuente "ruidosa", el sonido no resultaba bien, con mucho ruido de fondo, con poca pureza o definición. También la calidad dependía del proceso de digitalización (más ahora que antes), es decir, si se lo hacía a 8 *bits*, a 16 *bits* y la frecuencia de muestreo que se use (11 *KHz*., 22 *KHz*...).

Más tarde, con el cambio a la plataforma *PC*, el mejoramiento de las tarjetas de sonido y el trabajo de los programadores, se llegó a niveles de mejor calidad.

Lo mejor para comprobar como se escuchan es descargar algún software de reproducción, aquí se indica algunos vínculos:

- Cubic Player v2.0 (alpha, pero bastante estable)
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/pc/sound/cp20a.zip>
- DigiTraker v3.0
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/pc/sound/digitr30.zip>
- Dual Module *Player*
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/pc/sound/dmp400.zip>

Aunque también es recomendable, descargar algunos creadores de *MODs*.

- Fast Tracker v2.06 (recomendado)
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/pc/sound/ft206.zip>
- Impulse Tracker v2.12
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/pc/sound/it212.zip>

Aquí se indican algunos vínculos para descargar archivos de este formato:

- Los archivos *MOD* recomendados
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/musica/songs/mod/>
- Archivos *MOD* de *Aminet*, todos hechos con *Amiga* (O al menos eso dicen)
<ftp://ftp.gui.uva.es:/pub/aminet/mods/>
- El buscador de *MODs*
<http://www.modarchive.com/>

1.4.3 AIF, AIFF

Archivo de intercambio de audio (*Audio Interchange File*), es un formato de sonido utilizado por aplicaciones de *Silicon Graphics (PC)* y *Macintosh*.

Es un formato de gran calidad, pero no tanta como la del *WAV*, ya que normalmente se halla comprimido. *AIFF* es probablemente la mejor elección para aquellos que trabajan con varias plataformas (*Macintosh, Unix, Windows*) a la vez, ya que soporta 16 *bits* a 44 *KHz*. de sonido estéreo, así como sonido polifónico o *surround*³¹. No obstante, no se utiliza mucho debido al costo del software utilizado para trabajar con este formato y la dificultad de manejo de sus tipos de compresión: *MACE*³² y *ADPCM / IMA*. Los archivos comprimidos mediante *MACE*

³¹ Sonido envolvente, provisto de canales independientes, es decir frontal derecho, frontal izquierdo, posterior derecho, posterior izquierdo, y el subwoofer para los sonidos bajos.

³² Macintosh Audio Compression and Expansion (Compresión y Expansión de Audio en Macintosh) es un codificador o codec de audio de uso general en Macintosh.

son bastante raros, pues aunque su codificación y decodificación es muy rápida la calidad es bastante baja; el sistema *ADPCM / IMA* es mucho mejor.

1.4.4 MIDI

Significa Interfaz Digital para Instrumentos Musicales (*Musical Instrument Digital Interface*), es el hardware estándar y el protocolo de software que permite a los instrumentos musicales comunicarse con cualquier otro. Los eventos enviados a través de un bus *MIDI* también pueden ser guardados como archivos *MIDI* para editarlos más tarde y reproducirlos. Algunas tarjetas de sonido traen una interfaz *MIDI*. Las que todavía no pueden reproducir archivos *MIDI* usan las capacidades de la placa de la tarjeta de sonido.

En pocas palabras, la tecnología *MIDI* hace que distintos dispositivos electrónicos, como los sintetizadores, o las tarjetas de sonido que se tiene en las computadoras, se envíen mensajes indicando qué notas hay que reproducir y cómo deben ser reproducidas. Así de sencillo y así de complicado, porque como se puede imaginar, llegar a realizar un protocolo de estas características, en el que se tienen que poner de acuerdo cientos de fabricantes tanto de hardware como de software, no es tarea fácil.

1.4.4.1 Breve reseña histórica

La historia del *MIDI* se remonta al comienzo de la década de los 80, en plena efervescencia de la música electrónica. Y es que entre tanto sintetizador, cajas de ritmos y demás accesorios, era necesario algún tipo de protocolo mediante el cual todas estas máquinas pudieran comunicarse para trabajar en conjunto. Así, en 1981 dos ingenieros de la *Sequential Circuits* comenzaron a desarrollar el nuevo protocolo de comunicación entre instrumentos musicales electrónicos, en cuyas especificaciones trabajaron con algunos de los grandes fabricantes de sintetizadores como eran y siguen siendo, *Roland*, *Korg*, *Kawal* y *Yamaha*. El primer sintetizador que contó con puerto *MIDI* salió en 1983 y se llamó *Prophet 600*; ese mismo año se llevó a cabo la primera demostración al público en el llamado "*North American Music Manufacturers Show*" de Los

Ángeles. La tan esperada demostración consistió simplemente en dos sintetizadores, que no estaban diseñados por la misma compañía, conectados con dos cables. El representante de una de las compañías tocaba un teclado mientras la audiencia podía oír cómo sonaban los dos sintetizadores simultáneamente.

Sin embargo, no fue hasta el año siguiente cuando se crearon las tres organizaciones internacionales encargadas de la definición del primer estándar *MIDI* cuyos frutos se recogieron, ya en 1988 en el llamado "*MIDI 1.0 Detailed Specification; Document Version 4.0*", el primer compendio de todas las especificaciones del estándar *MIDI*.

1.4.5 CDA

El formato de audio de disco compacto (*CDA*) ha supuesto la posibilidad de escuchar grabaciones de muy alta fidelidad en un soporte muy barato de fabricar. Aproximadamente la producción discográfica legal, cuesta de 5 a 10 USD por disco, dependerá el género musical o artista, de este costo sólo un escaso 10% se debe al material; el resto se dedica a los derechos de autor, gastos de distribución, promoción y margen comercial.

El audio *CD* se basa en una grabación digital sin procesamiento posterior; es decir, se almacena en el disco compacto toda la información generada en la grabación, lo que representa una gran cantidad de información (aproximadamente 9 MB por minuto).

Dado que un disco compacto es capaz de almacenar más de 650 MB de información, esto da unos 74 minutos (hora y cuarto) de tiempo aproximado por *CD*, una buena cantidad donde cabe sobradamente la duración usada en los discos de vinilo más conocidos como *L.P.* (*long play*) larga duración.

El problema del *CD* Audio es que no se puede grabar nueva música en dichos discos, porque vienen grabados de fábrica, como los antiguos *L.P.* En la actualidad se dispone de herramientas y medios que permiten grabar y regrabar música en los *CD*, se denominan *CD-W* (*Compact Disc Writer*) y los *CD-R* (*Compact Disc Re-Writer*) respectivamente, a costos relativamente bajos.

Cabe aclarar que un archivo *CDA* tiene la misma calidad independientemente del equipo que se utilice para su reproducción. Ahora bien, es claro que en función del reproductor se oirá con mayor o menor calidad, pero esto depende del sistema de amplificación y tratamiento del audio que posea el reproductor y no del *CDA* propiamente dicho. Por este motivo, si su propósito es duplicar un *CDA* sin perder calidad lo mejor que puede hacer es introducir el *CD* original en el *CD-ROM*, crear una imagen digital del mismo y después duplicarlo. Aquí no existe ninguna pérdida de calidad, pues las canciones fluyen en formato digital en el interior del *PC*, es decir, no se lanzan a través del puerto analógico del *CD-ROM*, sino que se lanzan al disco duro por medio del bus de datos, de forma que la calidad total está asegurada. Esto es así porque, como bien sabe, una pista de audio guardada en un *CD* está formada por "secuencias" de unos y ceros, formando *bytes*. Al pasar la pista al disco duro utilizando el bus de datos se consigue que si en la unidad se lee el *byte A0h*, en el disco duro se escriba el mismo valor (*A0h*), por lo que la replica es idéntica. Sin embargo, si intenta hacer una replica del *CD* utilizando un reproductor de baja calidad, se está perdiendo la misma. Evidentemente un reproductor de altísima calidad puede llegar a dar la calidad que esté almacenada en el *CDA*, pero nunca puede llegar a dar más (lo más probable es que dé menos); por este motivo no se está ganando nada respecto a hacerlo en el *CD-ROM*.

Se debe tomar en cuenta que al utilizar un reproductor que utiliza una salida analógica (*RCA coaxial*) ya se puede estar introduciendo ruidos, pues cualquier perturbación en el campo magnético que se puede crear en alguna conexión o mala soldadura está haciendo que exista pérdida de calidad. Volviendo al ejemplo de antes, el dato *A0h* almacenado en el *CDA* se convierte a una señal analógica de alta calidad y bajo ruido que se transmite por un cable. Al llegar al dispositivo de captura habrá que reconvertir a digital la señal analógica, consiguiendo en el mejor de los casos llegar de nuevo al *A0h*, cosa prácticamente improbable, pues es casi seguro que se habrá introducido algún ruido (por pequeño que sea) perturbando la señal y dando como resultado, por ejemplo *A1h*. En este proceso se ha invertido gran cantidad de dinero en un reproductor de alta calidad, una tarjeta de captura de alta calidad y unas conexiones muy caras, para en definitiva llegar de un *A0h* a otro *A0h*, algo que se hubiera conseguido de forma barata,

cómoda y fiable mediante un *CD-ROM* convencional. Con respecto a la siguiente duda, efectivamente hay software que no soporta la grabación de *CDA*, aunque prácticamente la totalidad del software que se entrega actualmente con las grabadoras lo soportan. Ejemplos típicos son *Corel CD Creator*, *Toast PRO* (para *Macintosh*), *GEAR*, *Easy CD Creator*, *Nero Burning ROM*, etc. La extracción de pistas de audio desde el *CD-ROM* al disco duro no requiere de ninguna conversión analógico-digital. Los archivos no se extraen en formato *CDA* porque no tiene ninguna utilidad. El archivo *.WAV* guarda exactamente la misma información y además es compatible con muchas aplicaciones de *PCs*. Finalmente, si se tiene dispositivos *SCSI*³³ se pueden conectar de 7 a 15 dispositivos de éstos en su bus de datos (dependiendo de la controladora).

1.4.6 RA, RM, RAM

Son formatos creados por *Real Networks*; el Real Audio es un formato muy utilizado para transmitir sonido en tiempo real por la red; ofrece un alto nivel de compresión y la tranquilidad de que el sonido no está siendo grabado en ninguna otra parte del ciberespacio, es decir, tiene la particularidad de que el sonido no puede ser guardado por los usuarios, sino únicamente puede ser disfrutado en vivo mientras están en línea en la red, además está especialmente diseñado para transmitir con razonable calidad sobre conexiones de poco caudal, como las líneas telefónicas que los usuarios emplean para conectarse a Internet desde sus hogares. En consecuencia, es posible comenzar a escuchar el contenido de un archivo de Real Audio a los pocos segundos de haber comenzado el *download*, aunque con una calidad de sonido comparable al de una transmisión de radio AM. Esta propiedad, denominada *streaming*, ha hecho de Real Audio el formato preferido para las emisiones de radio y televisión en Internet así como también de juegos en línea.

³³ Interfaz de discos duros, que soportan un bus de datos de mayor capacidad de transferencia que el IDE, los discos que tienen éste interfaz trabajan a mayor número de revoluciones por minuto (rpm) que los convencionales y son ideales para uso en servidores.

Aquí se indican algunos vínculos para disfrutar de archivos en este formato:

- <http://www.spain.real.com/guide/>
- <http://www.spain.real.com/guide/?t=wide&p=games&sp=>
- <http://www.ecuadormedia.com/>
- <http://www.impulsonews.net/>

1.4.7 AAC

El formato *AAC (Advanced Audio Code)* es un sistema de compresión de audio desarrollado por el instituto *Fraunhofer, AT&T, Sony* y los laboratorios *Dolby*.

Este sistema aumenta la calidad del *MP3*, reduciendo en gran medida su tamaño. Es una nueva (2001) y revolucionaria forma de codificar y reproducir archivos desde el disco duro de una computadora con una calidad que se puede asemejar al *CD* utilizando bastante menos espacio que un *MP3*.

AAC Ocupa casi un 30 % menos de espacio que el *MP3*; este sistema de compresión de audio se basa casi principalmente en el mismo mecanismo que el *MP3*; es decir, aprovecha las limitaciones del oído humano para desechar toda la información que no es perceptible, pero aventaja al *MP3* en que elimina los defectos que se detectaron posteriormente en dicho formato.

El sector de la industria discográfica está teniendo muy en cuenta este nuevo formato ya que el *AAC* se ajusta a todas la tecnologías de gestión de los derechos digitales, la desventaja del *AAC* es que está sujeto al pago de una patente o licencia para su uso.

1.4.8 WMA

Otro formato de compresión de audio de *Microsoft*, significa (*Windows Media Audio*). *WMA* es la evolución de otro formato anterior de *Microsoft*, el *ASF* y está pensado especialmente para ser utilizado con el popular reproductor

Windows Media Player. Permite escuchar la música mediante *streaming* o directamente en archivos del disco duro, con alta calidad de sonido. Este formato está teniendo una rápida e intensa difusión en la música *on-line*.³⁴

Proporciona una calidad de sonido similar a la de *MP3* con mejor compresión, cualidad que mejora la velocidad de transferencia; por ejemplo, se pregona que un archivo de audio con una frecuencia de muestreo de 96 *Kbps*. en formato *WMA*, es de mejor calidad que uno a 128 *Kbps*. en formato *MP3* y utilizando menos espacio en disco. Puesto que es un formato "seguro", a diferencia de *MP3*, *WMA* permite a las empresas discográficas seguir la pista al uso de un archivo de sonido y limitar así la piratería y el "intercambio" de archivos. *Microsoft* está apostando a este formato en su sistema operativo *Windows XP*; sin embargo, el hecho de que se trate de un formato cerrado y sus características antipiratería hacen que muchos expertos consideren que no tendrá una buena aceptación en el futuro.

A continuación se presentan algunos vínculos donde se puede conseguir los codificadores y reproductores de este formato:

- <http://www.cdex.n3.net/>
- <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/software/player/v7.asp>

1.4.9 VQF

Significa Formato Vector Cuantización y por sus siglas en inglés (*Vector Quantization Format ó Transform-domain Weighted Interleave*) es un nuevo (2000) formato de compresión de audio desarrollado por *Yamaha*, similar al *MP3*, pero con una mejor compresión y calidad de sonido. Los archivos *VQF* son entre 30-35% más pequeños que un archivo *MP3*, por ejemplo: el archivo *WAV* de una canción de 4 minutos ocupa aproximadamente 40 *MB*, al convertir ese archivo a formato *MP3* ocupa 3.33 *MB* (a 96 *Kbps*.), mientras que al convertirlo a formato *VQF* ocupa solamente 2.33 *MB*, con una calidad cercana a la del *WAV*. Este nivel de compresión no afecta de ningún modo la calidad del sonido, inclusive la

³⁴ Término utilizado para representar servicios o transacciones que se están actualizando en línea (al mismo tiempo de la realización).

calidad del sonido de este formato es mucho mejor que el de *MP3*, por ejemplo: un archivo *VQF* a 80 *Kbps*. es tan bueno como un *MP3* a 128 *Kbps*. y un *VQF* a 96 *Kbps*. tiene casi la misma calidad que un *MP3* a 256 *Kbps*. a 1/4 de su tamaño. Para aquellos que ya están utilizando archivos *VQF*, *Winamp* (el reproductor #1 de *MP3*) lanzó al mercado un *plug-in* para poder escuchar los archivos *VQF*'s. Existe otro reproductor *MP3* llamado *K-jofol* que también toca *VQF*'s, así que no es necesario tener 2 reproductores para poder escuchar los archivos *VQF* y *MP3*.

1.4.9.1 Legalidad del Formato

Como primer punto cabe aclarar que ni *VQF*, ni el *MP3* son ilegales, la legalidad de éstos formatos gira alrededor de que la persona que los utilice y distribuye éstos archivos, tiene o no tiene derechos sobre éstos. Y debido a la distribución o intercambio de música en éstos formatos, sin la autorización de los autores con la correspondiente pérdida de dinero que ha representado para las disqueras, a llevado a un sin número de demandas y contra demandas de millones de dólares, entre éstas últimas a aquellos que distribuyen archivos de éstos formatos.

1.4.9.2 Futuro del Formato

Aunque el formato *VQF* es respaldado por una empresa de prestigio como lo es *Yamaha*, se puede decir que el futuro del *VQF* es incierto, debido al éxito que goza en éstos momento el formato *MP3* y gran cantidad de archivos que se pueden conseguir en Internet, a diferencia de los archivos *VQF*, de los que todavía no existen muchos en la *web*. Pero los únicos que puede decidir que es lo que va a pasar con este formato son los usuarios a nivel mundial y solamente con el tiempo se sabrá si este formato llegará a llenar las expectativas de éstos, hasta colocarse entre uno de los formatos de compresión favoritos de la gente.

El software se lo puede descargar del siguiente vínculo:

- <http://www.vqf.com/software/>

1.4.10 OGG

Un formato de compresión creado por *OGG Vorbis* (2000), bajo la licencia *GNU*, es un formato de audio más evolucionado que *MP3* y además sin limitaciones de distribución por licencias, puesto que está basado en la licencia pública general de *GNU*³⁵. Este tipo de licencia obliga a que todas las modificaciones posteriores del software basado en *GPL* debe estar también amparado bajo la misma licencia de código fuente abierto. Las especificaciones de *OGG Vorbis* son de uso gratuito, incluso si el software que se escribe es propietario.

OGG Vorbis usa algunos principios matemáticos muy diferentes de los usados por *MP3*. En las pruebas hechas hasta ahora, *Vorbis* consigue una calidad de sonido equivalente a *MP3* con un tamaño de archivo semejante. La especificación del formato *OGG Vorbis* está completa, pero los codificadores están aún en fase de pruebas y se espera que mejoren la calidad y el factor de compresión.

Los formatos digitales de sonido que consiguen altas tasas de compresión, sea *MP3*, *VQF* u *OGG Vorbis*, consiguen esa compresión, no sólo eliminando redundancias, sino que además imponen una cierta pérdida de calidad. El truco consiste en estudiar los modelos humanos de audición de tal forma que la pérdida de calidad se produzca allí donde el oído del hombre es incapaz de apreciarla. Así *OGG Vorbis* se basa en algunos modelos acústicos de mejor calidad que los de *MP3* consiguiendo reducir la pérdida de calidad hasta un mínimo no perceptible.

La tasa de compresión que requiere un sonido codificado en *OGG Vorbis* se puede configurar. Cuantos menos *bits* por segundo o mayor factor de compresión, mayor pérdida de calidad. Esto también se produce con otros formatos como *MP3*.

Los codificadores actuales en fase *Beta*³⁶, sólo comprimen con una tasa de *bits* variable *VBR* (*Variable Bitrate*) y pueden generar archivos de sonido más pequeños y de mejor calidad que los *MP3* codificados a 128 *Kbps*.

³⁵ Creado bajo las licencias *GNU*, es decir, es un bien de uso público que puede ser utilizado por cualquier usuario a su arbitrio. Además, al ser su código fuente abierto, permite que se lo pueda modificar o agregar nuevas características al programa o crear nuevos programas que satisfagan las necesidades de los usuarios.

³⁶ Fase de prueba o consiste en programas de versiones anteriores a la versión final o definitiva.

Vorbis es teóricamente capaz de codificar sonido a cualquier tasa de *bits* entre 16 y 128 *Kbps*. por canal, aunque nada impide tasas de *bits* tan bajas como 8 *Kbps*. o tan altas como 512 *Kbps*. Los codificadores actuales en fase beta soportan las siguientes tasas: 128, 160, 192, 256 y 350 *Kbps*. tanto en mono como en estéreo. En futuras versiones se piensa añadir tasas de *bits* más bajas.

Los archivos *OGG Vorbis* incluyen un campo de comentarios donde se pueden introducir el título de la canción, el nombre del autor, el número de pista, el álbum, etc.; semejante al *ID3v1* y el *ID3v2*³⁷ que se encuentra en *MP3*.

Entre los programas capaces de soportar el formato *OGG* se tiene algunos de los más conocidos como: *FreeAmp*, *Winamp*, *PhatNoise*, *FreeRIP MP3*... En algunos casos éstos reproductores de sonido necesitan un software adicional: un *plug-in*³⁸. Existen programas para todo tipo de sistemas operativos: *Windows*, *Linux* y *MacOS*. También hay hardware que soporta *OGG Vorbis*, como el *Daio 2.0 OS*, y se espera que todo tipo de aparatos lo soporten en un futuro próximo. *OGG Vorbis* está pensado desde un principio para ser un formato de Internet para difusión en vivo de emisoras de "radio" y televisión por Internet; esto es lo que se llama técnicamente "*streaming*". *OGG Vorbis* puede ser fácilmente editado y cortado, soporta un gran número de canales de sonido y permite ser encadenado lógicamente. Además permite escalar la tasa de *bits* sin necesidad de recodificar.

1.4.10.1 Codificación de un Archivo *OGG*

La codificación de un archivo *OGG* requiere de tres fases que se mencionan a continuación:

- *Análisis*: se toma un pequeño fragmento de sonido, se analiza mediante sus algoritmos y se determina la mejor forma de codificarlo, es decir el *bitrate* como la frecuencia de muestreo.
- *Codificación*: cada fragmento se codifica en binario.

³⁷ *ID3* versión 1 y versión 2. Son etiquetas que contienen información de identificación incluida en los archivos *MP3*, para ampliar ver sección 2.7 de éste trabajo.

³⁸ Complementos que requieren los programas para realizar determinada acción, que no viene incluida en el programa original. La característica de aceptar estos complementos es propia del programa, no todos los programadores la incluyen en el diseño inicial del programa.

- Encadenamiento o *streaming*: se unen los diversos fragmentos.

La decodificación viene a ser el proceso inverso: *descomposición del flujo, decodificación y síntesis del sonido*.

El promotor de *OGG Vorbis* es *Christopher Montgomery*. Era estudiante del *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, cuando empezó a trabajar en *OGG Vorbis*. Su proyecto de codificador y decodificador de *OGG Vorbis* recibe el nombre de *Xiphophorus*, un nombre sacado de las novelas de ciencia ficción de *Terry Pratchett*. *OGG Vorbis* podría convertirse en el futuro de la música digital libre de la misma forma que *Linux* es un sistema operativo libre y de gran aceptación. De los usuarios depende, en parte, el triunfo o el fracaso de un formato de sonido libre; todos pueden colaborar usándolo e informando a los programadores de los fallos que se encuentren o sugiriendo mejoras en los programas.

A continuación algunos vínculos donde se podrá ampliar toda la información y el software relacionado con este formato:

La página web de *OGG Vorbis* (en inglés):

- <http://www.vorbis.com/>
- <http://www.vorbis.com/faq.html>

El Sitio para descargas de programas que reproducen este formato:

- <http://www.vorbis.com/software.html>

El Sitio de los programadores:

- <http://www.xiph.org/ogg/vorbis/index.html>

Comparación de distintos sistemas de audio con información técnica (en inglés):

- <http://www.firstpr.com.au/audiocomp/>

Tutorial para usar *OGG Vorbis* (en inglés):

- <http://www.angrycoffee.com/tutorials/vorbis/>

Otro artículo sobre *Vorbis*, esta vez en español:

- <http://www.hispamp3.com/articulos/oggvorbis.shtml>

1.4.11 PAC

Significa Codificación de Audio Perceptual (*Perceptual Audio Coding*), producido por *Celestial Technologies, INC*. Formato similar al *MP3*. Esta compañía sacó al mercado (1998) uno de los compresores más rápidos conocidos, los archivos producto de este tipo de compresión son los llamados *PAC*.

El sistema de compresión ha sido desarrollado por las compañías *BELL* y *Lucent Technologies*. El sistema se vende en un conjunto: Integra base de datos, compresor y descompresor, incorpora un método de compresión conocido como el *Modelo Rash* desarrollado originalmente por la Universidad de Chicago, lamentablemente este compresor / descompresor no es *freeware*³⁹, con lo que únicamente se pueden conseguir versiones de prueba.

A continuación el vínculo donde se podrá descargar una versión de prueba del software relacionado con este formato:

- <ftp://ftp.gui.uva.es/pub/music/music/pac/program/>

1.4.12 MP3

Las siglas *MP3* corresponden a una abreviación de *MPEG 1 nivel-3*, a continuación se tiene una breve introducción del formato que se la ampliará en el Capítulo II.

³⁹ Programa de distribución gratuita, generalmente traer todas sus funciones y opciones disponibles.

1.4.12.1 Generalidades

Los archivos *MP3* utilizan un algoritmo de codificación *perceptual*⁴⁰ desarrollado por el consorcio *MPEG (Moving Picture Expert Group)*, junto con el *Institut Integrierte Schaltungen (Fraunhofer IIS-A)*. La investigación científica empezó en el año 1987 en el Instituto Tecnológico *Fraunhofer* en *Erlangen*, en *Alemania* con la ayuda del profesor *Dieter Seitzer* de la *Universidad de Erlangen*. Después de casi tres años de estudio en 1989 el nuevo formato fue aprobado en *Alemania* y en 1992 fue aceptado como un estándar para la compresión del formato video y audio, que finalmente se ha estandarizado como norma *ISO-MPEG Audio nivel-3 (IS 11172-3 e IS 13818-3)* por el *International Standards Organization (ISO)* e integrado en el "*Motion Picture Experts Group's (MPEG) Specification*" y que viene a ser un avance importante sobre los anteriores desarrollos (*niveles 1 y 2*).

- *ISO/IEC IS-11172-3*
MPEG-1 nivel-3 codifica @ 32, 44.1 y 48 *KHz*. de tasa de muestreo.
- *ISO/IEC IS-13818-3*
MPEG-2 nivel-3 codifica @ 16, 22.05 y 24 *KHz*. de tasa de muestreo.
- *Fraunhofer's MPEG-2.5*
Muy baja tasa de *bits* @ 8, 11 y 12 *KHz*. de tasa de muestreo.

Como se puede ver ésta tecnología no es nueva, lo que ocurre es que ahora es el momento en el que la velocidad de proceso de las computadoras la han hecho accesible para el usuario común.

El sistema de codificación perceptual es un sistema de compresión con pérdida, esto quiere decir que el sonido original y el comprimido no son exactamente iguales. Estas pérdidas responden al funcionamiento del oído humano, así aunque los sonidos no son iguales, se los percibirá como si lo fuesen.

⁴⁰ Se relaciona a la forma como el cerebro capta los sonidos externos a través de la audición.

Cuando se tiene una señal de un volumen alto en una frecuencia y otra de un volumen más bajo en una frecuencia cercana esta queda "tapada" por la anterior. Esto es lo que se llama efecto enmascaramiento. Así pues de lo que se trata es aprovechar los "defectos" del oído humano para desechar todo aquello que realmente no se va a oír.

Para aprovechar estas características se utiliza un sistema denominado *Codificación de Subbandas*. En este proceso la señal original se descompone en subbandas mediante un banco de filtros o algún método parecido. Estas subbandas son comparadas con el sonido original mediante el modelo psicoacústico el cual determina qué bandas son importantes, cuáles no y cuáles pueden ser eliminadas.

Dependiendo del *bitrate* al que se quiera producir la codificación, este proceso eliminará más o menos datos siguiendo el modelo psicoacústico hasta lograr la compresión necesaria. Luego se cuantifican y codifican las subbandas restantes y el resultado es finalmente comprimido mediante un algoritmo estándar de *Huffman* o de *LZW*⁴¹.

Dentro del formato *MP3* se puede comprimir con distinto Ancho de banda, Modo y *Bitrate* obteniendo distintas calidades según la aplicación para la que se quiera utilizar el sonido.

<i>Calidad del sonido</i>	<i>Ancho de banda</i>	<i>Modo</i>	<i>Bitrate</i>	<i>Tasa de compresión</i>
<i>Sonido telefónico</i>	2.5 KHz.	Mono	8 Kbps.	96:1
<i>Mejor que onda corta</i>	4.5 KHz.	Mono	16 Kbps.	48:1
<i>Mejor que radio AM</i>	7.5 KHz.	Mono	32 Kbps.	24:1
<i>Cercano a radio FM</i>	11 KHz.	Estéreo	56 - 64 Kbps.	26:1 - 24:1
<i>Similar al CD</i>	15 KHz.	Estéreo	128 Kbps.	12:1
<i>CD</i>	>15 KHz.	Estéreo	160 -192 Kbps.	9:1 - 7:1

Tabla 1.1: Comparación de calidades de sonido

⁴¹ Algoritmo de compresión desarrollado por *Lempel, Ziv y Welch (LZW)*, es uno de los mas usados en archivos de gráficos tales como *GIF, TIF*; así como también es el estándar para compresión de *Modems v.42 bis* y *PostScrip nivel 2*.

Cabe aclarar que el nivel de compresión es aproximado y dependerá del codificador utilizado. En un disco compacto se tiene sonidos con una frecuencia de muestreo de 44.1 *KHz.* y a 16 *bits* estéreo, eso significa aproximadamente 1400 *Kbps.* (44100 x 16 x 2 *bits* por segundo). Codificándolo por ejemplo a un *MP3* de 128 *Kbps.* se obtendrá una reducción en torno al 1/12 del espacio inicial. También se puede optar por compresiones a mayor *bitrate* llegando a 224 o incluso 320 *Kbps.*; pero el más popular es el de 128 *Kbps.* con el que se consigue una buena calidad con una aceptable compresión.

Desde ese momento la difusión del *MP3* ha sido vertiginosa, sobre todo con la llegada del *AMP (Advanced Multimedia Products)* primer reproductor de *MP3* obra de *Tomislav Uzelac* que fue sucesivamente utilizado como modelo para el ampliamente difundido *Winamp* (en la plataforma *Windows*) y *Macamp* (en la plataforma *Macintosh*).

CAPÍTULO II

2 FORMATO MPEG-1 NIVELES 1, 2 Y 3

2.1 INTRODUCCIÓN

En el mundo de la informática, especialmente cuando está orientada a las comunicaciones a través de Internet, es frecuente detectar la aparición de ciertas "modas" que hacen que durante un tiempo se hable de un tema en concreto y aparezcan una multitud de programas y aplicaciones relacionados con el tema. Ha sido el caso tanto de los *fractales*⁴², en el campo más teórico, como de la grabación en *CD-ROM* y la música en casos más prácticos. En la zona intermedia, la creación de páginas *web* y los múltiples *plug-ins* aplicables para que ofrecieran sonido y animaciones, aspectos de la red que siguen desarrollándose de forma imparable.

Es precisamente a través de la *WWW*⁴³ (*World Wide Web*) y, por supuesto, de los foros especializados, como se ha venido extendiendo en el ámbito de la informática doméstica el estándar *MPEG*⁴⁴ - 3, o *MP3*, los dos nombres que más se han extendido para denominar incorrectamente al *MPEG-1 nivel-3*, un esquema de codificación de audio general que debe su éxito a su asombrosa capacidad de compresión sin pérdida "aparente" de calidad, superando una tasa de 10 a 1, con un *PC* de medianas características (2000), y la posibilidad de descomprimir en tiempo real con una carga "*baja a media*" para el procesador.

⁴² Los fractales generalmente son semejantes a sí mismos; poseen la propiedad de que cada pequeña porción del fractal puede ser visualizada como una réplica a escala reducida del todo. La característica que fue decisiva para llamarlos fractales es su dimensión fraccionaria. No tienen dimensión uno, dos o tres como la mayoría de los objetos a los cuales se está acostumbrado. Los fractales tienen usualmente una dimensión que no es entera, ni uno ni dos, pero muchas veces entre ellos. Ejemplo: 1,55. Los fractales son una idealización. Los objetos reales no tienen la infinita cantidad de detalles que los fractales ofrecen con un cierto grado de magnificación.

⁴³ *World Wide Web* (Red de Alcance Mundial). Sistema de intercambio de información desarrollado por el CERN en Suiza para mejorar las comunicaciones vía Internet.

A partir de 1997 estalló el boom de la compresión *MP3* y hoy son innumerables los servidores que ofrecen las más variadas piezas de música reducidas, por fin, a un tamaño manejable.

Los *CDs* tradicionales (700 *MB* de capacidad) aproximadamente pueden almacenar ahora hasta 12 horas de audio de alta calidad, las páginas *web* ofrecen sonido "auténtico" en lugar del tradicional *MIDI*, se ofrecen servicios de música a la carta y programas de radio de calidad superior a la tradicional a través de Internet y todo ello con rapidez, fiabilidad, calidad y bajo costo. Se preguntará, ¿Cuál es el secreto?, no es ningún misterio, sólo es el resultado del trabajo en el campo de la compresión de audio y en este caso, de los niveles de *codificación perceptuales*, que aprovechan determinadas características de la audición del ser humano para eliminar información innecesaria. Al estudio general de este tema se dedica este capítulo, con una profundidad necesariamente limitada, para lo cual se comienza revisando unas nociones muy básicas sobre el proceso de digitalización y codificación del sonido, adentrándose un poco más en la codificación subbanda, dentro de la cual se enmarca el estándar *MPEG (Motion Picture Experts Group) Audio*. A continuación se analizará la esencia de dicho estándar, apoyándose principalmente en las especificaciones de la *ISO (International Standards Organization) Organización Internacional de Estándares*. Tras esta primera parte más técnica, se pasará a comentar las posibles aplicaciones y futuro de este método de compresión.

Se debe señalar que el 95% de la información externa recogida se ha obtenido a través de Internet, como se reseña en la bibliografía. La colaboración de las diferentes personas que contribuyen a la difusión de la información sin fines de lucro ha sido inestimable; en ese sentido, considerando que de los muchos lugares de la red que ofrecen información sobre este tema se ha encontrado pocos en castellano, este capítulo reúne aspectos importantes del material encontrado.

⁴⁴ Motion Pictures Experts Group (Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento).

En los *Anexos 1 y 2*, se hace referencia a las principales normas que componen el estándar *MPEG* y a los modelos psicoacústicos respectivamente, en los que se da información general adicional. El *Anexo 3*, merece un pequeño comentario adicional, es muy común encontrar en Internet las llamadas *FAQs (Frequently Asked Questions)*, que son documentos que recogen en una estructura de preguntas y respuestas algunos de los datos concretos referentes a un tema dado. A su vez sirve para añadir varios datos de interés y aclaraciones que no encontraban un lugar específico dentro de la estructura del capítulo.

Cabe aclarar que existen términos que plantean ciertas dificultades de entendimiento en su traducción al castellano, por tal motivo algunos términos se los utilizará en idioma inglés para evitar confusiones futuras. Por ejemplo el *bitstream*⁴⁵, se ha dejado en inglés por ser fácilmente identificable y su traducción como "chorro de *bits*" o "flujo de *bits*" no parecía, en principio, que encajara en el texto. Otro ejemplo sería: *layer-i*, debería traducirse como "capa-i" o "nivel-i", pero en último término se ha optado por "nivel-i", que resulta más descriptivo.

2.2 COMPRESIÓN DE AUDIO

2.2.1 DIGITALIZACIÓN

El sonido es una onda continua que se propaga a través del aire u otros medios, formada por diferencias de presión, de forma que puede detectarse por la medida del nivel de presión en un punto. Las ondas sonoras poseen características propias y estudiadas de las ondas en general, tales como reflexión, refracción y difracción. Al tratarse de una onda continua, se requiere un proceso de digitalización para representarla como una serie de números (unos y ceros). Actualmente, la mayoría de las operaciones realizadas sobre señales de

⁴⁵ El *bitstream* se refiere a la cantidad de *bits* que se tiene que enviar para reproducir 1 o más segundos de sonido.

sonido son digitales, pues tanto el almacenamiento, como el procesamiento y transmisión de la señal en forma digital ofrece ventajas muy significativas sobre los métodos analógicos. La tecnología digital es más avanzada y ofrece mayores posibilidades, menor sensibilidad al ruido en la transmisión y capacidad de incluir códigos de protección frente a errores, así como también de encriptación. Con los mecanismos de decodificación adecuados, además, se pueden tratar simultáneamente señales de diferentes tipos transmitidas por un mismo canal. La desventaja principal de la señal digital es que requiere un ancho de banda mucho mayor que el de la señal analógica, de ahí que se realice un exhaustivo estudio en lo referente a la compresión de datos.

El proceso de digitalización de una señal de audio generalmente se compone de dos fases: muestreo y cuantización.

- *En el muestreo* en forma general se divide el eje del tiempo en segmentos discretos: la frecuencia de muestreo será la inversa del tiempo que separa una medida y la siguiente. El teorema de *Nyquist* garantiza que la frecuencia necesaria para muestrear una señal que tiene sus componentes más altas a una frecuencia dada f es como mínimo $2f$. Por tanto, siendo el rango superior de la audición humana en torno a los 20 KHz ., la frecuencia que garantiza un muestreo adecuado para cualquier sonido audible será de unos 40 KHz . Concretamente, para obtener sonido de alta calidad se utilizan frecuencias de 44.1 KHz ., en el caso del *CD*, por ejemplo, y hasta 48 KHz ., en el caso del *DAT*. Otros valores típicos son submúltiplos de la primera, 22 y 11 KHz . Según la naturaleza de la aplicación, las frecuencias adecuadas pueden ser muy inferiores, de tal manera que el proceso de la voz acostumbra a realizarse a una frecuencia de entre 6 y 20 KHz . o incluso menos.
- *En la cuantización* en forma general se hace evidente que mientras más *bits* se utilicen para la división del eje de la amplitud, más "fina" será la partición y por tanto menor el error al atribuir una amplitud concreta al sonido en cada instante. Por ejemplo, 8 bits ofrecen 256 (2^8) niveles de

cuantización y 16 *bits*, 65536 (2^{16}) niveles. El margen dinámico de la audición humana es de unos 100 dB⁴⁶. La división del eje se puede realizar a intervalos iguales o según una determinada función de densidad, buscando más resolución en ciertos tramos si la señal que se trata tiene más componentes de frecuencia en cierta zona de intensidad, como se tratará en las técnicas de codificación.

El proceso completo se denomina habitualmente *PCM*⁴⁷ (*Pulse Code Modulation*) y así se referirá a éste en lo sucesivo.

2.2.2 CODIFICACIÓN CON COMPRESIÓN

Antes de describir los sistemas de codificación y compresión, se hará un breve análisis de la percepción auditiva del ser humano, para comprender por qué una cantidad significativa de la información que proporciona el *PCM* puede desecharse. El oído humano percibe un rango de frecuencias entre 20 Hz. y 20 KHz. En primer lugar, la sensibilidad es mayor en la zona alrededor de los 2 a 4 KHz., de forma que el sonido resulta más difícilmente audible cuanto más cercano a los extremos de la zona se encuentre. En segundo lugar está el enmascaramiento, cuyas propiedades utilizan exhaustivamente los algoritmos más interesantes: cuando la componente a cierta frecuencia de una señal tiene una energía elevada, el oído no puede percibir componentes de menor energía en frecuencias cercanas, tanto inferiores como superiores. A una cierta distancia de la frecuencia enmascaradora, el efecto se reduce tanto que resulta despreciable;

⁴⁶ *Decibelio*. Como su nombre indica el decibelio es la décima parte del Bel. El Bel es el logaritmo en base 10 de la relación de dos potencias o intensidades, es una unidad logarítmica de medida utilizada en diferentes disciplinas de la ciencia. En todos los casos se usa para comparar una cantidad con otra llamada de referencia. Normalmente el valor tomado como referencia es siempre el menor valor de la cantidad. En algunos casos puede ser un valor promediado aproximado. En Acústica la mayoría de las veces el decibelio se utiliza para comparar la presión sonora, en el aire, con una presión de referencia. Este nivel de referencia tomado en Acústica, es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo. El nivel de referencia varía lógicamente según el tipo de medida que estemos realizando. No es el mismo nivel de referencia para la presión acústica, que para la intensidad acústica o para la potencia acústica.

⁴⁷ *Pulse Code Modulation* (Modulación por Codificación de Pulsos). Se basa en el teorema de muestreos, la señal original se supone limitada con un ancho de banda B y las muestras se toman a una frecuencia 2B, o dicho de otro modo, cada 1/2B segundos. Estas muestras se representan como pulsos de corta duración cuya amplitud es proporcional al valor original de la señal.

el rango de frecuencias en las que se produce el fenómeno se denomina banda crítica (*critical band*). Las componentes que pertenecen a la misma banda crítica se influyen mutuamente y no afectan ni se ven afectadas por las que aparecen fuera de ella. El ancho de la banda crítica es diferente según la frecuencia en la que se esté situado y viene dada por unos determinados datos que demuestran que es mayor con la frecuencia. Hay que señalar que éstos datos se obtienen por experimentos psicoacústicos (ver *Anexo 2*), que se realizan con expertos entrenados en percepción sonora, los cuales con sus impresiones dan origen a los modelos psicoacústicos.

Lo que se ha descrito antes, es el llamado *enmascaramiento simultáneo o en frecuencia*. De la misma forma existe, el denominado *enmascaramiento asimultáneo o en el tiempo* el cual se explica con un ejemplo en el *Anexo 2*, así como otros fenómenos de la audición que no resultan relevantes en este punto. Ahora centrándose en la idea de que ciertas componentes en frecuencia de la señal admiten un mayor ruido del que generalmente se consideraría tolerable y, por tanto, requieren menos *bits* para ser codificadas si se dota al codificador de los algoritmos adecuados para resolver máscaras.

La digitalización de la señal mediante *PCM* es la forma más simple de codificación de la señal y es la que utilizan tanto los *CD* como los sistemas *DAT*. Toda digitalización, añade ruido a la señal, generalmente indeseable. Como se ha visto, cuantos menos *bits* se utilicen en el muestreo y la cuantización, mayor será el error al aceptar valores discretos para la señal continua, es decir, mayor será el ruido. Para evitar que el ruido alcance un nivel excesivo hay que emplear un gran número de *bits*, de forma que con una frecuencia de muestreo de 44.1 *KHz*. y utilizando 16 *bits* para cuantizar la señal, uno de los dos canales de una pista de *CD* produce alrededor de 705 *Kbps*. Es una cantidad grande de información y gran parte de ella es innecesaria y ocupa un ancho de banda que podría liberarse, a costa de aumentar la complejidad del sistema decodificador e incurrir en cierta pérdida de calidad. El compromiso entre ancho de banda, complejidad y calidad, es el que produce los diferentes estándares existentes en el mercado y formará la parte esencial de este trabajo.

<i>Calidad</i>	<i>Muestreo (KHz.)</i>	<i>Bits / Muestra</i>	<i>Modo</i>	<i>Tasa de bits (Kbps.)</i>	<i>Frecuencia (Hz.)</i>
<i>Teléfono</i>	8	8	Mono	64	200 – 3,400
<i>Radio AM</i>	11.025	8	Mono	88	
<i>Radio FM</i>	22.050	16	Estéreo	705.6	
<i>CD</i>	44.1	16	Estéreo	1,411.2	20 – 20,000
<i>DAT</i>	48	16	Estéreo	1,536	20 – 20,000

Tabla 2.1 : Comparación de calidad de audio utilizando PCM

Un modo mejor de codificar la señal es mediante *PCM* no-lineal o cuantización logarítmica y que consiste en dividir el eje de la amplitud de tal forma que los escalones sean mayores cuanto más energía tenga la señal, con lo que se consigue una relación SNR^{48} Señal / Ruido igual o mejor con menos *bits*. Con este método se puede reducir el canal de *CD* audio a 350 *Kbps.*, lo cual evidentemente es una mejora sustancial, aunque puede reducirse mucho más. Otros sistemas similares llevan a la cuantización adaptativa (*APCM*⁴⁹), diferencial (*DPCM*⁵⁰) y la mezcla de ambas, *ADPCM*. Así prosigue la reducción del ancho de banda, pero sin llegar a los niveles que proporciona el tener en cuenta los efectos del enmascaramiento.

2.2.3 CODIFICACIÓN SUB-BANDA (SBC)

La codificación subbanda o *SBC* (*sub-band coding*) es un método potente y flexible para codificar señales de audio eficientemente. A diferencia de los métodos específicos para ciertas fuentes de audio, el *SBC* puede codificar

⁴⁸ *Signal to Noise Ratio* (Ratio Señal a Ruido). Medida de la potencia de la señal respecto de la del ruido. Se utiliza como parámetro de calidad.

⁴⁹ *APCM* (*Adaptative Pulse Code Modulation*). Modulación por Codificación de Pulsos Adaptiva. Ver también nota 45.

⁵⁰ *DPCM* (*Differential Pulse Code Modulation*). Modulación por Codificación de Pulsos Diferencial. Ver también nota al pie # 45.

cualquier señal de audio sin importar su origen, ya sea voz, música o sonido de tipos variados; el estándar *MPEG Audio* es el ejemplo más popular de *SBC*.

En forma general el principio básico del *SBC* es la limitación del ancho de banda por descarte de información en las frecuencias enmascaradas. El resultado simplemente no es el mismo que el original, pero si el proceso se realiza correctamente, el oído humano no percibe la diferencia. A continuación se analizará tanto el codificador como el decodificador que participan en el tratamiento de la señal.

La mayoría de los codificadores *SBC* utilizan el mismo esquema. Primero, un filtro o un banco de ellos o algún otro mecanismo descompone la señal de entrada en varias subbandas. A continuación se aplica un *modelo psicoacústico*⁵¹ que analiza tanto las bandas como la señal y determina los niveles de enmascaramiento utilizando los datos psicoacústicos de que dispone. Considerando éstos niveles de enmascaramiento se cuantizan y codifican las muestras de cada banda: si en una frecuencia dentro de la banda hay una componente por debajo de dicho nivel, se desecha. Si lo supera, se calculan los *bits* necesarios para cuantizarla y se codifica. Por último se agrupan los datos según el estándar correspondiente que estén utilizando codificador y decodificador, de manera que éste pueda descifrar los *bits* que le llegan de aquél y recomponer la señal. La decodificación es mucho más sencilla, ya que no hay que aplicar ningún modelo psicoacústico, simplemente se analizan los datos y se recomponen las bandas y sus muestras correspondientes.

En los últimos diez años la mayoría de las compañías principales de la industria del audio han desarrollado sistemas *SBC*.

⁵¹ Modelo matemático del comportamiento enmascarador del sistema auditivo humano.

2.3 MPEG AUDIO

2.3.1 EL ESTÁNDAR MPEG AUDIO

El estándar *MPEG* se contempla en cuatro especificaciones diferentes de codificación-decodificación de la señales de audio y video, de las cuales sólo la primera está totalmente terminada. Los otros son aplicables y de hecho se utilizan habitualmente, pero siguen abiertos a ampliaciones (1999). Los estándares son:

MPEG-1: "Codificación de imágenes en movimiento y audio asociado para medios de almacenamiento digital hasta 1.5 *Mbps*."

MPEG-2: "Codificación genérica de imágenes en movimiento e información de audio asociada."

MPEG-3: la planificación original contemplaba su aplicación a sistemas *HDTV*⁵², finalmente fue incluido dentro de *MPEG-2*.

MPEG-4: "Codificación de objetos audiovisuales particularizados, incluyendo *metadata* es decir datos de los datos."

En el *Anexo 1* se detallan todos los componentes del estándar *MPEG* y las referencias *ISO* correspondientes.

A su vez, *MPEG* describe tres niveles de codificación de audio denominados *nivel-1*, *nivel-2* y *nivel-3*. Del primero al tercero aumentan tanto la complejidad del codificador como la calidad del sonido. Los tres son compatibles jerárquicamente, esto es, el *decodificador nivel-i* es capaz de interpretar información producida por un *codificador nivel-i* y todos los niveles por debajo del " *i* ". Así, un decodificador nivel-3 acepta los tres niveles de codificación, mientras el nivel-2 sólo acepta los niveles 1 y 2.

⁵² *High Definition Television* (Televisión de Alta Definición).

MPEG define, para cada nivel, el formato del *bitstream* y el decodificador (que puede ser implementado de diferentes maneras). Con el fin de admitir futuras mejoras no se define el codificador, pero en un apartado informativo se da un ejemplo de codificador para cada uno de los niveles. Hay que decir que tanto *MPEG-1* como *MPEG-2* emplean éstos tres niveles, pero este último añade nuevas características. (ver referencias del Anexo 1)

2.3.2 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA MPEG-1

2.3.2.1 Codificación

El codificador procesa la señal de audio digital y produce el *bitstream* empaquetado para su almacenamiento y/o transmisión. El algoritmo de codificación no está determinado y puede utilizar enmascaramiento temporal o de frecuencia, cuantización variable y escalado; sin embargo, debe ajustarse a las especificaciones del decodificador que se indica en la figura 2.1.

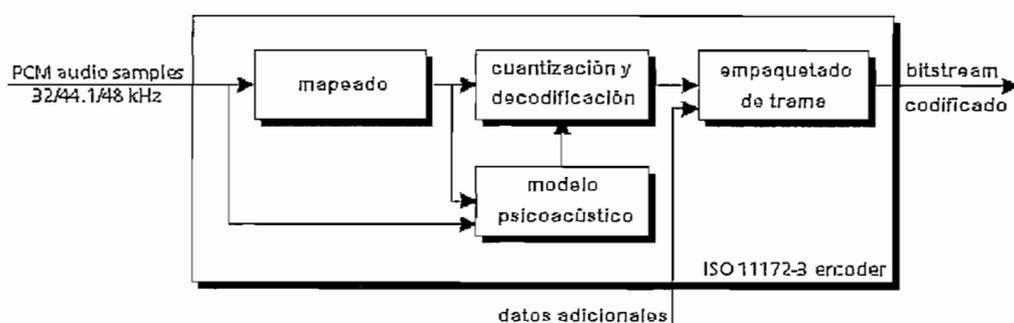


Figura 2.1: Codificador según la norma ISO 11172-3

Las muestras se introducen en el codificador y a continuación el mapeador crea una representación filtrada y submuestreada de la señal de entrada. Las muestras

*mapeadas*⁵³ se denominan tanto *muestras de subbanda*⁵⁴ (niveles 1 y 2) como *muestras de subbanda transformadas* (nivel-3). El modelo psicoacústico crea una serie de datos (dependiendo de la implementación del codificador) que sirven para controlar la cuantización y codificación. Este último bloque crea a su vez su propia serie de datos, de nuevo dependiendo de la implementación. Por último, el bloque de empaquetamiento de trama se encarga de agrupar como corresponde todos los datos, pudiendo añadir algunos más, llamados datos adicionales, como por ejemplo *CRC*⁵⁵ o información del usuario.

2.3.2.2 Decodificación

El decodificador debe procesar el *bitstream* para reconstruir la señal de audio digital. La especificación de este elemento sí está totalmente definida y debe seguirse en todos sus puntos. La figura 2.2 ilustra el esquema del decodificador.

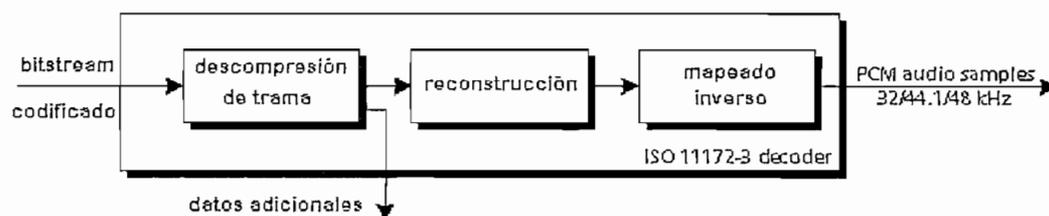


Figura 2.2: Decodificador según la norma ISO 11172-3

Los datos del *bitstream* son desempaquetados para recuperar las diversas partes de la información. El bloque de reconstrucción recompone la versión cuantizada de la serie de muestras mapeadas. El mapeador inverso transforma estas muestras de nuevo a *PCM*.

⁵³ Conversión mediante filtros de una señal de audio del dominio del tiempo al de la frecuencia.

⁵⁴ Representación filtrada y submuestreada de la señal de entrada.

2.3.2.3 Niveles

Nivel-1.- Incluye la división del mapeado básico de la señal de audio digital en 32 subbandas, segmentación para el formateo de los datos, modelo psicoacústico y cuantización fija, el retraso mínimo teórico es de 19 ms.

Nivel-2.- Incluye codificación adicional, factores de escala y diferente composición de trama, el retraso mínimo teórico es de 35 ms.

Nivel-3.- Incluye incremento de la resolución en frecuencia, basado en el uso de un banco de filtros híbrido. Cuantización no uniforme, *segmentación adaptativa*⁵⁶ y *codificación entrópica*⁵⁷ de los valores cuantizados, el retraso mínimo teórico es de 59 ms.

<i>Nivel</i>	<i>Objetivo (Kbps.)</i>	<i>Compresión</i>	<i>Calidad 64 Kbps</i>	<i>Calidad 128 Kbps</i>	<i>Retardo (ms)</i>
<i>Nivel - 1</i>	192	4 a 1	-	-	19
<i>Nivel - 2</i>	128	6 a 1	2.1 a 2.6	Más de 4	35
<i>Nivel - 3</i>	64	12 a 1	3.6 a 3.8	Más de 4	59

Tabla 2.2: Resumen de datos de los tres niveles MPEG-1 audio que indica la ISO.

La calidad viene dada del 1 al 5, siendo el 5 la superior (ver Anexo 3). Hay que señalar que pese a los números de la norma ISO, el retraso típico acostumbra ser tres veces mayor en la práctica.

⁵⁵ *Cyclic Redundancy Code* (Código de Redundancia Cíclica). Código que explota las características cíclicas para ofrecer protección frente a errores mediante el empleo de redundancia.

⁵⁶ Subdivisión de la representación digital de una señal de audio en segmentos de tiempo variables.

2.3.2.4 Modos

Existe cuatro modos de funcionamiento para cualquiera de éstos tres niveles. Y son los siguientes:

- *Single channel o Canal único*: una señal de un *bitstream*.
- *Dual channel o Canal doble*: dos señales independientes de un mismo *bitstream*.
- *Estéreo*: como el anterior, perteneciendo las señales al canal izquierdo y derecho de una señal estéreo original.
- *Joint estéreo*: como el anterior, aprovechando ciertas características del estéreo como irrelevancia y redundancia de datos para reducir la tasa de *bits*.

2.3.3 MPEG-1

Luego de haber visto la introducción que figura en los documentos *ISO*, se procederá al análisis en detalle del funcionamiento del sistema.

2.3.3.1 La Codificación

a). *El banco de filtros* realiza el mapeado del dominio del tiempo al de la frecuencia. Existen dos tipos: el *polifase* (ver *Anexo 2*) y el híbrido *polifase / MDCT*⁵⁷. Éstos bancos proporcionan tanto la separación en frecuencia para el

⁵⁷ Método de codificación que sin pérdida de información reduce la redundancia explotando las características de los métodos de longitud variable. La codificación Huffman es entrópica.

⁵⁸ *Modified DCT* (DCT Modificada).

codificador como los filtros de reconstrucción del decodificador. Las muestras de salida del banco están cuantizadas.

b). *El modelo psicoacústico* calcula el nivel a partir del cual el ruido comienza a ser perceptible, para cada banda. Este nivel se utiliza en el bloque de asignación de *bit/ruido* para determinar la cuantización y sus niveles. De nuevo, se utilizan los dos diferentes bancos de filtros, en ambos, los datos de salida forman el SMR^{59} (*Signal-to-Mask Ratio*) para cada banda o grupo de bandas.

c). *Asignación de bit/ruido* examina tanto las muestras de salida del banco de filtros como el SMR proporcionado por el modelo psicoacústico y ajusta la asignación del *bit* y el ruido, según el nivel utilizado, para satisfacer simultáneamente los requisitos de tasa de *bits* y de enmascaramiento.

d). *El formateador de bitstream* toma las muestras cuantizadas del banco de filtros, junto a los datos de asignación de *bit/ruido* y otra información lateral para formar la trama.

Los tres niveles utilizan diferentes algoritmos para cumplir estas especificaciones:

2.3.3.1.1 Nivel-1

- El mapeado tiempo-frecuencia se realiza con un banco de filtros polifase con 32 subbandas. Los filtros polifase consisten en un conjunto de filtros con el mismo ancho de banda, con interrelaciones de fase especiales que ofrecen una implementación eficiente del filtro subbanda. Se denomina filtro subbanda al que cubre todo el rango de frecuencias deseado. En general, los filtros polifase combinan una baja complejidad de computación con un diseño flexible y múltiples opciones de implementación.

⁵⁹ *Signal to Mask Ratio* (Ratio Señal a Máscara). Medida de la potencia de la señal respecto de la del nivel de la máscara utilizada en codificación subbanda.

- El modelo psicoacústico utiliza una FFT^{60} (*Fast Fourier Transform*) de 512 *puntos* para obtener información espectral detallada de la señal. El resultado de la aplicación de la FFT se utiliza para determinar los enmascaramientos en la señal, cada uno de los cuales produce un nivel de enmascaramiento, según la frecuencia, intensidad y tono. Para cada subbanda, los niveles individuales se combinan y forman uno global, que se compara con el máximo nivel de señal en la banda, produciendo el *SMR* que se introduce en el cuantizador.

- El bloque de cuantización y codificación examina las muestras de cada subbanda, encuentra el máximo valor absoluto y lo cuantiza con 6 *bits*. Este valor es el *factor de escala*⁶¹ de la subbanda. A continuación se determina la asignación de *bits* para cada subbanda minimizando el *NMR*⁶² (*Noise-to-Mask Ratio*) total. Es posible que algunas subbandas con un gran enmascaramiento terminen con cero *bits*, es decir, no se codificará ninguna muestra. Por último las muestras de subbanda se cuantizan linealmente según el número de *bits* asignados a dicha subbanda concreta.

- El trabajo del empaquetador de trama es sencillo. La trama, según la definición *ISO*, es la menor parte del *bitstream* decodificable por sí misma. Cada trama empieza con una cabecera para sincronización y diferenciación, así como 16 *bits* opcionales de *CRC* para detección y corrección de errores. Se emplean, para cada subbanda, 4 *bits* para describir la asignación de *bits* y otros 6 para el factor de escala. El resto de *bits* en la trama se utilizan para la información de muestras, 384 en total y con la opción de añadir cierta información adicional. A 48 *KHz.*, cada trama lleva 8 ms de sonido.

2.3.3.1.2 Nivel-2

- El mapeado de tiempo-frecuencia es idéntico al del nivel-1.

⁶⁰ *Fast Fourier Transformation* (Transformación Rápida de Fourier).

⁶¹ Factor por el que se escala un conjunto de valores antes de la cuantización.

⁶² *Noise to Mask Ratio* (Ratio Ruido a Máscara). Medida de la potencia del ruido respecto de la del nivel de la máscara utilizada en codificación subbanda.

- El modelo psicoacústico es similar, salvo que utiliza una *FFT* de 1024 *puntos* para obtener mayor resolución espectral. En los demás aspectos, es idéntico.

- El bloque de cuantización y codificación también es similar, generando factores de escala de 6 *bits* para cada subbanda. Sin embargo, las tramas del nivel-2 son tres veces más largas que las del nivel-1, de forma que se concede a cada subbanda tres factores de escala y el codificador utiliza uno, dos o los tres, según la diferencia que haya entre ellos. La asignación de *bits* es similar a la del nivel-1.

- El formateador de trama: la definición *ISO* de trama es la misma que en el punto anterior. Utiliza la misma cabecera y estructura de *CRC* que el nivel-1. El número de *bits* que utilizan para describir la asignación de *bits* varía con las subbandas: 4 *bits* para las inferiores, 3 para las medias y dos para las superiores, adecuándose a las bandas críticas. Los factores de escala se codifican junto a un número de dos *bits* que indica si se utilizan uno, dos o los tres. Las muestras de subbanda se cuantizan y a continuación se asocian en grupos de tres, llamados gránulos. Cada uno se codifica con una palabra clave, lo que permite interceptar mucha más información redundante que en el nivel-1. Cada trama contiene, pues, 1152 muestras *PCM*. A 48 *KHz*. cada trama lleva 24 ms de sonido.

A continuación en la figura 2.3, se detalla el diagrama de flujo del codificador para el nivel-1 y nivel-2.

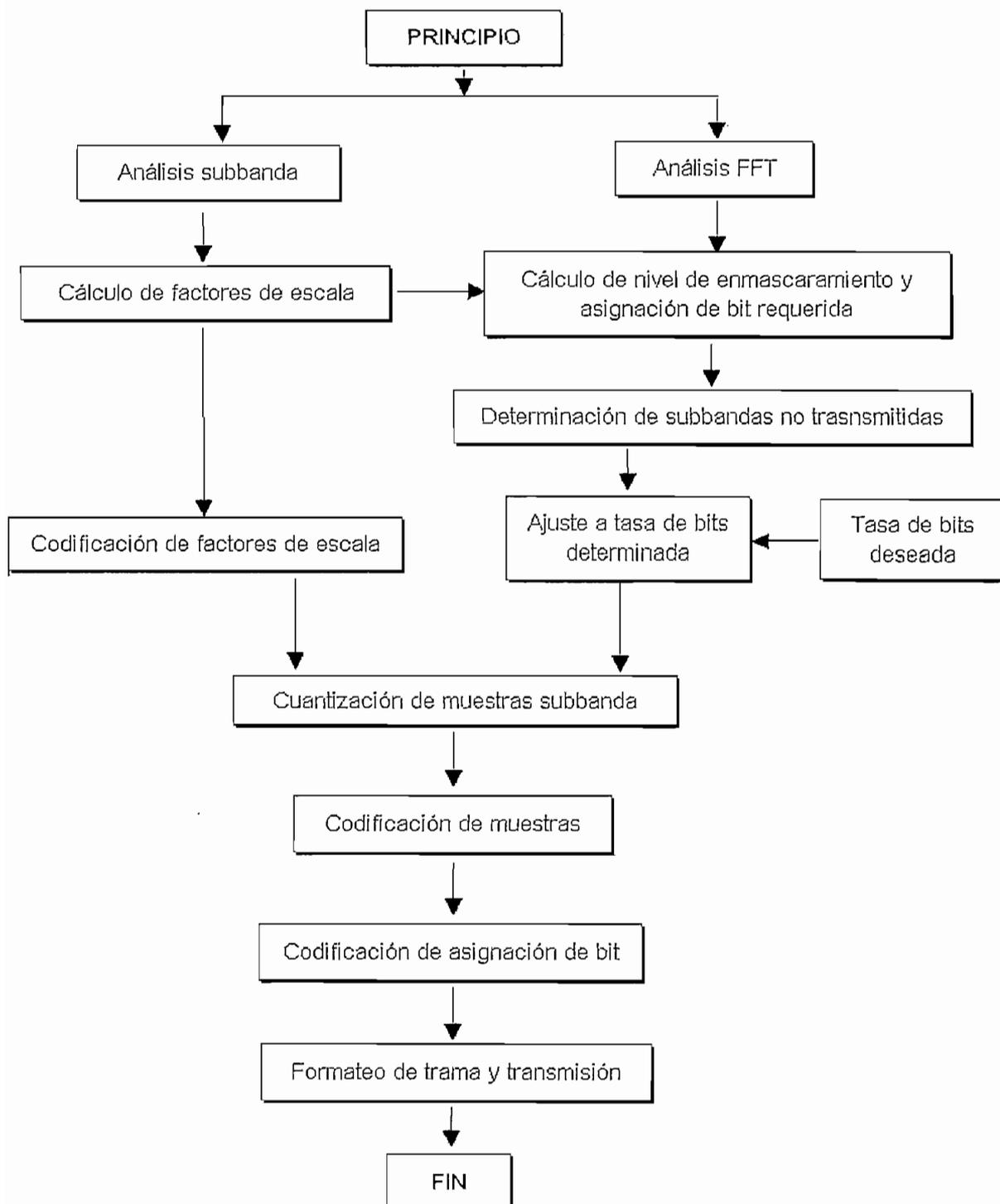


Figura 2.3: Diagrama de flujo del codificador para nivel-1 y nivel-2 según ISO 11172-3

2.3.3.1.3 Nivel-3

El nivel-3 es sustancialmente más complicado que los dos anteriores e incluye una serie de mejoras, se presentará lo representativo de este nivel.

Su diagrama de flujos es conceptualmente semejante al visto para los otros dos niveles, salvo que se realizan múltiples iteraciones para procesar los datos con el mayor nivel de calidad en un cierto tiempo, lo cual complica su diseño hasta el punto de que los diagramas *ISO* ocupan decenas de páginas.

A continuación se presenta lineamientos generales acerca de la codificación de este nivel.

El mapeado de tiempo-frecuencia añade un nuevo banco de filtros, la *DCT*⁶³ (*Discrete Cosine Transform*), que con el polifase forman el denominado filtro híbrido. Proporciona una resolución en frecuencia variable, de 6x32 o 18x32 (subbandas x muestras), ajustándose mucho mejor a las bandas críticas de las diferentes frecuencias.

El modelo psicoacústico es una modificación del empleado en el nivel-2 y utiliza un método denominado predicción polinómica. Incluye los efectos del enmascaramiento temporal, que no se usaron en los niveles 1 y 2.

El bloque de cuantización y codificación también emplea algoritmos muy sofisticados que permiten tramas de longitud variable. La gran diferencia con los otros dos niveles es que la variable controlada es el ruido, a través de bucles iterativos que lo reducen al mínimo posible en cada paso.

El formateador de trama: la definición de trama para este nivel según *ISO* varía respecto de la de los niveles anteriores y se define como "mínima parte del *bitstream* que es decodificable mediante el uso de información principal adquirida previamente".

⁶³ *Discrete Cosine Transformation* (Transformación Discreta del Coseno).

Las tramas contienen información de 1152 muestras y empiezan con la misma cabecera de sincronización y diferenciación, pero la información perteneciente a una misma trama no se encuentra generalmente entre dos cabeceras. La longitud de la trama puede variarse en caso de necesidad. Además de tratar con esta información, el nivel-3, incluye codificación *Huffman* de longitud variable, un método de codificación entrópica que sin pérdida de información elimina redundancia. Los métodos de longitud variable se caracterizan, en general, por asignar palabras cortas a los eventos más frecuentes, dejando las largas para los más infrecuentes.

2.3.3.2 La Decodificación

Es mucho más sencilla que la codificación, de manera que con lo expuesto en partes anteriores basta para seguir los siguientes diagramas *ISO* que incluyen algunas notas aclaratorias al margen que no forman parte de las figuras originales de la norma.

La figura 2.4, muestra el diagrama de flujo del decodificador para el nivel-1 y nivel-2.

2.3.3.2.1 Niveles 1 y 2

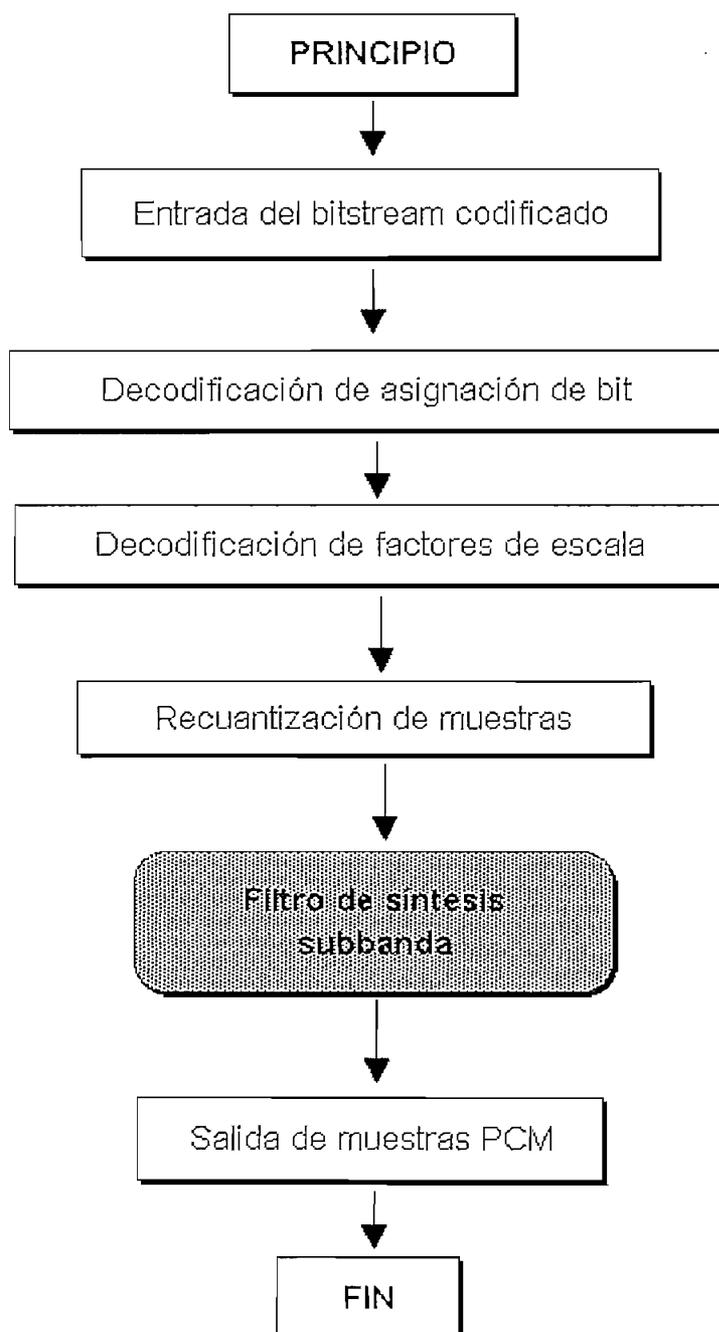


Figura 2.4: Diagrama de flujo del decodificador para nivel-1 y nivel-2 según ISO 11172-3

La figura 2.5 muestra el contenido del Filtro de síntesis subbanda.

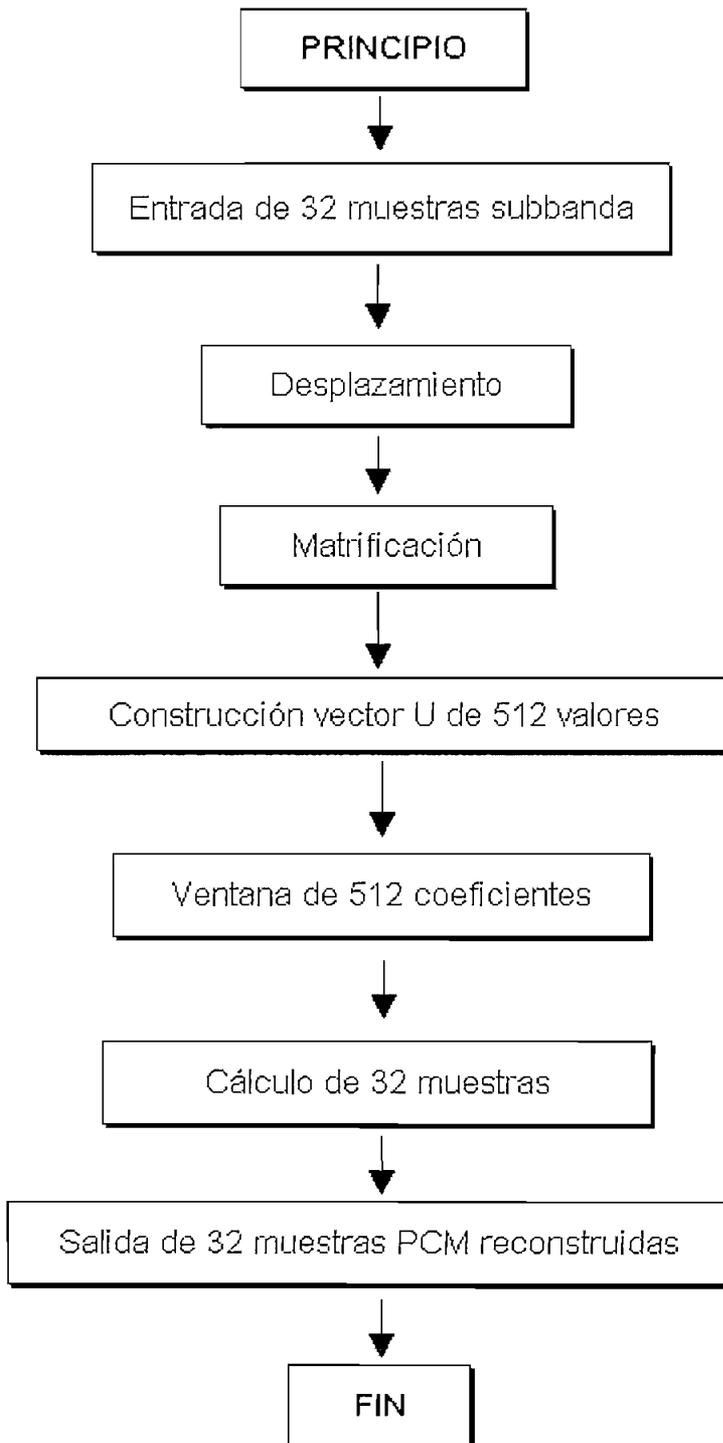


Figura 2.5: Detalle del "filtro de síntesis subbanda" de la figura 2.4

2.3.3.2.2 Nivel-3

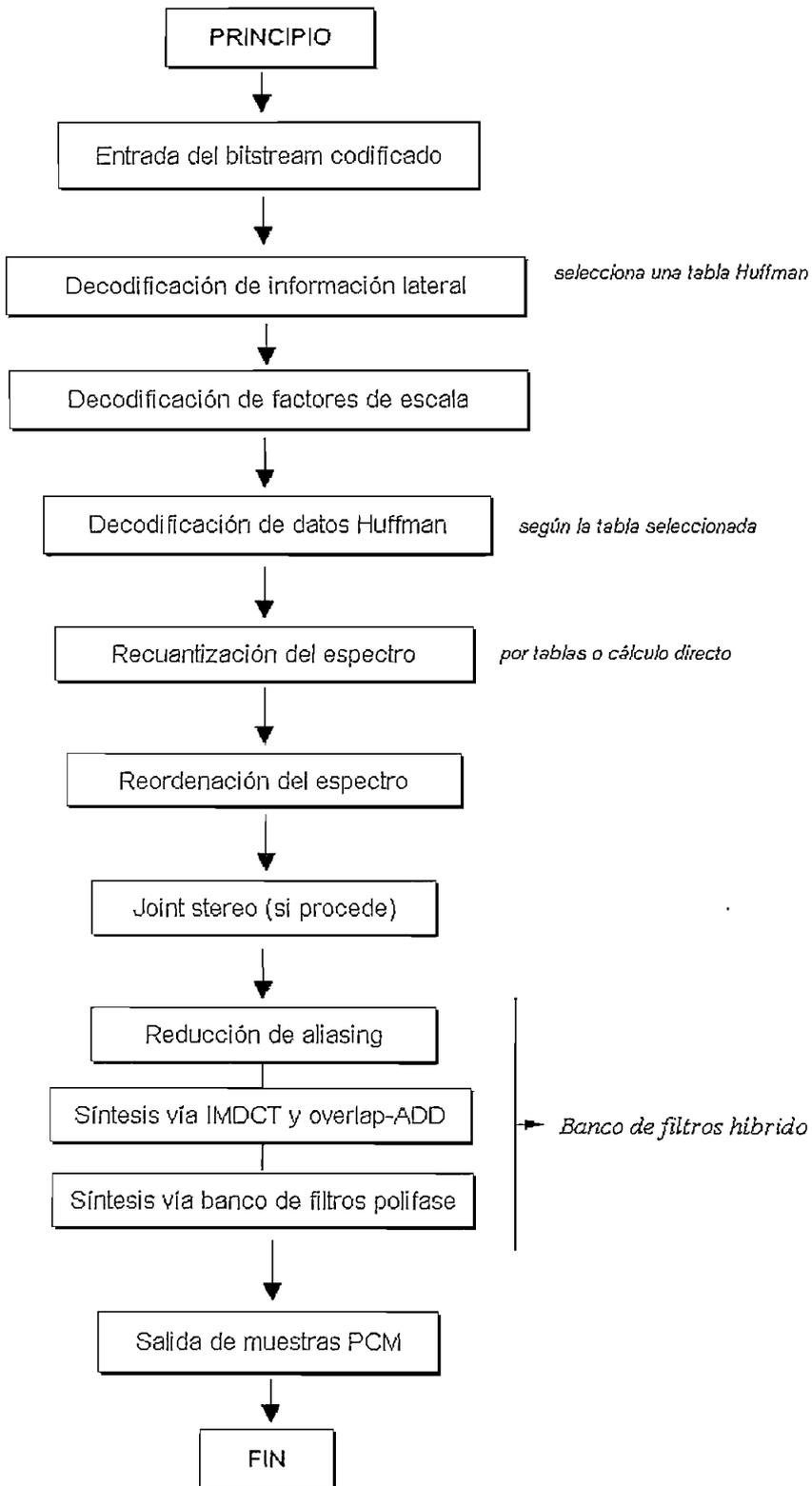


Figura 2.6: Diagrama de flujo del decodificador para nivel-3 según ISO 11172-3

2.4 COMPARACIÓN DEL FORMATO MP3 CON LOS PRINCIPALES FORMATOS DE COMPRESIÓN DE AUDIO

2.4.1 TASA DE COMPRESIÓN EN TIEMPO REAL (INTERNET)

En la siguiente tabla se puede observar algunas características de 3 formatos sobresalientes y el MP3. La más importante es el ancho de banda, que no es más que el ancho de banda requerido (como mínimo) para tener una recepción con calidad.

	AAC 128Kbps	VQF 96 Kbps	MP3 128 Kbps	PAC 128 Kbps
Ancho de Banda	No Disponible	MODEM 28.8K	RDSI (64K)	No Disponible
Velocidad de Compresión*	Muy lenta	Lenta	Rápida	Muy Rápida

**Estos datos varían según el tipo de música como se puede ver más adelante.*

Tabla 2.3: Comparación del Ancho de banda de formatos de compresión de audio.

2.4.2 COMPARACIÓN ENTRE ARCHIVOS DE AUDIO COMPRIMIDOS

A continuación se indica una tabla comparativa de compresión con una misma computadora, provisto de un procesador *Pentium II* de 300 MHz., pero con diferentes estilos de música:

a). Archivo No. 1:

Tamaño: 37.639 MB; Muestreo: 44 KHz. Estéreo; Duración: 3m38s; Estilo: Dance.

Tipo	Tiempo de compresión	Tamaño	Tasa de compresión	Kbps
AAC 128	00:46:12	2.639 MB	14.26	98.9
VQF 96	00:10:58	2.561 MB	14.69	94
MP3 128	00:04:29	3.406 MB	11.05	124.9
PAC 128	00:01:35	3.816 MB	9.8	119

Tabla 2.4: Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No. 1

b). Archivo No.2:

Tamaño: 30.251 MB; Muestreo: 44 KHz. Estéreo; Duración: 2m55s; Estilo: Música Clásica.

<i>Tipo</i>	<i>Tiempo de compresión</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Tasa de compresión</i>	<i>Kbps</i>
AAC 128	00:01:50	1.184 MB	25.54	54.1
VQF 96	00:16:02	2.059 MB	14.69	94
MP3 128	00:03:40	2.014 MB	15	92
PAC 128	00:01:20	2.992 MB	10.11	136.7

Tabla 2.5: Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.2

c). Archivo No.3:

Tamaño: 42.521 MB; Muestreo: 44 KHz. Estéreo; Duración: 4m06s; Estilo: Pop.

<i>Tipo</i>	<i>Tiempo de compresión</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Tasa de compresión</i>	<i>Kbps</i>
AAC 128	00:58:04	3.128 MB	13.59	101.1
VQF 96	00:10:24	2.894 MB	14.69	94
MP3 128	00:05:59	3.848 MB	11.05	125
PAC 128	00:01:58	4.136 MB	10.28	133.5

Tabla 2.6: Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.3

d). Archivo No.4:

Tamaño: 4.756 MB; Muestreo: 44 KHz. Estéreo; Duración: 0m21s; Estilo: Voz Humana.

<i>Tipo</i>	<i>Tiempo de compresión</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Tasa de compresión</i>	<i>Kbps</i>
AAC 128	00:02:40	2.31 MB	15.95	88
VQF 96	00:01:29	2.56 MB	14.69	94
MP3 128	00:00:42	2.56 MB	14.69	94
PAC 128	00:00:10	3.46 MB	10.85	131.8

Tabla 2.7: Comparación entre archivos de audio comprimido – archivo No.4

Como se puede observar, cada compresor tiene su ventaja y su desventaja. El tiempo de compresión además de depender del estilo de música, también depende mucho de los diferentes sonidos y su frecuencia respectiva. Los tiempos antes expuestos podemos considerarlos como un patrón de la compresión que se obtiene en cada formato.

2.5 REPRODUCTORES PORTABLES DE MP3

Se define portables o portátiles por la facilidad de transporte y fácil manejo. Son una mezcla de hardware y software especializados en cumplir con un propósito, almacenar y / o reproducir archivos de audio digital.

En la actualidad existen una gama muy amplia de fabricantes y modelos para fines de reproducción específicos o generales. Entre los principales, tanto portables personales como reproductores de auto, se tiene los siguientes:

- *Olympus DM-1 Digital Voice Recorder*
- *NEO Jukebox*
- *HanGo PJB-100*
- *Rio 800*
- *Nomad Jukebox*
- *Intel Pocket Concert Audio Player and Accessory Kit*
- *RCA Lyra2*
- *AVPhile 715/715K Player*
- *Kenwood Excelon Z919*
- *Aiwa CDC-X707M*
- *Impy3*
- *MP3 Changer*
- *Sony CDX-MP450X*
- *Alpine CDA-7878R*
- *MP3 Jeep*
- *Prototype 2000 Ford F150*

- *MPChevy*
- *MpJetta*
- *Mazda MP3*

Como se puede observar existe una gran cantidad de reproductores portables que satisfacen las necesidades del usuario, y en el caso que se lo quiera adquirir, habrá que analizar las prestaciones del equipo y el valor al que se lo puede comprar.

Cabe aclarar que el costo que tiene el equipo no incluye el envío dentro o fuera de los Estados Unidos que aumenta en ciertos casos considerablemente el costo de acuerdo al peso de éste y el lugar de destino a ser enviado.

2.6 SOFTWARE DE CREACIÓN, REPRODUCCIÓN Y CONTROL DE LOS ARCHIVOS MP3 Y DE AUDIO DIGITAL

Éstos programas usan los recursos del CPU tales como: procesamiento de la señal (codificación y decodificación), almacenamiento, despliegue a pantalla, salidas y entradas de audio, etc; para crear, reproducir y manejar los archivos de audio digital. Existe para las diferentes plataformas de Sistemas Operativos presentes en el mercado, tales como: *Windows 9x/Me/NT/2000/XP, Linux – Unix, Macintosh*.

También se debe distinguir que existe software para distintas funciones de entre las cuales se puede destacar las siguientes:

- Reproductores (*Players*).
- Reproductores (*Players*) / Codificadores, también conocidos como *rippers* (*Encoders*).
- Creadores de Copias digitales a CD, (*CD Burning*).
- Creador / Reproductor (tienen las características anteriores y otras adicionales (*All in One*)).

La gran mayoría con similar capacidad de manejar distintos tipos de formatos de audio digital. Se deberá escoger el que se adapte a la plataforma y cualidades adicionales que cumplan con las necesidades.

Cabe aclarar que existe software que se le puede seguir agregando ciertas características a medida que aparezcan nuevas necesidades, éstos adicionales son conocidos como “*plug-ins*”, con lo cual el programador del software da a su creación la cualidad de ser *modular*. Entre los más conocidos y difundidos se tiene los siguientes:

2.6.1 PLATAFORMA WINDOWS 9X / ME / 2000

2.6.1.1 *Reproductor de Windows Media (Windows Media Player)*

Poderoso reproductor de la gran mayoría de archivos de audio y video digital, su gran difusión se debe a que viene con el sistema operativo *Windows 9x* de *Microsoft*, cuyo uso se incrementa paulatinamente desde la versión 95. Sus desarrolladores han ido incrementando muchas potencialidades y sobre todo la interfaz al usuario soporta varios idiomas y es de muy fácil manejo. Una de las ultimas versiones lanzadas al mercado (2001) es la 7.00.00.1956 que se la puede descargar gratuitamente desde la página *web*:

<http://www.microsoft.com/spain/windows/windowsmedia/es/> o en

<http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/software/player7.asp> .

2.6.1.2 *Winamp*

Winamp tiene a la mayoría de los usuarios, la mayor cantidad de diseños de *skins* (carátulas-portadas-pieles) y casi la mayoría de todas las demás características. Sus desarrolladores *Nullsoft* pudieron haber tomado una posición de mercadeo agresiva y hostil, pero no lo hicieron y constantemente continúan innovando e inspirando a la creación de nuevas alternativas a través de los miles de usuarios que tiene. Fue el primero en tener listas de reproducción (*playlists*), el

primero en tocar *MP3s* mediante *streaming*, se lo puede tener en varios idiomas, reproduce la mayoría de los formatos de audio digital incluyendo *CD* musicales, además entre sus principales características adicionales se tiene las siguientes:

- Baja utilización de los recursos del *CPU*, en esto cabe señalar que se lo puede hacer funcionar (cambiando algunos parámetros internos) inclusive con un procesador *Intel 80486* y con apenas 8 *MB* de memoria *RAM*.
- Modularidad incomparable, ya que mediante los *plug-ins* se podrá añadir un sin número de aplicaciones y características para satisfacer la imaginación de sus usuarios.
- Apariencia única, ya que mediante los distintos diseños de presentación llamadas *skins*, se lo puede ver con el gusto y color preferidos e inclusive se puede crear su propio diseño.
- Interacción fabulosa y fácil con los puertos serial, paralelo, *USB* y las entradas y salidas de la tarjeta de sonido. Mediante los cuales se puede interactuar y utilizar al máximo la capacidad del *PC* de comunicarse con los dispositivos externos.
- Optimización y mejoramiento del sonido, escuchado con fidelidad y mayor realce de algunos parámetros.
- Mediante sus distintos *plug-ins* de visualización sorprenderán en el verdadero concepto de lo que es la "*música para ver*".

Con todo esto y más, *Nullsoft* tiene todavía al reproductor *MP3* más popular en el mundo. En un medio en continuo aumento y cambio, *Winamp* parece haber encontrado la solución a varios requerimientos y con la fortuna de satisfacerlos ampliamente. *Winamp* tiene algunos cambios importantes respecto a su código inicial, pero se los ha hecho para mejorarlo principalmente en:

Primero, es estable con respecto a otros de su mismo tipo. *Winamp* hizo popular la idea de personalizar la portada o piel dándole belleza y personalidad, a lo cual debe en gran parte su popularidad. En una de sus últimas versiones *Winamp*

agregó la característica de la información *ID3v2*⁶⁴, y mejoró el *streaming* entre otras cualidades.

Cualquier *MP3* entusiasta le dirá que *Winamp* está realmente sólido en esta categoría de software. *Nullsoft Winamp* es un reproductor de música muy flexible, de alta fidelidad para *Windows 9x/Me/NT/2000/XP*. *Winamp* apoya *MP3*, *CD*, *WMA*, *Audiosoft*, *Mjuice*, *MOD*, *WAV* y otras estructuras de audio. *Winamp* por ahora es *freeware*.

Más detalles e información, o ya sea para descargar el software, sus diferentes *skins* y *plug-ins*, se podrán obtener en el siguiente vínculo:

<http://www.winamp.com>

2.6.1.3 *Music Match JukeBox Plus*

Ideal para convertir las canciones de los *CDs* de artistas favoritos a *MP3*. Cuenta con las siguientes características:

- Copia digital rápida (*Ripping*⁶⁵): Convierte los *CDs* en *MP3s* un 25% más rápido.
- Rápido almacenamiento en *CD* (*Burning*): Copia los *CDs* sobre 12 veces más rápido.
- Multi-tarea *CD Burning*: Siga trabajando mientras está quemando sus *CD*. Acceda a otros programas mientras crea *CDs*.
- Multi-sesión *CD Burning*: Si quiere interrumpir mientras quema un *CD*, simplemente queme unas pistas, para luego continuar quemando el mismo *CD*.
- Soporta varios tipos de unidades y discos *CD-R* y *CD-RW*: Con capacidades 74 y 80 minutos.
- Creación de portadas o carátulas de *CDs*: Imprime sus propias portadas de *CD* con un diseño original e información de su contenido.

⁶⁴ Ver sección 2.7

⁶⁵ Característica de los programas, que es usada para hacer una copia digital (Rip) de una pista de audio procedente de un *CD* de música a un fichero *WAV* que se almacenará normalmente en el disco duro, generalmente para codificarlo después (Encode).

- Coloca su diseño de portada como papel tapiz: Nueva característica en la versión 6.0, crea un álbum rotativo de diseños de portadas en el escritorio de tu *PC*.
- Características avanzadas de impresión: Imprima su biblioteca musical y listas de reproducción.
- Opciones personalizadas de ecualización: Almacena configuraciones de ecualización avanzadas para los distintos géneros musicales.
- Capacidad de codificación fija o variable: Mediante este parámetro se podrá escoger la frecuencia de muestreo del archivo *MP3* a crear sea ésta *CBR (Constant Bit Rate)* o *VBR (Variable Bit Rate)*, variando desde 32 a 320 *Kbps*.
- Posibilidad de escuchar estaciones de radio en línea y descargar archivos *MP3* de la red mundial.
- Carga automática de la biblioteca: Seleccione un directorio en donde se encuentre los archivos a ser reproducidos o la lista de reproducción que en forma automática actualizará y reproducirá los archivos.
- Funcionalidad de la biblioteca reforzada: Las opciones de ordenar, por vistas específicas para la biblioteca, haciéndolo por nombre de la canción, artista, álbum, género, duración.
- Editor de la visualización - Haga sus propias visualizaciones con el nuevo personalizador de visualización.
- Actuación mejor: Se ha mejorado la velocidad y estabilidad para conseguir lo mejor de la música preferida más rápidamente.
- Efectos digitales: Aplica efectos digitales como *DFX* a sus canciones durante la conversión del archivo.
- Información de la canción en la Barra de la tareas: Cuando se minimiza fácil forma de chequear la canción en ejecución.

Fundada en febrero de 1997, *MusicMatch* es uno de los diseñadores principales de software de música digital avanzada, que permite a los usuarios tomar control completo de: grabaciones, búsquedas, organización y reproducción

de los archivos de música. La *JukeBox* (la rockola de discos) de *MusicMatch*, que fue introducida en 1998, es ahora uno de los software más populares del mundo y es utilizada por más de 6 millones de personas a nivel mundial (2000). Las soluciones de *MusicMatch* se enfocan con la visión futura de las normas de música digitales con un énfasis en el *MP3*.

Más detalles e información, o ya sea para descargar el software, se podrá obtenerlo en el siguiente vínculo:

<http://www.musicmatch.com>

Si se quiere probar otro software para los sistemas operativos de *Microsoft* se podrá encontrarlo en:

http://software.mp3.com/software/featured/windows/?cp=hw_main

2.6.2 PLATAFORMA LINUX

2.6.2.1 *X MultiMedia System (XMMS)*

XMMS es el nuevo nombre de *X11amp*. Y la licencia no es *freeware*, es *GPL*⁶⁶ (fuente abierta).

XMMS es un reproductor de audio de multi-formato capaz de reproducir *WAV*, *MOD*, *MEDIO* y archivos *MP3* entre los principales.

XMMS v1.0.0 proporciona las siguientes nuevas características:

- Lista de reproducción (*playlist*): además quita de la lista archivos borrados o movilizados en disco duro.
- Entrada: *CD Plug-in* chequea *CDDDB*⁶⁷ y el contenido del *CD*.
mpg123 plug-in ahora maneja etiquetas *ID3* comprimidas.

⁶⁶ Licencia de uso de programas en forma gratuita y además incluyen los códigos fuente para poderlo personalizar al gusto del usuario.

⁶⁷ *Compact Disk DataBase* (Base de Datos de Compact Disks), son extensas bases de datos que se encuentran en servidores públicos en Internet y contiene información sobre los *CD*'s de audio existentes en el mercado. La información que contiene son el nombre de las canciones, el autor, el título del álbum.

Los datos que contiene la base de datos incluyen: Título del Álbum, Artista y Título de cada pista.

- Rendimiento: El *plug-in* de OSS con mejor desempeño y la rutina de *re-muestreo* más rápida. Se puede ajustar el volumen maestro en lugar del volumen del *PCM*.
- GUI ⁶⁸: Nueva tecla de inicio rápido (*shortcut*): Ctrl-N para "Ninguna *playlist* Avanzada", XMMS puede hacerse reproductor predeterminado. El ecualizador y la *playlist* ya no se presentan en la lista de la tarea de GNOME / KDE. Recarga el *skin* con la *shortcut* (F5)
- Misceláneos: Los *wmxmls* pueden esconder/mostrar su ventana principal y la ventana para la *playlist*, presionando el botón derecho o el medio del ratón. La tecla central del tipo *wheelmouse* ⁶⁹ varía el nivel de volumen. Nuevos *plugin.h* (archivos para programar) que permiten editar *plug-ins* con su código fuente cerrado. Opción para configurar la velocidad de la *wheelmouse*. *Fullscreen* agregado, ideal para el *plug-in* de la visualización (en *libxmms*). *DGA* agregado apoya al *fullscreen*. XMMS ahora maneja los *.wsz*, que son *skins* de Winamp.

Más detalles e información, o ya sea para descargar el software, se podrá obtener en el siguiente vínculo:

<http://www.xmms.org>

2.6.2.2 JukeBox

La *Jukebox* de *GlobeCom* es una *rockola* de música con *CDDb* integrado, con un codificador consistente y funcional. Es completamente configurable con su interfaz *web*, transparentemente integra su codificador de *CD* a *MP3*, soportes de grupos de canciones, el ajuste de los picos, manejo de cuenta por acceso, *streaming* de

⁶⁸ *Graphical User Interface*, (Interfaz Gráfico Usuario). Permite a los usuarios navegar e interactuar con las informaciones en la pantalla de su computadora utilizando un ratón para señalar, pulsar y desplazar iconos y otros datos de la pantalla, en lugar de escribir líneas de comandos. Los sistemas operativos de Windows y Macintosh son ejemplos de GUIs. El World Wide Web es un ejemplo de un GUI diseñado para facilitar la navegación en Internet.

⁶⁹ Botón central giratorio que viene en los nuevos modelos de Mouse, ideal para navegar en Internet.

un álbum o una sola canción, alarma, funcionalidad de apagado y la ayuda *on-line*.

Más detalles e información, o ya sea para descargar el software, se podrá obtener en el siguiente vínculo:

<http://www.globecom.se/jukebox/>

Si se quiere probar algún otro software para este sistema operativo visitar el siguiente vínculo:

http://software.mp3.com/software/featured/unix/?cp=hw_main

2.6.3 PLATAFORMA MACINTOSH (APPLE)

2.6.3.1 *SoundJam MP*

Cualquiera que usa una *Macintosh* le dirá probablemente que ellos se sienten algo fuera de la revolución *MP3*. Por ello *Salinas, Calif.* de *Casady & Gree* software ha remediado el problema sacando al mercado (1999) el *SoundJam MP*, su *player / encoder Mac-nativo*.

Las características abundan en el nuevo reproductor e incluyen todo lo que uno esperaría en un reproductor de *CD* normal (lista de reproducción aleatoria y modos de la repetición, listas de reproducción programables, múltiples modos de repetición, 10 bandas de ecualizador gráfico *on-screen*) y total funcionalidad.

El ecualizador incluye algunas configuraciones prefijadas de géneros (rock, jazz, piano, vocal, etc.) así como un pre-seteador con que se puede ajustar el nivel de la canción sin alterar las configuraciones del ecualizador. Para aquellos que buscan un uso más simple, contiene botones de bajo (*bass*) y finos (*treble*) tradicionales, como una alternativa a la función del ecualizador, como también el balance de altavoces izquierdo / derecho.

Con todo esto que ofrece, *SoundJam MP* puede dar la oportunidad de disfrutar a sus usuarios de *Macintosh* todo cuanto tiene un reproductor de *MP3* y su codificador. *SoundJam* puede alardear de que su audio y visualización es mejor

que la mayoría de este sistema operativo. La *versión 2.5.2* (2001), arregla algunos problemas menores de la versión anterior.

SoundJam™ MP es el primero con todas las características de un *All in One*, reproductor *MP3* y codificador para *Macintosh*. *SoundJam MP* convierte música rápidamente en *MP3s* de alta calidad desde: *CD*, *AIFF*, *QuickTime™* y formatos de *WAV*. *SoundJam MP* toma las ventajas de la compresión 10:1 del formato *MP3* lo que le permite comprimir su colección de música a un fragmento de su tamaño, con una calidad cercana de *CD*.

Más detalles e información, o ya sea para descargar el software, se podrá obtener en el siguiente vínculo:

<http://soundjam.com/getit/index.html>

Si se quiere probar algún otro software para este sistema operativo visitar el siguiente vínculo:

http://software.mp3.com/software/featured/macintosh/?cp=hw_main

2.7 NOMBRE DEL ARCHIVO Y LA ETIQUETA ID3 EN ARCHIVOS MP3

El nombre del archivo *MP3* normalmente será del tipo "*Track01.mp3*", para identificarlo tendremos que cambiarlo por un formato que facilitará su identificación, existe varias opciones dependiendo de que vayamos a hacer con él. Lo más habitual será poner uno del tipo: "*Título de la canción*" - "*Interprete de la misma*".*mp3*.

La etiqueta *ID3*, se trata de un conjunto de campos que se añaden internamente al final del archivo, los cuales proporcionan información adicional del archivo.

La versión 1.1 (*ID3v1.1*), estaba muy limitada sobretodo por el número de caracteres que se puede colocar en cada uno de los campos. En esta versión se tiene campos como: el número de canción (dentro del álbum), el título de la canción, el autor, el álbum, el género musical, el año de grabación, comentarios.

Actualmente (2001) se tiene la versión 2 (ID3v2), en la que no se limita el número de caracteres que se puede colocar en cada uno de los campos. En esta versión se tiene más campos como: el número de canción (dentro del álbum), el título de la canción, el autor, el álbum, el género musical, el año de grabación, comentarios, compositor, artista original, copyright, URL, codificado por, etc. Existe una lista de 125 campos disponibles.

Esta etiqueta no se utiliza solo en MP3, también la utilizan formatos como OGG, WMA entre otros. Aunque solo utilizan algunos de los campos expuestos.

Existen programas para editar estas etiquetas de éstos archivos de audio; de todas formas, generalmente los mismos reproductores son capaces de añadirla o editarla. Un vínculo de software editor de las etiquetas se indica a continuación: http://xdev.narod.ru/index_e.htm

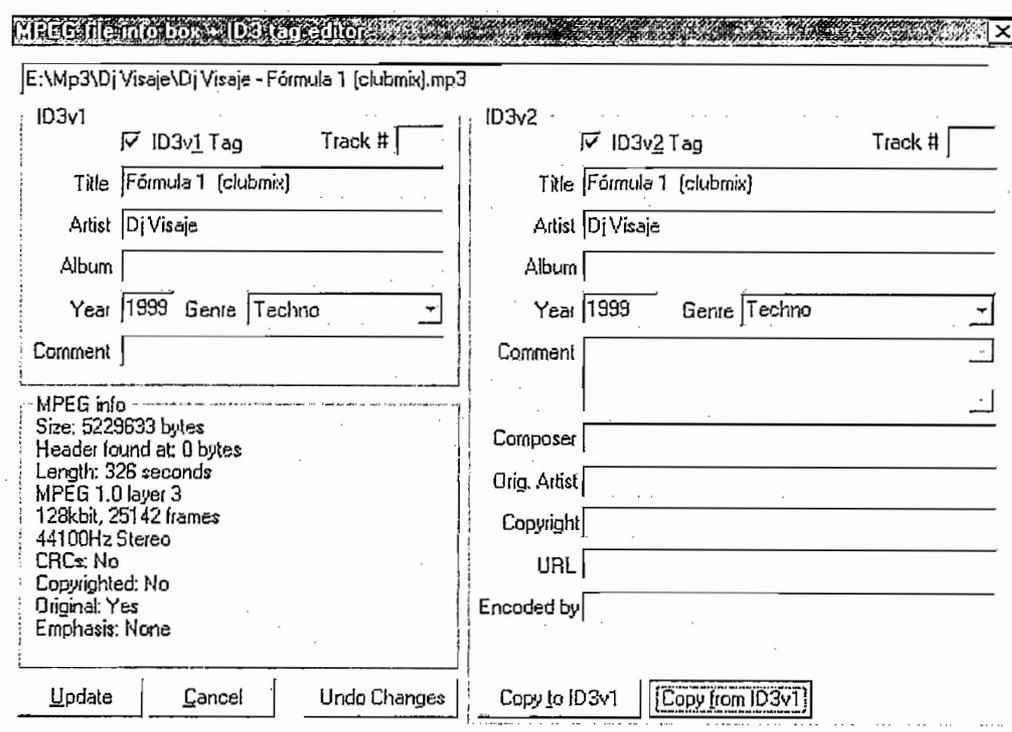


Figura 2.7: Ejemplo de la ventana de la información de la etiqueta ID3 de un archivo MP3 en el software Winamp.

Pienso que si es necesario añadir esta información en la etiqueta, ya que la mayoría de los reproductores, tanto en software como de hardware actuales, la

utilizan el momento de reproducir éstos archivos. En el prototipo que se construye en este trabajo, ésta información de la etiqueta se visualizará en el *LCD* (ver lista de materiales utilizados) que se dispone.

2.8 APLICACIONES DEL ESTÁNDAR MPEG-1 AUDIO

Ya se tiene una idea medianamente clara de qué es y cómo funciona, pero ¿Para qué sirve emplear tiempo y dinero en comprimir el sonido?. Ya se presentó los diferentes tasas de compresión que alcanzan los tres niveles:

El nivel-1 obtiene la mayor calidad de sonido a 384 *Kbps*. Las aplicaciones para las que resulta más útil son las relacionadas con la grabación, tanto en cinta como disco duro o discos magneto-ópticos, que aceptan esta tasa de *bits* sin problemas.

El nivel-2 produce sus mejores resultados de calidad a 256 *Kbps.*, pero se mantiene en un nivel aceptable hasta los 64 *Kbps.*; esto hace que se utilice en transmisión de audio, grabación profesional o doméstica y productos multimedia.

Ciertamente, el mejor miembro de la familia es el nivel-3. Para una determinada calidad de sonido ofrece la menor tasa de *bits* y viceversa, fijando la tasa de *bits* ofrece la mejor calidad posible.

<i>Calidad</i>	<i>Ancho de banda</i>	<i>Modo</i>	<i>Tasa de bits</i>	<i>Compresión</i>
<i>Telefónico</i>	2.5 KHz.	Mono	8 Kbps.	96 a 1
<i>Onda corta +</i>	4.5 KHz.	Mono	16 Kbps.	48 a 1
<i>Radio AM +</i>	7.5 KHz.	Mono	32 Kbps.	24 a 1
<i>Radio FM</i>	11 KHz.	Estéreo	56..64 Kbps.	26..24 a 1
<i>CD -</i>	15 KHz.	Estéreo	96..112 Kbps.	16..14 a 1
<i>CD</i>	más de 15 KHz.	Estéreo	128 Kbps.	12 a 1

Tabla 2.8 : Rendimiento del MPEG nivel-3 para diferentes calidades requeridas.

El nivel-3 de *MPEG*, está orientado a aplicaciones donde la necesidad de un ancho de banda reducido justifique el costoso y sofisticado sistema de codificación. La calidad es excelente hasta 64 *Kbps.*, de forma que se utiliza, como se explicará con más detalle, en telecomunicaciones y sistemas de sonido profesional, así como al nivel de usuario por parte de aficionados con formación informática. Los siguientes puntos se complementan con ejemplos reales de la industria y el mercado del audio.

2.8.1 CONEXIONES MUSICALES VÍA ISDN

La Red Digital de Servicios Integrados (*ISDN: Integrated Services Digital Network*), ofrece servicios confiables de conexión con canales de datos de 64 *Kbps.* por adaptador; con costos de transmisión son similares a las líneas telefónicas tradicionales, analógicas, que permiten un máximo de 33.6 ó 56 *Kbps.* (vía módem). Con el nivel-3 una conexión de banda estrecha *ISDN* de bajo costo permite transmitir sonido con calidad *CD*. Los estudios de sonido y estaciones de transmisión se benefician de la posibilidad de la "*música por teléfono*" de varias maneras. Se ahorra dinero, pues sólo se paga el tiempo de transmisión, a diferencia de la línea telefónica y únicamente se emplea un pequeño conector *ISDN* para cada canal. Los programas pueden aumentar su atractivo, ofreciendo tomas de alta calidad y noticias en directo sin la pérdida de calidad del sonido telefónico. Aparecen nuevos campos, como el Estudio Virtual, donde artistas en distintas localidades pueden tocar y grabar juntos sin necesidad de viajar hasta el estudio en sí.

Ejemplos:

- En 1992, Radio FFN, una estación privada de *Niedersachsen, Alemania*, reemplazó sus líneas telefónicas tradicionales por conexiones *ISDN* y *codecs* nivel-3, para transmitir 8 programas locales diarios al estudio central. El ahorro declarado en cuotas de transmisión fue de \$ 300.000 anuales.

- En uno de los primeros ensayos reales de la potencia de este sistema, todas las estaciones de radio privadas en Alemania utilizaron *codecs* nivel-3 durante los Juegos Olímpicos de Invierno en *Albertville* para conectar las diferentes localizaciones del evento con la sede central en *Meribel*, con gran éxito.

- En varios festivales internacionales de música se ha experimentado con éxito en la conexión entre lugares muy separados, uniendo a diferentes artistas en la interpretación de una obra.

2.8.2 TRANSMISIÓN DIGITAL POR SATÉLITE

Existe un sistema de transmisión de sonido digital a escala mundial por satélite. El nombre del proyecto es *Worldstar* y utilizará tres satélites en órbita geoestacionaria, llamados *AfriStar1* (21° Este), *CaribStar1* (95° Oeste) y *AsiaStar1* (105° Este), se produjo el lanzamiento del primero a mediados del año 1998 y los demás en los siguientes doce meses. Cada uno está equipado con tres canales de conexión que se pueden multiplexar en hasta 96 subcanales de 16 *Kbps*. Éstos son combinables dinámicamente, de manera que se pueden agrupar para formar canales de hasta 128 *Kbps*. de capacidad, codificados con el nivel-3. Así, se pueden utilizar cuatro subcanales para formar uno de 64 *Kbps*. para transmitir un concierto y al finalizar, utilizar cada uno de ellos para enviar las noticias en cuatro idiomas diferentes.

La empresa responsable del proyecto, *Worldspace*, ofrece canales en sus tres satélites y ha firmado acuerdos con *Voice of America*, *Radio Nederland*, *Kenya Broadcasting Corporation*, *National Broadcasting de Ghana*, *National Broadcasting de Zimbawe*, *New Sky Media de Korea* y *RCN de Colombia*; sumando en total un millón de dólares en inversiones. *Alcatel Espace*, de Francia, se encarga tanto de la construcción, de la puesta en órbita satelital, y del equipo de comunicaciones.

Los receptores se han diseñado buscando la máxima simplicidad con los resultados más efectivos. Se han previsto dos millones de estas unidades, que apenas requieren sintonización y serán totalmente automáticas. El chip principal de éstos sistemas ha sido fabricado por *ITT Intermetall* con tecnología *DSP* y su nombre es "*MAS 3503 C*".

2.8.3 AUDIO EN INTERNET

Como es sabido, Internet es una red mundial de conmutación de paquetes, con cientos de miles de máquinas unidas entre sí por medio de varios sistemas de comunicaciones. Los grandes proveedores de servicios en Internet, normalmente acceden a la red a través de enlaces con un ancho de banda muy elevado (hasta 2 *Gbps*). El consumidor doméstico, sin embargo, utiliza canales de bajo costo y ancho de banda limitado (*ISDN* de 64 *Kbps*. o conexión telefónica de 28.8 - 56 *Kbps*). La tasa de transmisión efectiva varía en función del uso de la parte de la red accedida, situándose en algún punto entre cero y la máxima capacidad del módem.

Sin la codificación de audio, obtener archivos de audio sin comprimir de un servidor remoto llevaría a unos tiempos de transmisión simplemente inaceptables. Por ejemplo, suponiendo que se alcanza la tasa de 28.8 *Kbps*. (lo cual es bastante optimista) una pista de *CD* de sólo tres minutos tardaría más de dos horas en recibirse. Por tanto, el audio en Internet exige un método de codificación que ofrezca la mayor calidad posible a la vez que permita la decodificación en tiempo real para un amplio número de plataformas sin necesidad de ampliar el hardware, aunque incluya esta posibilidad como elemento de hipotéticas tarjetas de ampliación. Por lo expuesto, la elección es la utilización del nivel-3. Hay varios reproductores en tiempo real, como el *Winplay3*, que ofrecen el servicio requerido.

En la práctica, las expectativas se han cumplido con creces, de tal manera que el fenómeno *MP3* está en plena expansión en la telaraña mundial. Ya hay innumerables servidores que ofrecen diferentes piezas en el formato nivel-3

(archivos con extensión *MP3*), de los cuales forman parte tanto aficionados como casas de grabación y grupos independientes. Además, se incorporan temas en este formato a las páginas *web* como elemento para incrementar su atractivo, de forma similar a como se venía haciendo con el *MIDI*, salvando la barrera de las muy inferiores posibilidades de éste.

En este punto, cabe señalar la importancia de respetar los *copyright*⁷⁰ a la hora de incluir temas de música en un servidor, así como al almacenarlos en disco duro o *CD-ROM* en los *PCs* domésticos. La perspectiva de aumentar muchas veces la capacidad de los *CDs* tradicionales resulta sumamente interesante a la comunidad informática y dado el auge de las grabadoras domésticas puede decirse que el mercado pirata de *CDs* conteniendo las discografías completas de diversos grupos o compositores es una realidad, sea con ánimo de lucro o no. El más que previsible auge del *DVD*⁷¹-*ROM* como estándar en un futuro cercano no supone sino un agravamiento del problema.

Las aplicaciones legales que se conocen hasta ahora son, por ejemplo, las de *Opticom* y *Cerberus Sound*. La primera ofrece soluciones para que las casas discográficas ofrezcan a los clientes audio por demanda, enviando los temas seleccionados a la computadora remota del usuario. *Cerberus* se dedica a la comercialización directa de éstos temas como un sistema más de venta electrónica. Asimismo se avanza en el concepto de *Internet Radio*, dado que se obtiene calidad superior a la de la onda corta con un pequeño ancho de banda de 7.5 KHz. y con tasas de *bits* en el orden de los 16 Kbps. *Opticom* de nuevo está a la cabeza en este campo, junto a *Telos*, compañía que asociada con *Apple* presentó en septiembre de 1996 la tecnología *Audioactive*. Por último, el gigante *Microsoft* anunció en diciembre de 1998 su intención de incluir *MP3* como parte de la tecnología multimedia de denominada *Netserver*.

⁷⁰ Derechos de Propiedad Intelectual del autor, protegidos por las leyes locales e internacionales.

⁷¹ *Digital Video Disk* (Disco de Video Digital). Sistema de almacenamiento similar al *CD*, con la particularidad de que aumenta la capacidad hasta más de 10 GB.

2.8.4 SHOUTCAST DE MP3

Shoutcast es un modo de *transmitir MP3s* desde un servidor hacia cualquier computadora conectada a Internet. El mecanismo es muy fácil: “el servidor comienza reproduciendo archivos *MP3s*, cualquiera que esté conectado a Internet y con un programa que soporte esta característica, puede escucharlos”. Existe algunos reproductores *MP3* que soportan *Shoutcast*, entre ellos se recomienda el uso de *Winamp*.

Para buscar servidores que estén transmitiendo *MP3s* mediante esta característica, se recomienda usar el programa *MP3spy* que enumera los servidores activos y que están reproduciendo en ese instante. El programa lo puede descargar del siguiente vínculo:

<http://www.mp3spy.com/dl/dl.asp?mp3spy/mp3spy10full.exe>

Los pasos que se necesitan para escuchar una transmisión *Shoutcast* son los siguientes:

1. Necesitará contar con un reproductor *MP3* capaz de recibir transmisiones *Shoutcast*. Se recomienda usar el *Winamp*, pues los creadores de este programa diseñaron e implementaron el sistema *Shoutcast*.
2. Buscar un servidor para escuchar los archivos. Puede hacerlo con el *MP3spy* o simplemente fijándose en la lista de servidores en la *web de Shoutcast*. Para esto diríjase al siguiente vínculo:
<http://www.shoutcast.com/>
3. Ejecute el programa *Winamp* y luego presione la combinación de teclas *CTRL+L*
4. Luego de haber presionado correctamente las teclas aparecerá un cuadro de diálogo donde tendrá que escribir la dirección y puerto del servidor que

haya elegido. Ejemplo: *204.102.10.2:21* (dirección *IP* del servidor : puerto asignado al servicio)

5. Espere un par de segundos mientras *Winamp* se conecta con el servidor y ya puede disfrutar al escuchar una transmisión *Shoutcast* gracias a *Winamp*.

2.8.5 DESCARGA DE ARCHIVOS MP3

Como es ya se mencionó, Internet es un vasto mundo que tiene de todo y para todos en lo que se refiere a entretenimiento y como no sería la excepción existe una gran cantidad de servidores que proveen archivos en formato *MP3* para poder ser descargados "gratuitamente" ya que no se paga por conseguirlos, pero debido a esto las casas discográficas y los artistas han perdido millones de dólares por concepto de los derechos de autoría y exclusividad, que no se están pagando por obtener éstos archivos.

El grupo de servidores más grande, con muchos usuarios y que causó un gran "boom" de este método para obtener éstos archivos, es el famoso *Napster*, programa que ha revolucionado la forma de intercambiar archivos *MP3* entre millones de usuarios, donde cada usuario se convierte en un participante más del servicio. Realmente es posible encontrar cualquier canción en formato *MP3* gracias a este programa del tamaño de 620 *KB*, lo cual ha sido aprovechado por millones de internautas, esto llevó a despertar grandes preocupaciones a la *RIAA*⁷² que demandó a *Napster* por la módica cantidad de 20 billones de dólares.

La idea original de *Napster* fue la de crear una comunidad por medio de la cual los usuarios puedan intercambiar archivos *MP3*. Entonces si *Napster* solo creó el medio para esta comunicación y son los usuarios los que transmiten los

⁷² Asociación Americana de Industrias de Grabación.

archivos *MP3* sin permiso de las disqueras, entonces nace la interrogante: ¿Por qué la culpa tiene *Napster*?

Se debe estar conciente que la piratería de música se ha elevado gracias a los *MP3* y éstos seguirán siendo transmitidos de una u otra forma. Lo que no se ve con agrado es que organizaciones como la *RIAA* estén tan enfocados en cerrar servidores *FTP*⁷³, sitios *web* y ahora programas como el mencionado *Napster*.

Para ilustrar la molestia de los usuarios por estas sanciones, se muestra el ejemplo de *Eudora*. Su software es uno de los mejores programas para el manejo de correo electrónico y su costo elevado (comparado con la competencia que es gratuita) causó que las personas lo consiguieran de forma ilegal. Así que *Eudora* cambió su enfoque y puso su sitio *web*: <http://www.eudoramail.com>, para dar servicio gratuito de correo electrónico a través de la *web*, lo cual en ventas de publicidad les ha traído ingresos bastante favorables.

Ahora, ¿Por qué en lugar de combatir la piratería se busca la forma de recibir ganancias de otra forma?, es fácil exponerlo y no tanto más difícil aplicarlo, pero ya con esa finalidad se puede empezar.

Hay un foro creado por *Napster* referente al tema en el siguiente vínculo y se recomienda visitarlo para enterarse más sobre este tema:

<http://forum.napster.com/forum/Ultimate.cgi>

En la actualidad *Napster*, cedió a las presiones y demandas presentadas y cobrará a sus usuarios una cantidad mensual de dinero por seguir con el servicio. Por tal motivo sus usuarios han disminuido sustancialmente.

Entre las nuevas alternativas para descargar éstos archivos está el programa *Gnutella* o el *Kazaa* que permiten descargar hasta ahora (2001) en forma gratuita.

⁷³ Servidor de archivos privado (para su ingreso se necesita un nombre de usuario y contraseña), público (nombre de usuario general y sin contraseña)

2.9 LEGALIDAD Y FUTURO DEL FORMATO MP3

2.9.1 ASUNTOS ÉTICOS

Existe una frase que se pone a consideración: *“Lo que es legal, muchas veces no es ético. Y lo que es ético, frecuentemente no es legal...”*

Naturalmente es lógico pensar que, siendo tan fácil extraer música de *CDs*, enviarla por Internet y acumularla en grandes cantidades (se conoce que en promedio algunos cibernautas tiene más de 7500 canciones – que aproximándolo a 15 canciones por *CD* de música, son como 500 *CDs* de música), se fomentaría la piratería a gran escala. En parte, se tiene que dar la razón a este argumento.

Se dice que *MP3* es “ilegal”, pues pienso que no lo es, en ninguna parte del planeta. El movimiento de *MP3* ha despertado muchas conciencias alrededor del mundo porque se piensa que su uso es inmoral, cuando hay una gran cantidad de usos legítimos y perfectamente éticos. De todas formas, la ley (al menos en los Estados Unidos de América) castiga a las personas que descargan archivos de música *MP3* (o cualquier formato, no solamente *MP3*). Pero la polémica está centrada en *MP3* porque hasta la fecha es el formato más práctico y que ofrece mejor calidad de sonido.

En la práctica, tomar un *CD* de un amigo y pasar las canciones a *MP3* al disco duro es *“exactamente”* lo mismo que grabar a un cassette de cinta o a un *MiniDisc*⁷⁴. Inclusive presenta ventajas porque permite almacenar la información del artista, canción, año, género, etc; y acceder directamente a una canción sin adelantar o retroceder. Sin mencionar la calidad superior que no se degrada con el tiempo y uso. Esto es lo que molesta realmente a los emporios disqueros, temen que sus ventas se vean reducidas.

⁷⁴ Formato desarrollado por la Sony, es un medio óptico de almacenamiento de audio digitalizado que es físicamente más pequeño que un *CD* normal, pero con la misma capacidad de almacenamiento, pero con la particularidad de que en éste medio se puede regrabar un promedio de más de 1000 veces, sin perder la calidad del audio almacenado. No ha tenido mucha difusión y acogida.

A continuación se expone dos interrogantes usuales con sus respectivas respuestas vistas desde el punto de vista personal:

¿Por qué no es igual que piratear CDs?

Piratear CDs es completamente diferente. Ya que la gente que piratea CDs (contra lo que se estoy en desacuerdo porque perjudican al artista en grandes sumas de dinero), lo hace por lucrar, sin pagar un centavo, acumula dinero a costa de las producciones originales que no se llegan a vender. Con MP3, el fin no es lucrar. Muy a menudo, una persona convierte su colección completa de CDs a MP3, solamente por la conveniencia de poder acceder instantáneamente a cualquiera de sus canciones sin cambiar CDs. No para venderlos, en definitiva, fomentar MP3 no es fomentar la piratería.

¿Por qué tanta presión para que desaparezca MP3?

Como siempre, todo se reduce al *dinero*. Una vez más, la presión ejercida para ilegalizar los MP3 viene del lado de las personas interesadas en lucrar. Las disqueras y asociaciones de artistas reclaman porque dicen que potencialmente, éstos artistas podrían perder mucho dinero. Por supuesto, como no podría ser de otra manera, las disqueras se callan lo más importante, pretendiendo que nuestra ignorancia nos permita creer lo que ellas dicen. Porque nadie puede negar que en la mayoría de los casos, el artista al firmar con una disquera, está en efecto *renunciando irrevocablemente a su obra de por vida*, regalándosela a la disquera para que ella vea si la promociona o no y solamente recibirá aproximadamente 80 centavos de dólar por cada CD (que los venden aproximadamente por 10-15 dólares americanos). Con MP3, las disqueras tradicionales perderían la *oportunidad de explotar al artista*, porque ofrece una posibilidad de distribución comercial que supera sus capacidades, ésta es la verdadera situación inmoral. Un ejemplo clarísimo es el que Alanis Morissette, ya firmó con MP3.com un contrato y está ofreciendo archivos MP3 de su música en ese portal.

El daño que pueda hacer los MP3, por la gente que los copie no es lo que les molesta (este daño es mínimo). El potencial mucho más grande es que las disqueras MP3 tomen más fuerza. Una disquera MP3 es una firma de

grabaciones que ofrece mayores ventajas, distribución de las canciones de los artistas firmantes en *MP3* y les da mayor porcentaje de las ventas de *CDs* (por ejemplo, MP3.com le da al artista 50% de la venta de *CDs*). También se planifica establecer un mecanismo según el cual se venderán las canciones a través de Internet y se cargará a la tarjeta de crédito del comprador unos cuantos centavos de dólar. Otro ejemplo es el grupo *Duran Duran*, distribuyó y promocionó hace poco tiempo un single en *MP3* en disquetes.

Éste es el verdadero motivo por el que las disqueras grandes (*EPIC*, *Sony*, *Universal* y muchas otras) quieren aplastar el movimiento *MP3*. Pero creo que no podrán, ya que cientos de millones de fans de la música están unidos, DJs, dueños de bares, estaciones de radio y la masa de fanáticos que han puesto la computadora al servicio de la diversión. Y que están dispuestos a que no se explote al artista, se les engañe y mienta en la cara.

2.9.2 ALIÁNDOSE CONTRA LA PIRATERÍA

“Desde Enero de 1999, las grandes casas disqueras se han reunido para desarrollar un sistema de distribución de música en Internet para combatir lo que ellas ven como piratería.”

Jaron Lanier, un pionero de la realidad virtual y un músico, ve las cosas de un punto de vista diferente. El está desarrollando lo que el considera un plan más lógico para la economía digital emergente y aquí está plasmado un extracto de su manifiesto, *“La piratería es tu amigo”*.

La piratería es un asunto ficticio que las disqueras se han inventado para robarle a los artistas. La piratería siempre ha existido, esa es la razón por la que en todo almacén de electrónica hay una montaña de cassettes y *CDs* en blanco.

Cuando alguien decide comprar la música de un artista en lugar de copiarla, lo está haciendo por una variedad de razones. Tal vez por ética, tal vez

le guste la conveniencia de no tener que experimentar con la inseguridad de copiar algo, o tal vez es la forma de expresar su apoyo hacia el artista.

Si la música no estuviera disponible gratuitamente en alguna forma, nadie podría haber tenido la oportunidad de escucharla para decidir si comprarla o no. La vieja forma de música "gratis" era la radio y el audio del canal musical *MTV* (que por cierto siempre fue grabada en cassettes por los piratas). Pero eventualmente Internet englobará todo, seguirá habiendo *TV* y *Radio*, pero se implementarán digitalmente. Cuando esto esté generalizado, la idea de no ofrecer música gratuitamente será exactamente la misma cosa que no promover tu música de ninguna forma.

Aunque se ponga más seguridades, siempre existirá alguien que las vulnere, ningún sistema es infalible. En realidad, mientras más fácil sea copiar música, menos será la piratería una amenaza. Cuando la piratería se vuelve más sencilla, es menos lo que los piratas profesionales pueden ofrecer. Los únicos piratas que quedarán son los fans. Y habrá muchas formas de hacer dinero a partir de los fanáticos de este género.

La *RIAA* está proponiendo leyes y tecnologías de seguridad, que no tiene absolutamente nada que ver con la prevención de la piratería. Lo están haciendo con el fin de controlar los nuevos canales digitales musicales, para evitar que cualquier persona o empresa, se apodere del mercado y comparta su poderío.

Pienso que se puede hacer "más dinero" en la nueva era de la música digital "gratuita". Pero solamente si se logra romper el control mental y económico de las grandes casas discográficas.

CAPÍTULO III

3 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se expone la construcción de un prototipo de un Reproductor Portable de archivos en formato *MP3*, con elementos nuevos o usados accesibles de encontrar en el medio. Su fundamento es conseguir un aparato portable que aproveche la interacción del hardware y software de un *PC* convencional orientado a realizar tareas específicas que en conjunto dan como resultado la reproducción de archivos de audio digital de varios formatos comunes soportados por el reproductor, especialmente el conocido formato *MP3*. Para ello se ha reunido algunas de las características más importantes de los reproductores disponibles en el mercado. Cabe aclarar que se trata de la construcción de un prototipo, fue concebido y realizado con fines didácticos así como también de esparcimiento, más no con fines comerciales.

En este trabajo se da una idea general de su diseño y construcción, puede existir varias ideas que hagan del reproductor más versátil y que mejoren el alcance presentado. Queda a libertad del lector el empleo e implementación de las instrucciones y aplicaciones detalladas aquí.

Para empezar con la implementación el lector debe trazar los objetivos a satisfacer y el alcance que tendrá dicho prototipo.

Para mayor comprensión y facilidad del diseño y ensamblaje del reproductor se lo ha dividido por *módulos*, cada uno de los cuales aporta al fin trazado.

En general el reproductor tiene 3 etapas para su implementación, y estas son:

- Búsqueda y elección del hardware a utilizar.
- Acondicionamiento y adaptación del hardware al uso dado.
- Configuración y puesta en funcionamiento del reproductor

Se recomienda que para su implementación se tenga conocimiento de las bases del ensamblaje y configuración de un *PC* genérico.

3.2 ELECCIÓN DEL HARDWARE

El reproductor está basado en principios y aplicaciones de un *PC* doméstico, consiguiendo facilidad en el ensamblaje y configuración.

En la actualidad el mercado del hardware de *PCs* ensamblados (comúnmente llamados *clones*) ha evolucionado muy ampliamente, consiguiendo sofisticadas y novedosas aplicaciones a precios muy accesibles, es decir que podemos conseguir automatizar muchos procesos de una forma económica y sencilla, un ejemplo de ello es este reproductor.

Cabe aclarar que para la construcción de este reproductor puede existir muchas ideas nuevas de cómo reemplazar o mejorar algunas funciones que se han considerado, por otras que se las podría conseguir con otro tipo de componentes mucho más poderosos y sobre todo más pequeños que es lo que se busca en la actualidad, con menor costo y facilidad de conseguirlos.

El diseño del reproductor se inició, recogiendo propiedades y funciones de reproductores existentes en el mercado, la gran mayoría de éstos no se los comercializa directamente en nuestro país, entonces se tuvo que buscar a través del Internet. Éstas funciones han sido limitadas en su gran mayoría por el costo de los componentes necesarios y la dificultad para conseguirlos. En este prototipo se ha reunido las funciones más sobresalientes que se podía obtener con el hardware conseguido, en su gran mayoría con componentes conseguidos en el país.

Un punto importante es citar que los componentes utilizados no son específicamente diseñados y contruidos para una aplicación en particular, en este caso no sirven exclusivamente para reproducir archivos en formato *MP3*, que

es el objetivo central de este trabajo, sino que pueden servir para aplicaciones de un *PC* y equipos electrónicos en general.

El funcionamiento del reproductor está compuesto de la interacción de varios módulos que con sus características propias han aportado para el fin común que es reproducir la mayoría de los formatos de audio digitalizado que tenemos en la actualidad, pudiendo surgir nuevos formatos para los cuales se deberá reconfigurar o simplemente agregar algún otro hardware para el efecto.

Los componentes escogidos son los siguientes:

- ***Tarjeta Madre (Motherboard)***

PCPartner - 6MPPS7VIAVP947 PC 100SV

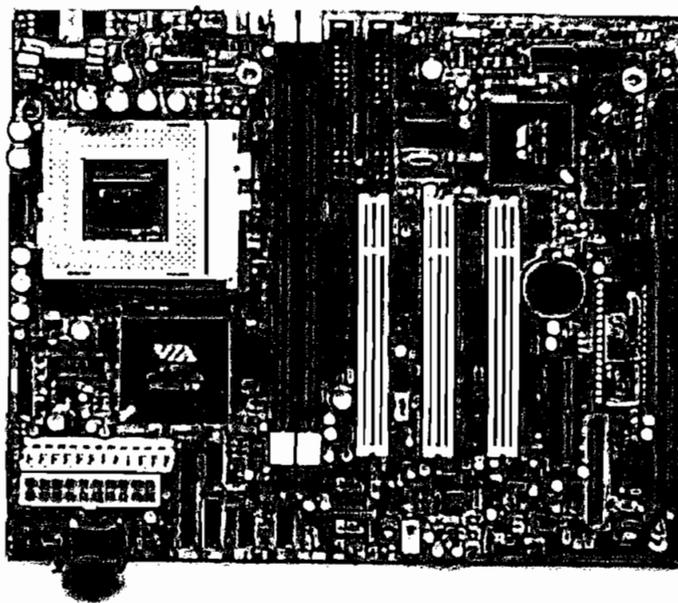


Figura 3.1: Motherboard

- **Procesador**

AMD - K6-2 / 500 MHz.

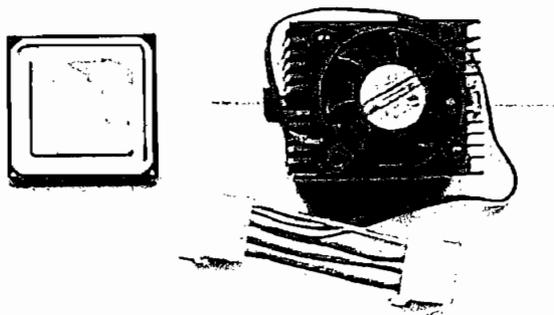


Figura 3.2: Procesador

- **Memoria RAM**

DIMM de 64 MB

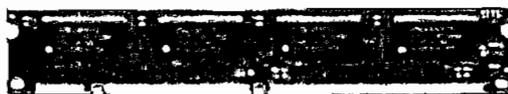


Figura 3.3: DIMM de MemoriaRAM

- **Disco Duro (Hard Disc)**

Toshiba - IDE – Laptop de 15 GB



Figura 3.4: Disco Duro

- **Tarjeta de Red (NIC)**

Extrem LAN - Fast Ethernet 10/100B-T SIS 900 y es de tipo PCI



Figura 3.5: Tarjeta de Red

- **Pantalla de Cristal Líquido (LCD)**

Hitachi - DMC-20481NY-LY-AGE - LCD 20x4 Supertwist Hi Cont/Bklt
(ver construcción en la sección 3.3)

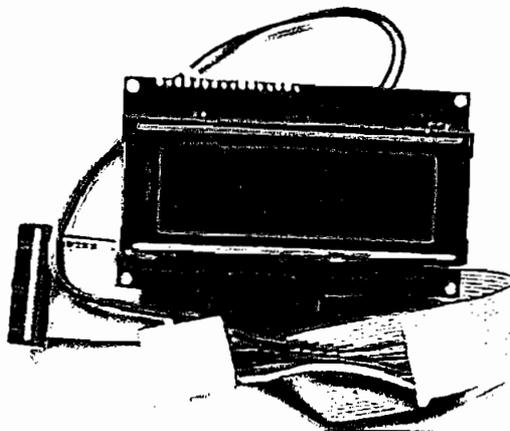


Figura 3.6: Display de LCD

- **Receptor de Infrarrojos serial**

Viene junto con el Control remoto *Packard Bell* o (ver construcción de receptor alternativo, ver en este capítulo la sección 3.3)

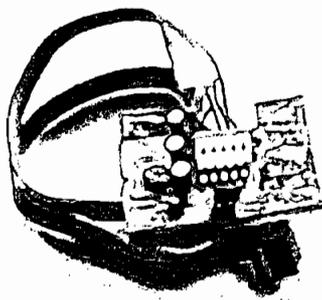


Figura 3.7: Receptor de Infrarrojos

- **Fuente de Poder**

IBM - FRU-P/N 19K3585

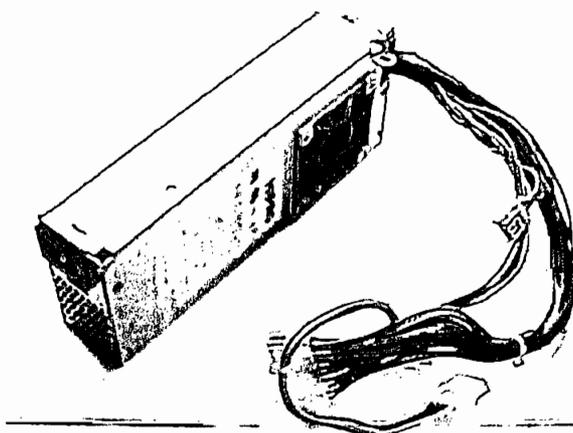


Figura 3.8: Fuente de Poder

- **Control Remoto**

Packard Bell - FastMedia Remote

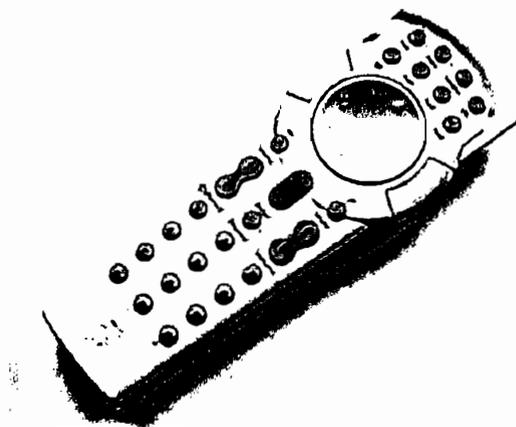


Figura 3.9: Control remoto

- ***Cable plano***

Cualquier marca disponible.

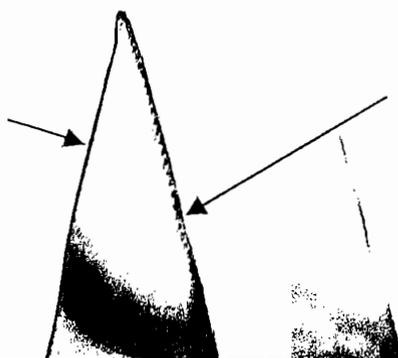


Figura 3.10: Cable plano

- ***Cable UTP de 8 hilos***

Cualquier marca disponible.

- ***Conectores de cables Planos y RJ45***

Cualquier marca disponible.

- **Mini Transmisor de FM Estéreo (opcional)**

Jameco - FMST100

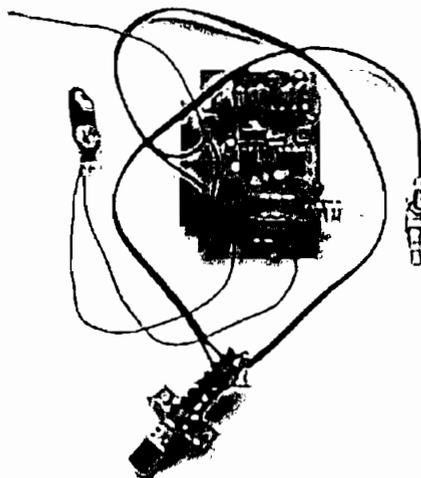


Figura 3.11: Mini Transmisor de FM

- **Unidad de disco 3 ½**

Interno de PC, cualquier marca.



Figura 3.12: Unidad 3½

- **CD-ROM (opcional)**

Interno de PC, cualquier marca.

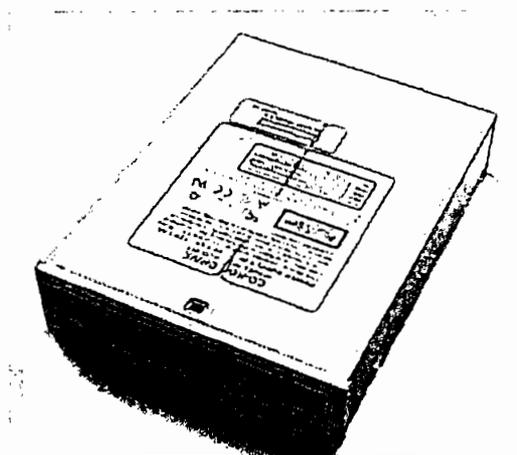


Figura 3.13: Unidad de CD-ROM

- **Parlantes Externos**

Estéreo de PC o del tipo 4.1 Surround ⁷⁵

3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS

3.3.1 TARJETA MADRE (*MOTHERBOARD*):

PCPartner - 6MPPS7VIAVP947 PC 100SV. Esta tarjeta madre está basada en un juego de circuitos integrados de *VIA @ Apollo MVP4*. Entre las características más sobresalientes tiene un acelerador de gráficos (*AGP*) versión 2.0, un *PCI* bus master *IDE*, *PCI* de acuerdo a versión 2.2, circuito integrado de *Códec* de sonido *AC 97*. Está proveído de ranuras de memoria *RAM DIMM*, así como también de una Memoria Caché en la línea de procesos de la tarjeta madre que mejora aun más su rendimiento.

A continuación se indica más en detalle las características técnicas:

⁷⁵ Parlantes de sonido Envolvente generalmente son 4.1 (análogo) o 5.1(digital).

Procesador:

- Zip Socket 7
- Soporta procesadores *INTEL Pentium* con tecnología *MMX* que usan socket 7.
- Soporta procesadores *Pentium* que operan desde 100 *MHz.* a 233 *MHz.*
- Soporta procesadores *Cyrix / IBM: 6x86 / 6x86L / 6x86MX / M -II.*
- Soporta procesadores *AMD: K5 / K6 / K6-2 / K6-III.*
- Soporta procesadores *IDT: Winchip C6.*

Organización de Memoria:

- Soporta memoria *EDO DRAM* de 50 y 60 *ns.* de velocidad.
- Capacidad de memoria superior a 256 *MB.*
- Soporta *DIMMs* de memoria de una densidad de 1, 2, 4, 8 y 16 *MB.*
- Soporta *DIMMs* de doble densidad de 2, 4, 8, 16 y 32 *MB.*

Entradas y Salidas Integradas:

- Dos puertos rápidos *PCI - IDE* que soportan hasta cuatro dispositivos *ATA* (incluye unidades de: Discos Duros *IDE*, *CD-ROM's*, *ZIP's* y *LS-120*).
- Soporta un bus master *IDE*, en modo 4 *PIO* (sobre los 16*MB/segundo*), Ultra *DMA33* (sobre los 33*MB/segundo*), Ultra *DMA66* (sobre los 66*MB/segundo*) de transferencia de datos.
- Un puerto paralelo *ECP/EPP.*
- Dos puertos seriales 16550-compatible *UART.*
- Un puerto de disco flexible que soporta dos unidades de disquete de capacidades de: 360*KB*, 720*KB*, 1.2*MB*, 1.44*MB* o 2.88*MB.*
- Cuatro puertos *USB.*
- Un puerto de teclado *AT* estándar.
- Un puerto de mouse *PS/2.*
- Soporta un puerto de infrarrojos (*IrDA*).

Controlador de Audio Digital AC97:

- Dos canales full - dúplex de sonido directo entre la memoria del sistema y el enlace AC97.
- Interfaz estándar del Códec AC97 para sistemas multimedia.
- Completo soporte de manejadores para *Windows 95/98*.
- Entrada de micrófono polarizado "*mic*".
- Entrada estéreo de audio "*line in*".
- Salida estéreo de audio "*line out*".
- Puerto de juegos y un puerto de una interfaz *MIDI*.

*BIOS*⁷⁶ del Sistema:

- Tiene 2MB de memoria flash *BIOS*, que soporta "*Plug and Play*", *APM*, *ACPI* y *Windows 9X*.
- Auto detección y soporte de discos duros *LBA* con formato y capacidad sobre los 8.4 GB.
- Fácil actualización del usuario final.

Plug and Play:

- Soporta especificación *Plug and Play 1.0a*.
- *Plug and Play* para *Windows 9X*.
- Completo acceso a las interrupciones *PCI*.

Administración de poder:

- Soporta *SMM*, *APM* y *ACPI*.
- Capacidad de suspender y reanudar la operación del sistema.
- Cumple con la norma *Energy Star "Green PC"*.
- Soporta encendido remoto en una red de área local.

Ranuras de Expansión:

- 3 ranuras bus master *PCI* (cumple rev. 2.2).

⁷⁶ Sistema Básico de Entrada-Salida. (*Basic Input-Output System*) Programa incorporado en un chip de la placa base que se encarga de realizar las funciones básicas de manejo y configuración de la computadora.

- 1 ranura ISA.
- 1 ranura AMR.

3.3.2 PROCESADOR:

AMD - K6-2 / 500 MHz.

- Bus frontal de datos de 100 MHz.
- Voltaje de trabajo 2.2V.
- Instrucciones *3DNOW* , para mayor rendimiento en aplicaciones de multimedia y de juegos.

3.3.3 MEMORIA SDRAM:

DIMM de 64 MB

- 168 pines⁷⁷
- Bus de datos de 100 MHz. (PC-100)

3.3.4 DISCO DURO (HARD DISC):

Toshiba – IDE - Laptop de 15 GB

- 5400 revoluciones por minuto.
- Ultra ATA 100.

3.3.5 TARJETA DE RED (NIC):

Extrem LAN - Fast Ethernet 10/100B-T

- Tarjeta PCI
- Característica de *autosensing*, permite cambiar de velocidad de 10/100 Mbps.
- Transmisión *full-dúplex*.

⁷⁷ *Pin* es un contacto metálico que al presionarse con otro del mismo tipo permiten el paso de señales de voltaje, llamados niveles de voltaje que en el caso digital pueden ser *TTL* o *CMOS*.

3.3.6 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD):

Hitachi - DMC-20481NY-LY-AGE

- Caracteres visibles: 20 columnas por 4 filas.
- Alta luminosidad.
- Alto contraste variable.
- Led interno que provee luz posterior.

3.3.7 RECEPTOR DE INFRARROJOS SERIAL

Packard Bell - FastMedia Remote

Capta señales del Control remoto *Packard Bell* o cualquier dispositivo de control remoto universal o específico, de algún equipo de audio y video (ver capítulo IV).

3.3.8 CONTROL REMOTO:

Packard Bell - FastMedia Remote

- Receptor conectado al puerto serial.
- Transmisor alimentado por dos baterías "AA"

3.3.9 FUENTE DE PODER:

IBM - FRU-P/N 19K3585

- Entrada de voltaje alterno: 100 - 127V / 3A; 200 - 240V / 1.5A.
- Salidas de voltaje continuo: +5V / 11A; +3.3V / 6A; +5VSB / 3A; +12V / 1.5A; -12V / 0.2A.
- Máxima potencia de consumo: 95 vatios.

3.3.10 MINI TRANSMISOR DE FM ESTÉREO:

Jameco - FMST100

- Entrada y salida estéreo.

- Sintonizable desde los 76 – 108 *MHz*.
- Alcance de 200 pies a la redonda.
- Suministro de voltaje de entrada de 9V. *DC*.

3.3.11 UNIDAD DE DISCO 3½:

Mitsumi

- Soporta discos flexibles de 360KB, 720KB, 1.2MB y 1,44MB. De doble y alta densidad.

3.3.12 UNIDAD DE CD-ROM:

Samsung

- Interfaz *IDE*
- Velocidad 52X
- Salida de Audio Estéreo Analógica y Digital

3.3.13 PARLANTES EXTERNOS

- Señal de entrada de audio "*line in*".
- Amplificador incorporado, para aumentar la potencia de salida del audio recibido.

3.3.14 CABLES PLANOS

- Dos cables de 40 hilos, para conectar los dispositivos *IDE*.
- Un cable de 25 hilos, para conectar el *display LCD*.
- Un cable de 9 hilos, para conectar el receptor de infrarrojos.

3.3.15 COMPONENTES ELECTRÓNICOS

- 1 potenciómetro de 100 *Ohmios* de ¼ de vatio (receptor IR opcional)
- 1 potenciómetro de 1 *Kohmios* de ¼ de vatio (receptor IR opcional)

- 1 resistencia de 4.7 *Kohmios* de ¼ de vatio (receptor IR opcional)
- 1 resistencia de 10 *Kohmios* de ¼ de vatio (receptor IR opcional)
- 1 capacitor de 10 *uF.* (receptor IR opcional)
- 1 diodo (1N914) (receptor IR opcional)
- 1 detector de infrarrojos (RS Part Number: 276-137A) (receptor IR opcional)
- 1 Caja protectora de conector *DB25* (receptor IR opcional)
- 1 placa perforada pequeña para circuito electrónico
- 2 cables planos de 40 hilos *IDE* para disco duro
- 30 *cm.* de cable plano de 26 pines
- 30 *cm.* de cable plano de 10 pines
- 1 conector plástico de 26 pines tipo *IDE*
- 1 conector plástico de 10 pines tipo *IDE*
- 2 conectores macho *RJ45*
- 1 Pulsador de simple
- Cautín, Malla chupa-suelda y Suelda.

3.4 ENSAMBLAJE Y CONSTRUCCIÓN

Tomando en cuenta que el aparato portable está compuesto de varios módulos y que su posición o distribución dependerá del usuario o del tipo de componente que se pueda conseguir en el mercado, así como también se puede tener otra distribución y mejoras de las características del equipo. Las figuras corresponden al diseño que se implementa en este trabajo.

3.4.1 LA CARCASA

La carcasa se la puede realizar de latón, el tamaño y diseño dependerá del tipo de componentes que se tenga, se deberá realizar las perforaciones para colocar los conectores de las diferentes entradas y salidas que tendrá el reproductor, en este caso se la ha construido de la siguiente forma:

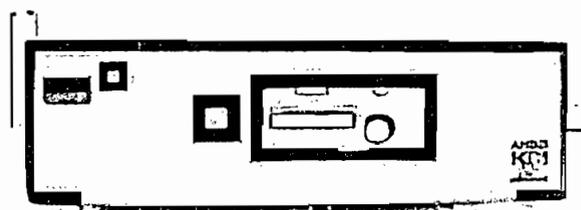


Figura 3.14: Vista Frontal de la Carcasa

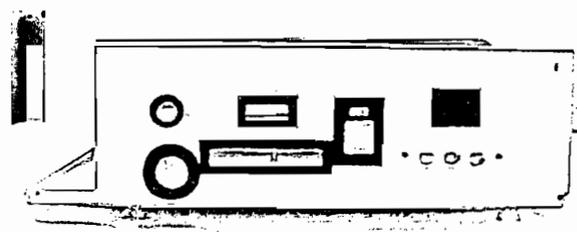


Figura 3.15: Vista Posterior de la Carcasa

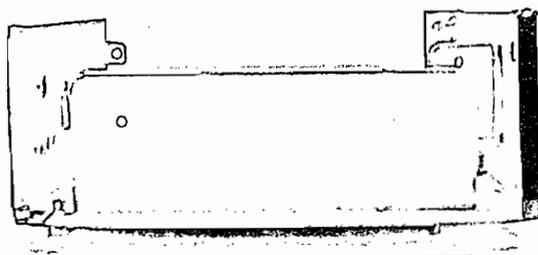


Figura 3.16: Vista Lateral Derecha de la Carcasa

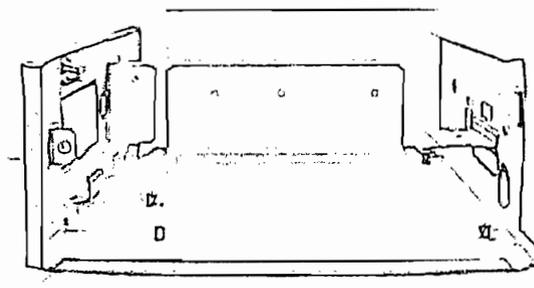


Figura 3.17: Vista Lateral Izquierda de la Carcasa

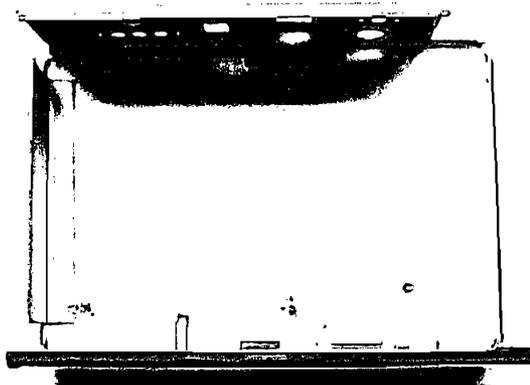


Figura 3.18: Vista Superior de la Carcasa

3.4.2 MÓDULO PRINCIPAL

En la tarjeta madre (*motherboard*) se coloca el procesador y la paleta de memoria *RAM*, en sus respectivas ranuras. Como indica en las figuras:

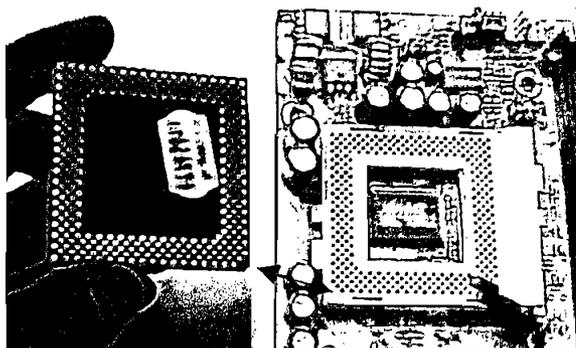


Figura 3.19: Instalación del procesador

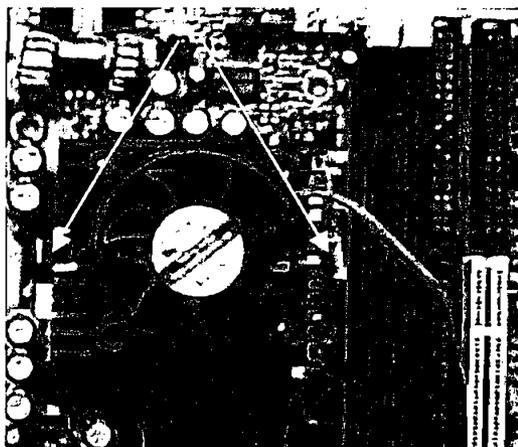


Figura 3.20: Instalación del disipador

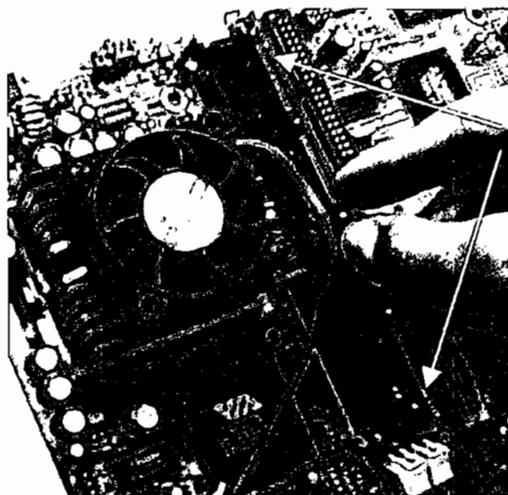


Figura 3.21: Instalación del Dimm de memoria

Se borra la *CMOS*⁷⁸ colocando el *jumper*⁷⁹ en la posición que indica en el manual de la tarjeta madre, luego se deberá colocarlo en la posición de encendido del mismo, cabe aclarar que con esto se tendrá que volver a igualar la fecha y hora del sistema.

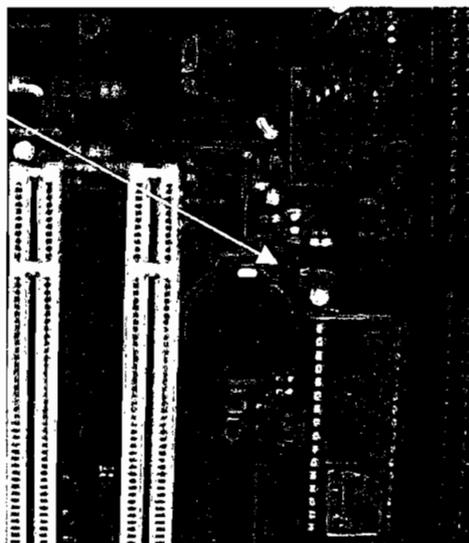


Figura 3.22: Ubicación del Jumper de reset del CMOS

Además se debe revisar si no hay necesidad de configurar la posición de otros *jumpers* que se pueden necesitar dependiendo del tipo de procesador, el voltaje de trabajo, la velocidad del bus de datos, el tipo de memoria que se está

⁷⁸ Memoria del tipo RAM en donde se guarda la configuración del *BIOS* que son un conjunto de instrucciones básicas de funcionamiento y características del hardware que soporta la tarjeta madre.

⁷⁹ Es un puente de conexión que tiene el estado de cerrado o abierto.

utilizando, así como también que la tarjeta de sonido esté habilitada ya que en este caso la tiene interna, esto como aspectos principales.

Antes de colocar la tarjeta madre en la carcasa, coloque topes internos para elevarla y aislarla del fondo de la carcasa construida.

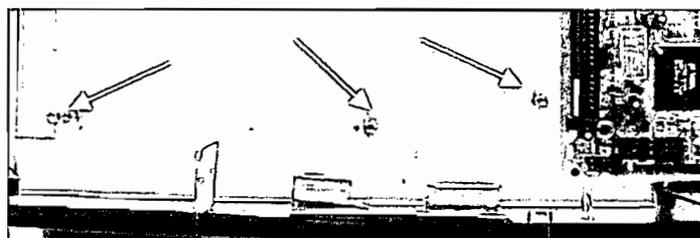


Figura 3.23: Colocación de los soportes del motherboard

3.4.3 MÓDULO DE COMUNICACIÓN CON EL PC

Se coloca la tarjeta de red, en una de las ranuras disponibles, puede ser del tipo *PCI*⁸⁰ o *ISA*⁸¹, en nuestro caso es *PCI* que es una tecnología más actual que la otra. Como indica en la figura:



Figura 3.24: Instalación de la tarjeta de red

³ "Peripheral Component Interconnect" Esta arquitectura se ha convertido en el método más comúnmente utilizado desde los procesadores Intel Pentium, para extender los PC's con adaptadores adicionales en las ranuras de expansión colocadas en la tarjeta madre. Desarrollada por Intel.

⁸¹ "Industry Standard Architecture" Esta arquitectura fue utilizada en equipos hasta la generación del Intel Pentium, para luego dar paso a la arquitectura PCI, de mejores características.

El *Cable Cruzado* o *Crossover*, que se utilizará para la comunicación con el *PC*, es un cable de 8 hilos categoría 5 con conectores *RJ45* en sus extremos y éste deberá construirse de la siguiente forma: conexión punto a punto (pin 4 con el 4, pin 5 con el 5, pin 7 con el 7 y pin 8 con el 8), además el pin 1 que deberá ir con el 3 y el pin de 2 con el 6 respectivamente de ambos extremos.

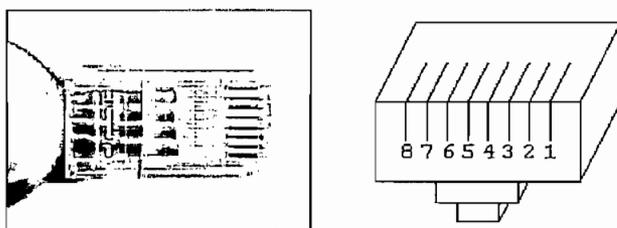


Figura 3.25: Terminal *RJ45* del cable cruzado

Pines de los conectores *RJ45* que se deben conectar para construir el cable cruzado.

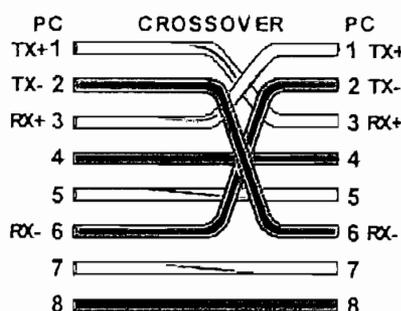


Figura 3.26: Conexión entre los terminales *RJ45* del cable cruzado

3.4.4 MÓDULO DE VISUALIZACIÓN

La pantalla de cristal líquido o *LCD*, constituye el dispositivo de visualización, el cual será colocado en la parte frontal del aparato. Su construcción se detalla a continuación, se utilizará parte de los elementos antes mencionados y éstos son:

- 1 cable plano de 26 hilos,
- 1 conector plástico de 26 pines tipo *IDE*.
- 1 potenciómetro de $\frac{1}{4}$ vatio de 100 ohmios
- 1 potenciómetro de $\frac{1}{4}$ vatio de 1 Komhios
- 1 placa perforada pequeña de circuito electrónico
- Cautín, Malla chupa-suelda y Suelda

La pantalla *Optrex 20x4 Backlight* viene con el contraste y la luz posterior (*backlight*) pre-fijos, aunque pueden ajustarse de acuerdo a la necesidades, mediante los potenciómetros del diagrama.

Los pines de la pantalla se detalla a continuación:

- E - Habilitación
- DB0-7 – *bits* de datos 0 a 7
- RW – Lectura / Escritura
- RS – Selección Registro

Suelde los pines del *LCD* con el cable plano y las resistencias, como se indica en el siguiente diagrama, ver diagrama 3.1:

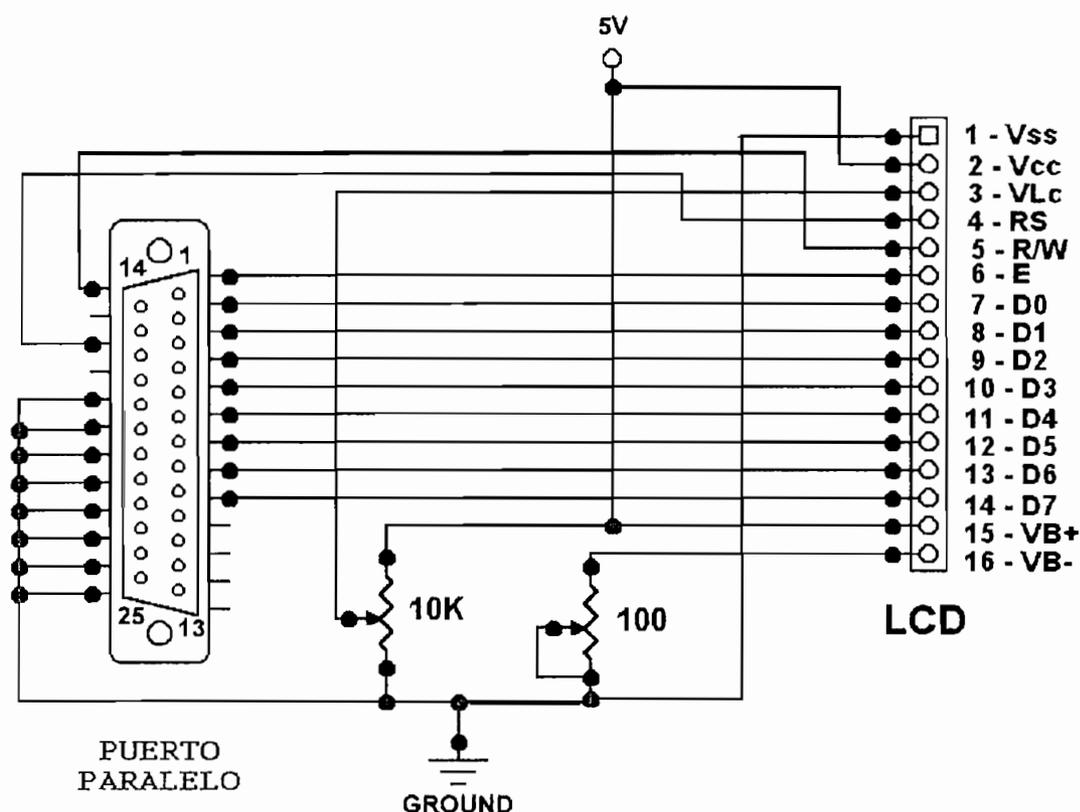


Figura 3.27: Conexión de los pines de la pantalla de LCD (20x4) con el puerto Paralelo

Nota: Cada LCD puede tener un esquema de distribución de pines diferente, para cerciorarse consulte la hoja de los datos antes de hacer cualquier conexión. El cable plano deberá conectarse al conector de 26 pines plástico tipo *IDE*.

Descripción de las líneas (pines) non-data/control:

- 1 - (Vss) Tierra
- 2 - (Vcc) Fuente de poder (+5 volts) (Vdd en manual de Seiko)
- 3 - (VLc) Voltaje del LCD
- 15 - (VB+) LED Power (Ánodo) (+5 volts) (Va en manual de Seiko)
- 16 - (VB-) LED Power (Cátodo) (Vc en manual de Seiko)

Conexión del Puerto paralelo a una pantalla 40x4:

DB25	LCD	***	DB25	LCD
1	E		14	R/W
2	DB0		15	NC
3	DB1		16	RS
4	DB2		17*	E2
5	DB3		18	GND
6	DB4		19	GND
7	DB5		20	GND
8	DB6		21	GND
9	DB7		22	GND
10	+5V		23	GND
11	+5V		24	GND
12	GND		25	GND
13	GND			

* *Nota:* solamente los LCD de 40x4 tienen una segunda línea de habilitación (E2). Para los LCD que no tengan esta línea no se conectará el pin 17.

La pantalla de LCD deberá ir en la parte frontal del reproductor y se le sujetará de la manera más adecuada para que no exista contacto alguno de su placa posterior con la carcasa. Su colocación se visualiza en las siguientes figuras:

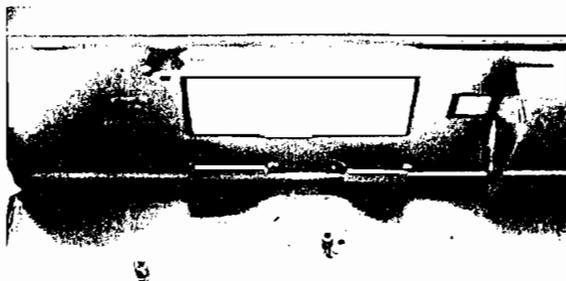


Figura 3.28: Ubicación del Display LCD

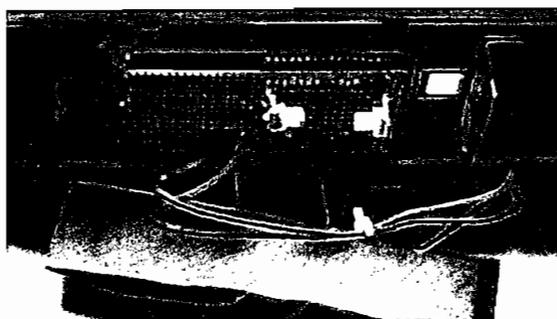


Figura 3.29: Instalación del Display LCD

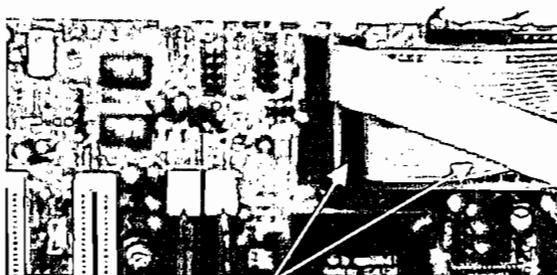


Figura 3.30: Conexión del cable plano al puerto paralelo del motherboard

3.4.5 MÓDULO DE RECEPCIÓN DE INFRARROJOS

El receptor de señales infrarrojas se conecta al Puerto Serial y éste puede ser de dos tipos:

a). El receptor del control remoto *Fast Media* de *Packard Bell*, que viene en conjunto con éste.

En donde los pines del *DB9* son los siguientes:

<i>Pin</i>	<i>Abrev. de la Señal</i>	<i>Posición</i>	<i>Color del Cable</i>
1	DCD	1	Azul
2	RD	-	NC
3	TD	2	Naranja
4	DTR	5	Verde
5	SGND	3	Blanco y malla
6	DSR	4	Café
7	RTS	4	Café
8	CTS	-	NC
9	RI	-	NC

b). El receptor construido puede ser en base al siguiente diseño, el cual se escogió por la facilidad de conseguir los dispositivos que lo componen. Este receptor trabajará con el software *WinLIRC* y necesitará instalar los *drivers* de dicho control (ver archivo de configuración disponible), todo este software se lo puede encontrar en el *CD-ROM* adjunto a este trabajo.

Se utiliza parte de los elementos mencionados anteriormente:

<i>Descripción</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>No. de Parte Radio Shack</i>
1 Módulo detector de IR	I1	276-137 ^a
1 Diodo 1N914	D1	276-1620
1 Capacitor electrolítico de 10 uF.	C1	-
1 Resistencia de 4.7 Kohmios	R1	-
1 Resistencia de 10 Kohmios	R2	-
1 Conector de 10 pines tipo IDE	-	-
1 Caja plástica protectora para conector DB25	-	-
1 Cable plano de 10 hilos	-	-
1 Placa perforada de proyecto	-	-

Esquema de soldadura de componentes, ver figura 3.30:

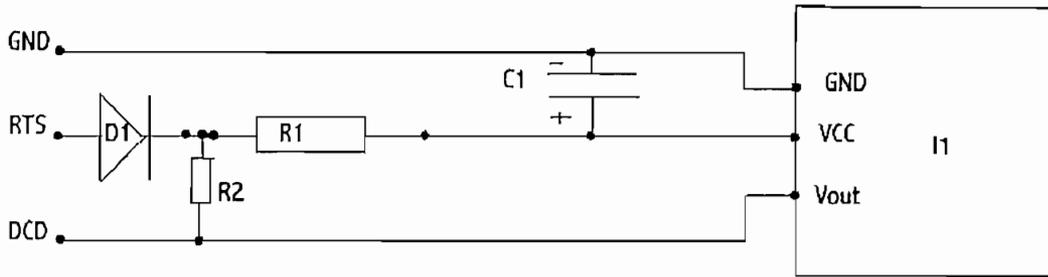


Figura 3.31: Diagrama de conexión del receptor de infrarrojos opcional

La carcasa del receptor es una caja plástica del conector DB25. Y tiene la distribución que se indica en la figura 3.31:

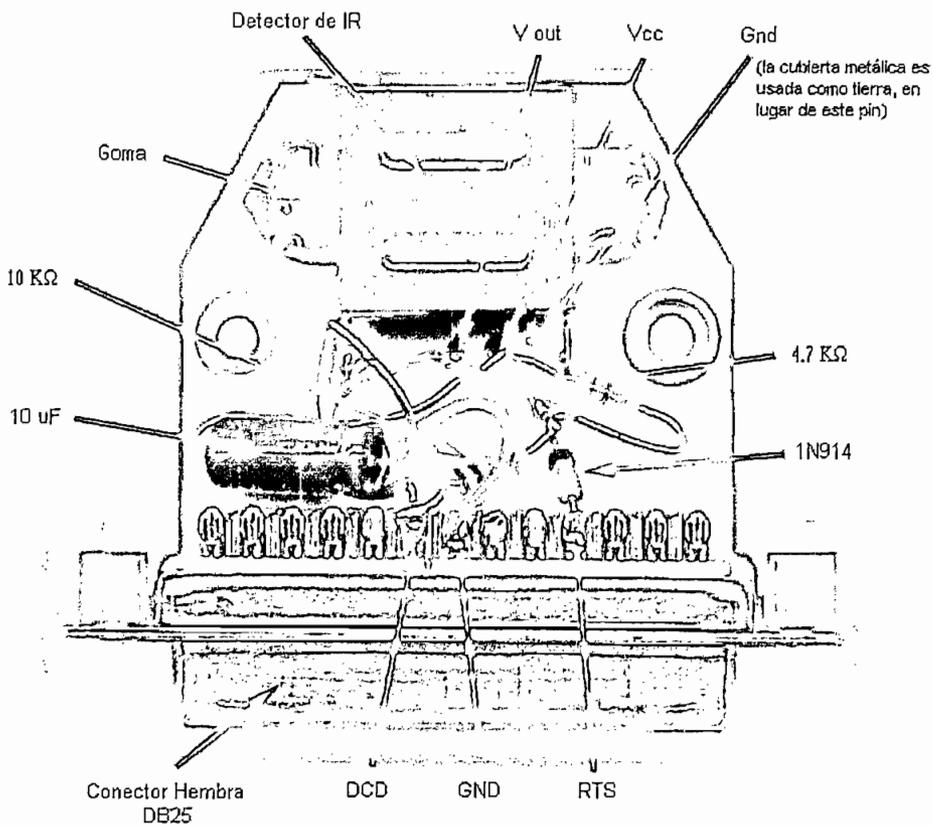


Figura 3.32: Diagrama de conexión del Receptor de IR opcional

Nota: El receptor puede conectarse al conector DB25 hembra para conectarlo directamente al puerto serial de 25 pines por la parte externa del PC, pero como

las líneas que se usan son solo 3, bastará con conectarlas respectivamente al cable plano de 10 hilos el cual ya tiene el respectivo conector de 10 pines para conectarlo directamente a la entrada del puerto serial de preferencia al COM1 de la tarjeta madre es decir en forma interna.

Se debe tomar en cuenta que la distribución de pines es diferente para el *DB25* como para el *DB9*, a continuación se indica las configuraciones respectivas de los dos tipos de conectores:

- *RS232C (DB25)*

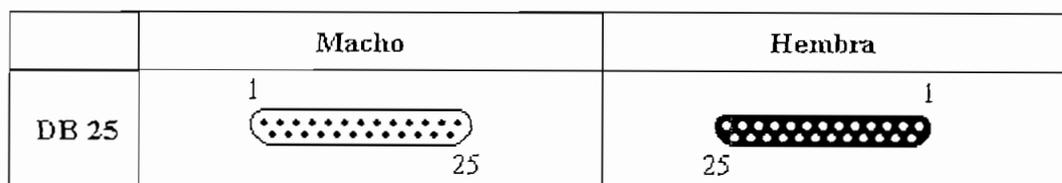


Figura 3.33: Conector DB25 macho y hembra

Pin	Signal	Abbr.	DTE	DCE
1	Shield/Protective Ground	-	-	
2	Transmitted Data	TD	Out	In
3	Received Data	RD	In	Out
4	Request To Send	RTS	Out	In
5	Clear To Send	CTS	In	Out
6	Data Set Ready	DSR	In	Out
7	Signal Ground/Common Return	SGND	-	-
8	Received Line Signal Detector	DCD	In	Out
9	Test Voltage +Vdc	+V	In	Out
10	Test Voltage -Vdc	-V	In	Out
11	Unassigned			
12	Secondary DCD	SDCD	In	Out
13	Secondary CTS	SCTS	In	Out
14	Secondary TD	STD	Out	In

15	Transmitted Sig. Element Timing		In	Out
16	Secondary RD	SRD	In	Out
17	Received Signal Element Timing		In	Out
18	Local Loopback	LL	Out	In
19	Secondary RTS	SRTS	Out	In
20	Data Terminal Ready	DTR	Out	In
21	Remote LL/Sig. Quality Detect.	RL/SQ	Out/In	In/Out
22	Ring Indicator	RI	In Out	
23	Data Signal Rate Selector	CH/CI	Out/In	In/Out
24	Transmit Signal Element Timing		Out	In
25	Test Mode		In	Out

- EIA/TIA 574 ó RS232 (DB9)

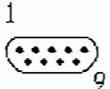
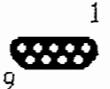
	Macho	Hembra
DB 9		

Figura 3.34: Conector DB9 macho y hembra

Pin	Signal	Abbr.	DTE	DCE
1	Data Carrier Detect	DCD	In	Out
2	Received Data	RD	In	Out
3	Transmitted Data	TD	Out	In
4	Data Terminal Ready	DTR	Out	In
5	Signal Ground	SGND	-	-
6	Data Set Ready	DSR	In	Out
7	Request To Send	RTS	Out	In
8	Clear To Send	CTS	In	Out
9	Ring Indicator	RI	In	Out

- Conexión de Conectores

DB9	<->	DB25
1	---	8
2	---	3
3	----	2
4	---	20
5	----	7
6	----	6
7	---	4
8	---	5
9	----	22

Nota: Ésta conexión puede realizarse tanto con conectores machos o hembras en los dos extremos.



Figura 3.35: Instalación del receptor de infrarrojos

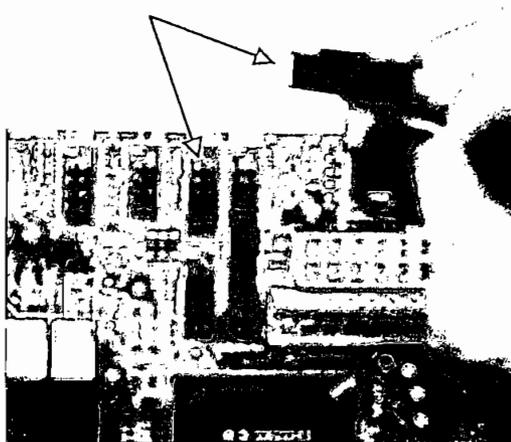


Figura 3.36: Conexión del cable plano al puerto serial COM1 del motherboard

3.4.6 MÓDULO DE ALMACENAMIENTO

Se coloca el disco duro con su respectivo cable plano, así como también su conector de alimentación. Como indica en la figura:

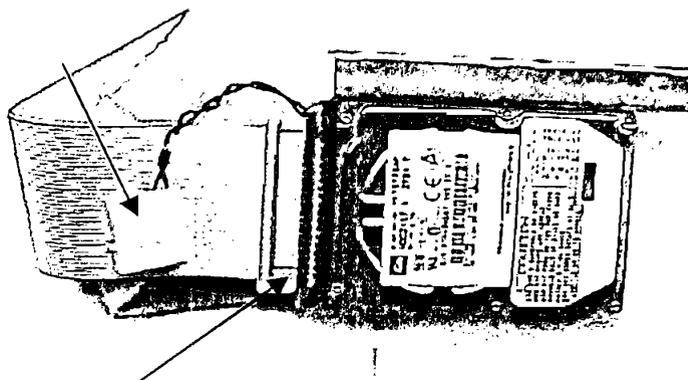


Figura 3.37: Instalación del disco duro

Se tomará en cuenta que este disco se encuentre configurado como principal o master y deberá estar colocado en el Puerto Primario o IDE1.

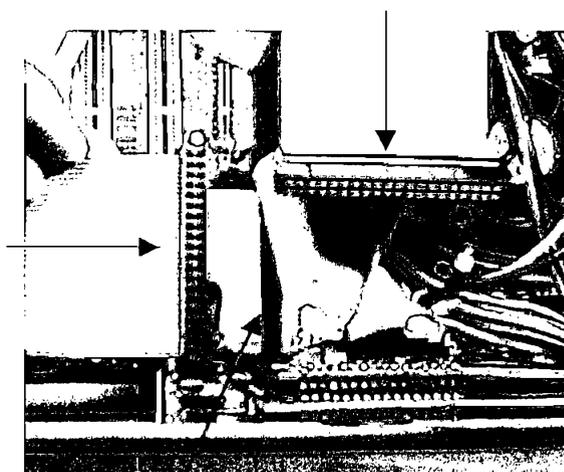


Figura 3.38: Conectores del disco Primario y secundario de los dispositivos IDE

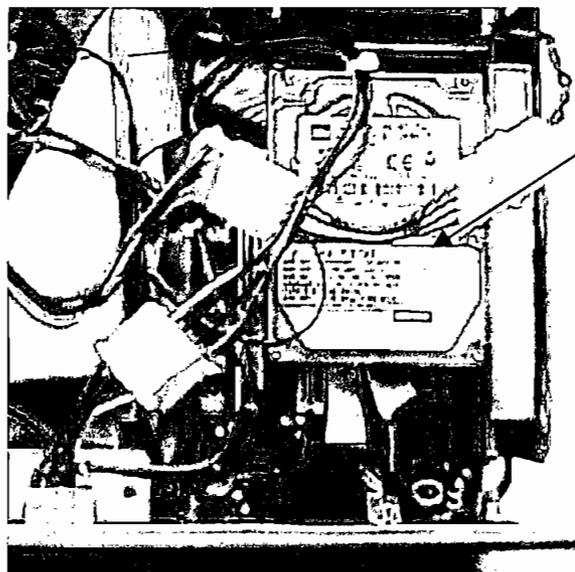


Figura 3.39: Conexión de la alimentación del disco duro

Luego se procederá a colocar el cable plano de datos, el conector de alimentación y el cable de audio a la Tarjeta Madre, si se quiere colocar el *CD-ROM* externo (opcional), como se indica a continuación en las figuras:

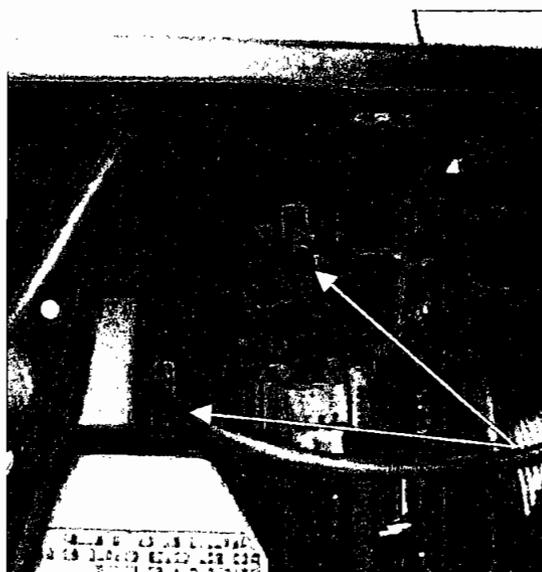


Figura 3.40: Conexión del cable de audio de la unidad de CD-ROM

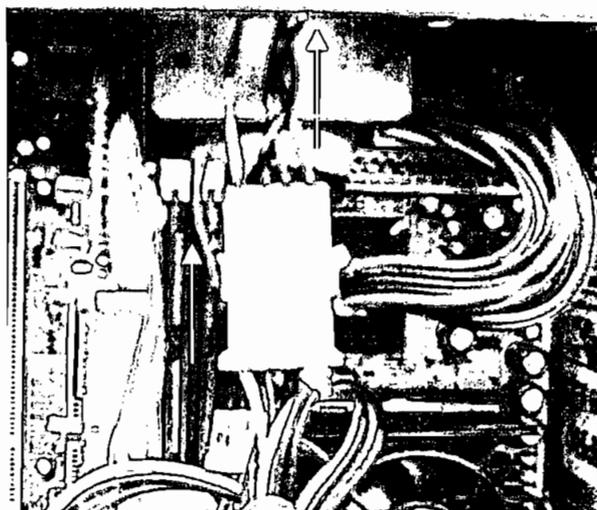


Figura 3.41: Cable de poder para la unidad de CD-ROM

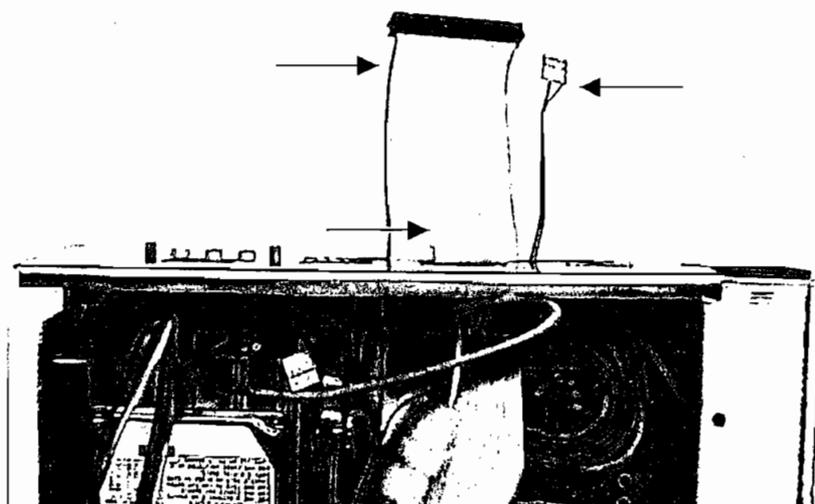


Figura 3.42: Cables de datos, alimentación y audio de la unidad de CD-ROM

3.4.7 MÓDULO DE ALIMENTACIÓN

Se coloca la fuente de poder, tomando en cuenta la posición de los conectores disponibles. Como indican en la figuras:

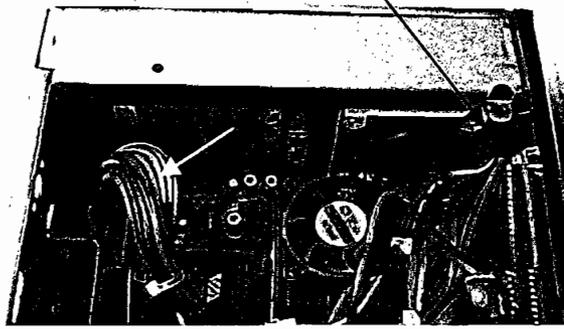


Figura 3.43: Ubicación de la fuente de poder

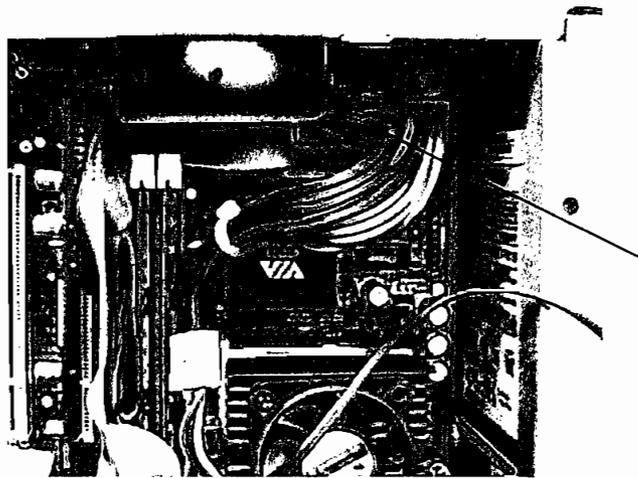


Figura 3.44: Conexión de la fuente de poder a la tarjeta madre

Se debe verificar que el selector de la fuente de 110 / 220 voltios, se encuentre en la posición de 110 V que es el voltaje que tiene nuestra red eléctrica, generalmente este selector, si lo hay, está afuera de la carcasa de la fuente.

3.4.8 ACONDICIONAMIENTO DE LAS SALIDAS Y ENTRADAS

Para terminar se procede a colocar los siguientes cables planos de los terminales de entrada y salida del reproductor:

- Salida de audio estéreo, (en este prototipo el cable plano con esta salida viene incluido con la tarjeta madre), en la posición que indicará el manual, en este caso se coloca de la siguiente manera:

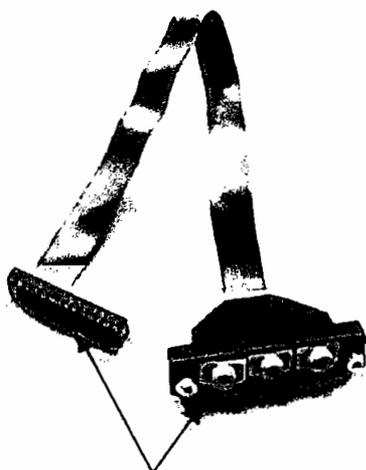


Figura 3.45: Conectores de audio

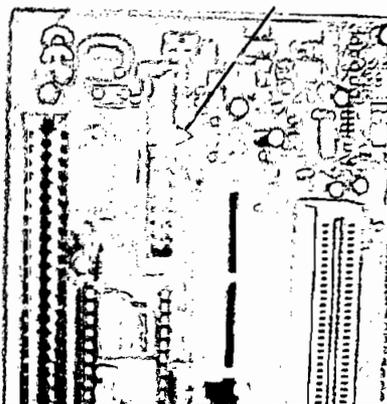


Figura 3.46: Ubicación del conector de audio en la tarjeta madre

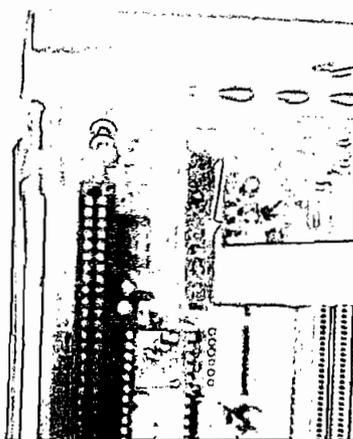


Figura 3.47: Instalación del conector de audio en la tarjeta madre



Figura 3.48: Instalación del conector de audio en la carcasa

- Salida del Bus de Datos para colocar un *CD-ROM* externo (opcional) en el Puerto *IDE* Secundario o *IDE2*, a su vez se colocará la toma de poder para dicho dispositivo, como se indica en la figura:

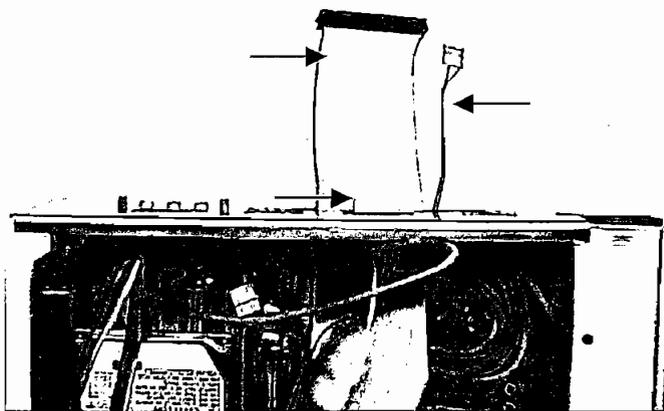


Figura 3.49: Salidas y entradas del reproductor vista superior

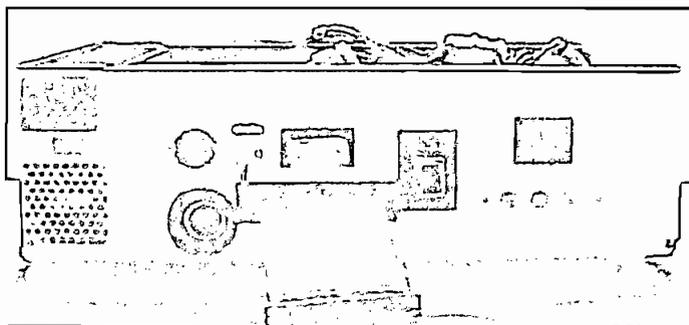


Figura 3.50: Salidas y entradas del reproductor

- Pulsador de Encendido del reproductor, éste puede venir incorporado con una fuente AT, pero si se trata de una del tipo ATX, este botón simplemente es un pulsador que se conecta a la tarjeta madre en la posición que indica el manual como "PW ON/OFF", a continuación las figuras:

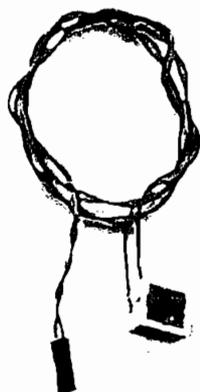


Figura 3.51: Pulsador de encendido



Figura 3.52: Ubicación del pulsador en la tarjeta madre

Se fijará este pulsador a la carcasa del reproductor para su fácil operación.

A continuación fotografías del reproductor terminado:

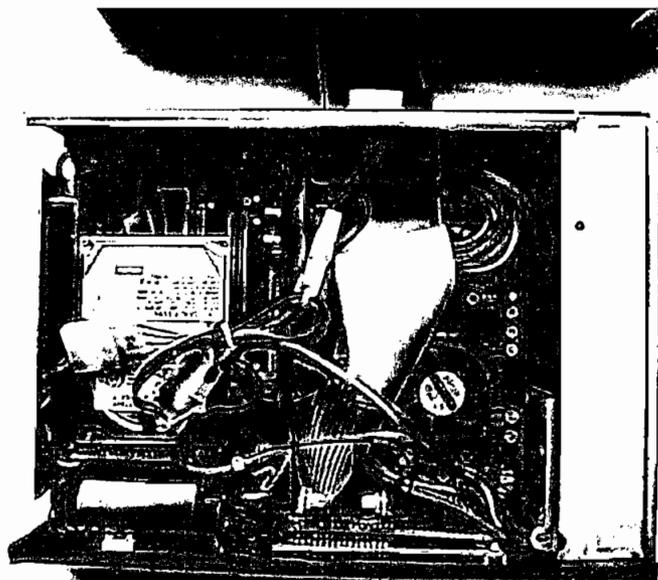


Figura 3.53: Vista superior del interior del reproductor

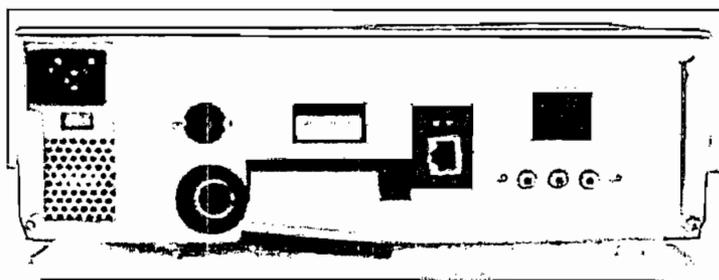


Figura 3.54: Vista posterior del reproductor

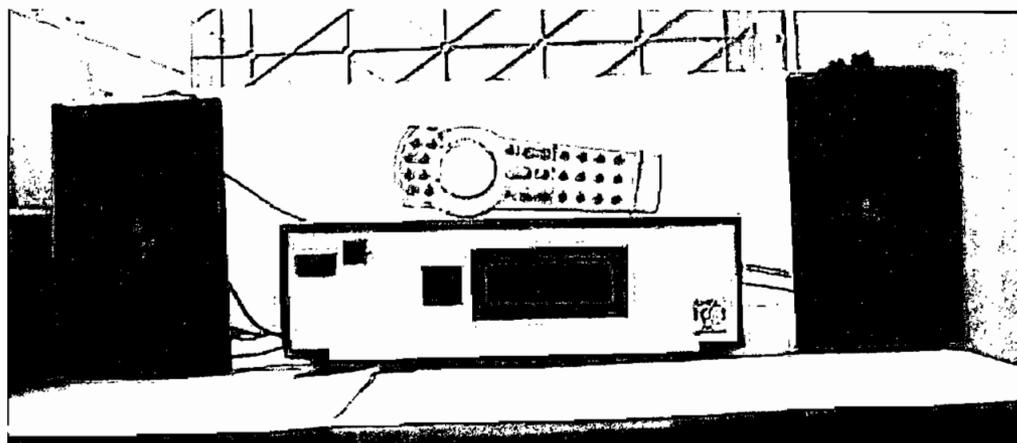


Figura 3.55: Vista frontal del reproductor y parlantes

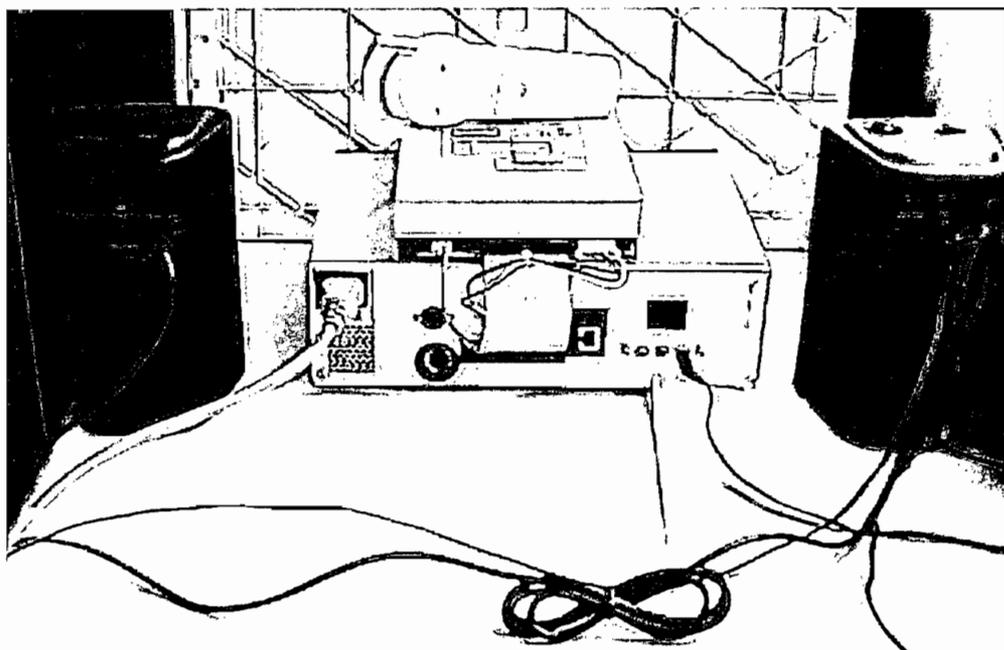


Figura 3.56: Vista posterior del reproductor, parlantes y CD-ROM

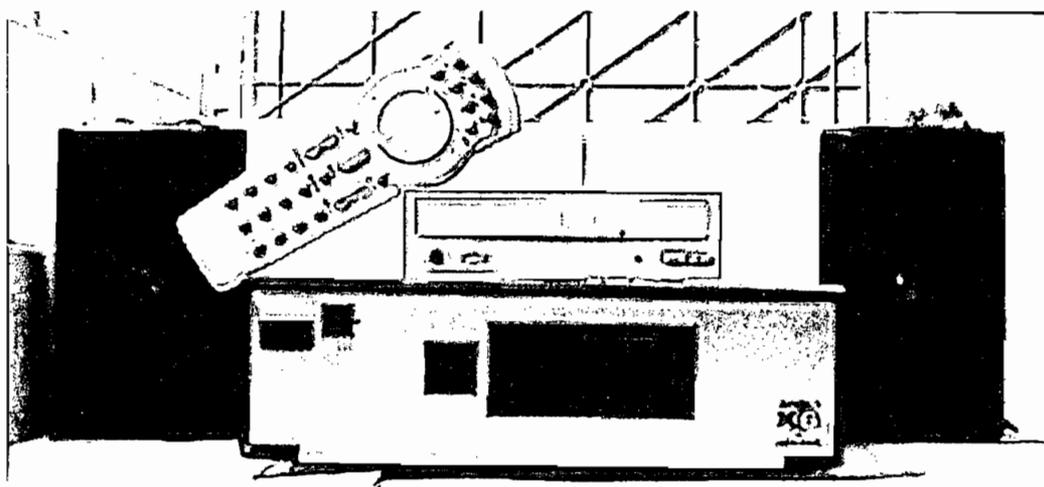


Figura 3.57: Vista frontal del reproductor, parlantes y CD-ROM

3.5 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Los costos de implementación dependerán del tamaño, estética y tipo de componentes nuevos o usados que se quiera utilizar, en este trabajo se expone una alternativa promedio, dejando al lector la libertad de elección. Pudiendo bajar dependiendo del número de reproductores que se quiera construir.

<i>Componente</i>	<i>Estado</i>	<i>Costo Promedio</i>
Carcasa	Nuevo	\$ 30
Tarjeta Madre	Usado	\$ 40
Procesador y disipador	Usado	\$ 38
Módulo de Memoria	Usado	\$ 10
Tarjeta de Red	Nuevo	\$ 9
Disco Duro	Nuevo	\$ 40
Fuente de Poder	Nuevo	\$ 85
Receptor de IR y Control remoto	Nuevo	\$ 15
Pantalla de Cristal Líquido	Nuevo	\$ 50
Cables Planos y conectores	Nuevo	\$ 3
Componentes electrónicos pasivos	Nuevo	\$ 2
Cable UTP y conectores <i>RJ45</i>	Nuevo	\$ 3
Cables varios y Cable de poder	Usado	\$ 3
Sujetadores y Tornillos	Nuevo	\$ 1
Suelda de estaño y pasta	Usado	\$ 2
Parlantes externos (opcional)	Usado	\$ 15
Transmisor de FM (opcional)	Nuevo	\$ 55
Unidad de <i>CD-ROM</i> (opcional)	Usado	\$ 20
<i>Costo Promedio Total</i>		\$ 331
<i>C. Promedio Total + Opcionales</i>		\$ 421

Tabla 3.1: Costos promedio de los componentes utilizados

En el costo total está incluido el costo de los componentes opcionales, los costos expuestos son referenciales y corresponden a los componentes utilizados en este trabajo. Las características técnicas se las puede observar al inicio de este capítulo.

Como se expuso este proyecto fue concebido con fines didácticos y de esparcimiento más no con fines comerciales, por tal razón en lo que respecta al uso de las licencias y permisos del software aquí expuesto queda a responsabilidad del lector al momento de su implementación, debiendo legalizar su utilización.

CAPÍTULO IV

4 CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO

4.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO

El reproductor al ser basado en la estructura de un *PC*, necesitará de un sistema operativo como base para su funcionamiento.

Se tiene dos alternativas de sistemas operativos con los cuales se puede trabajar, como son:

*Microsoft DOS*⁸², desde su debut hace casi 20 años como un simple cargador de programas se convirtió en la plataforma para casi 20,000 aplicaciones. Y llegó a estar instalado en aproximadamente 60 millones en la primera década desde su lanzamiento, *PCs* en el transcurso de la primera década, *Microsoft* ha presentado nuevas versiones importantes que es el sistema operativo predominante en los *PC*. La versión 6.1 trabaja con aplicaciones de 16 *bits*.

Microsoft Windows 95 o *98* (*Win95* o *Win98*), *Windows 95* es el sucesor de *Windows 3.11* para *PCs IBM*. Se le conoció como "*Chicago*" durante su desarrollo. Lanzado el 24 de Agosto de 1995. En contraste con las anteriores versiones de *Windows*, *Win95* es un sistema operativo, más que una interfaz gráfica de usuario que corre sobre *DOS*. Provee soporte para aplicaciones de 32 *bits*, multitarea con desalojo, soporte de red incorporado (*TCP/IP, IPX, SLIP, PPP* y *Windows Sockets*). Incluye *MS-DOS 7.0* como una aplicación. La interfaz gráfica, aunque similar a las previas versiones, fue significativamente mejorada.

⁸² Disco de Sistema Operativo (*Disk Operative System*) comprado por *Microsoft*, modificado e incorporado en 1981 por *IBM* en su *PC*

Las aplicaciones que hacen trabajar al reproductor se diferencian por las interfaces, en el caso de *MS-DOS* una interfaz-usuario texto y en el caso de *Windows 95* y *98* es gráfica, la calidad de audio y la características adicionales que se puede implementar como sonido tridimensional o envolvente, efectos digitales que traen las aplicaciones basadas en *Windows* lo hacen más versátil y funcional, así como también toda la gama de servicios y comunicaciones son más accesibles con este sistema operativo.

Por todas estas razones se escoge trabajar con *Microsoft Windows 95* o *Windows 98*. Más adelante se observa el tipo de interfaz visual que se logra corriendo las aplicaciones basadas en el sistema operativo y se aclara el porque de utilizar la versión gráfica.

4.2 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO

Como se dijo, se trabajará con *Microsoft Windows 95*, se puede seguir el siguiente proceso de instalación:

- a). Conectar la unidad de Disco 3½ y la Unidad de *CD-ROM*, conectar los cables de alimentación, luego los respectivos cables planos de datos en los conectores disponibles en la tarjeta madre en el lugar que se indica en el manual y colocarlas en un lugar externo para que no hagan contacto con ningún dispositivo, interno. Además colocar el cable plano con el conector de video a la tarjeta madre para conectar un monitor *VGA* o *SVGA* para visualizar el proceso y la entrada *PS/2* en el puerto respectivo, para colocar el *mouse* del mismo tipo. Se recomienda usar el puerto *PS/2* ya que esta tarjeta madre tiene un solo Puerto serial, el cual será utilizado para el receptor de señal infrarroja.

- b). Revisar que las conexiones de todos los módulos estén correctas y bien enchufadas. Colocar el cable de alimentación alterna a la fuente del reproductor.
- c). Tener a la mano dos disquetes: uno puede ser un Disk Manager de *Maxtor* que se lo puede descargar desde el sitio *web* de dicho fabricante y hacerlo en un *PC* y el otro será un disquete de arranque con sistema operativo, que puede ser de *Windows 95* con soporte de *CD-ROM* o de preferencia de *Windows 98*.
- d). Encender el reproductor y presionar la tecla "*Supr*" o "*Del*", algunas veces hasta lograr entrar a la pantalla de configuración del *BIOS* de la tarjeta madre, dependerá del *BIOS* que tenga la tarjeta para escoger la tecla a presionar que nos permita entrar a éste. Una vez en la pantalla de configuración del *BIOS* nos referiremos al manual de la tarjeta madre para realizar las siguientes configuraciones (de existir estos parámetros):
- Igualar la Fecha y Hora actuales.
 - Configurar que el reconocimiento de todas las unidades de Disco duro estén en Automático.
 - Deshabilitar la Comprobación inicial de errores (chequea si el la unidad 3½ y el teclado están conectados), dejarlo en "*No Errors*", para que proceda sin interrupciones el proceso de arranque.
 - Configurar que el primer dispositivo que lea sea la Unidad 3½, la segunda el Disco duro o *IDE-0* y la tercera la Unidad de *CD-ROM*.
 - Configurar el tipo de Procesador instalado, el voltaje de polarización y la velocidad del bus de datos y su factor multiplicativo.
 - Chequear que la Protección de escritura del sector de arranque del disco duro, esté deshabilitada.
 - Configurar el Puerto Paralelo al tipo *ECP*⁸³+*EPP*⁸⁴ si lo tiene o si es el caso se lo puede dejar en *ECP*.

⁸³ "*Extended Capabilities Port*": Puerto Paralelo de Capacidad Extendida

⁸⁴ "*Enhanced Parallel Port*": Puerto Paralelo Mejorado

- Chequear que el dispositivo de sonido interno de la tarjeta, si lo tiene, esté habilitado.
 - Grabar los cambios y se reiniciará la máquina con la nueva configuración realizada.
- e). Colocar en la unidad 3½, el disquete que contiene el *Disk Manager* de *Maxtor*, para proceder a particionar y formatear el Disco duro del reproductor, la herramienta para realizar esta tarea puede ser cualesquiera que el usuario pueda conseguir, no necesariamente debe ser ésta, se la recomienda por su facilidad de manejo e interfaz gráfica muy amigable para el usuario. Se particionará al disco de 15 GB que está disponible, en dos particiones físicas, la primera de 1.0 GB (Disco C) y la segunda del restante del disco, que será alrededor 14.0 GB (Disco D) con el objetivo de aislar la partición del sistema operativo de la de los datos o archivos de audio digital que se va a reproducir; retirar el disquete de la unidad y reiniciar la máquina con el disquete de arranque de *Windows* colocado en la unidad 3½.
- f). El equipo arrancará con soporte de la unidad de *CD-ROM*, la cual se colocará en la letra E, ya que las letras C y D, están ocupadas por las dos particiones del disco duro antes particionado. Una vez que se tiene el *Prompt* del sistema, se cambia a la unidad (D) y se crea una carpeta llamada "Ins", luego se cambia a la unidad (E) y se coloca el *CD* de instalación de *Windows 95*, por rapidez de la instalación se copia la carpeta que contiene los "Cabs" de instalación que están dentro de la carpeta *Win95*, en la carpeta llamada "Ins". Nos colocamos dentro de la carpeta copiada *Win95*, es decir en la ruta: "*D:\Ins\Win95*" y digitamos "*instalar.exe*", ya que es una versión en español la que se instalará. Procedemos con la instalación siguiendo los pasos que se indican en el asistente de instalación de *Windows* con una instalación típica.
- g). Una vez que se inicia por primera vez *Windows*, procedemos a instalar los Controladores (*drivers*) de:

- Los dispositivos *IDE*
- La tarjeta de Sonido
- La tarjeta de Video

(Se los puede encontrar en el *CD-ROM* que provee el fabricante de la tarjeta madre, si éstos vienen incorporados en la tarjeta madre.)

- La tarjeta de Red

(Con el disquete que provee el fabricante)

h). Se procederá a configurar *Windows* sin sonidos que los reproduce en las acciones propias del sistema, para ello, se da un click en "Inicio", se escoge "Configuración" y dentro de esta opción se escoge "Panel de Control" y se da un click sobre éste. Una vez que se abre la ventana, se busca un icono que diga "Sonidos" y se da doble click para abrir la ventana de configuración, que se observará como la siguiente:

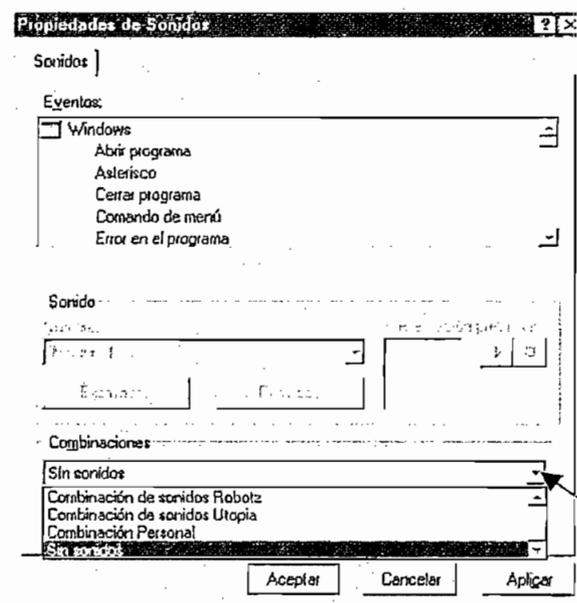


Figura 4.1: Propiedades de sonidos

Seleccione el tipo de combinación "Sin sonidos" y oprima "Aceptar" para que tome efecto el cambio realizado. Luego la ventana se cerrará y el sistema operativo habrá quedado sin sonidos, esto no significa que la tarjeta de sonido esté imposibilitada de reproducir algún archivo de audio

digital, solo se ha quitado los sonidos que se reproducen al realizar acciones erróneas o menús emergentes que se visualizan en la operación de *Windows*.

i). Una vez que los dispositivos estén bien instalados, se procede a la configuración de la comunicación con el *PC*, para la descarga de los archivos al reproductor. Para ello se ingresa al *Entorno de red* que se encuentra en el Panel de Control de *Windows* y verificamos que estén cuatro componentes básicos, si no los hay se tendrá que agregarlos:

- *El Cliente*, será "*Cliente para redes Microsoft*".
- *El Adaptador de red*, será el que se dispone en el reproductor, se ha utilizado el "*SIS 900*".
- *El Protocolo de red*, a utilizar será el "*TCP/IP*".
- *El Servicio*, que será "*Compartir impresoras y archivos para redes Microsoft*".

j). Una vez que están las cuatro características como mínimo, se marca sobre el protocolo "*TCP/IP del Adaptador de red instalado en el Reproductor*" en este caso es el "*SIS 900*" y se presiona el botón de Propiedades, el cual despliega la ventana de configuración de dicho protocolo, marcamos la casilla de *Especificar una dirección IP* y se coloca una dirección *IP*, ejemplo: *192.168.60.2* y *Máscara de subred: 255.255.255.0*, que es una dirección *IP* tipo C, esta dirección puede ser de cualquier otro tipo la única condición es que sea no válida o no pública. Luego escogemos la pestaña de *Avanzado* dentro de la misma ventana de configuración del protocolo y marcamos el casillero de *Establecer este protocolo como predeterminado* y aceptamos para guardar los cambios. Ahora escogemos la pestaña de *Identificación* y colocamos en *Nombre del PC*: por ejemplo "*Portable*" (o cualquier otro nombre que lo identifique), *Grupo de trabajo*: por ejemplo "*Servielec*" (o cualquier otro nombre del grupo en el que se lo quiere ver), *Descripción del PC*: se escribirá el tipo de equipo en forma general, por ejemplo: "*AMD K6-2 de 500 MHz.*". Y aceptamos para que se termine de

instalar todos los componentes de la red, para esto se pedirá los archivos de instalación de *Windows*, que en el reproductor se encuentran dentro de "*D:\Ins\Win95*", se le pedirá reiniciar el equipo para que los cambios entren en funcionamiento, con esto se termina con la configuración de la comunicación del reproductor con el *PC*.

k). Recuerde que los mismo pasos tendrá que realizar en el *PC* con el que se quiera comunicar el reproductor para bajarle los archivos, se configurará de esta forma: en el Entorno de Red del *PC*, también se necesita las cuatro características como mínimo (ver en el literal h), se marca sobre el protocolo "*TCP/IP del Adaptador de red instalado en el PC*" y se presiona el botón de Propiedades, marcamos la casilla de *Especificar una dirección IP* y se coloca una dirección *IP* de la misma red que se colocó en el reproductor, ejemplo: *192.168.60.3* y *Máscara de subred: 255.255.255.0*, que es una dirección *IP* tipo C. Luego escogemos la pestaña de *Avanzado* dentro de la misma ventana de configuración del protocolo y marcamos el casillero de *Establecer este protocolo como predeterminado* y aceptamos para guardar los cambios. Ahora escogemos la pestaña de *Identificación* y colocamos en *Nombre del PC*: por ejemplo "*PC*" (o cualquier otro nombre que lo identifique), *Grupo de trabajo*: por ejemplo "*Servielec*" (o cualquier otro nombre del grupo en el que se lo quiere ver, por facilidad poner el mismo tanto en el reproductor como en el *PC*), *Descripción del PC*: se escribirá el tipo de equipo en forma general, por ejemplo: "*Intel Pentium II de 350 MHz.*" . Y aceptamos para que se termine de instalar todos los componentes de la red, para esto se pedirá los archivos de instalación de *Windows* y que reinicie el equipo.

l). Una vez que el reproductor se reinicie, quedará solamente crear y compartir la carpeta en donde van a estar ubicados los archivos de audio digital.

Para esto abra el "*Explorador de Windows*" desde el menú "*Inicio*" + "*Programas*", una vez en éste, ubíquese en el la unidad de disco "*D:*", en el

menú Archivo seleccione la opción "Nuevo"+"Carpeta", ahora ponga el nombre de la carpeta en este trabajo será "MP3".

Después de crear la carpeta, se procederá a compartirla, para ello dé un click con el botón derecho del *mouse* sobre esta carpeta "MP3", escoja la opción "Compartir", se visualizará la siguiente ventana:

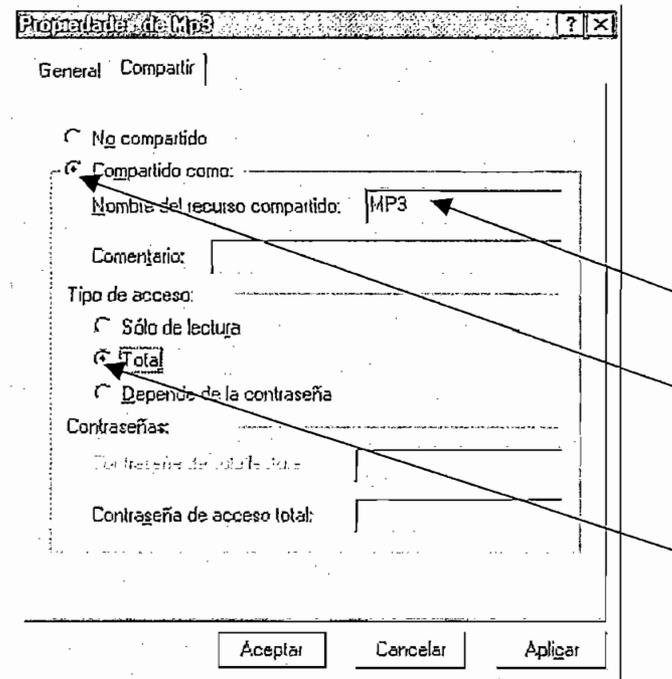


Figura 4.2: Propiedades de la carpeta "MP3"

Marque las casillas y coloque en "Nombre de recurso compartido": "MP3". Ahora el reproductor está listo para la comunicación con el PC.

- m). Descomprima el contenido del archivo *LCD_preview.zip* y colóquelo en la raíz del disco C:\, en una carpeta del mismo nombre. El archivo *lcd_print.exe* servirá para desplegar el contenido del archivo *lcd.txt*, el cual contiene lo siguiente:

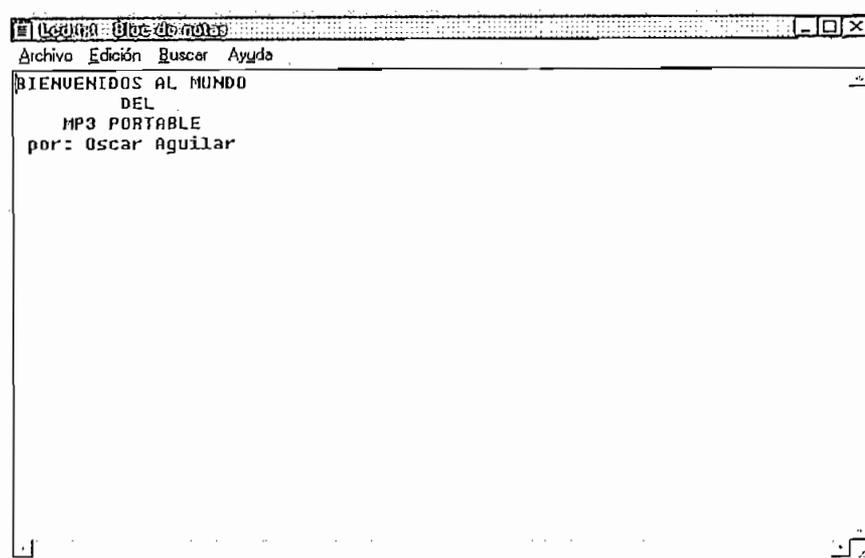


Figura 4.3: Contenido del archivo "LCD.txt"

Esta información se desplegará en la pantalla de *LCD* a los pocos segundos de encender el reproductor. Para ello edite en el archivo C:\autoexec.bat, dentro del cual se pondrá la siguiente línea:

`"C:\LCD_preview\lcdprint.exe 378 20 4 C:\LCD_preview\Lcd.txt"`

Guarde los cambios antes de salir del archivo y ya estará preparada la presentación inicial del reproductor en la pantalla de *LCD*, éste es un ejemplo de lo que podría desplegarse, si el usuario desea cambiar el texto a desplegar, lo hará tomando en cuenta la posición de las letras en la pantalla de *LCD* que tiene 20x4 posiciones.

- n). Para terminar ejecute el "Explorador de *Windows*" del reproductor, en el disco "C:\\" busque el archivo *Msdos.sys*, que tiene atributo de *Sólo Lectura* y de *Oculto*, haga un click con el botón derecho del *mouse* sobre este archivo y escoja la opción "Propiedades" quite los vistos de estas dos casillas para quitar los atributos antes mencionados y presione "Aceptar" para salvar los cambios. Ahora de otro click con el botón derecho del *mouse* y escoja la opción "Abrir con", se visualizará una ventana y buscaremos el archivo ejecutable "*Notepad*", como se indica en la siguiente ventana:

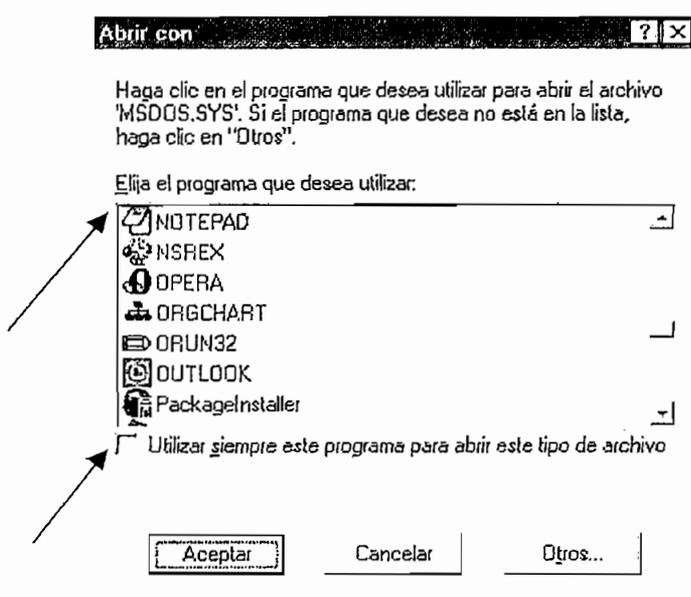


Figura 4.4: Ventana para vincular los archivos con su programa ejecutable

Tenga cuidado que no esté marcada la casilla de “Utilizar siempre este programa para abrir este tipo de archivo”, antes de presionar en el botón “Aceptar”. Una vez que se tiene la ventana se añade o se edita la siguiente línea si la hay:

[Options]

.....

.....

AutoScan=0

Se guarda los cambios y volvemos a colocar los atributos que se le quitó antes, porque éste es un archivo del sistema y debe estar protegido. Con esta opción no se ejecutará el *Scandisk* al arrancar después de ocurrido un fallo del software o una falla en la alimentación del reproductor, también se tiene las siguientes opciones:

- 0 : No arrancar *Scandisk*
- 1 : Arrancarlo después de preguntar (por defecto *Windows 95*)
- 2 : Arrancarlo automáticamente

Si se utiliza la opción 2, ésta opción será importante colocarla cuando se trabaja con *Windows 95* por que en este sistema no se inicia automáticamente, en *Windows 98* si lo hace y habrá que revisar si se encuentra activa. Si se tiene problemas con esta revisión en *Windows 98* será mejor deshabilitarla con la opción "0", para que no se ejecute el *Scandisk*.

4.3 ELECCIÓN DEL SOFTWARE DE REPRODUCCIÓN DE LOS ARCHIVOS DE AUDIO DIGITAL

Los dispositivos de salida del reproductor son los responsables de la interacción con el usuario, por ello éstos deben interactuar entre sí alrededor de una sola aplicación o programa.

Los reproductores de software de archivos *MP3* ofrecen buenas alternativas de mejoras y efectos de sonido, interfaces más amigables para el usuario, rápida búsqueda y acceso a los archivos, etc; pero de los que se detalló y explicó brevemente en el capítulo 2 (2.6), se ha escogido uno de ellos, por su interacción con los dispositivos de entrada / salida, su flexibilidad en la configuración y desarrollo de nuevas herramientas para satisfacer las necesidades del usuario en el vasto mundo de la música digital, por todo esto el más recomendable es el software gratuito de *Nullsoft* llamado *Winamp*.

4.4 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DE REPRODUCCIÓN DE LOS ARCHIVOS DE AUDIO DIGITAL

El software gratuito de *Nullsoft* – *Winamp* lo podemos descargar en su última versión desde el sitio web: <http://www.winamp.com>, en este trabajo se ha trabajado con la *versión completa 2.76*, luego de descargarlo de Internet procederemos a instalarlo siguiendo los siguientes pasos:

- a). Con el *mouse* haga doble click sobre el archivo ejecutable descargado, aparecerá la siguiente ventana:

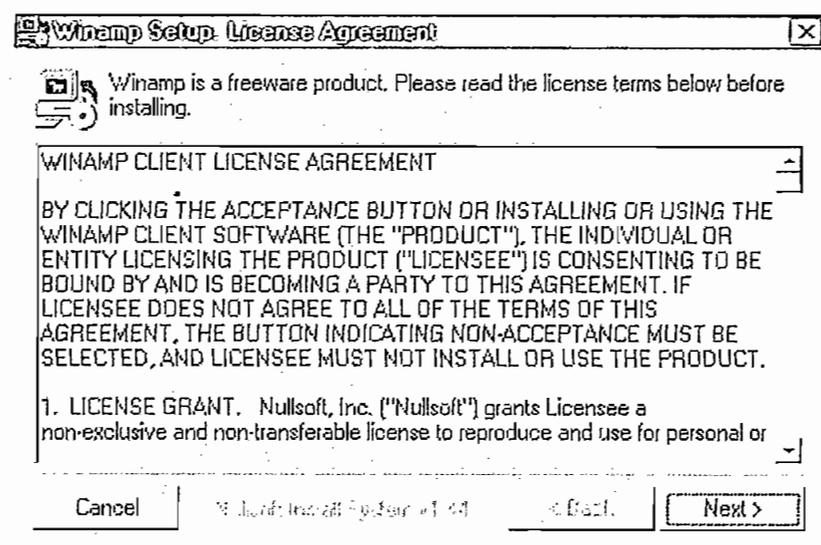


Figura 4.5: Instalador de Winamp, Licencia de uso

Se lee la licencia y si está de acuerdo presione el botón "Next", para continuar con la instalación.

- b). A continuación escoja el tipo de instalación del programa que desea instalar, aparecerá la siguiente ventana:

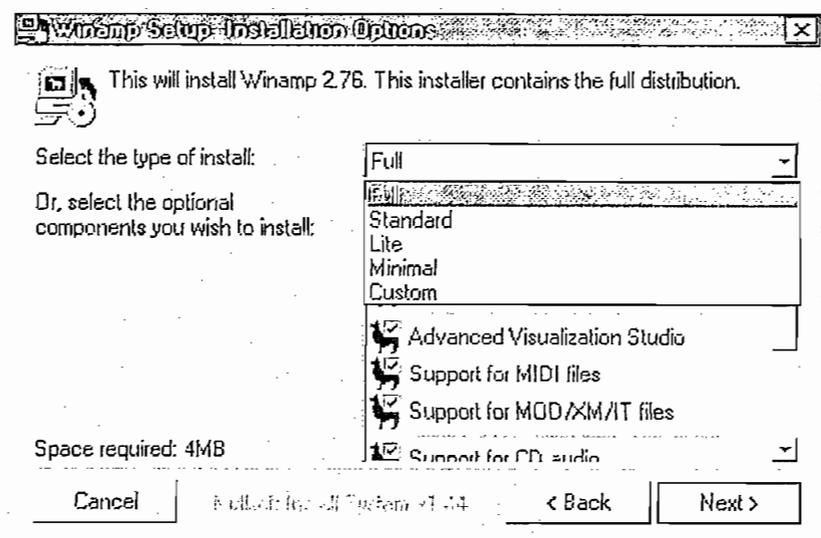


Figura 4.6: Instalador de Winamp, Opciones de instalación

Se recomienda escoger la instalación completa o “Full” para disponer de todas las características del programa y poder utilizarlas en beneficio del reproductor, para esto presione el botón “Next”, para continuar con la instalación.

c). Ahora escoja el *path*⁸⁵ o destino de en donde se va a instalar la aplicación, se indica el espacio requerido y disponible en dicha unidad, aparecerá la siguiente ventana:

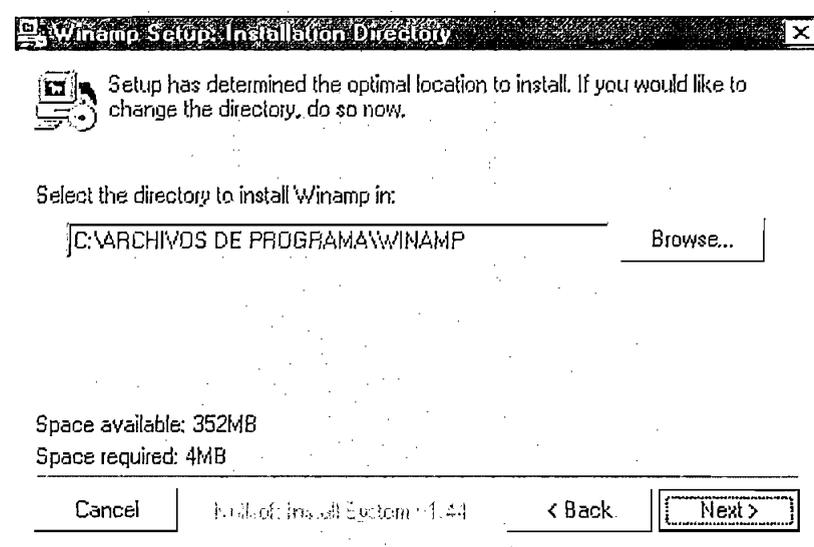


Figura 4.7: Instalador de Winamp, Directorio de instalación

Se recomienda instalar el software en el *path* por defecto, ya que ese *path* se necesitará para instalar los demás componentes o aditamentos al software (*plug-ins*) de los que necesitará para su funcionamiento el reproductor, entonces presione el botón “Next”, para continuar con la instalación.

⁸⁵ Es la ruta o destino del disco o unidad, en el que se va a copiar o instalar un determinado programa.

d). El software comenzará automáticamente la instalación de los componentes que necesita para su funcionamiento, aparecerá la siguiente ventana:

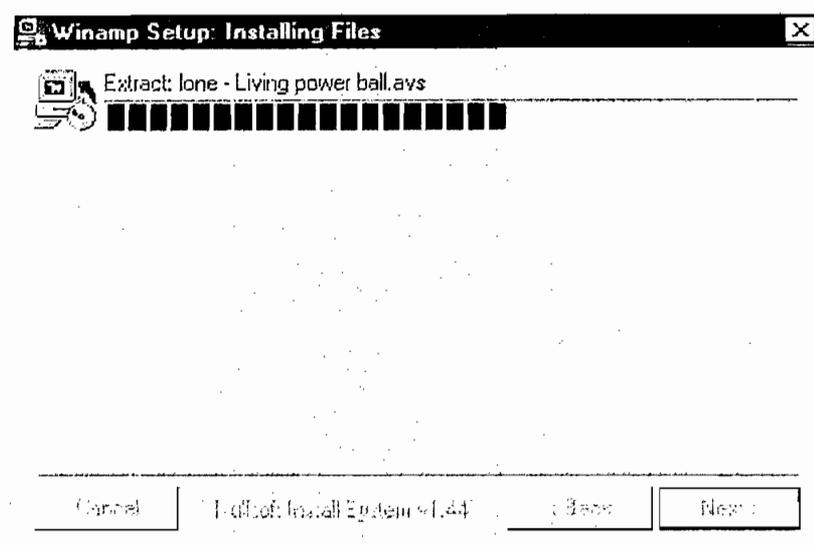


Figura 4.8: Instalador de Winamp, Instalando archivos

Se recomienda no realizar ninguna otra actividad en el PC mientras se termina la instalación del software.

e). Preguntará el medio a través del cual el software se conectará a Internet, aparecerá la siguiente ventana:

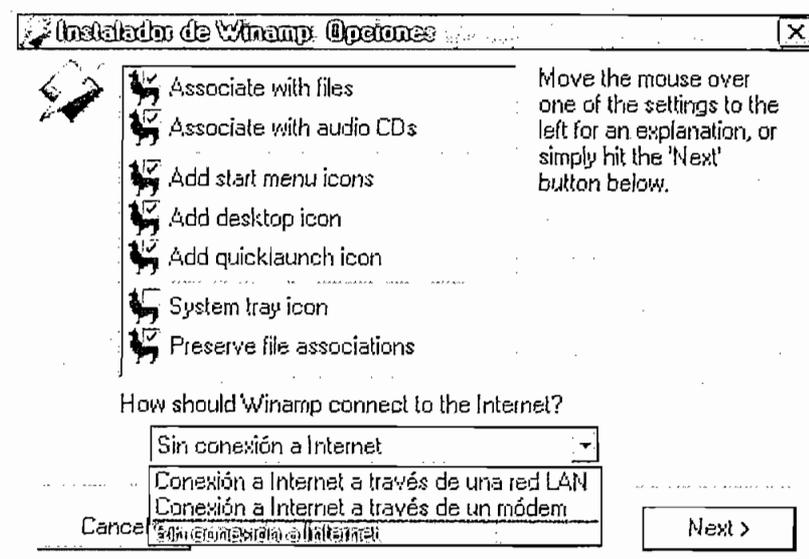


Figura 4.9: Instalador de Winamp, Opciones de configuración

Se recomienda escoger la opción "Sin conexión a Internet", ya que el reproductor trabajará aislado de una conexión física a la red mundial, seguidamente presione "Next" para terminar con la instalación.

f). Si el software se ha instalado en el reproductor satisfactoriamente, aparecerá la siguiente ventana:

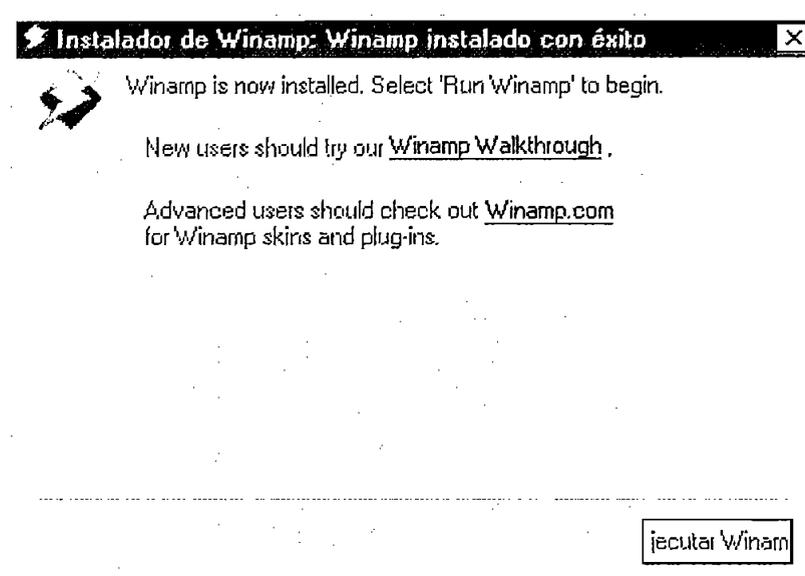


Figura 4.10: Instalador de Winamp, Instalación completa

Presione la tecla "Ejecutar Winamp" para correr la aplicación en ese momento, con esto el software quedará instalado, para proseguir con la instalación y configuración de los demás aditamentos que necesita el reproductor.

g). La primera ventana de presentación del software aparecerá como la siguiente ventana:

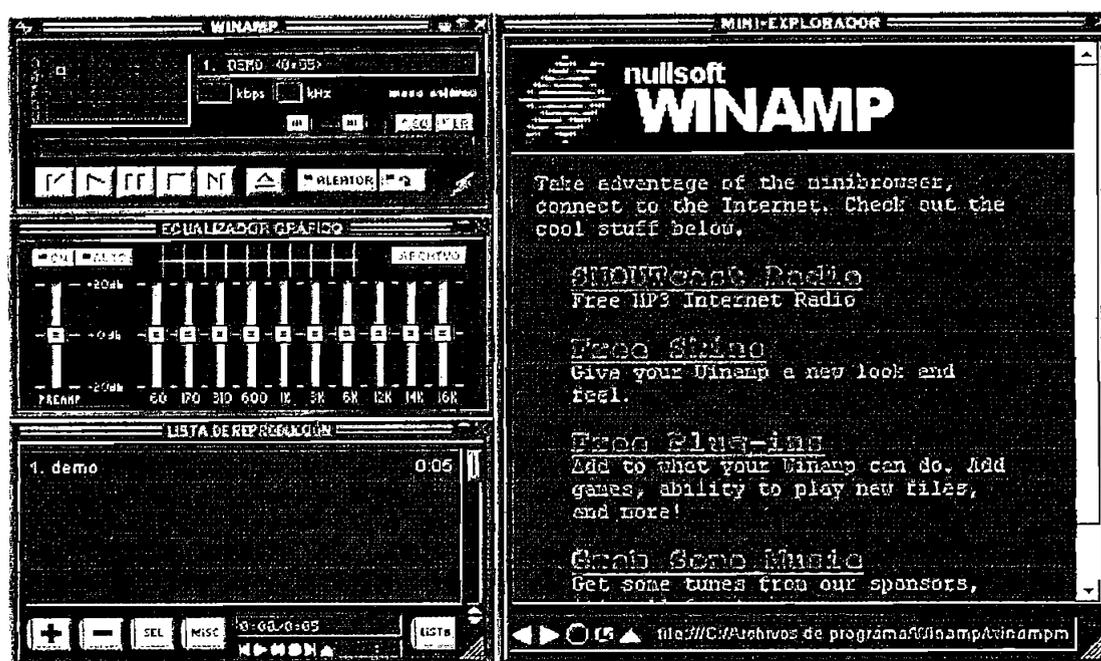


Figura 4.11: Ventana inicial de presentación de Winamp

Los tres módulos de la izquierda son el reproductor en sí, el módulo de la derecha es el "Mini-Explorador" del que está provisto el software, éste se lo podrá cerrar haciendo un click en la esquina superior derecha para no visualizarlo a menudo, ya que no se necesitará de él para este trabajo. Cerramos el software para proceder con la instalación de los aditamentos extras.

h). Primero descargue los siguientes componentes o *plug-ins*⁸⁶ de la página web: <http://www.winamp.com>. Algunos *plug-ins* utilizados en este trabajo pertenecen a versiones que talvez ya no estén disponibles, en el web pero hay una copia de todo el software utilizado en este trabajo, en un CD-ROM adjunto. También si el usuario desea podría configurar el reproductor con otros *plug-ins* similares encuentre en el vínculo en mención. Los *plug-ins* utilizados son:

⁸⁶ Componentes del software *Winamp*, que sirven para una acción específica, el software *Winamp* ofrece la flexibilidad al usuario de incorporar al software características de acuerdo a las necesidades que se tenga. Estas características pueden ir desde: cambio del idioma del software, mejoras y efectos del sonido, efectos de visualización, rutinas y manejo del reproductor, etc.

- “*Idioma Español v320 - esp320.exe*”, que es el *plug-in* que cambia el idioma del software a español, éste es optativo no es necesaria su instalación, la versión actualizada del *plug-in* se la puede conseguir en el vínculo: <http://www.winamp.es.org>
- “*Reproduction Control v1.30 - repctrl130.exe*”, este *plug-in* permite configurar las siguientes opciones:
 - Inicio de reproducción automáticamente de los archivos digitales de audio al iniciar *Winamp*.
 - Ejecución de *Winamp* al iniciar *Windows*.
 - Detecta la inserción de *CDs* de datos que contienen *MP3* y los reproduce.
 - Búsqueda de *MP3* al iniciar *Winamp* o al presionar una tecla; en directorios seleccionados.
 - Permite asignar teclas rápidas o “*hotkeys*” a las funciones anterior, reproducir, pausa, detener, siguiente, aumentar y disminuir volumen, silenciar, abrir archivo y directorio del *Winamp* a través del teclado, o por medio de un menú, sin la necesidad de que *Winamp* esté activo, (esta característica la usaremos del *plug-in* de visualización).
 - Permite usar un *hotkey* para apagar la computadora, (esta característica la usaremos del *plug-in* de visualización).
 - Elimina archivos “no presentes” en las unidades de almacenamiento, al abrir *Winamp* y al remover un *CD* de la unidad.

La versión actualizada del *plug-in* se la puede conseguir en el vínculo: <http://www.geocities.com/wplugins/winamp-es.html>
- “*Lortys Mp3car plu-in LCD - spectrum analyser & keypad control - lortymp3car24_08.exe*” es un *pluin* de visualización, servirá para visualizar en la pantalla de *LCD* algunos datos como: Número de la canción en la lista, título y autor, tiempo de duración, *bitrate*, un analizador de espectros miniatura, reloj del sistema, indicador de reproducción aleatoria y repetición de los archivos de la lista, entre los principales. Además una característica que se utilizará es las teclas rápidas que utiliza para realizar algunas acciones del software, tales como: *Play*, *Stop*, *Pause*, *Anterior archivo*, *Siguiente*

archivo, Bajar y Subir volumen, Silenciar, Buscar una canción determinada, entre otras, todo esto utilizando el teclado numérico que se dispone al lado derecho de la mayoría de los teclados de PC. En el caso de este trabajo, se asignará estas teclas en el Control remoto que se tiene, previa configuración que se la hará más adelante.

La versión actualizada del *plug-in* se la puede conseguir en el vínculo: <http://www.winamp.com>

- i). Se procede a instalar el *plug-in* del "Idioma español – esp320.exe", haga doble click sobre el archivo descargado, aparecerá la siguiente ventana:

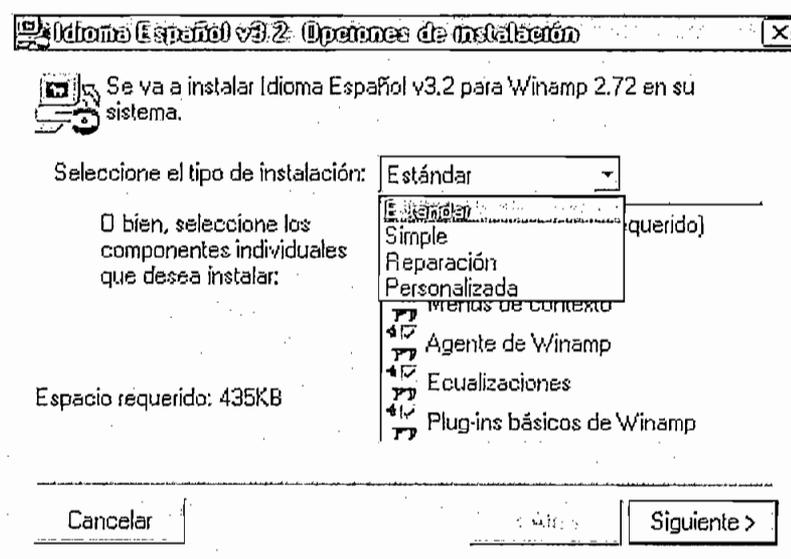


Figura 4.12: *Plug-in de idioma español, Opciones*

Se recomienda seleccionar la instalación Estándar, al instalar por primera vez el *plug-in*, luego dar un click en el botón "Siguiente".

Ahora el *plug-in* pide el *path* en donde está instalado el software, por defecto escoge mismo *path* en el que se instaló por defecto al principio de la instalación del Winamp.

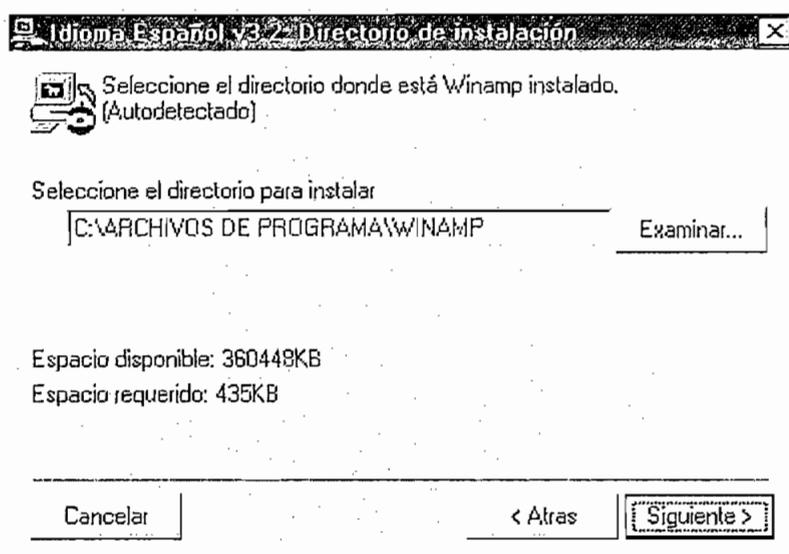


Figura 4.13: Plug-in de idioma español, Directorio de instalación

Seleccione el *path* correspondiente y presione "Siguiete".

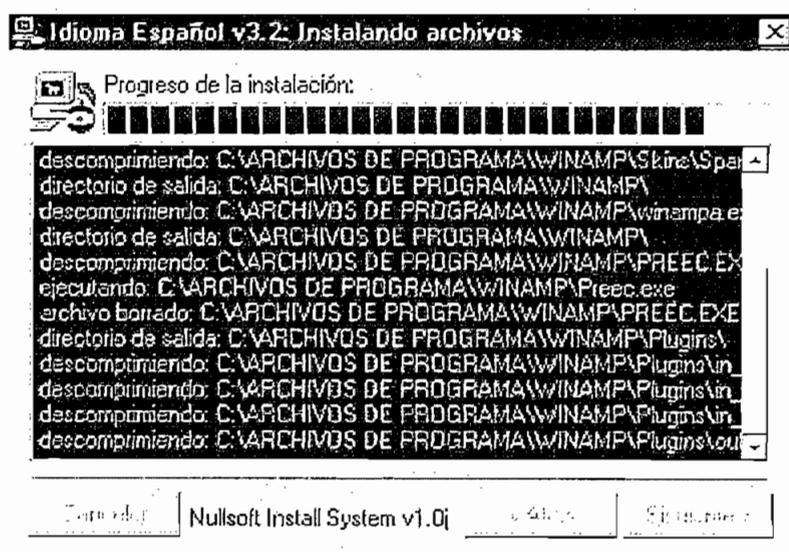


Figura 4.14: Plug-in de idioma español, Instalación de archivos

La instalación continuará automáticamente, hasta su finalización.

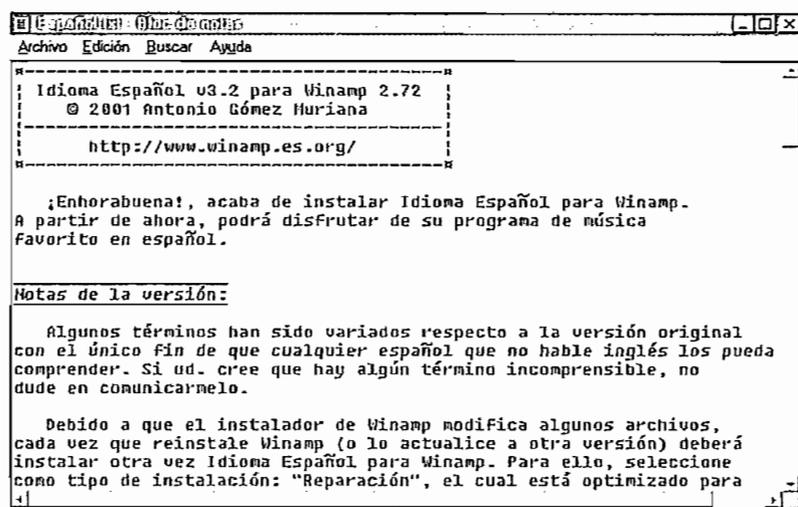


Figura 4.15: Plug-in de idioma español, Notas sobre la versión

Seguidamente a la finalización aparecerá una ventana con el archivo, "español.txt" que se visualiza en el Bloc de notas de Windows, el cual indica el la versión, el nombre del autor y el contenido de las características del *plug-in* que se acaba de instalar, el cual después de leerlo se lo puede cerrar.

j). Se procede a instalar el *plug-in* de "Control de reproducción – repctrl130.exe", haga doble click sobre el archivo descargado, aparecerá la siguiente ventana:

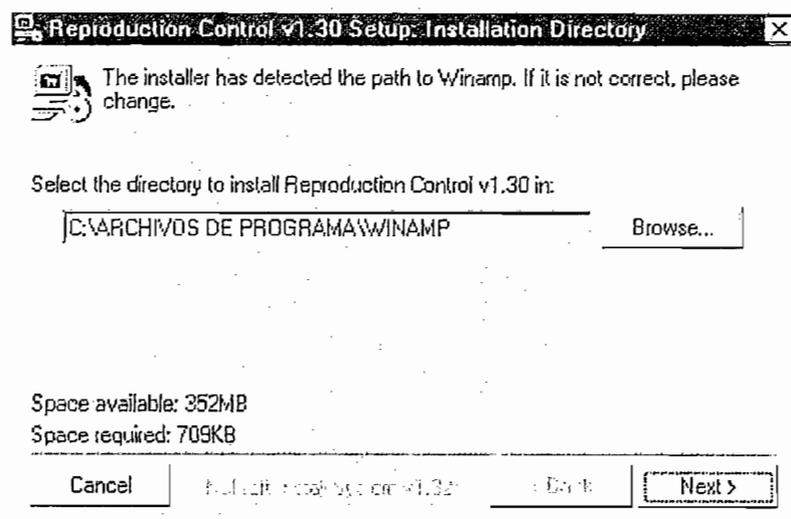


Figura 4.16: Plug-in de control de reproducción, Directorio de instalación

Seleccionamos el *path* correspondiente a la ruta donde está instalado el *Winamp* y presione “Next”.

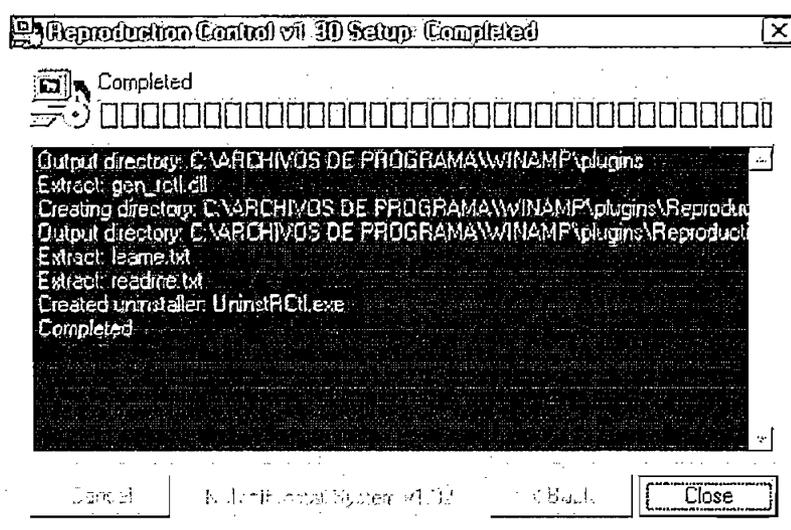


Figura 4.17: Plug-in de control de reproducción, Instalación completa

La instalación habrá terminado satisfactoriamente, presione “Close”.

k). Se procede a instalar el *plug-in* de “Lortys Mp3car plug-in – LCD spectrum analyser & keypad control - lortymp3car24_08.exe”, haga doble click sobre el archivo descargado, aparecerá la siguiente ventana:

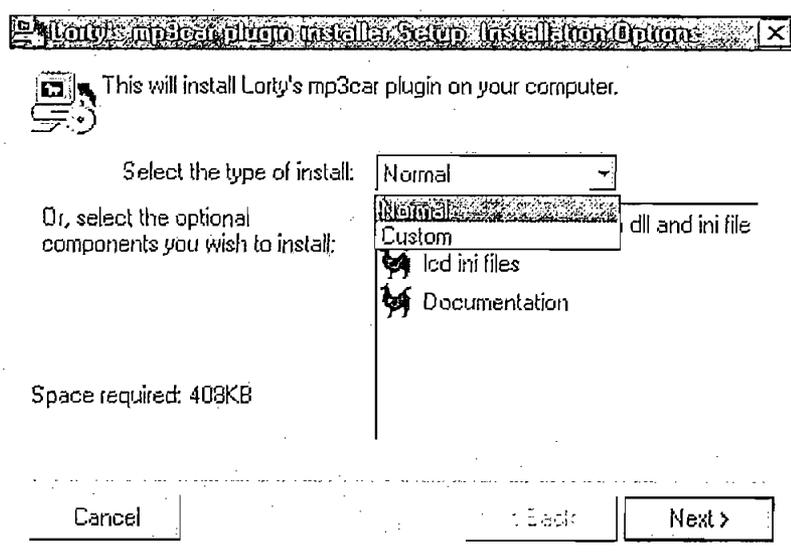


Figura 4.18: Plug-in Lorty MP3car, Opciones de instalación

Se recomienda escoger el tipo de instalación "Normal" y luego dar un click en el botón "Next", para continuar con la instalación.

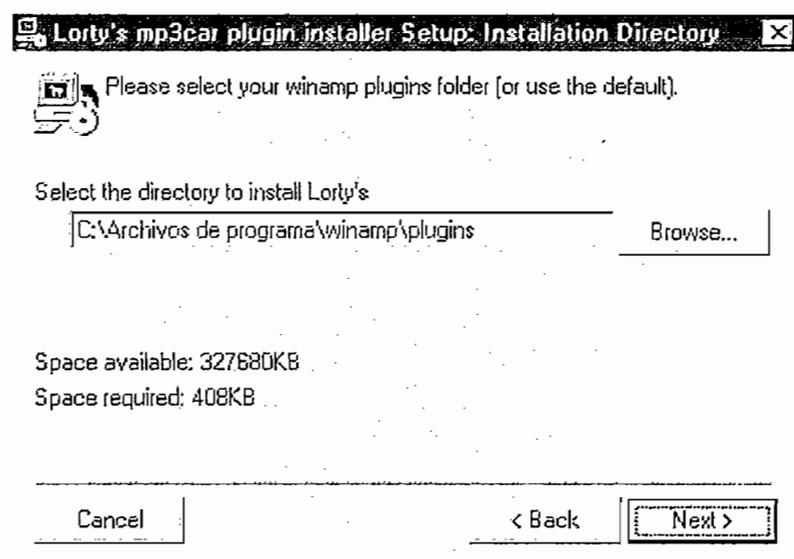


Figura 4.19: Plug-in Lorty MP3car, Directorio de instalación

Seleccione el *path* correspondiente a la ruta donde están instalados los *plug-ins* del Winamp y presione "Next".

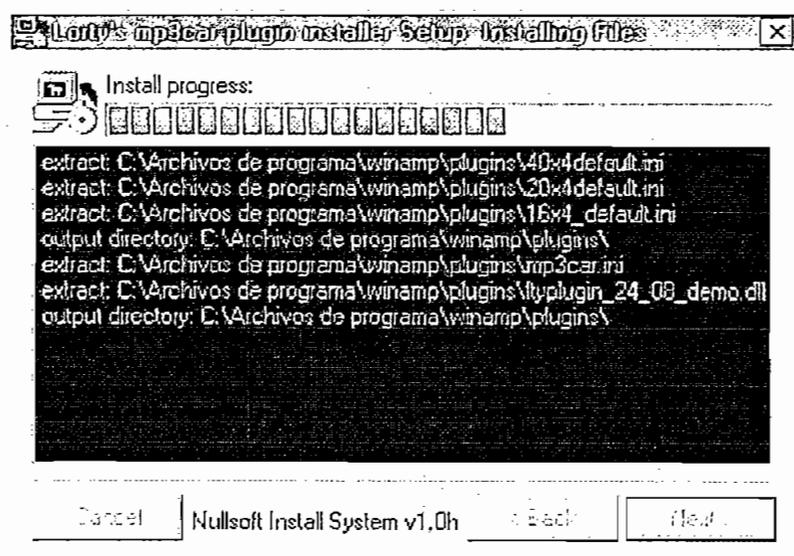


Figura 4.20: Plug-in Lorty MP3car, Instalación de archivos

La instalación continuará automáticamente, hasta su finalización.

1). Ejecute el acceso directo de *Winamp*, aparecerá la siguiente ventana:

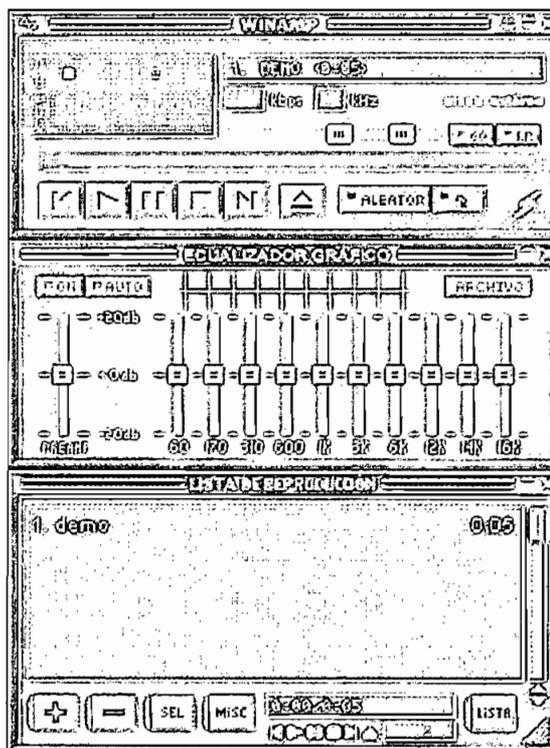


Figura 4.21: Ventana principal en Winamp

Esta ventana tiene tres módulos, en el módulo superior subimos el volumen al 100% en el lugar donde indica la siguiente ventana:

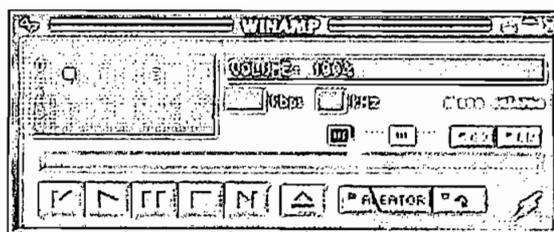


Figura 4.22: Control de volumen en Winamp

Ahora en el mismo módulo podemos regular el balance del sonido de los parlantes, izquierdo, derecho y centro (por defecto), como se indica a continuación:

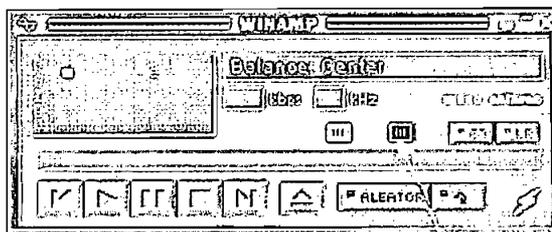


Figura 4.23: Control de balance en Winamp

En el segundo módulo se procede a cargar el tipo de ecualización, con el que se escucharán los archivos, como se indica en la siguiente ventana:

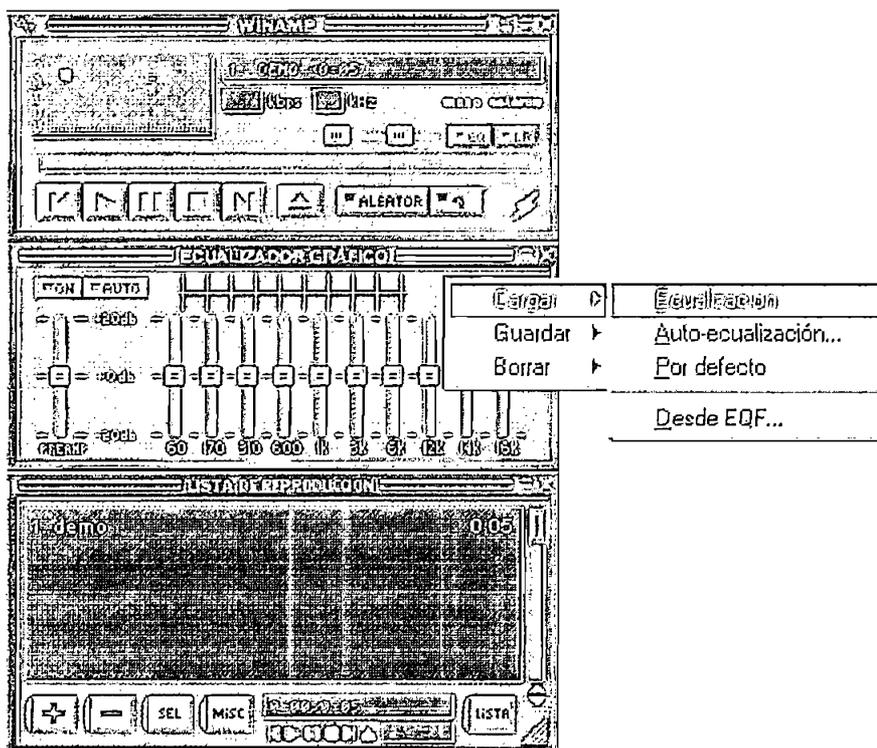


Figura 4.24: Configuración del tipo de ecualización en Winamp

Se recomienda escoger la siguiente configuración que se muestra en la ventana de ecualizaciones predefinidas, el usuario podrá escoger cualesquier configuración de acuerdo como quiera escuchar los archivos con énfasis en las distintas frecuencias del sonido audible⁸⁷.

⁸⁷ El sonido audible se entiende al que se encuentra comprendido entre 20 – 20,000 Hz



Figura 4.25: Tipos de ecualizaciones de Winamp

Presione “Cargar”, para utilizar esa configuración predefinida en Winamp.

m). Ahora comienza la configuración del software para poderle sacar provecho a sus características. Con el botón izquierdo del *mouse* se da un click en la esquina superior izquierda del primer módulo, se visualiza las opciones como en la siguiente ventana:



Figura 4.26: Configuración de las preferencias de Winamp

Las ventanas que se presentan a continuación se recomienda que se las configure tal y como indican las flechas en los espacios más importantes que deberán ser tomados en cuenta para la configuración y deberán quedar seleccionados o deseleccionados si es el caso, ésta es una configuración sugerida y que se la ha empleado para el funcionamiento de este reproductor. El usuario podrá experimentar seleccionando o deseleccionando las opciones que se sugiere en la configuración del software.

En parte superior de la ventana de *Winamp* de un click con el botón izquierdo y seleccione "Opciones" + "Preferencias", para entrar a la configuración del software, se visualiza la siguiente ventana:

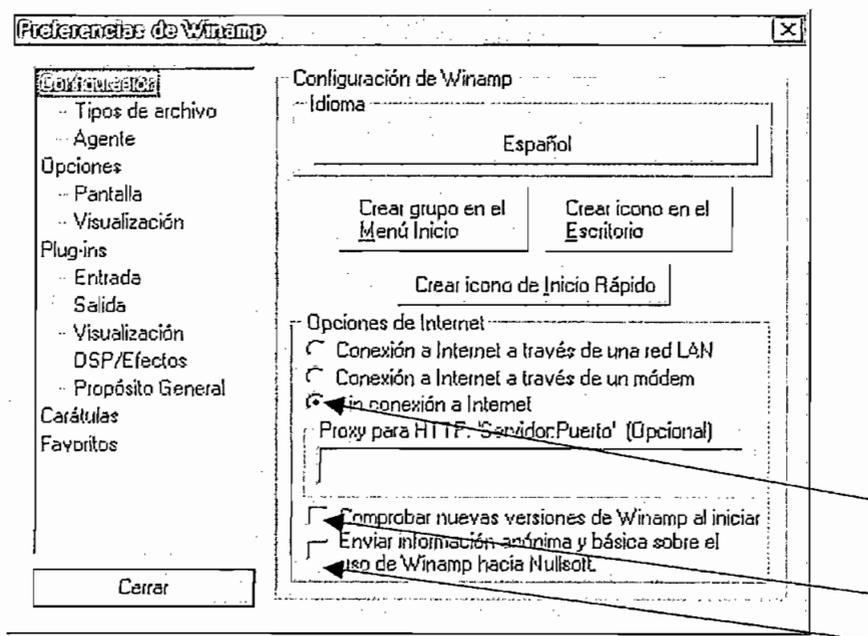


Figura 4.27: Preferencias de Winamp, Configuración

La primera opción será "Configuración", esta ventana se deberá chequear que se escoja y se deseleccione las opciones que se indica en las flechas.

Se prosigue con cada uno de los ítems de la lista del lado izquierdo para configurar el software. En esta ventana escoja con el botón izquierdo del *mouse*, el siguiente ítem, es decir “Tipos de archivo”, se visualiza la siguiente ventana:

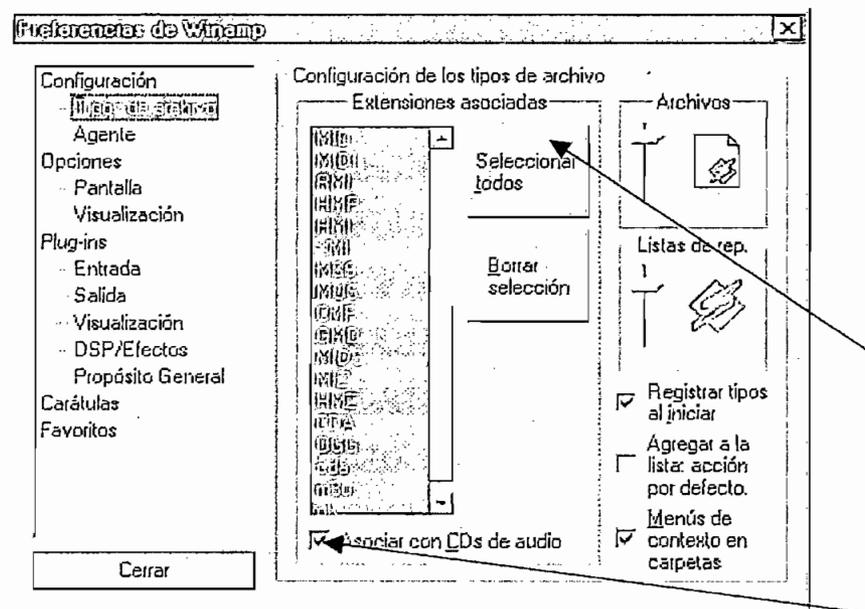


Figura 4.28: Preferencias de Winamp, Configuración – Tipos de archivo

Se debe chequear que estén seleccionados (marcados con verde) todos los tipos de extensiones de archivos de audio digital, sino lo están presione el botón “Seleccionar todos”, así como también debe estar seleccionada la opción “Asociar con *CDs* de audio”.

Se escoge el siguiente ítem, es decir “Agente”, se visualiza la siguiente ventana:

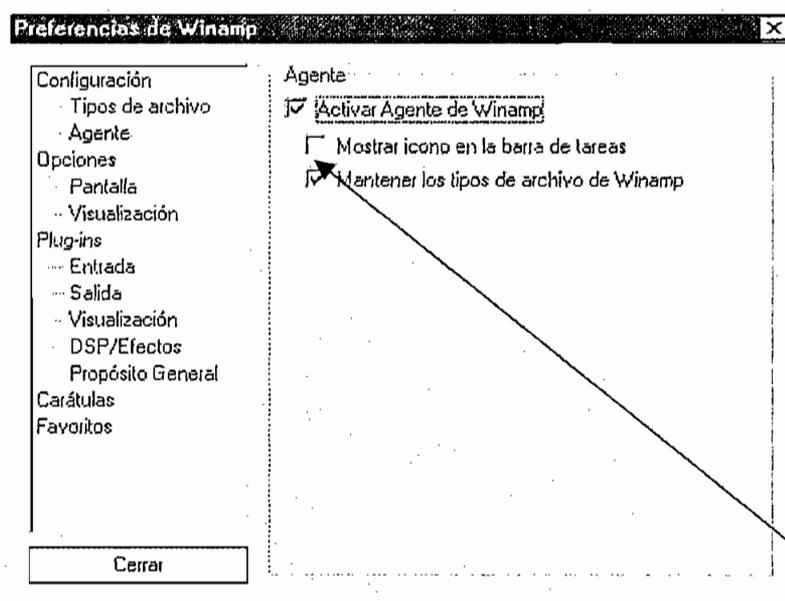


Figura 4.29: Preferencias de Winamp, Configuración – Agente

Deseleccione la opción que indica la flecha.

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Opciones", se visualiza la siguiente ventana:

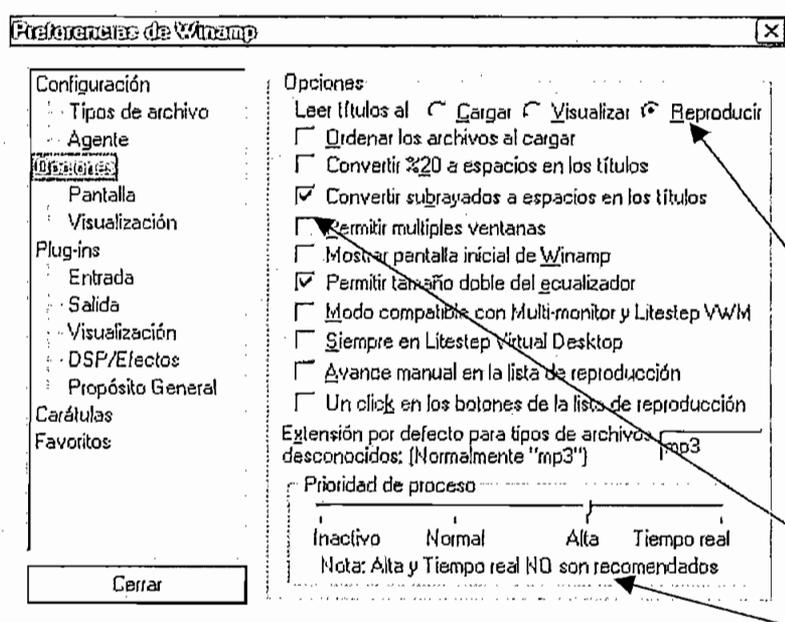


Figura 4.30: Preferencias de Winamp, Opciones

Se marca las opciones que señalan las flechas.

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Pantalla", se visualiza la siguiente ventana:

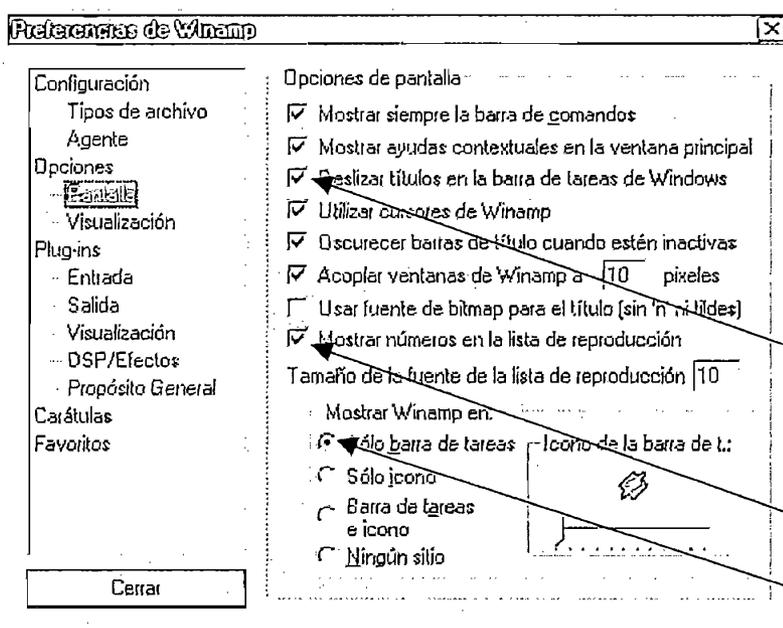


Figura 4.31: Preferencias de Winamp, Opciones – Pantalla

Se configura las opciones que señalan las fechas.

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Visualización", se visualiza la siguiente ventana:

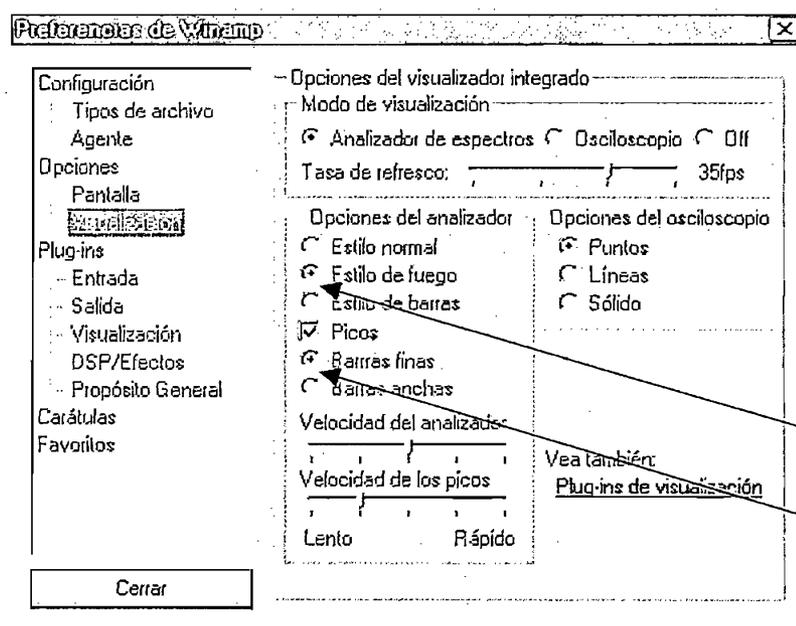


Figura 4.32: Preferencias de Winamp, Opciones – Visualización

Se configura las opciones que señalan las fechas.

Se escoge el siguiente ítem, es decir “*plug-ins*”, se visualiza la siguiente ventana:

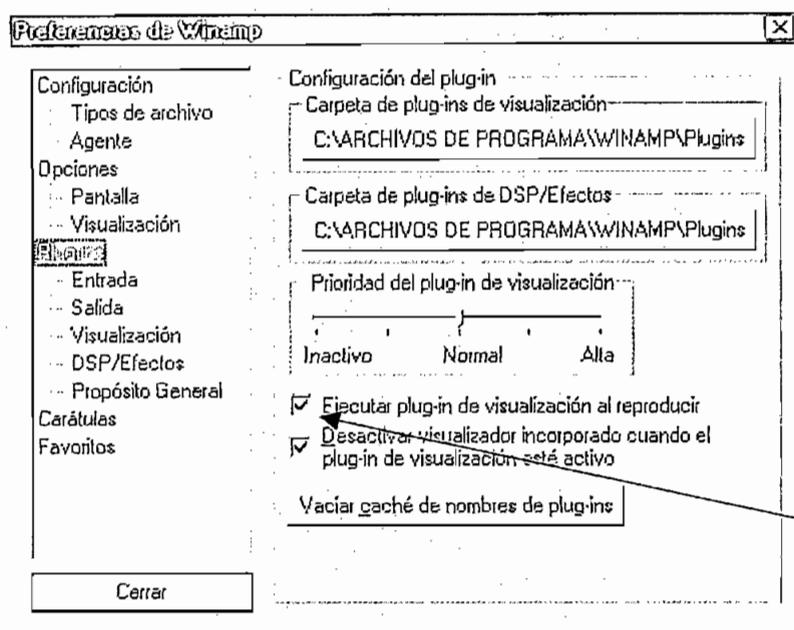


Figura 4.33: Preferencias de Winamp, Plug-ins

Se configura la opción que señala la fecha.

Se escoge el siguiente ítem, es decir “*Entrada*”, se visualiza la siguiente ventana:

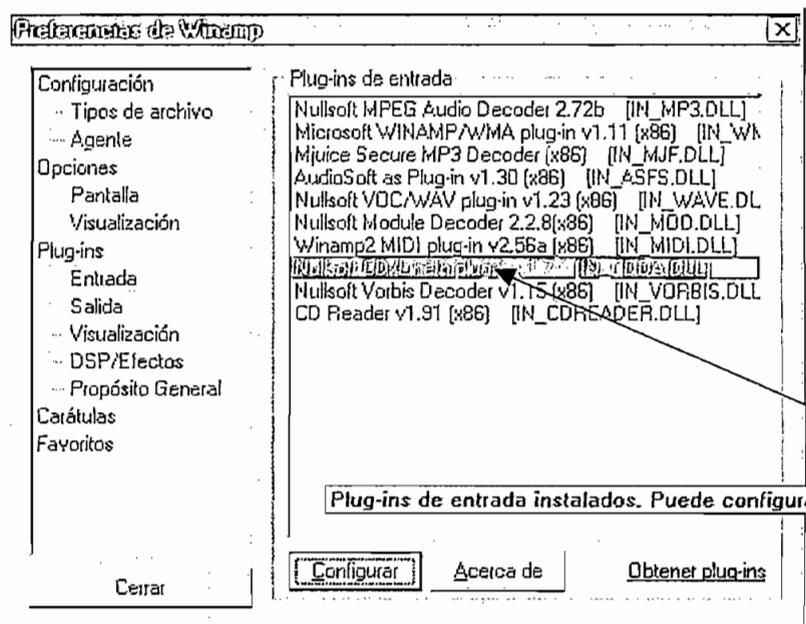


Figura 4.34: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Entrada

Seleccione la opción que indica la flecha y oprima el botón "Configurar", se visualiza la siguiente ventana:

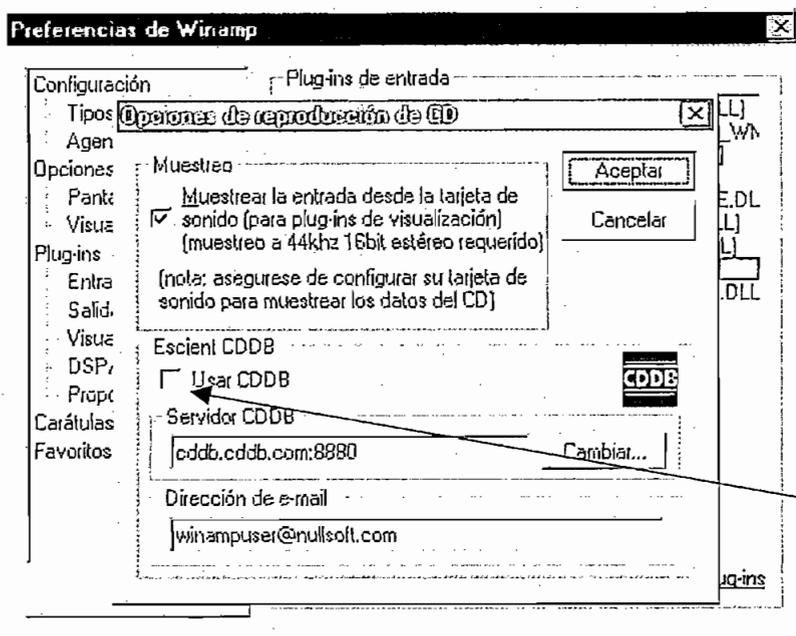


Figura 4.35: Preferencias de Winamp, Plug-in-Entrada-Opciones de reproducción de CD

Se deselecciona la opción que indica la flecha y oprima el botón "Aceptar".

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Salida", se visualiza la siguiente ventana:

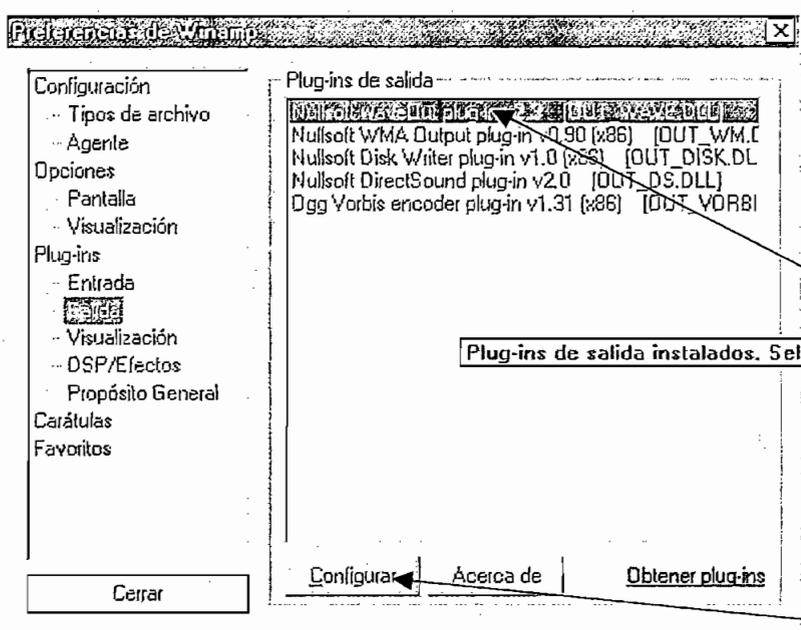


Figura 4.36: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Salida

Verifique que esté marcada la opción que indica la flecha, esta opción es muy importante que esté resaltada, por que solo así se podrán escuchar los archivos utilizando la tarjeta de sonido interna.

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Visualización" no es la misma que se escogió antes, se visualiza la siguiente ventana:

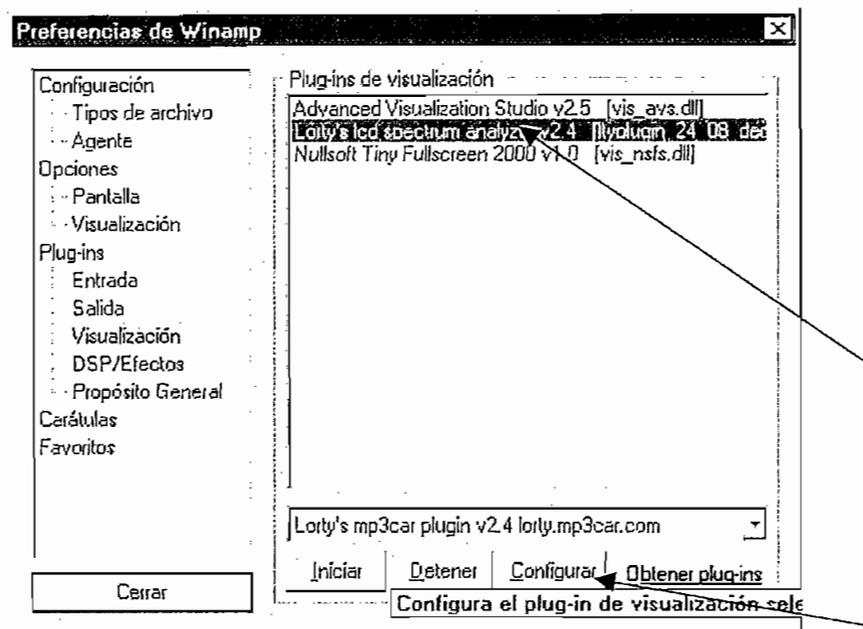


Figura 4.37: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Visualización

Este *plug-in* que se escoge, servirá para la visualización en la pantalla LCD de la información de identificación contenida en los archivos de audio digital (específicamente MP3), para que funcione adecuadamente con el tipo de pantalla que se usa en este trabajo (Hitachi - DMC-20481NY-LY-AGE - LCD 20x4 Supertwist Hi Cont/Bklt o compatible con Hitachi 44780 LCD 20x4).

Luego de terminar con la configuración del Winamp, se cierra la ventana del programa y habrá que editar o sobrescribir el archivo "C:\Archivos de programa\Winamp\Plugins\mp3car.ini", con el archivo del mismo nombre que se encuentra en el CD-ROM adjunto a este trabajo. La configuración en este contenida es una sugerencia de configuración para este tipo de pantalla LCD, el usuario podrá configurarlo como desee, lo podrá ir

haciendo mediante pruebas en el la pantalla que utilice, el contenido de el archivo en mención es el siguiente:

```
[Lorty's mp3car plug-in v2.4 lorty.mp3car.com]
***please refer to the full documentation

***playlists directory
playlists_dir=D:\Mp3\

***Lcd type values
** LPT1 = 0x0378
** LPT2 = 0x0278
LPT=0x0378
Lcd columns=20
Lcd rows=4

***delay factor: to fine tune lcd delays (!this changed from the previous version!
*** now higher value is slower lcd output)
***if you see garbage on the lcd use !higher! value
*** 30=faster on my lcd, 40=normal 100=safe mode
delay factor=80

***Spectrum Analyser values
*** starting row is the baseline of the spectrum
*** scale_factor 2 is max frequency range(optimal for a 40 columns SA), for smaller SA use
*** higher scale_factor values. you can change this value on the fly by pressing 0 while the
*** plug-in is running, then adjusting with +/-
*** height_factor is another value you can play with, to change the sa appearance
SA starting row=3
SA starting column=2
SA rows number=1
SA columns number=18
scale_factor=3
height_factor=8

***scroll speed: text info updates & scrolling text speed (higher value slower scroll)
*** 1=fastest 10=normal
scroll speed=10

***title row: the row used by the scrolling title
title row=1
title_lenght=14
title_start=6

***search row: the first of two rows for searching songs when enter is pressed
***(telephone like selection)
*** put it to 1 to use first two lines, or put it to 3 to use last two lines; you can also
*** put it to 2 to use the two middle lines
*** don't worry about overlapping with other items, since it is handled automatically
search row=2

***}items coordinates: put them to 0 if you don't want an ítem to be displayed
***
*** |lcd |
*** y|lcd |
*** -----
*** x
```

*** be careful not to overlap items, check lengths!

*** shuffle: shuffle status indicator - 1 character (only when shuffle is on)

*** repeat: repeat status indicator - 1 character (only when repeat is on)

*** time: time left in song - 6 characters

*** bitrate: bitrate kbit/s - 3 characters

*** pos: current playlist position / total songs in playlist - 9 characters

shuffle_x=1

shuffle_y=2

repeat_x=3

repeat_y=2

time_x=1

time_y=4

system_x=13

system_y=4

** clock digits can be 5(hh:mm) or 8 (hh:mm:ss)

clock_digits=8

bitrate_x=13

bitrate_y=2

pos_x=1

pos_y=1

volume_x=11

volume_y=2

*** descriptions: you have 4 descriptions to print anything you like where you like,

*** max 6 chars.

desc1=Vol:

desc1_x=7

desc1_y=2

desc2=Kbps

desc2_x=17

desc2_y=2

desc3=^C

desc3_x=0

desc3_y=0

desc4=v

desc4_x=0

desc4_y=0

[winbond]

*** set winbond to 1 to activate winbond support, if you don't have a winbond chip on

***your mobo, disable it by setting winbond to 0

*** if you have a winbond chip on your mobo you can monitor fan speeds, cpu temperature *** and
cpu core voltage

*** celsius: 1 to report temp in °C, 0 for °F

*** temp1 is system

*** temp2 is cpu

winbond=0

fan1_x=0

fan1_y=0

fan2_x=0

fan2_y=0

temp2_x=0

temp2_y=0

celsius=0

volt1_x=0

volt1_y=0

En las líneas con color azul se ha hecho los cambios de los valores para adaptarlos a la pantalla de *LCD* que se dispone en este trabajo.

Cabe mencionar que este *plug-in* viene con la opción de "Teclas rápidas" para el control de *Winamp*, para que esta característica funcione apropiadamente la ventana del *Winamp* debe estar en primer plano y la tecla el Bloqueo Numérico "*Blq Num*" debe estar activada (por defecto estará activada al inicio de *Windows* si se configuró esa opción en la configuración *BIOS* del reproductor), los botones (o teclas del teclado numérico) funcionan en cuatro modos de trabajo:

a).- En el modo normal (por defecto) las teclas son las siguientes y trabajan así:

<u>Tecla</u>	<u>Acción</u>
/	Silenciar / dessilenciar al reproductor (<i>Mute</i>).
*	Activa/desactiva el modo de Reproducción Aleatoria (<i>Shuffle</i>).
-	Activa/desactiva el modo de Repetir Lista (<i>Repeat</i>).
+	Si se presiona dos veces, comienza a reproducir desde el Inicio de la Lista de Reproducción.
1	Reproduce el archivo que se encuentra 10 posiciones atrás, desde donde se encuentre reproduciendo.
2	Disminuye el volumen un nivel.
3	Reproduce el archivo que se encuentra 10 posiciones adelante, desde donde se encuentre reproduciendo.
4	Reproduce el anterior archivo, desde donde se encuentre reproduciendo (<i>Previous</i>).
5	Detiene la reproducción del archivo, momentáneamente o totalmente (<i>Pause/Stop</i>).
6	Reproduce el siguiente archivo, desde donde se encuentre reproduciendo (<i>Next</i>).
7	Reproduce unos segundos hacia atrás en el mismo archivo.
8	Aumenta el volumen un nivel.
9	Reproduce unos segundos hacia adelante en el mismo archivo.

b).- El segundo de los modos sirve para reproducir "Listas de Reproducción de archivos" o "Playlist" que son archivos "*.m3u" grabadas por el usuario, se lo puede utilizar siempre y cuando el usuario haya creado y cargado las listas de reproducción (ver capítulo V), este modo se activa con la tecla ".", lo que hace es buscar en el directorio especificado en una de las líneas del archivo "mp3car.ini", que se configuró antes y si encuentra las listas despliega a la pantalla de LCD el nombre de ellas y se las puede escoger con las teclas "+" y "-" y se comienza su reproducción presionando la tecla "Enter".

c).- El tercero de los modos actúa así, presiono "+" luego cualquier número de la lista de reproducción que tiene numerados a los archivos que contiene y nuevamente "+". Reproducirá el archivo que fue requerido. Ejemplo: "+555+", reproducirá el archivo número 555 de la lista de reproducción en uso, si el número ingresado es mayor al total de archivos de la lista se reproducirá el último archivo de la lista. Además tiene una combinación especial para cerrar Windows, esta es "+9999+"

d).- El último modo que tiene este *plug-in*, es el modo de búsqueda telefónico, el cual se activa / desactiva con la tecla "Enter" y se cancela o borra las letras con la tecla "0", funciona de la siguiente forma: primero se activa presionando una vez la tecla "Enter" en la pantalla se desplegará en la segunda línea de la pantalla de LCD la palabra "Search:" y con las teclas podremos escoger y escribir las letras (de la misma forma que en un teléfono celular) para formar el título del archivo que se quiere buscar, una vez que se visualiza el archivo que se quiere reproducir, se presiona nuevamente la tecla "Enter" y comenzará la reproducción de dicho archivo. Las letras que se puede escribir están distribuidas de la siguiente forma:

<u>Tecla</u>	<u>Letras o Acción</u>
1	abc
2	def

3		<i>ghi</i>
4		<i>jkl</i>
5		<i>mno</i>
6		<i>pqr</i>
7		<i>stu</i>
8	-	<i>vwx</i>
9		<i>yz</i>
0		Cancela o borra la letra escogida
Enter		Activa / desactiva el modo de escritura

A su vez cuando ya se visualiza el archivo que se busca reproducir, se puede buscar avanzar o retroceder entre los archivos de la lista de reproducción con las teclas "+" "-" y si se lo quiere reproducir solo bastará con volver a presionar la tecla "Enter".

Como último paso para utilizar completamente este *plug-in* hay que registrarlo, para ello se debe ir a el vínculo:

<http://lorty.mp3car.com/how.html>.

Se continua con el resto de la configuración del *Winamp*, se escoge el siguiente ítem, es decir "DSP/Efectos", se visualiza la siguiente ventana:

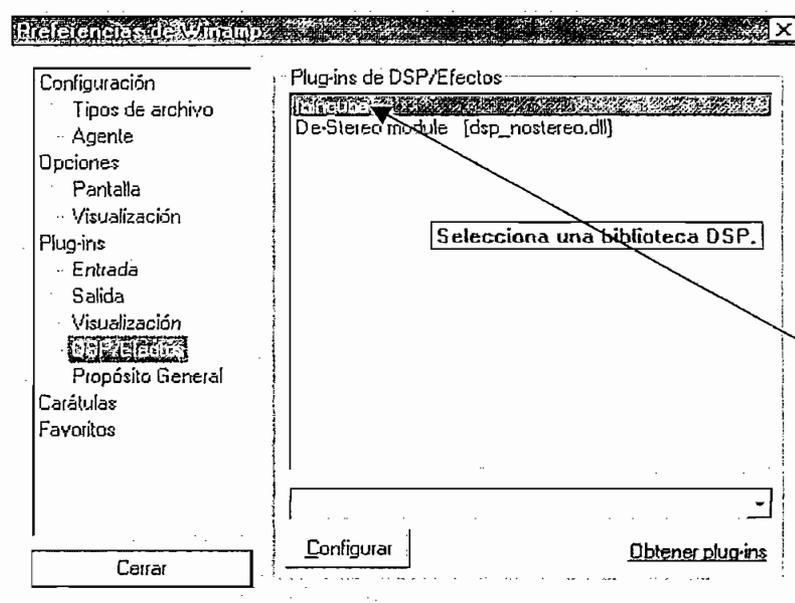


Figura 4.38: Preferencias de Winamp, Plug-ins – DSP/Efectos

No es necesario seleccionar ningún *plug-in* de Efectos, si el usuario quiere descargarlo e instalarlo lo puede seleccionar, este tipo de *plug-ins* permite jugar con las características del audio digital.

Se escoge el siguiente ítem, es decir "Propósito General", se visualiza la siguiente ventana:

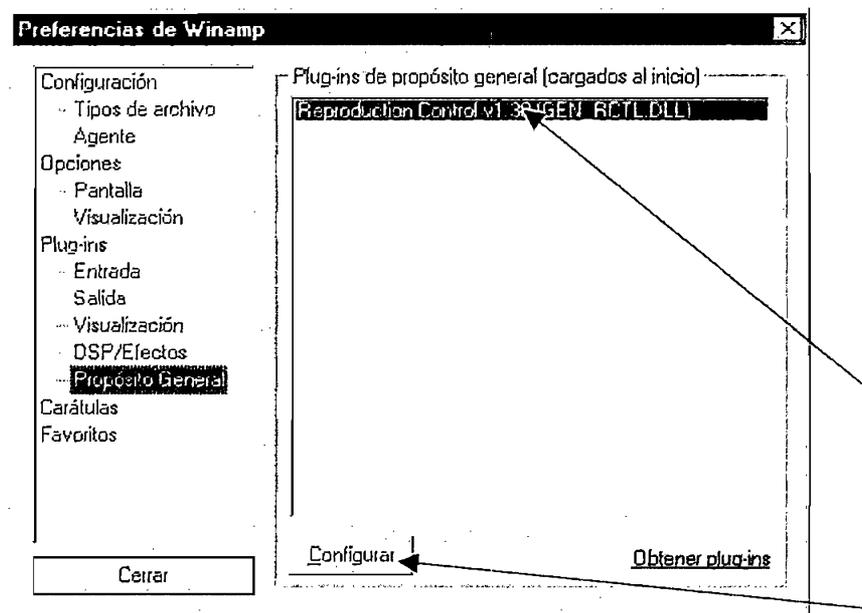


Figura 4.39: Preferencias de Winamp, Plug-ins – Propósito general

Escoja el *plug-in* de reproducción que se instaló (Control de reproducción) y se oprime el botón de "Configuración", aparecerá la siguiente pantalla:

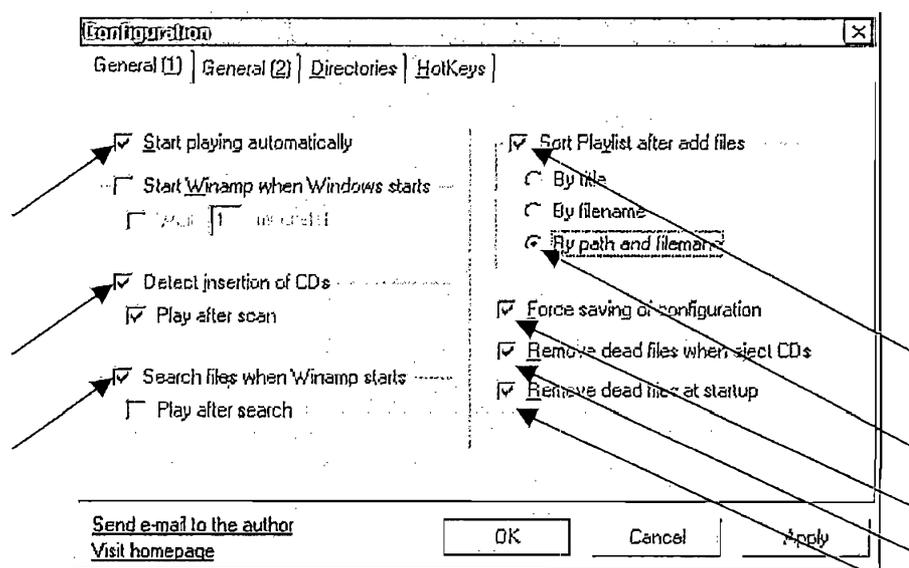


Figura 4.40: Preferencias Winamp, Plug-ins–Propósito general–Control de reproducción

Se configura de acuerdo a como se indica con las flechas en la ventana.

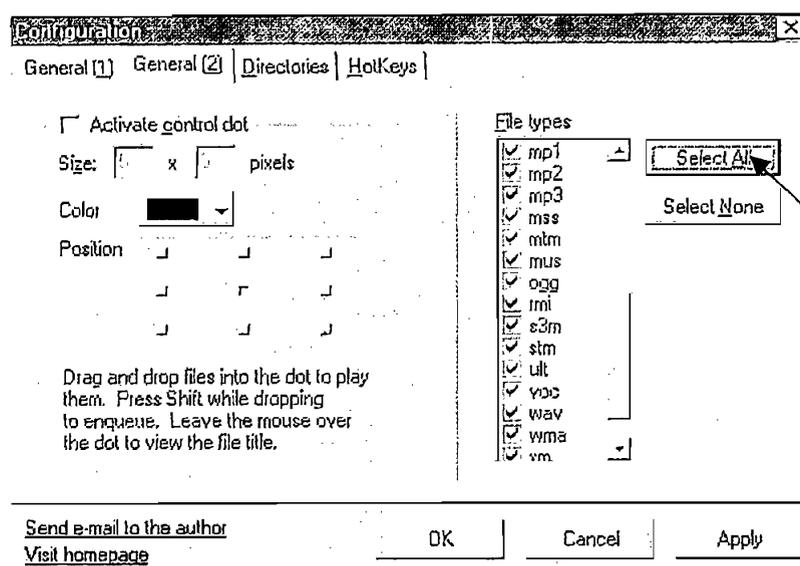


Figura 4.41: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 2

Oprima el botón “Select All”, para seleccionar todos los tipos de archivos de audio digital que se quiera reproducir con este *plug-in*.

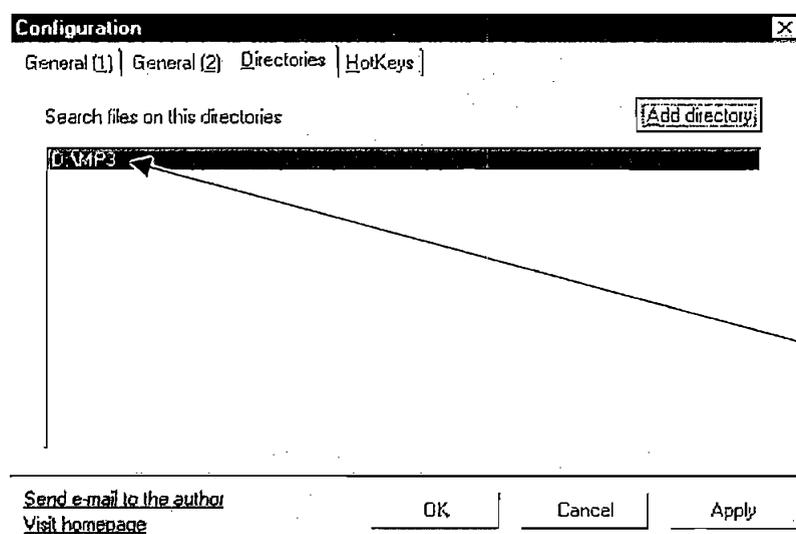


Figura 4.42: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 3

Añada el directorio en donde se colocaran los archivos de audio digital, para que pueda agregarlos al módulo de Lista de Reproducción del *Winamp*, en el caso de este trabajo se los pondrá en el directorio D:\MP3, el usuario podrá colocarlos en cualquier otra carpeta pero tomando en cuenta que en este directorio se va a descargar desde el *PC* y deberá estar compartida para poderla visualizar desde éste, ver *sección 1.2 k*). de este capítulo.

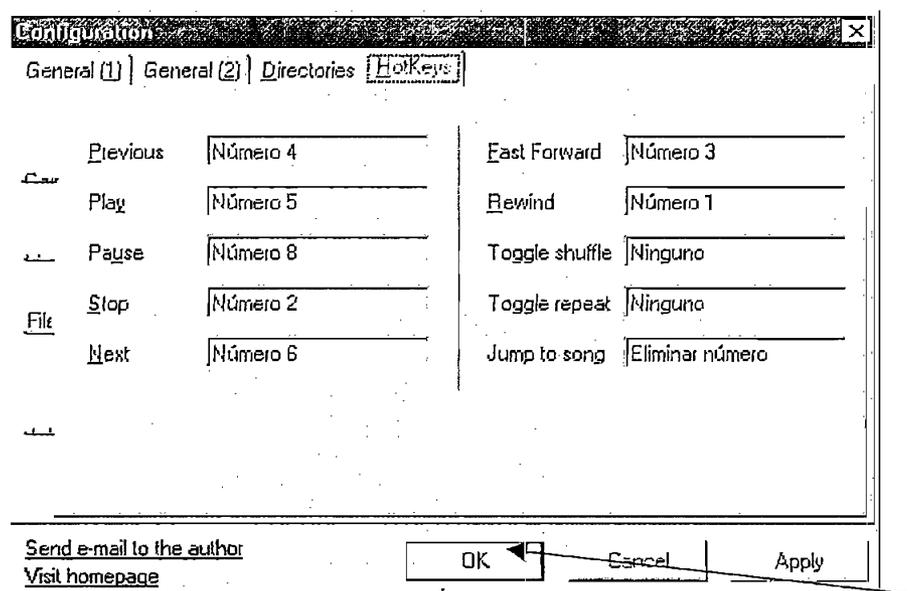


Figura 4.43: Preferencias Winamp, Plug-ins – Propósito general – Control de reproducción 4

En esta ventana existen varias subventanas, no configurar nada ya que este *plug-in* tiene la opción de “Teclas rápidas” para el control de *Winamp* y esta opción se va a utilizar del *plug-in* de visualización. Para terminar la configuración de este *plug-in* presione el botón “OK”.

Se escoge la siguiente opción “Carátulas” en la cual sale por defecto la carátula del *plug-in* que cambia el idioma y no se configura nada, o si el usuario a descargado del sitio *web* de *Winamp* alguna carátula la puede escoger pero no influye en nada ya que esta no varía la apariencia en la pantalla de *LCD*.

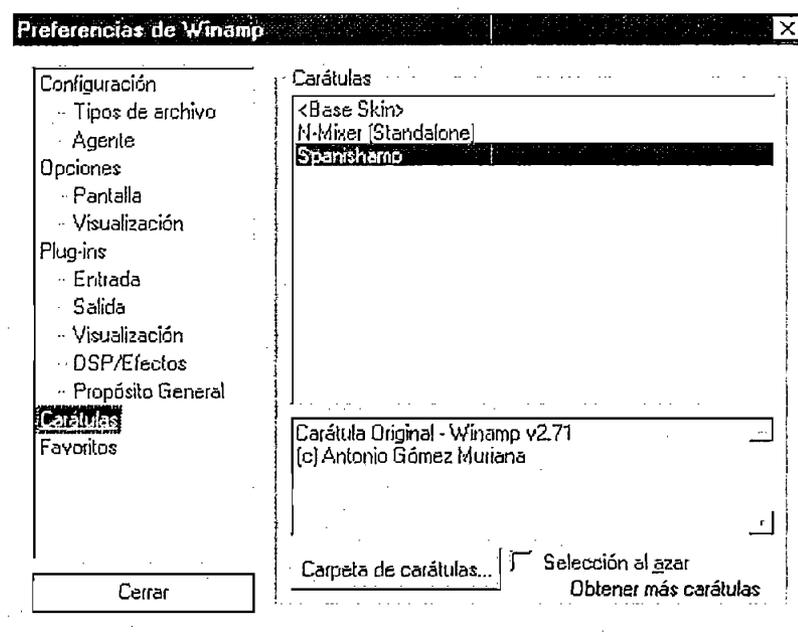


Figura 4.44: Preferencias Winamp, Carátulas

La siguiente y última opción de la configuración de Winamp, que es "Favoritos" tampoco se la usa y como no se usa el "Mini-Browser" no hay ninguna página almacenada no hay nada que configurar.

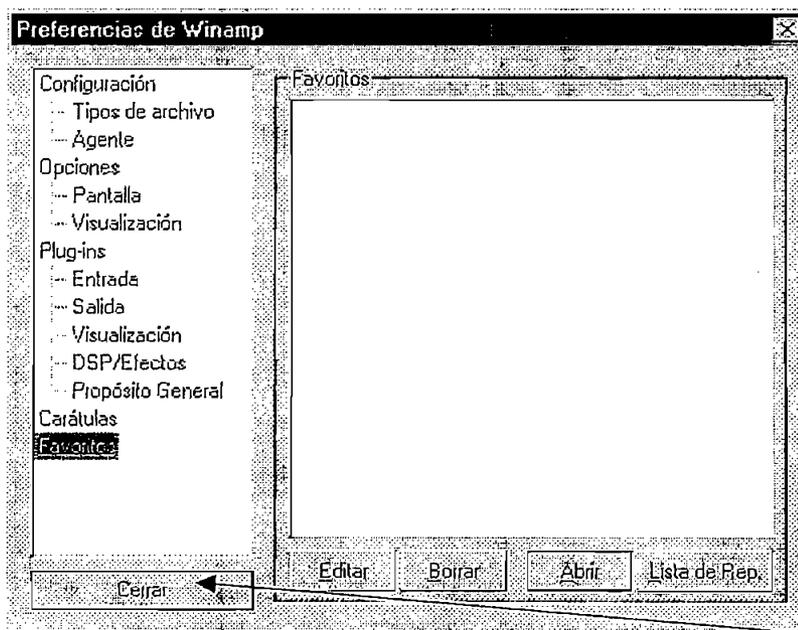


Figura 4.45: Preferencias Winamp, Favoritos

Para terminar con la configuración se oprime el botón "Cerrar" y se vuelve a la aplicación *Winamp*, se la puede cerrar y cuando se lo ejecute nuevamente ya estará preparado y funcionando los *plug-ins* configurados.

n). Como último paso para tener listo el reproductor se instala el software para utilizar el Control remoto de *Packard Bell*, disponible en este trabajo, el software se lo puede descargar del vínculo:

<http://zorxx.dohnut.org/wirc/index.html>

Para utilizarlo en su versión completa hay que registrar el producto, esto se lo hace en la misma *web* antes citada. Si no se lo hace el software funciona completo con la limitación que si capta 100 señales del control remoto, éste se inutiliza y pide que lo registren. Para que vuelva a funcionar hay que ejecutarlo nuevamente.

Este software permitirá utilizar las Teclas Rápidas de manejo del *plug-in* de visualización "*Lorty's mp3car plug-in v2.4*", desde los botones del Control remoto.

Para utilizar el software no deberá estar instalado en *Windows* el driver provisto con el Control remoto de *Packard Bell*. Se procede ha instalar el software, para ello descomprima el software descargado y colóquelo en la ruta "*C:\WIRC*", haga un acceso directo del ejecutable: "*WIRC.exe*" y colóquelo en el Escritorio de *Windows*, para facilidad de ejecución para configurarlo.

Ejecute el software, al ejecutarse se colocará minimizado junto al reloj del Escritorio de *Windows*, de un click con el botón izquierdo del *mouse* sobre el icono y éste se maximizará, escoja la pestaña de "*Keyboard*", se visualiza esta ventana:

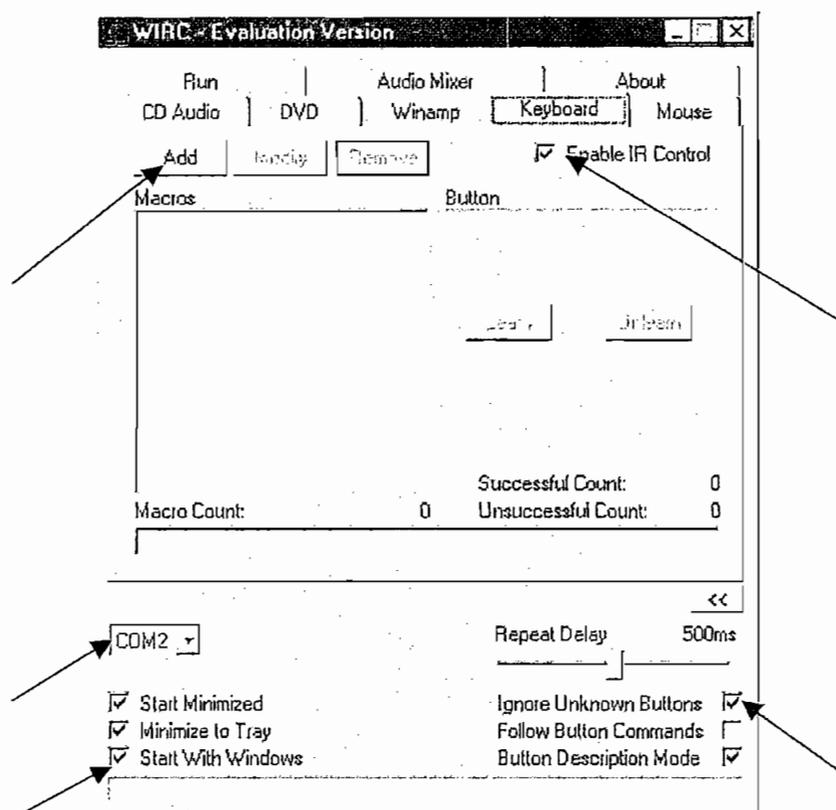


Figura 4.46: Configuración de WIRC, Keyboard

Configure como se indica en los espacios señalados con las flechas. Tomando en cuenta que debe habilitarse el servicio en "Enable IR Control" y que el Control remoto se lo ha conectado en el Puerto Serial "COM2", así como que el programa se iniciará automáticamente cuando Windows se inicie "Start With Windows".

Luego se oprime el botón "Add" para agregar y configurar cada uno de los botones que se utilizarán para manejar el reproductor desde el Control remoto.

Se continua con el siguiente procedimiento:

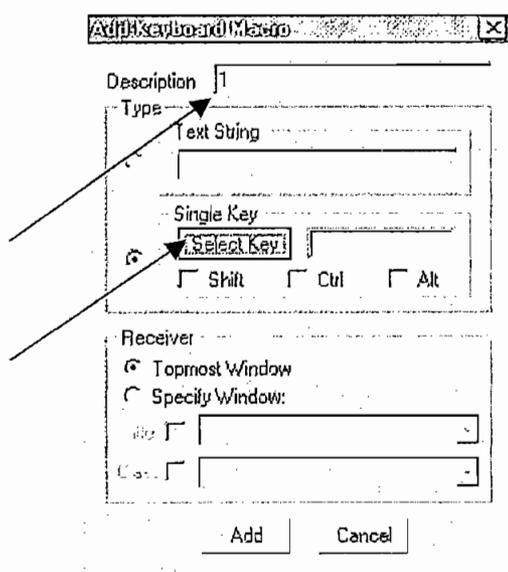


Figura 4.47: Configuración de WIRC, Keyboard – Agregar macro de teclado

Coloque la descripción o nombre del botón en el espacio indicado "Description" como se trata del botón "1" del control remoto se lo llama de la misma forma, luego oprima el botón "Select Key" y se visualiza la siguiente ventana:

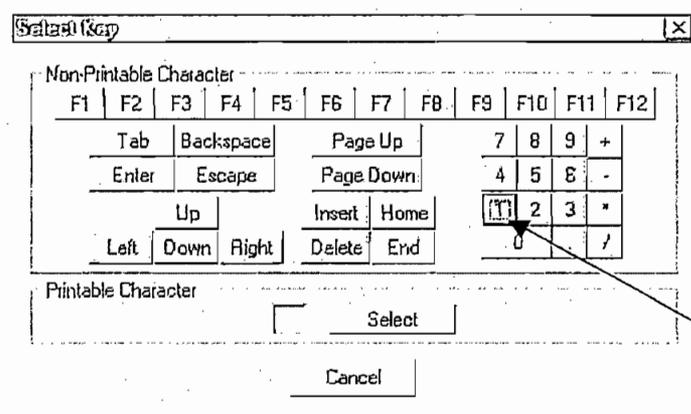


Figura 4.48: Configuración de WIRC, Keyboard – Seleccionar tecla

Se oprime el botón “1” del teclado numérico el cual se accionará cuando se presione dicho botón en el control remoto, automáticamente se volverá a la anterior ventana y se visualizará así:

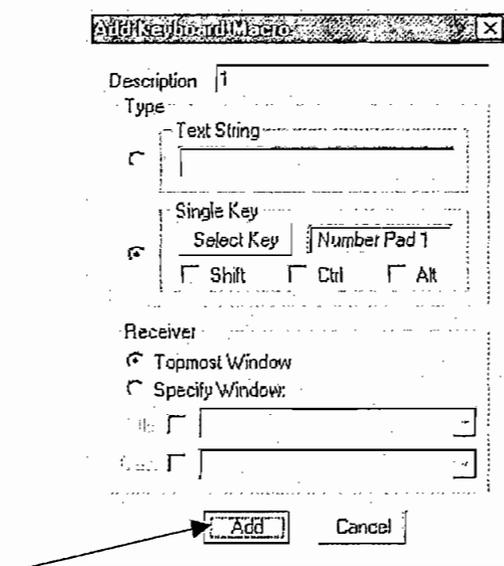


Figura 4.49: Configuración de WIRC, Keyboard – Agregar macro de teclado 2

Para terminar de configurar este botón se oprime en el botón “Add”, seguidamente se observa la siguiente ventana:

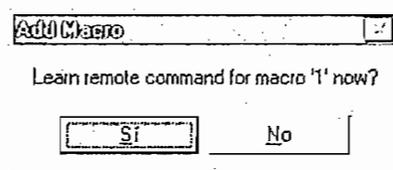


Figura 4.50: Configuración de WIRC, Keyboard – Confirmación de agregar macro

En esta ventana se pregunta si se quiere captar la señal que emite el control remoto para dicha tecla, oprima “Sí”, coloque el control frente al receptor de infrarrojos instalado en la parte frontal del reproductor y pulse dos veces la tecla correspondiente en el control remoto (botón 1), una vez que el software capte la señal se visualiza la siguiente ventana:

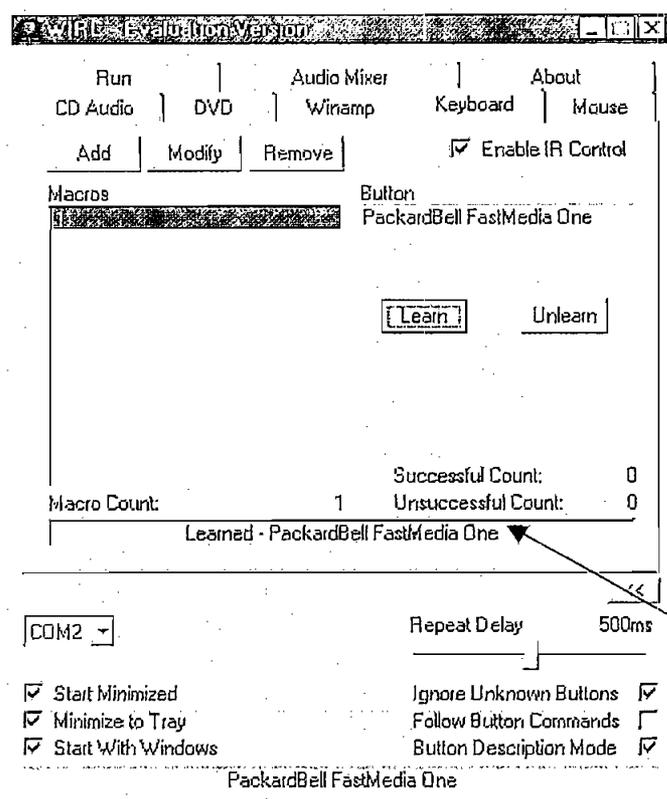


Figura 4.51: Configuración de WIRC, Keyboard – Captura de señal del control remoto

Si se visualiza “Learned – PackardBell FastMedia One”, estará terminada la configuración de ese botón. De la misma forma se procederá con cada una de las siguientes teclas necesarias para completar el manejo del reproductor, es decir todas las teclas del Teclado numérico, que se las detalló en ésta misma sección en el literal “m” y se las configurará de la siguiente forma:

Botón del control	Descripción	Tecla del teclado numérico
Mute	Mute /	/
*	Shuffle *	*
+	+	+
Display	Display .	.
Enter	Enter	Enter
0	0	0

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9

Al terminar de agregar y configurar todas las teclas se observará la siguiente pantalla:

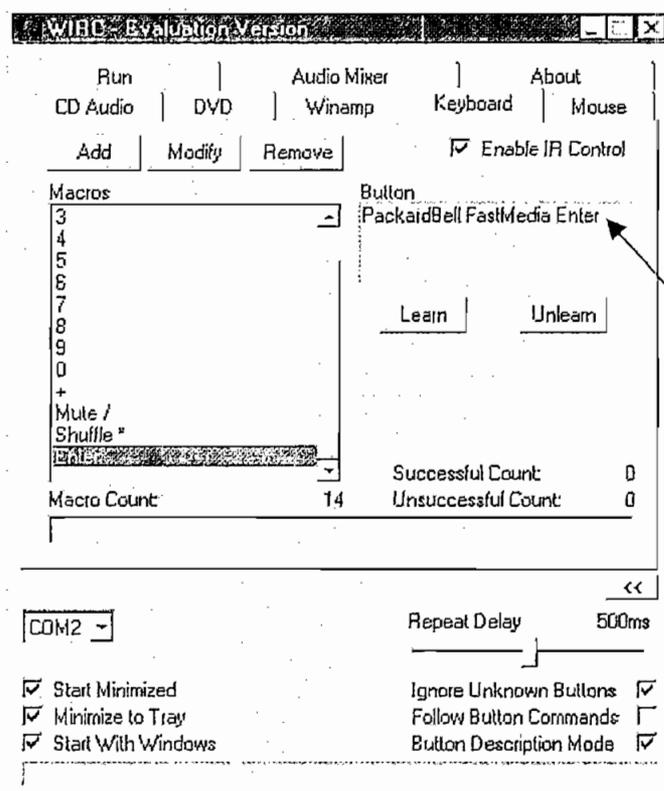


Figura 4.52: Configuración de WIRC, Keyboard – Captura de señal del control remoto finalizada

Para terminar se selecciona de entre las pestañas superiores la opción "Run" y se configura los botones que servirán para ejecutar / parar el software *Winamp* y para salir de *Windows* con el cual también se apagará el reproductor, ya que la fuente de poder que se ha instalado es del tipo *ATX*⁸⁸, se procederá con los siguientes pasos:

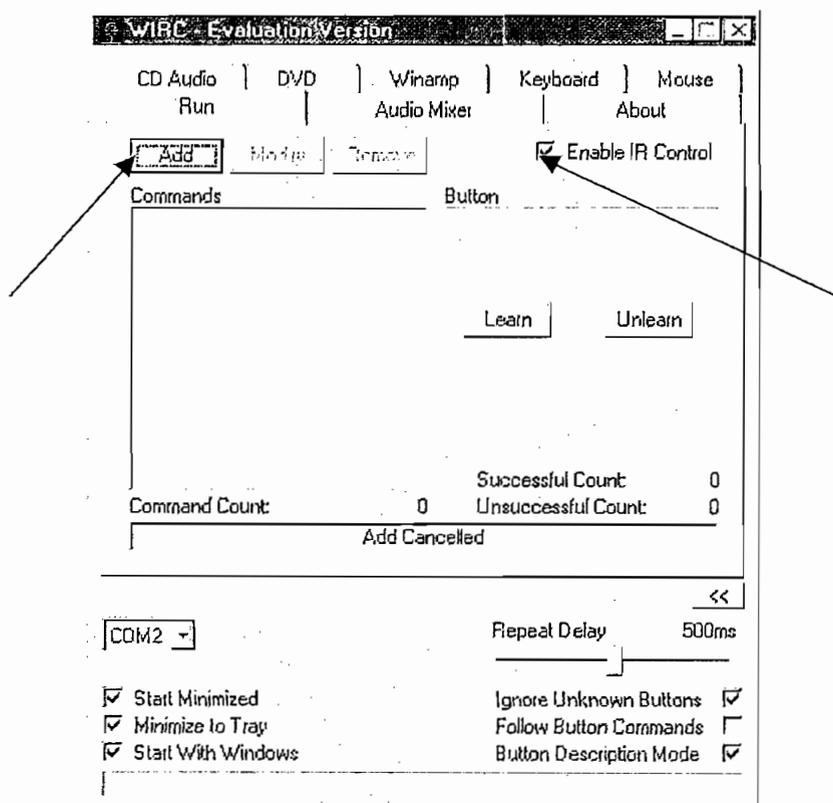


Figura 4.53: Configuración de WIRC, Run

Se habilita la casilla de "Enabled IR Control" y oprima el botón "Add" para añadir el botón de ejecución de *Winamp*, oprima el botón "Add" y se completa como se indica en la siguiente ventana:

⁸⁸ Fuente *ATX* es un tipo de fuente de poder que se ha difundido ampliamente en los equipos modernos, tiene características de temporización de encendido tales como: encender el equipo a una hora y fecha determinada, con el timbre que indica que una llamada telefónica está entrando (*Wake on ring*), o mediante la tarjeta de red a través de la *LAN* (*Wake on LAN*).

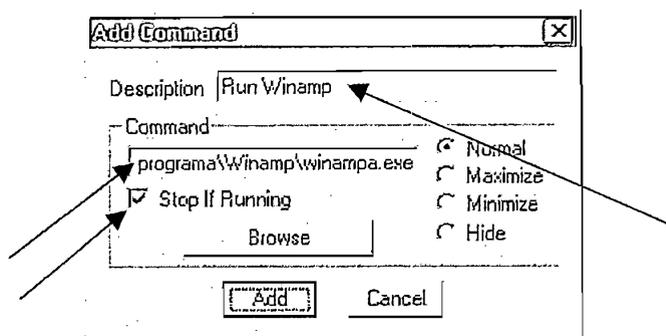


Figura 4.54: Configuración de WIRC, Run – Agregar comando de ejecución de Winamp

En la ventana de descripción se coloca: “Run Winamp”, en la línea de comando coloque la ruta del archivo ejecutable de Winamp, éste está ubicado en “C:\Archivos de programa\Winamp\winampa.exe” y marque la casilla de: “Stop If Running” para que se cierre el programa si éste ya estuvo ejecutado. Para terminar oprima el botón “Add” y se visualiza la siguiente ventana:

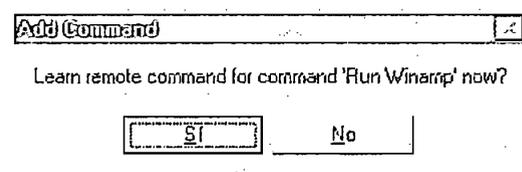


Figura 4.55: Configuración de WIRC, Run – Confirmación de agregar comando

Oprima el botón “SI”, presione el botón del control remoto que se utilizará para tal acción, puede ser cualquiera de las que no se ha utilizado hasta ahora, en este trabajo se ha utilizado la tecla: “SRS”, presione dos veces frente al receptor de infrarrojos para que el software reconozca el botón asignado para realizar esta acción.

De la misma forma que el botón anterior, añada el botón para salir de Windows y complete como se indica en la siguiente ventana:

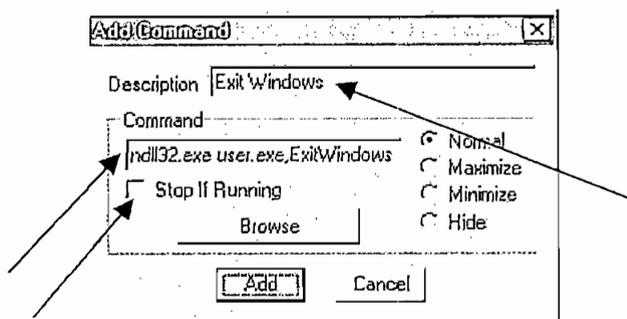


Figura 4.56: Configuración de WIRC, Run – Agregar comando de salida de Windows

En la ventana de descripción colocamos: “Exit Windows”, en la línea de comando coloque la ruta del archivo ejecutable “Rundll32.exe” y coloque la siguiente línea de comando:

“C:\Windows\rundll32.exe user.exe,ExitWindows”

Con esta línea se cerrará Windows 95, para otra versión como Windows 98 será otra línea de sintaxis y la podrá encontrar en los vínculos de referencia en la bibliografía de este capítulo. Para terminar oprima el botón “Add” y se visualiza la siguiente ventana:

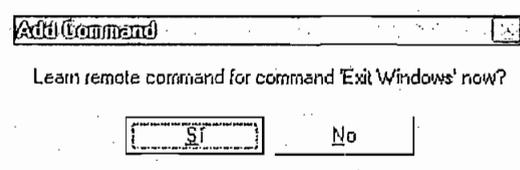


Figura 4.57: Configuración de WIRC, Run – Confirmación de agregar comando

Oprima el botón “Sí”, presione el botón del control remoto que se utilizará para tal acción, puede ser cualquiera de las que no se ha utilizado hasta ahora, en este trabajo se ha utilizado la tecla: “Aux3”, presione dos veces frente al receptor de infrarrojos para que el software reconozca el botón asignado para realizar esta acción.

Verifique que en el resto de pestañas del software no esté habilitado la casilla “Enabled IR Control” para que el reproductor trabaje solo con los botones del Control remoto configurados, como se indica en las siguientes ventanas:

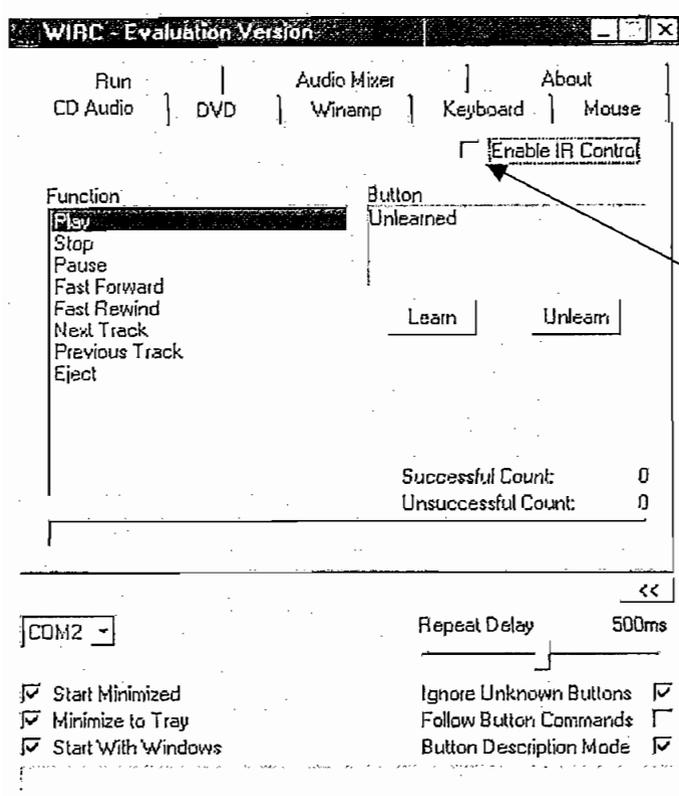


Figura 4.58: Configuración de WIRC, CD Audio

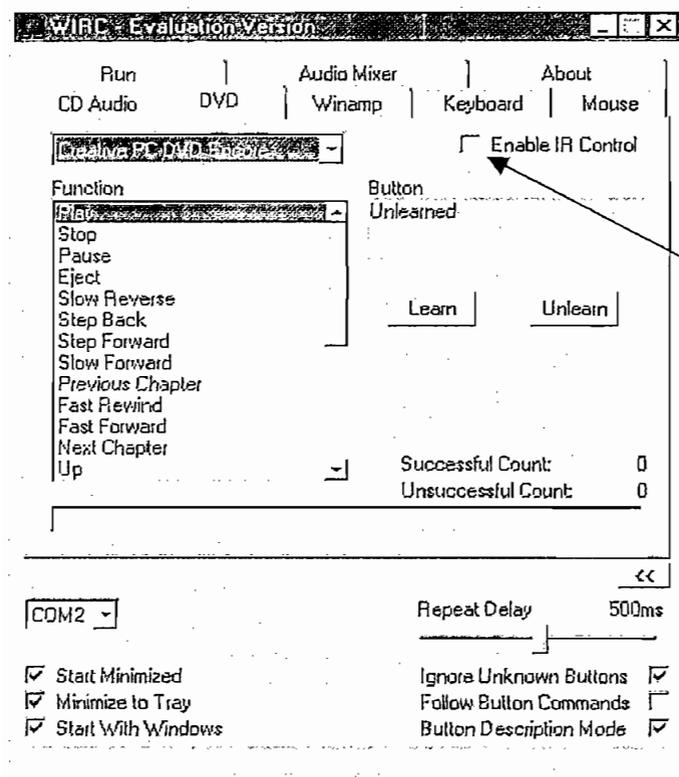


Figura 4.59: Configuración de WIRC, DVD

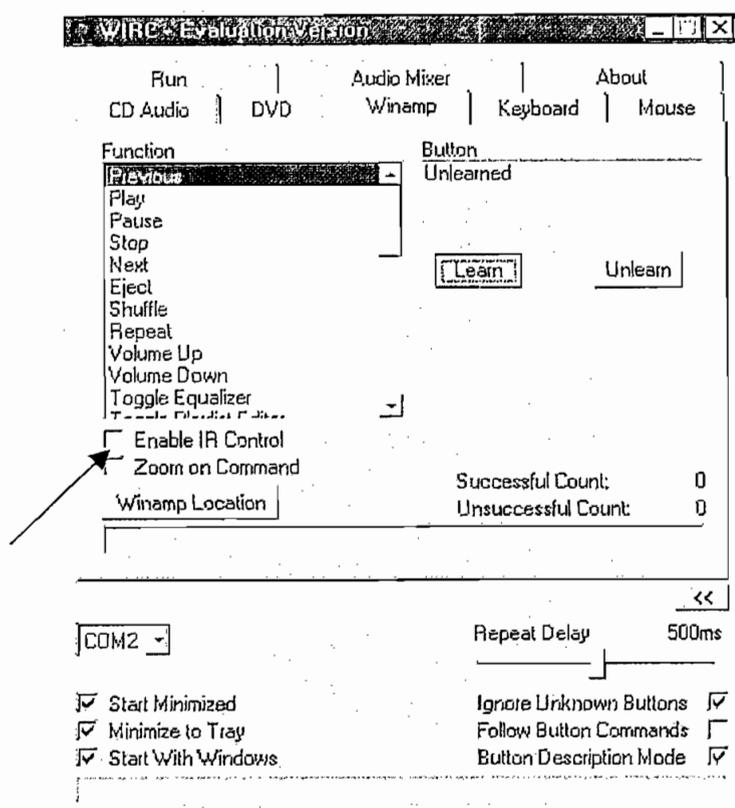


Figura 4.60: Configuración de WIRC, Winamp

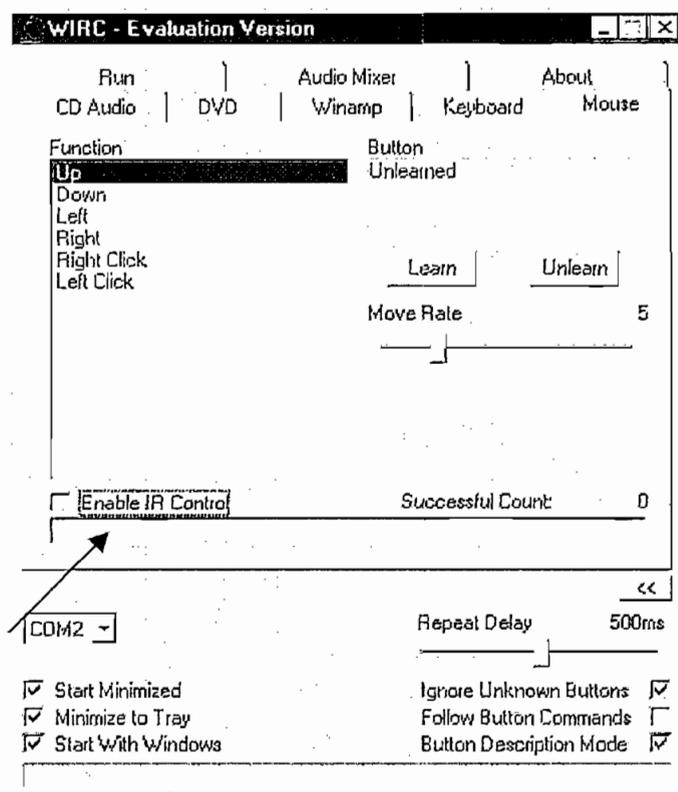


Figura 4.61: Configuración de WIRC, Mouse

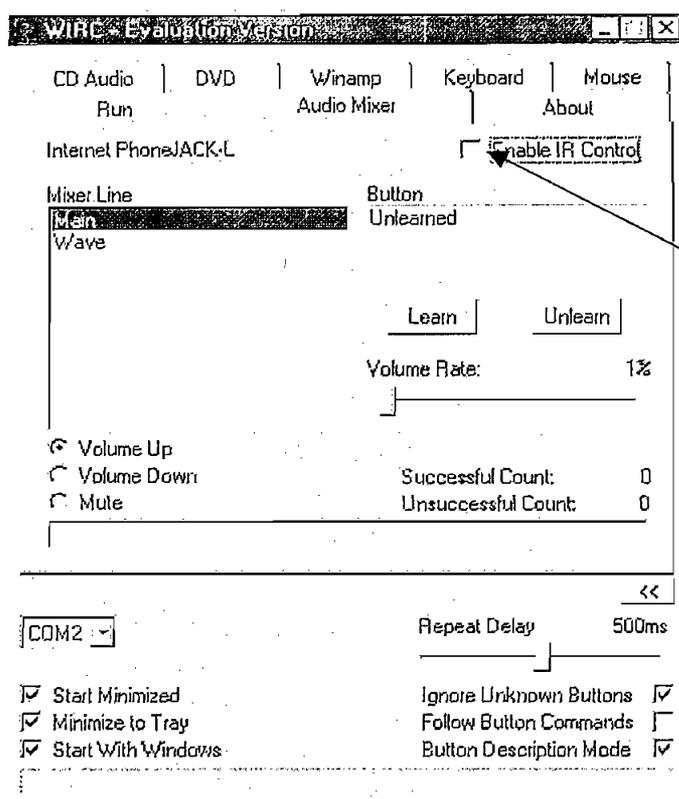


Figura 4.62: Configuración de WIRC, Audio mixer

Para guardar los cambios efectuados cierre el software desde la “X” ubicada en la esquina superior derecha, con esto se termina la configuración del software WIRC. Cierre Windows, para apagar el reproductor.

4.5 PRUEBAS DEL HARDWARE Y SOFTWARE

Encienda el reproductor nuevamente, si se ha configurado correctamente en el reproductor se visualizarán las siguientes pruebas:

- Al encender se ilumina la pantalla de LCD, a los pocos segundos se visualiza el texto de presentación que se puso en el archivo “LCD.txt”.

- Luego se escuchará la reproducción del archivo de ejemplo que *Winamp* reproduce al inicio y en la pantalla de *LCD* se visualizará la información contenida en dicho archivo.
- Pare la reproducción de este archivo ya que se reproducirá cíclicamente.
- Conecte el Cable cruzado construido para la comunicación con el *PC* y cargue los archivos de audio digital en el reproductor (ver capítulo V).
- Pruebe los botones configurados del Control remoto y verifique que al presionar la tecla de apagado del reproductor, se cierra *Windows* y éste se apaga.

Si no se logra observar éstas pruebas revise las conexiones del hardware (ver capítulo III) y vuelva a chequear con detenimiento la configuración que se indica paso a paso en este capítulo.

4.6 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL REPRODUCTOR

Desconecte los siguientes dispositivos:

- El cable plano de datos de la unidad 3½ con su respectivo cable de poder y retire la unidad.
- El conector de vídeo que está conectado al monitor.
- El *mouse*.
- El teclado.

Verifique que el resto de dispositivos estén bien conectados (ver capítulo III) y tape el reproductor. Conecte los parlantes a la salida de línea del reproductor y encienda el reproductor para comenzar a utilizarlo.

CAPÍTULO V

5 MANUAL DE USUARIO Y DETALLES DEL FUNCIONAMIENTO

5.1 COMPONENTES BÁSICOS DEL REPRODUCTOR

El reproductor tiene los siguientes componentes básicos:

- Procesador *AMD K6-2* de 500 *MHz*.
- 64 *MB* de memoria *RAM*
- Disco Duro de 15 *GB*
- Tarjeta de Sonido Full-Duplex
- Tarjeta de Red 10/100 *Mbps*.
- Display *LCD* con Backlight de 20x4 -- puerto paralelo
- Receptor de infrarrojos – puerto serial y Control remoto respectivo
- Teclado Numérico
- Fuente de poder *ATX* de 100 *W*
- Juego de parlantes 4.1 Surround
- Cable de poder
- Cable UTP cruzado de 8 hilos
- Convertidor *DC-AC* de 200 *W* (opcional para carro)
- Unidad de *CD-ROM* (opcional)
- Transmisor de *FM* (opcional)

5.2 REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO

- Alimentación de 115 *voltios AC* cuando esté fijo en algún lugar, o en su defecto conectar al convertidor *DC-AC* cuando se lo vaya a ocupar en el auto.
- Parlantes Estéreo provistos de Pre-amplificación o a su vez amplificador el cual tome la señal de la salida de línea del reproductor y la saque a los parlantes conectados a éste. Éstos parlantes pueden ser del tipo 4.1 *Surround*.
- Teclado numérico o Control remoto para el manejo del reproductor.

5.3 INSTALACIÓN DEL HARDWARE

- Conecte los parlantes al reproductor, si son Parlantes Estéreo coloque el *plug*⁸⁹ de éstos en la Salida de Línea (*Line Out*) del reproductor; si son del tipo *Surround* coloque los dos *plugs*⁹⁰ de: Salida de línea (*Line Out*) y Entrada de Línea (*Line In*), respectivamente. En ambos casos luego de haber realizado ésta conexión, proceda a conectar la alimentación AC del pre- amplificador de los parlantes.
- Coloque el cable de poder en el reproductor y conéctelo a la alimentación (115 V-AC). Puede conectarse a la red fija pública directamente, o si se lo lleva en el auto se lo conectará al Convertidor de *DC-AC* y éste a su vez se conectará al encendedor disponible en la consola.

⁸⁹ Conector macho del cable que se utiliza en audio, puede ser mono o estéreo

⁹⁰ Conector hembra que se utiliza en audio, de igual forma puede ser mono o estéreo

- Coloque baterías al Control remoto, éstas son del tipo “AA”, de preferencia colocar del tipo “Alkalinas”.

5.4 CARGA Y DESCARGA DE LOS ARCHIVOS DE AUDIO DIGITAL

- Conecte el cable cruzado desde el Adaptador de red del reproductor al adaptador de red del *PC* configurado previamente para poder cargar y descargar los archivos de audio digital a la carpeta disponible para tal fin en el reproductor (ver capítulo IV). Los dos equipos de preferencia deberán estar encendidos
- Ejecute el “Explorador de *Windows*” del *PC*, busque en el “Entorno de Red”, ubicado en el lado izquierdo de la parte inferior de la ventana, ábralo y de doble click sobre el icono del reproductor que tendrá el nombre de “Portable”. Si no lo encuentra vaya hasta el escritorio y sobre el icono de Entorno de Red de un click con el botón derecho del *mouse* y seleccione la opción “Buscar *PC*” y en la ventana que aparece coloque el nombre de “Portable” y presione en “Buscar ahora”, si lo encuentra entonces proceda como se indicó anteriormente con el icono de “Portable”.
- Una vez adentro del reproductor se verá la carpeta compartida con la descripción *MP3*, ingrese a esta carpeta y cargue (copie) dentro de ella los archivos de audio digital que se quiera escuchar en dicho reproductor. Para las futuras cargas (copiar) y descargas (borrar) de los archivos de audio digital, se lo deberá hacer cuando el reproductor esté encendido, pero antes se procederá a parar la reproducción del archivo digital en curso y se copia o se borra los archivos dentro de la carpeta compartida desde el “Explorador de *Windows*” del *PC*, para finalizar se apaga el reproductor y la siguiente vez que se encienda se actualizará

la lista de los archivos de audio nuevos y/o antiguos cargados, con lo que estarán listos para reproducirlos.

- Una opción que se puede hacer es la de crear Listas de Reproducción de archivos de audio digital, que se las puede clasificar por su género o álbum. Para lograr esto en el *PC* se tendrá que crear las listas en el *Winamp*, es decir añada los archivos que quiere que integren la lista a la Lista de Reproducción de *Winamp*, luego grabe la listas con el nombre respectivo (Ej: Salsa); y copie este archivo de extensión "*M3U*" (Ej: salsa.m3u) en el mismo directorio donde descargo las canciones. Hay que tomar en cuenta que los archivos que integran las listas se los deberá cargar en el reproductor en las mismas subcarpetas en las que se encontraban en el *PC* donde se hizo las listas, para que cuando se seleccione la lista encuentre los archivos en ella contenida en la respectiva posición inicial de la que fueron tomados. Las listas se seleccionaran con el botón de listas configurado en el Control remoto (ver capítulo IV).
- Desconecte el Cable cruzado para terminar con la carga / descarga de los archivos de audio digital.
- Apague y vuelva a encender el reproductor para que los archivos cargados y descargados se actualicen en la lista de reproducción de *Winamp*.

5.5 INSTRUCCIONES DE MANEJO Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL REPRODUCTOR

- Conecte al reproductor y los parlantes o el amplificador de un equipo de sonido, a una fuente de alimentación de 115 *voltios* de Corriente Alterna (AC) de preferencia que no tenga muchas variaciones de voltaje.

- Verifique el conector de la Salida de línea (*Line Out*) y conecte el cable directamente a los parlantes o al amplificador. Si se usa parlantes 4.1 *Surround*, conecte los dos cables el uno a la Salida de línea y el otro a la Entrada de línea, generalmente los conectores son de color Verde y Azul respectivamente.
- Existe un adaptador opcional que se lo puede utilizar para colocarlo en el toca cintas del radio del auto, éste consiste en un cassette provisto de un cable estéreo que se lo conecta a la Salida de línea del reproductor. De esta forma se escuchará el sonido en los parlantes del auto.
- Otra opción es conectar el Transmisor de FM, que también tiene un cable estéreo que se lo conecta a la Salida de línea del reproductor, se sintoniza en el radio del auto o una radio común de un equipo de sonido, la frecuencia a la que está enviando el audio el transmisor y se escuchará el sonido en los parlantes del radio como si se tratase de una emisora sintonizada.
- El pulsador que se encuentra en la parte frontal del reproductor servirá para encender o apagar el reproductor. Para encender solo presione y suelte el pulsador. Para apagar se lo deberá presionar alrededor de unos 4 segundos y el reproductor se apagará ya que la fuente que está instalada es del tipo *ATX*, esto no se recomienda hacer mientras el reproductor está en funcionamiento solo se lo utilizará cuando se encienda por accidente el reproductor.
- El reproductor puede operarse desde el Control remoto de *Packard Bell* o un teclado numérico de *PC* genérico.

Los botones (o teclas) funcionan en cuatro modos de trabajo:

- En el modo normal (por defecto) son los siguientes y trabajan así:

<u>Botón</u>	<u>Acción</u>
SRS	Ejecuta y para el programa <i>Winamp</i> .
Aux3	Apaga el reproductor.
Mute	Silenciar / desilenciar al reproductor (<i>Mute</i>).
*	Activa/desactiva el modo de Reproducción Aleatoria (<i>Shuffle</i>).
Menu	Se lo usará para seleccionar los archivos de audio o las listas de reproducción.
#	Si se presiona dos veces, comienza a reproducir desde el Inicio de la Lista de Reproducción. También se los usará para seleccionar los archivos de audio o las listas de reproducción.
1	Reproduce el archivo que se encuentra 10 posiciones atrás, desde donde se encuentre reproduciendo.
2	Disminuye el volumen un nivel.
3	Reproduce el archivo que se encuentra 10 posiciones adelante, desde donde se encuentre reproduciendo.
4	Reproduce el anterior archivo, desde donde se encuentre reproduciendo (<i>Previous</i>).
5	Detiene la reproducción del archivo, momentáneamente o totalmente (<i>Pause/Stop</i>).
6	Reproduce el siguiente archivo, desde donde se encuentre reproduciendo (<i>Next</i>).
7	Reproduce unos segundos hacia atrás en el mismo archivo.
8	Aumenta el volumen un nivel.
9	Reproduce unos segundos hacia adelante en el mismo archivo.

- El segundo de los modos sirve para reproducir "Listas de Reproducción de archivos" o "*Playlist*" grabadas por el usuario, se lo puede utilizar siempre y cuando el usuario haya creado y cargado las listas de reproducción, este modo se activa con el botón "**Display**", lo que hace es buscar en el directorio configurado en el archivo "*mp3car.ini*" y si encuentra las listas despliega a la pantalla de *LCD* el

nombre de ellas y se las puede escoger con los botones “#” y “Menu” y se comienza su reproducción presionando el botón “Enter”.

- El tercero de los modos actúa así, presiono “#” luego cualquier número de la lista de reproducción que tiene numerados a los archivos que contiene y nuevamente “#”. Reproducirá el archivo que fue requerido, Ejemplo: “#555#”, reproducirá el archivo número 555 de la lista de reproducción en uso, si el número ingresado es mayor al total de archivos de la lista se reproducirá el último archivo de la lista.
- El último modo es el modo de búsqueda telefónico, el cual se activa / desactiva con el botón “Enter” y se cancela o borra las letras con el botón “0”, funciona de la siguiente forma: primero se activa presionando una vez el botón “Enter” en la pantalla se desplegará en la segunda línea de la pantalla de LCD la palabra “Search:” y con los botones podremos escoger y escribir las letras (de la misma forma que en un teléfono celular) para formar el título del archivo que se quiere buscar, una vez que se visualiza el archivo que se quiere reproducir, se presiona nuevamente el botón “Enter” y comenzará la reproducción de dicho archivo. Las letras que se puede escribir están distribuidas así:

<u>Botón</u>	<u>Letras o Acción</u>
1	<i>abc</i>
2	<i>def</i>
3	<i>ghi</i>
4	<i>jkl</i>
5	<i>mno</i>
6	<i>pqr</i>
7	<i>stu</i>
8	<i>vwx</i>
9	<i>yz</i>
0	<i>Cancela o borra la letra escogida</i>
Enter	<i>Activa / desactiva el modo de escritura</i>

A su vez cuando ya se visualiza el archivo que se busca reproducir, se puede buscar avanzar o retroceder entre los archivos de la lista de reproducción con los botones “#”, “Menu” y si se lo quiere reproducir solo bastará con volver a presionar el botón “Enter”.

- El volumen del reproductor se lo dejará en el nivel más alto (por defecto), ya que se podrá regularlo desde la perilla de los parlantes.
- Use uno de los dos controles de manejo (control remoto o teclado) a la vez.

5.6 RECOMENDACIONES DE USO

- Proteger al reproductor de las variaciones y picos de voltaje.
- Protegerlo de la intemperie, polvo y el mal tiempo así como también de sitios húmedos o que contengan agua ya que no es herméticamente cerrado, justamente para evitar el calentamiento interno excesivo y sus componentes son electrónicos lo cual les puede causar daño total de los mismos.
- Protegerlo de golpes fuertes en la carcasa por que podría doblar su estructura, ya que podría causar graves daños al Disco duro, como también a la pantalla de *LCD*, que podría presentar fallas en la visualización de sus caracteres.
- No colocarlo en sitios muy cerrados y con poca ventilación, así como también evitar colocarlo sobre alfombras o tapetes que puedan almacenar calor en su parte inferior ya que éste se transmitirá a la carcasa y por ende a sus componentes internos. Si es inevitable el uso en estas condiciones, entonces no utilizarlos por tiempos prolongados, apáguelo y espere a que se enfríe para volver a utilizarlo.

- No introducir objetos puntiagudos en las entradas y salidas de los dispositivos externos del reproductor, ya que podría tapar o no permitir el adecuado contacto al momento de colocarlos.
- Utilizar solo uno de los dispositivos de manejo (control remoto o teclado) ya que podría ocasionar respuestas erróneas en el funcionamiento de determinada acción.
- Al utilizar el Control remoto no alejarse mucho del reproductor ya que éste tiene un alcance limitado y el receptor de infrarrojos podría no captar las señales emitidas por éste.
- Si no se consigue la comunicación con el *PC* para cargar y descargar los archivos, revisar si el cable se encuentra bien construido, conducción de pin en pin de los *plugs RJ45*, con su respectivo en el otro lado.
- No cargue de archivos hasta el límite el espacio disponible en el disco duro del reproductor, puede disminuir el rendimiento del sistema. Se recomienda llenarlo hasta un 90% de la capacidad disponible.
- Conectar parlantes con Pre-amplificación ya que la Salida de línea del reproductor no saca una señal de audio tan grande como para sacar el sonido por los parlantes solos.
- Cada cierto tiempo destápelo y haga un chequeo de rutina, verifique que los ventiladores de la fuente y del disipador del procesador estén trabajando, ya que el recalentamiento del sistema ocasiona fallas y puede causar daños en los componentes internos.
- Si presenta problemas, apáguelo y vuelva a encenderlo si los problemas son muy repetitivos, apáguelo y revise internamente las conexiones del hardware y la configuración del reproductor.

5.7 PREGUNTAS Y RESPUESTAS MÁS FRECUENTES

PREGUNTA: ¿El reproductor no enciende?

RESPUESTA: Revise si el ventilador de la fuente está trabajando, si éste no lo está, revise la continuidad del cable de poder y si el voltaje con el que se está alimentando es 115 V-AC. Si el ventilador está trabajando, destape el reproductor y revise las conexiones del hardware, si el problema persiste haga un *reset* del *CMOS* del *mainboard* para volver a configurarlo (ver capítulo IV), si el problema aun persiste desconecte todos los dispositivos espere unas horas y vuelva a conectarlos. Y si aun persiste el problema pruebe los componentes uno a uno en otro *PC*.

PREGUNTA: ¿El reproductor saca la señal de audio del archivo reproducido pero no se visualiza nada en la pantalla de *LCD*?

RESPUESTA: Revise los dos potenciómetros que tiene la pantalla en su parte posterior, talvez no haya suficiente contraste o falte luminosidad, para poder ver la información del archivo en reproducción.

PREGUNTA: ¿En la pantalla de *LCD* se visualiza la información del archivo en reproducción pero no se escucha ninguna señal de audio en los parlantes?

RESPUESTA: Revise la continuidad del cable o cables que llevan la señal desde el reproductor hacia el pre-amplificador, o pruebe si el pre-amplificador está funcionando conectándolo a otra fuente de audio. Si el problema aun persiste apague el reproductor y revise si funciona el botón de silenciamiento (*Mute*). Si aun persiste, pruebe instalando nuevamente los *drivers* de la tarjeta de sonido.

PREGUNTA: ¿No hay comunicación del reproductor con el *PC* para cargar los archivos?

RESPUESTA: Si pasa la comprobación de continuidad el cable y los pines se encuentran bien conectados, revise si funciona el protocolo *TCP/IP* en cada lados. Intente ejecutar en el Símbolo de sistema de *Windows (MS-DOS)*, el comando "*C:\Windows\Ping 192.168.60.X*" donde *X* es el número asignado a cada lado, primero haciéndolo localmente y luego tratando de obtener respuesta del otro lado. En ambos casos si está bien configurado el protocolo habrá una respuesta con un bajo tiempo de retardo.

PREGUNTA: ¿Mientras escucho el archivo de audio en reproducción se escuchan interrupciones o saltos en el sonido?

RESPUESTA: Esto se debe a que el procesador está atendiendo a otras acciones del sistema y deja de lado la reproducción del archivo por unos instantes, o también puede deberse a que está utilizando un Procesador de baja capacidad - velocidad o un disco duro antiguo que no responde rápidamente al envío de datos. Para arreglarlo hay varias soluciones que se las debe hacer en la configuración de *Winamp* del reproductor:

- En "*Opciones*", en la parte inferior derecha de la pantalla, suba la prioridad de reproducción de un archivo de audio a Alta.
- En los "*Plug-ins de Salida*", seleccione "*Nullsoft wave Out plug-in*" y presione "*Configurar*", aquí puede aumentar la longitud del Buffer de reproducción.
- En los "*Plug-ins de Entrada*", seleccione "*Nullsoft MPEG Audio Decoder 2.72b*" y presione "*Configurar*", en la pestaña de "*Decodificador*" puede deshabilitar la propiedad de reproducción en estéreo y si está utilizando un reproductor de poca capacidad – velocidad de proceso (Ej: *Intel Pentium I* ó un *80486*), puede bajar la "*Calidad*" de muestreo del archivo a la Mitad o un Cuarto, presione "*Aceptar*" y luego "*Cerrar*" para guardar los cambios si es necesario reinicie el software. Con esto se escucha una baja en la calidad del sonido pero también bajará sustancialmente el uso del procesador, por lo tanto serán menos notorias o nulas las interrupciones y saltos en la reproducción de los archivos de audio *MP3*.

5.8 SOPORTE TÉCNICO Y GARANTÍA

El soporte técnico lo puede dar un técnico que tenga experiencia en ensamblaje y configuración de *PCs* con manejo de *Windows* y sus herramientas. Cualquier duda o consulta escribirla al e-mail: servielec@yahoo.com, o a los teléfonos: 593 2 2548902 / 593 9 7096257, dirigirse a Oscar A. Aguilar A.

La garantía que se extiende es la que dá cada fabricante de los componentes. Previa una revisión se determinará si se hace una cambio total o reparación de acuerdo al daño presentado, nótese que en algunos casos la reparación puede llegar a costar igual o más que reemplazar el componente dañado.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Actualmente al digitalizar el audio se puede aprovechar y mejorar sus características, tales como: edición en tiempo real, bajar o eliminar ruido, realzar u opacar ciertas frecuencias o bandas de frecuencias (ejemplos: instrumentos, la voz humana), conversión a otros formatos de audio; entre otras.
- El *PC* o computadora actualmente es una herramienta imprescindible para el tratamiento del audio digitalizado y los aspectos de multimedia en general. También existe equipo basado en la estructura de una computadora dedicado a realizar determinadas acciones específicas.
- Los formatos de audio digital tienen ventajas y desventajas que se las debe analizar antes de la elección del formato adecuado para trabajar en una determinada aplicación.
- Actualmente los formatos de audio digital que tienen mayor aceptación entre los usuarios, son los que ocupando menos espacio del archivo en el disco duro, proporcionan una buena calidad y fidelidad con respecto al original.
- Mediante el Internet y las aplicaciones de edición, conversión y reproducción de audio digitalizado, se ha conseguido difundir a la mayoría de usuarios de todo el mundo.
- El formato *MPEG-1 nivel-3* o *MP3* a una adecuada tasa de *bits (bitrate)*, proporciona excelentes soluciones de calidad para usuarios comunes con aplicaciones caseras.

- La industria disquera no debería preocuparse mucho de los derechos de autoría, más bien debería aprovechar la difusión del formato *MP3* y de la gran cantidad de adeptos que existe.
- A través del Internet y mediante sus canciones grabadas en el formato *MP3* se ha logrado fomentar la aparición de pequeños y talentosos artistas que quieren darse a conocer logrando su aceptación y posicionamiento en el mundo musical.
- Por su dinámica y fácil manipulación de los archivos en formato *MP3*, el formato hasta el momento vino a quedarse entre la mayoría de usuarios del mundo de las computadoras, indiferentemente de la plataforma que utilicen tal es el caso de *Windows*, *Linux* y *Macintosh*.
- Los archivos en formato *MP3* no necesita de ninguna modificación para ser reproducidos en las plataformas mayormente difundidas (*Windows*, *Linux*, *Macintosh*.)
- En los archivos de formato *MP3* con una tasa de *bits* de *128 Kbps* y con modo *Joint Estéreo*, se logra un buen aprovechamiento de las características del *MP3*.
- Al realizar una copia de una canción en formato de *CD* de Música (*cda*) a un archivo *MP3*, la mayoría de los usuarios no perciben la pérdida de fidelidad audible del nuevo archivo y lo aceptan como una copia bastante similar por no decirlo "igual" que el original.
- En la elección del hardware a utilizar en la construcción del prototipo, no es necesario escoger lo más costoso ni actualizado, bastará con que cumpla con las características mínimas para cumplir con el objetivo propuesto de reproducir archivos en formato *MP3*.

- En la distribución y ensamblaje de los distintos módulos del reproductor se deja abierto a la disponibilidad, creatividad y habilidad por parte de los usuarios que quieran experimentar en la construcción de prototipo.
- Respecto al software, existe muchas aplicaciones mediante las cuales se puede conseguir las mismas o mejores características de reproductor, el usuario decidirá por que camino optar.
- Este proyecto fue concebido con fines didácticos y de esparcimiento más no con fines comerciales, por ello el costo de implementarlo puede ser no tan económico, ya que los componentes no son específicamente dedicados para tal o cual actividad. Además fueron adquiridos en cantidades unitarias lo cual encarece su costo.
- El uso de las licencias de software aquí expuestas queda a responsabilidad del lector al momento de su implementación, debiendo legalizarlas antes de su utilización.
- En este trabajo se da una idea general del diseño y construcción del prototipo, pudiéndose mejorar características como tamaño, peso, capacidad, rendimiento, etc; que hagan del reproductor más útil y mejorando el alcance presentado.
- Las recomendaciones de uso del reproductor se las expone en el capítulo quinto.
- El hombre es un diseñador y constructor innato, no deja de lado el espíritu y ambición de construir o hacer realidad cualquier idea que se la proponga.

7 BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO I

- BONASTRE A., BUENDIA F., PEREZ M., "Equipos y Sistemas de Transmisión de Datos", Servicio Publicaciones P.V. 1994

Referencias:

- <http://www.pcmidicenter.com/notas/audigit.htm>
- <http://adforce.imgis.com/?addyn>
- <http://lucas.hispalinux.es/COMO-INSFLUG/COMOs/Sonido-Como/Sonido-Como-2.html>
- <http://www.hobbypress.com/PCMANIA/PC060/SB/pc060sbsound0000.html>
- <http://www.upv.es/protel/usr/jotrofer/sonido/sound.htm>
- <http://www.xtec.es/centres/a8019411/caixa/escalas.htm>
- <http://www.salleurl.edu/~is04069/Modders/Docs/trackdoc.html>
- <http://www.liveware.com/livewarees/recursos/glosario.htm>
- <http://www.map.es/csi/silice/glosa1.html>
- <http://www3.lmi.ub.es/profes/bartolom/WEB%20PRAV%2000-01/manuales/premiere/Help.htm>
- <http://ccrma-www.stanford.edu/courses/422/projects/WaveFormat/>
- <http://www.hobbypress.com/PCMANIA/PC063/IN/MIDI/pc063inmidii0000.html>
- <http://www.qui.uva.es/~tuti/mod/mod.html>
- http://personal1.iddeo.es/joseriki/man_efec.htm
- <http://www.terra.es/personal/fcyborg/mp3/cda.html>
- <http://www.idg.es/pcworld/ShowSol.asp?ID=625>
- <http://www.maestrosdelweb.org/editorial/computacion/vqf.asp>
- <http://www.compaq.com.ar/hogar/soluciones/musica.html>
- <http://www.interhelp.org/mp3.html>
- <http://www.asociacionmusica.com/audio.htm>

- <http://www.reforma.com/tecnologia/Articulo/113463/>
- <http://www.ecoioven.com/uno/02/ogg.html>
- <http://www.algodemusica.50megs.com/oggvorbis/>
- <http://www.xtec.es/centres/a8019411/caixa/ondas.htm>
- <http://www.gui.uva.es/~tuti/mp3/mp3.html>
- <http://148.231.177.35/Ascencio/grf/lzw.htm>

CAPÍTULO II

- “*Signal Processing of Speech*”, F.J. Owens; Editorial Macmillan New Electronics; 1999.

Referencias:

- http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/fractales/que_son.htm
- <http://members.es.tripod.de/camposrangel/tecn.htm>
- <http://download.tripod.es:81/sonidoprofesional/id34.htm>
- <http://www.iis.fhg.de/>
- <http://www.iis.fhg.de/amm/techinf/layer3/index.html>
- <http://www.iis.fhg.de/departs/amm/layer3/sw>
- <http://www.iis.fhg.de/departs/amm/layer3/winplay3>
- <http://www.iso.ch/>
- <http://www.mpeg3.com/>
- <http://fas.sfu.ca/cs/undergrad/CourseMaterials/CMPT479/material/notes>
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Park/1486/l3test.htm>
- <http://www-us.philips.com/sv/newtech/mpeg/tecnolgy.htm>
- <ftp://ftp.fhg.de/pub/layer3>
- ftp://ftp.tnt.uni-hannover.de/pub/MPEG/audio/mpeg2/public_software
- <http://www.cdj.co.uk/>
- <http://www.microsoft.com/corpinfo/PRESS/Dec96/ntshw2pr.htm>
- <http://www.opticom.de/>
- <http://www.zephyr.com/>

- <http://www.worldspace.com/>
- http://hardware.mp3.com/hardware/featured/portables/?cp=hw_main
- <http://hardware.mp3.com/hardware/featured/carplayers/page1.html>
- <http://software.mp3.com/software/>
- <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/software/player/v7.asp>
- <http://www.angelfire.com/co/mp3Colombia/index.html>
- <http://www.hispamp3.com/enciclopedia/listador.php?letra=a>
- <http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/gui.htm>
- <http://www.usm.edu.ec/computacion/mp3/etica.htm>
- <http://www.nytimes.com/library/tech/99/05/biztech/articles/09internet-music.html>
- <http://www.sigloxxi.com/puntocom/ptocom3/entrevista.htm>
- <http://users.hotlink.com.br/saulob/mp3item2.htm>
- Info@ittt-sc.de

CAPÍTULO III

Referencias:

- <http://www.jarcom.com/inmotion/>
- <http://www.ist.net/spandict/p.html>
- <http://medusa.unimet.edu.ve/electrical/fpie43/>
- <http://home.itan.com/~jim/winlirc/>
- <http://winlirc.sourceforge.net/>
- <http://skyscraper.fortunecity.com/andreessen/769/>
- <http://sipan.inictel.gob.pe/internet/neac/publi2/RS23Twww.html>
- <http://www.blackbox.nl/techweb/intrface/rs232.htm>

CAPÍTULO IV

Referencias:

- <http://www.ciudadfutura.com/mundopc/actual/software/msdos/msdos.htm>
- <http://www.fortunecity.com/skyscraper/fatbit/607/winstory/winstory.html>
- <http://www.conozcasuhardware.com/quees/bios1.htm>
- <http://www.maxtor.com/products/DiamondMax/software/maxblast/default.htm>
- <http://www.microsoft.com>
- <http://www.winamp.com>
- <http://www.winamp.es.org>
- <http://www.geocities.com/wplugins/winamp-es.html>
- <http://publish.uwo.ca/~pkorzyck/remote/howto.html>
- <http://zorxx.dohnut.org/wirc/index.html>
- <http://www.civila.com/hispania/alesio/tips95.html>
- <http://club.telepolis.com/jagar1/Trucos/Arranque.htm>

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1: ESPECIFICACIONES ISO MPEG

A continuación se refiere a las partes que componen el estándar *MPEG-1* y *MPEG-2*.

8.1.1 MPEG-1 :

Cinco partes, las tres primeras estandarizadas desde 1992. Estado del estándar: *Terminado*.

IS-11172-1 (Sistema): Describe la sincronización y multiplexación de señales de audio y vídeo.

IS-11172-2 (Video): Describe la compresión de señales de vídeo, centrándose en el escaneo progresivo y considerando especialmente las aplicaciones de vídeo en *CD*.

IS-11172-3 (Audio): Describe una familia genérica de codificación de audio, con tres miembros jerárquicamente compatibles, denominados nivel-1, nivel-2 y nivel-3.

IS-11172-4 (Tests de conformidad): Describe los procedimientos para determinar las características de los *bitstreams* codificados y el proceso de decodificación, así como los tests de conformidad con los requerimientos establecidos en las otras partes.

DTR-11172-5 (Simulación por software): Es un informe técnico sobre la implementación por software de las tres primeras partes de *MPEG-1*.

8.1.2 MPEG-2 :

Nueve partes, las tres primeras estandarizadas desde 1994, con algunos aditamentos posteriores. En diferentes estados de terminación.

IS-13818-1 (Sistema): Describe la sincronización y multiplexación de señales de audio y vídeo; estandarizado por ITU-T como H.222.

IS-13818-2 (Video): Describe un conjunto genérico de herramientas para codificación de vídeo; estandarizado por ITU-T como H.262.

IS-13818-3 (Audio): Describe una extensión de MPEG-1 compatible hacia atrás, para codificación de audio multicanal (sonido envolvente, sonido multilingüe) y una extensión no compatible hacia atrás para frecuencias de muestreo inferiores, para soportar aplicaciones de sonido con requerimientos de ancho de banda limitado.

IS-13818-4 (Tests de concordancia): Describe los procedimientos para determinar las características de los *bitstreams* codificados y el proceso de decodificación, así como los tests de conformidad con los requerimientos establecidos en las otras partes.

DTR-13818-5 (Simulación por software): Es un informe técnico sobre la implementación por software de las tres primeras partes de MPEG-2.

IS-13818-6 (Extensiones de sistema - Control y comandos para medios de almacenamiento digital): Describe un conjunto de protocolos para aplicaciones cliente-servidor.

CD-13818-7 (Audio, codificación no compatible hacia atrás (NBC)): Describe un esquema de codificación de audio mejorado para señales mono y estéreo, así como para sonido multicanal.

13818-8 (Video, extensión para muestras de entrada de 10 bits): Se ha retirado, debido al escaso interés.

IS-13818-9 (Especificación del interface en tiempo real para aplicaciones low-jitter): Define las restricciones temporales para el envío en tiempo real de bitstreams MPEG-2.

WD-13818-10 (Extensiones de concordancia - DSM-CC): Describe los añadidos a IS-13818-4 para DSM-CC.

8.2 ANEXO 2: EL MODELO PSICOACÚSTICO

Los modelos psicoacústicos se componen a partir de las percepciones de un grupo de personas entrenadas para rendir al máximo en este campo. Por medio de una serie de experimentos se puede determinar la sensibilidad del oído humano a una serie de fenómenos, de forma que aparezcan resultados útiles para el tratamiento del sonido, como ya se ha visto.

Las tres siguientes características de la audición se acompañan del experimento que sirve para cuantificarlas.

8.2.1 SENSIBILIDAD DEL OÍDO HUMANO

Experimento: situar a la persona aislada de otros sonidos y ofrecer un tono de 1 KHz. al nivel mínimo de sonido posible. Elevar el volumen hasta que sea justo perceptible. Variar la frecuencia y representar en la gráfica.

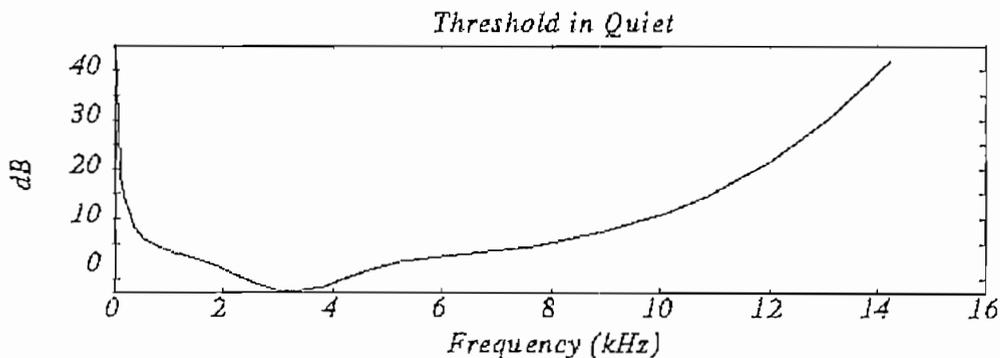


Figura A.2.1: Sensibilidad del oído humano en función de la frecuencia

8.2.2 ENMASCARAMIENTO EN FRECUENCIA

Las propiedades del enmascaramiento son las que se utilizan para la compresión destructiva de audio en la mayoría de algoritmos de compresión. Cuando una componente frecuencial de una señal tiene una energía elevada, el oído no puede percibir las componentes frecuenciales de menor energía próximas a la de mayor energía. Este efecto se produce hasta una cierta distancia frecuencial de la

frecuencia enmascaradora, siendo este margen de frecuencias denominado *banda crítica*.

Experimento: en las mismas condiciones, ofrecer un tono de 1 KHz. (enmascarador) a un volumen determinado (60 dB, por ejemplo). Ofrecer un sonido de prueba a 1.1 KHz. y elevar su volumen hasta que sea justo perceptible. Variar la frecuencia del tono de prueba y trazar la gráfica del límite de audición.

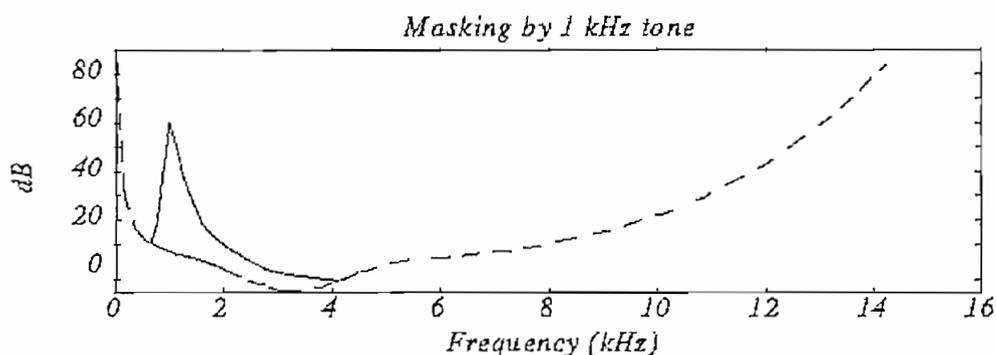


Figura A.2.2: Enmascaramiento en frecuencia del tono de 1 KHz.

Se repite para todas las frecuencias de tonos de prueba necesarias.

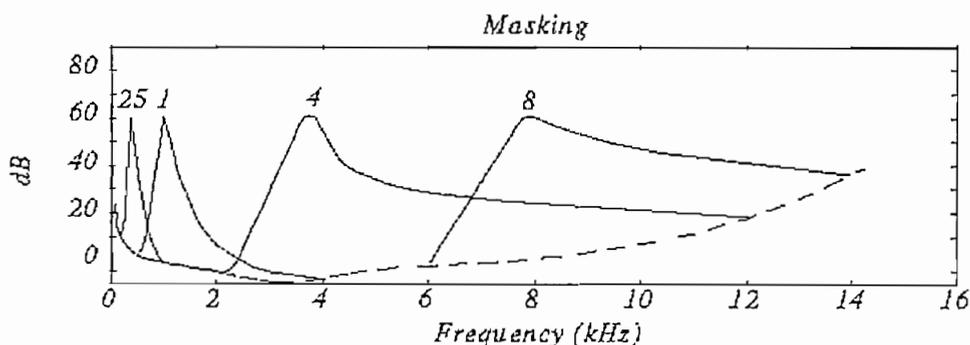


Figura A.2.3: Enmascaramiento de diversos tonos de prueba

8.2.3 BANDAS CRÍTICAS

Una banda crítica es el margen de frecuencias que se ven afectadas por la energía de la frecuencia enmascaradora. Las componentes que pertenecen a la

misma banda crítica se influyen entre si y no afectan ni se ven afectadas por las componentes que se encuentran fueran de la banda. El ancho de la banda crítica es diferente según la frecuencia en la que se encuentre y se demuestra que crece con la frecuencia. Sobre los 100 Hz. de la frecuencia enmascaradora el ancho de la banda crítica es menor de 500 Hz., y crece a medida que aumentamos la frecuencia por encima de los 500 Hz.

El ancho se denomina longitud de banda crítica

Introducimos una nueva unidad de frecuencia denominada *Bark*, antes *Barkhausen*. 1 *Bark* corresponde a la longitud de una banda crítica

Para frecuencias < 500 Hz.: $1 \text{ Bark} \approx \text{freq}/100$

Para frecuencias > 500 Hz.: $1 \text{ Bark} \approx 9 + 4 \log (\text{freq}/1000)$

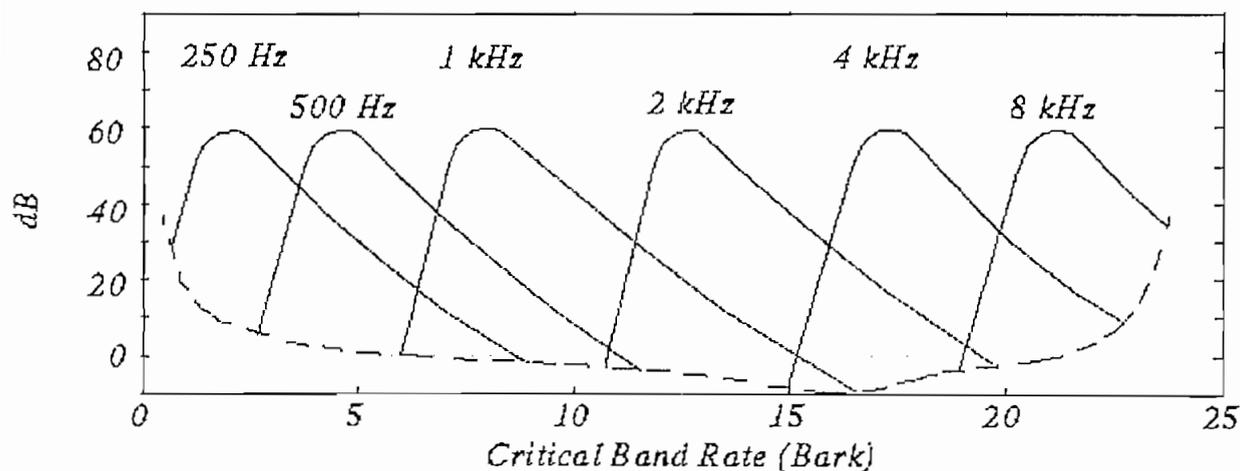


Figura A.2.4: Umbrales enmascaradores de bandas críticas a diversas frecuencias.

8.2.4 ENMASCARAMIENTO TEMPORAL

Hasta ahora hemos descrito el enmascaramiento simultáneo o en frecuencia, pero existe también el denominado enmascaramiento asimultáneo o temporal. Si escuchamos un tono a un nivel muy elevado y de repente lo paramos, entonces pasa un cierto tiempo hasta que podemos escuchar un tono más débil que suene justo después del fuerte.

Pregunta: ¿Cómo lo cuantificamos?

Experimento: en las mismas condiciones, ofrecer un tono enmascarador de 1 KHz. a 60 dB y un tono de prueba de 1.1 KHz. a 40 dB. El tono de prueba no es audible. Parar el tono enmascarador y, con un pequeño retraso, el de prueba. Aumentar el retraso hasta que se distinga el tono de prueba.

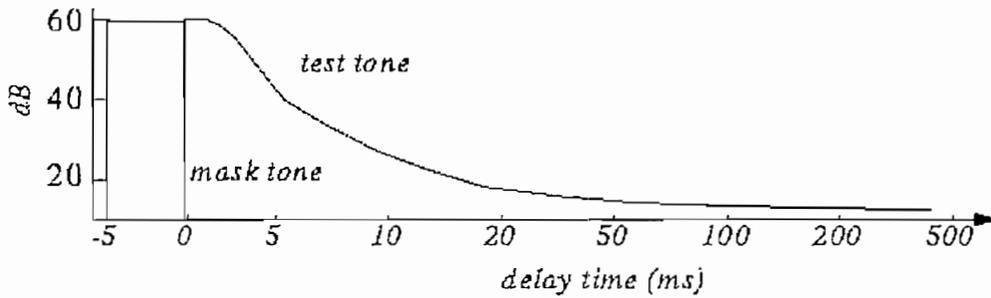


Figura A.2.5: Variación del volumen audible con el retardo

Realizar a la inversa, el enmascaramiento pre-temporal también existe, aunque en un tiempo muy inferior, casi despreciable. Repetir para diversas frecuencias y volúmenes y representar.

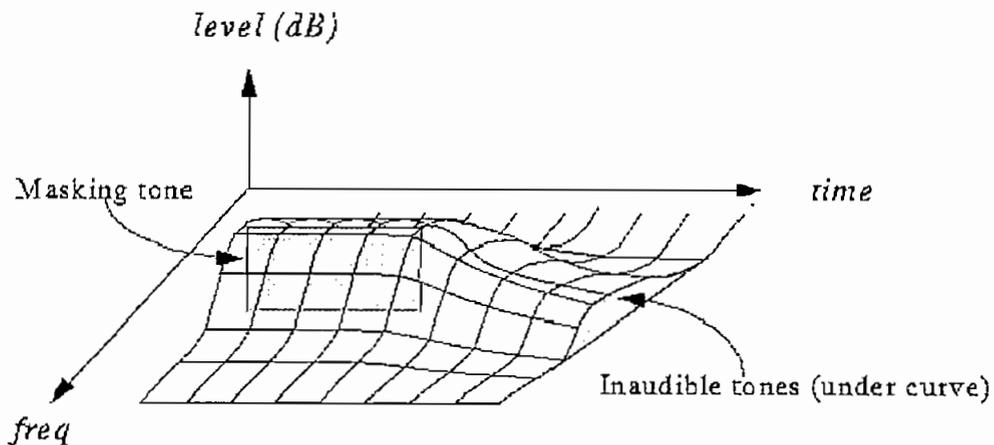


Figura A.2.6: Representación tridimensional del enmascaramiento

8.2.5 BANCO DE FILTROS POLIFASE

El banco de filtros polifase es el componente clave común para los tres niveles de la compresión *MPEG* Audio. El banco de filtros divide la señal de audio en 32 subbandas de igual ancho de banda. Los filtros son relativamente simples y ofrecen una buena resolución temporal con una razonable resolución frecuencial. Para el diseño de estos filtros se han de tener en cuenta una serie de consideraciones como sigue: La igualdad del ancho de banda de cada una de las subbandas no refleja adecuadamente el funcionamiento de la dependencia en frecuencia del sistema auditivo humano, el ancho de banda de una banda crítica en función de la frecuencia es un buen indicador de este funcionamiento. Muchos efectos psicoacústicos son consistentes con un escalado de frecuencia de banda crítica, por ejemplo, la percepción de una señal y su audibilidad en presencia de una señal enmascaradora es diferente para señales que están dentro de una banda crítica que para señales que están más allá de una banda crítica. Para bajas frecuencias una subbanda abarca varias bandas críticas, en estas circunstancias el número de bits de cuantificación no puede ser explícitamente fijado por el ruido enmascarador disponible para las bandas críticas individuales. En cambio, la banda crítica con el menor enmascaramiento de ruido nos da el número de bits de cuantificación necesitados para toda la subbanda. El banco de filtros polifase y su inversa son transformaciones con pérdidas. Sin cuantificación, la transformación inversa no puede recuperar perfectamente la señal original. Sin embargo el error introducido por el banco de filtros polifase es pequeño e inaudible. Finalmente las bandas de los filtros adyacentes tienen un mayor solapamiento de frecuencia. Esta sería la ecuación para obtener la salida de un banco de filtros:

$$st[i] = \sum_{k=0}^{63} \sum_{J=0}^7 M[i][k] * (C[k+64j] * x[k+64j])$$

donde: i es el índice de la subbanda, los márgenes van desde 0 hasta 31, $st[i]$ es la muestra de salida del filtro para la subbanda i en un tiempo t , donde t es un entero múltiplo de los 32 intervalos de muestras de audio, $C[n]$ es uno de los 512

coeficientes de la ventana de análisis definida en el estándar, $x[n]$ es la muestra de audio de entrada extraída de un buffer de 512 muestras, y $M[i][k] = \text{Cos}[(2*i+1)*(k-16)*\pi/64]$ es la matriz de coeficientes de análisis. La ecuación anterior está parcialmente optimizada para reducir el número de operaciones. Debido a que la función, que está entre paréntesis, es independiente del valor de i , y $M[i][k]$ es independiente de j , las 32 salidas de los filtros necesitan solo $512 + 32*64 = 2,560$ productos y $64*7+32*63 = 2,464$ sumas, o aproximadamente 80 productos y sumas por cada salida. Sin embargo se puede mejorar sustancialmente el número de operaciones mediante *FDCT* (*Fast Discrete Cosine Transform*), o *FFT* (*Fast Fourier Transform*).

Se puede modificar la ecuación anterior utilizando la típica ecuación de convolución:

$$st[i] = \sum_{n=0}^{511} x[t-n] * Hi[n]$$

donde: $x[t]$ es una muestra de audio en un tiempo t , y $Hi[n] = h[n]*\text{cos}[(2*i+1)*(n-16)*\pi/64]$ con $h[n] = -C[n]$, si la parte entera de $(n/64)$ es impar, o $h[n] = C[n]$ en el caso contrario, para $n = 0$ hasta 511. De esta forma cada subbanda del banco de filtros tiene su propio filtro pasa banda correspondiente a la respuesta impulsional $Hi[n]$. A pesar de que esta forma es muy conveniente para el análisis matemático, es, claramente, una ineficiente solución para ser implementada. Una implementación directa de esta ecuación requiere $32*512=16,384$ multiplicaciones y $32*511=16,352$ sumas para obtener las 32 salidas de los filtros. Podemos observar que en la ecuación $Hi[n]$ se modula la señal $h[n]$ mediante el producto con un coseno, de esta forma obtenemos un desplazamiento en frecuencia de la señal $h[n]$, es por este motivo que se denominan filtros polifase.

A pesar de que el banco de filtros polifase tiene pérdidas, los errores que de éste se obtienen son pequeños. Sin la cuantificación de las muestras de las subbandas, la respuesta compuesta tiene un rizado menor de 0.07 dB.

8.3 ANEXO 3: BREVE F.A.Q. (PREGUNTAS Y RESPUESTAS FRECUENTES) SOBRE MPEG.

PREGUNTA:

Bien, se ha demostrado que el nivel-3 de *MPEG-1* funciona muy bien en ciertos campos. ¿Cuáles son sus límites?

RESPUESTA:

Por ejemplo, en lo referente a codificación de voz, un codec dedicado, que explote las características de la voz humana, como el *CS-ACELP*, obtendrá mejores resultados. El *CS-ACELP* funciona muy bien incluso a 5.3 Kbps.. En esta tasa de *bits* funciona mejor que el nivel-3, hay que reconocerlo, sobre todo porque ofrece un retraso inferior a los 40 ms, lo cual lo hace muy útil para las comunicaciones full-duplex.

PREGUNTA:

¿Entonces *MPEG* no ofrece soluciones para codificación de voz?

RESPUESTA:

Por supuesto que sí. En *MPEG-4* (que aún se está terminando) se incluyen niveles de codificación mixtos, combinando algoritmos de percepción con los de voz. Aparte de que los resultados de *MPEG-1* y *MPEG-2* no son nada malos.

PREGUNTA:

¿Es lo mismo *MPEG* que *ISO*?

RESPUESTA:

No. *MPEG* es un grupo de expertos que trabajan bajo la dirección conjunta de *ISO* e *IEC*, organizaciones internacionales, centrándose en la codificación de audio y vídeo.

PREGUNTA:

¿Y cómo consigo los documentos *ISO* que incluyen las especificaciones *MPEG*?

RESPUESTA:

Hay que dirigirse al cuerpo de estándares nacional de cada país (en el caso de existirlo), en el caso de España, por ejemplo es *AENOR*, que los vende a los

interesados. Se pueden consultar en su biblioteca si el precio te parece excesivo, que es lo más probable. La referencia adecuada en este caso es *ISO 11172-3*.

PREGUNTA:

¿Hay algo de código escrito para el público?

RESPUESTA:

Sí, lo hay. Consulta en el link del grupo creador del estándar que lo encontraras en la bibliografía. Debes saber, sin embargo, que está escrito con propósitos educativos, principalmente. ¡No esperes encontrar un decodificador en C++ para tu uso! El código es muy valioso.

PREGUNTA:

Sólo hemos hablado de *MPEG-1*. ¿Qué hay de *MPEG-2*? ¿No utiliza los mismos niveles?

RESPUESTA:

En efecto, *MPEG-2* utiliza los mismos tres niveles de los que hemos hablado, implícitamente, para *MPEG-1*. Lo único es que *MPEG-2* incluye un modo especial de funcionamiento para tasas de *bits* especialmente bajas, utilizando frecuencias de muestreo mitad que las habituales de 32, 44.1 y 48 *KHz*. y además una extensión multicanal.

PREGUNTA:

¿Qué es extensión multicanal?

RESPUESTA:

Sin entrar en muchos detalles, la cuestión es que permite incluir cinco canales de audio para ofrecer sonido "envolvente" (*surround*), siendo los canales: izquierdo, derecho, central, envolvente izquierdo y envolvente derecho. Además hay un sexto canal opcional para mejorar las componentes a baja frecuencia, el canal de *subwoofer*. Y por último, está la extensión multilingüe, que permite la inclusión de otros siete canales de audio.

PREGUNTA:

¿Y cómo queda la compatibilidad *MPEG-1* vs. *MPEG-2*?

RESPUESTA:

Pues por raro que parezca, se mantiene, excepto en lo referente a las nuevas frecuencias de muestreo, que un decodificador *MPEG-1* puro no podría resolver. Los canales extra se codifican dentro de lo que se ha venido llamando datos adicionales y sólo el estéreo se codifica en la información de trama pura, así que el decodificador *MPEG-1* no tiene en cuenta el sonido envolvente ni la extensión multilingüe, pero funciona.

PREGUNTA:

¿Qué hay sobre *MPEG-2.5*?

RESPUESTA:

El *Instituto Fraunhofer* es uno de los pioneros en este campo y sus productos se cuentan entre los más utilizados. El caso es que para tasas de *bits* excepcionalmente bajas, incluyeron en su codec esta posibilidad que divide de nuevo las frecuencias de muestreo entre dos. Funciona bien para ciertas aplicaciones de ancho de banda crítico, pero recuerda que no es una especificación *ISO*.

PREGUNTA:

¿Por qué aumenta tanto la complejidad del nivel-2 al nivel-3?

RESPUESTA:

El nivel-3 se conoce, como nivel-2++. Esto viene a que conceptualmente es muy similar, pero utiliza toda una serie de trucos que explotan la capacidad de computación de los sistemas modernos, multiplica la resolución, utiliza codificación entrópica, tramas variables y mejores métodos para el joint stereo. Además de filtros híbridos y otras sutilezas que puedes ver con cierto detalle en el punto 3. Algoritmos, en fin, que no incluyen nada que podamos llamar innovador, pero que a costa de aumentar mucho el retardo y la complejidad obtienen estos resultados de compresión tan buenos.

PREGUNTA:

Ya veo. Pasemos a la calidad del sonido. ¿Realmente se mide de forma subjetiva?

RESPUESTA:

Pues sí. Hoy día no hay alternativa a la realización de estos tests, bastante caros, dicho sea de paso. Los hombres y mujeres que se dedican a la escucha han sido entrenados y evalúan de 1 a 5 la calidad del sonido que se les presenta. Primero oyen el original y luego, al azar, se les presenta o el original o la señal codificada. Los resultados de los tests se han probado siempre acertados.

PREGUNTA:

¿Resultados? Cuéntame alguno.

RESPUESTA:

Bien, el nivel-3 siempre se probó superior en tasas de *bits* moderadas (64 *Kbps.* por canal), como por ejemplo en el test de Septiembre de 1994 en NTT Japan. Siempre obtuvo notas entre 3.6 y 3.8, en comparación al nivel-2 con sus 2.1-2.6. A finales del año 1993 se recomendó, por otra parte, el nivel-2 a 180 *Kbps.* por canal para distribución de sonido y 128 *Kbps.* por canal para emisión. El nivel-3 se recomendó para canales de 60 *Kbps.* utilizados como canales de transmisión de voz.

PREGUNTA:

¿Alguna anécdota?

RESPUESTA:

Curiosamente, en este último test de 1993, se incluyó una nota que hacía referencia a la voz masculina alemana, pues no pasó las pruebas de calidad tan limpiamente como otros elementos de voz probados y de hecho no aprobó los requerimientos (por muy poco). Se espera que en el futuro se resuelva el problema.

PREGUNTA:

¿Es legal usar MP3?

RESPUESTA:

En pocas palabras, no hay nada de ilegal en *MP3*. Es un formato diseñado por organizaciones de estándares internacionales para facilitar la entrega de datos (incluso se usa para el audio digital en *DirecTV*). Pero los usos que se le puedan dar pueden ser ilegales (piratería con fines de lucro, por ejemplo).

PREGUNTA:

¿Se perjudica al artista si tengo *MP3*?

RESPUESTA:

Sí y no. La disponibilidad de *MP3* logra hacer que un artista pueda tener un gran alcance y una popularidad probablemente poco alcanzada por otros sistemas de entrega. Ahora, si se lucra usando *MP3*, lógicamente eso perjudicaría económicamente. El balance entre propaganda y renuncia comercial suele ser favorable para el artista, pero no para las disqueras. Acerca de esta situación hay un gran debate moral y ético, que se expuso en el capítulo II.

PREGUNTA:

¿Se pueden escuchar *MP3* en un equipo de sonido?

RESPUESTA:

No directamente. Pero varios fabricantes de productos electrónicos como Sony, Toshiba y Samsung trabajan en *CD* players que leen *CDs* de *MP3*.

Existen dispositivos portátiles como un *Walkman* tales como el *Diamond Rio* y el *Creative Nomad* que pueden conectarse a un estéreo fácilmente y ofrecen horas de música. Como también una compañía británica produce el *Empeg-Car*, que es una radio / *CD* player para automóviles, que puede guardar cientos de horas de música en formato *MP3* y es más barato que un sistema de equipo con cargadora de *CDs* para auto.

8.4 ANEXO 4: GLOSARIO DE TÉRMINOS ADICIONALES A MPEG

8.4.1 DEFINICIONES Y SIGLAS

- *AENOR* : Asociación Española de Normalización. Organismo nacional que gestiona en España las normas *ISO*, entre otras.
- *Aliasing* : fenómeno indeseable que se produce al muestrear una señal por debajo de la frecuencia de Nyquist.
- *Asignación de bit adaptativa* : asignación variable de *bits* a las subbandas en tiempo y frecuencia de manera que se cumpla un determinado modelo psicoacústico.
- *Asignación de ruido adaptativa* : asignación variable de ruido de codificación a las bandas en frecuencia de manera que se cumpla un determinado modelo psicoacústico.
- *Factor de escala* : factor por el que se escala un conjunto de valores antes de la cuantización.
- *Filtro de análisis* : filtro en el codificador que transforma una señal de audio *PCM* de banda ancha en un conjunto de muestras de subbanda submuestreadas.
- *Filtro de síntesis* : filtro en el decodificador que reconstruye una señal de audio *PCM* a partir de las muestras de subbanda.
- *IMDCT* : Inverse Modified *DCT* (*DCT* Inversa Modificada)
- *Recuantización* : decodificación de las muestras de subbanda codificadas para recuperar las muestras originales.

8.4.2 ALGUNAS TRADUCCIONES DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Asignación de bit* : *bit* allocation.
- *Banco de filtros híbrido* : hybrid filterbank.
- *Banda crítica* : critical band.
- *Compatible hacia atrás* : backwards compatible.
- *Datos adicionales* : ancillary data.

- *Descompresión de trama* : frame unpacking.
- *Desplazamiento* : shifting.
- *Empaquetado de trama* : frame packing.
- *Escalado* : scaling.
- *Escaneo progresivo* : progressive scan.
- *Nivel-i* : layer-i.
- *Factor de escala* : scalefactor.
- *Gránulo* : granule.
- *Información lateral* : side information.
- *Muestra* : sample.
- *Nivel de enmascaramiento* : masking threshold.
- *Polifase* : polyphase.
- *Sonido envolvente* : surround sound.
- *Sonido multilingüe* : multilingual sound.
- *Tasa de bits* : bit rate.
- *Tests de concordancia* : conformance testing.
- *Tests de conformidad* : compliance testing.

8.5 ANEXO 5: TARJETA MADRE (MOTHERBOARD)

PCPartner - 6MPPS7VIAVP947 PC 100SV

VIA Apollo MVP4



Combining rich built-in AGP2X graphics with optimized support for the highest-speed VIA Cyrix?MII™ and AMD-K6™ processors and highly-efficient power management capabilities, the VIA Apollo MVP4 chipset provides a compelling solution for building full-featured, energy-efficient Value PCs, Internet Appliances, and notebooks based on the Super Socket 7 platform.

The Ultimate Super Socket 7 Integrated Platform Connectivity Multimedia & Features

The VIA Apollo MVP4 chipset couples the rich graphics capabilities of the Trident Blade3D graphics engine with the proven reliability, compatibility, and performance of the VIA MVP3 chipset, to provide the ultimate Super Socket 7 platform for building powerful yet cost-effective Value PCs, Internet Appliances, and notebooks. Key features include the following:

Vibrant Integrated AGP2X Capabilities

The VIA Apollo MVP4 chipset integrates the Trident Blade3D AGP graphics engine to deliver vibrant graphics capabilities for running 2D/3D software and Internet applications.

Flexible

66/75/83/95/100MHz

Front Side Bus Settings

Through its flexible 66/75/83/95/100MHz Front Side Bus, the VIA Apollo MVP4 chipset optimizes the performance of a complete range of desktop and mobile AMD-K6™, AMD-K6-2, AMD-K6-III, and VIA Cyrix?MII™ processors running at speeds of up to 533MHz. This provides the flexibility that

The VIA Apollo MVP4 chipset comes with a wide range of additional integrated features that help minimize the cost of building Value PCs, Internet Appliances, and notebooks without sacrificing features and performance. These include integrated AC-97 audio, Super I/O, USB, and hardware monitoring capabilities, plus support for ATA-66 and advanced power management.

Flexible Desktop & Notebook PC Chipset Architecture

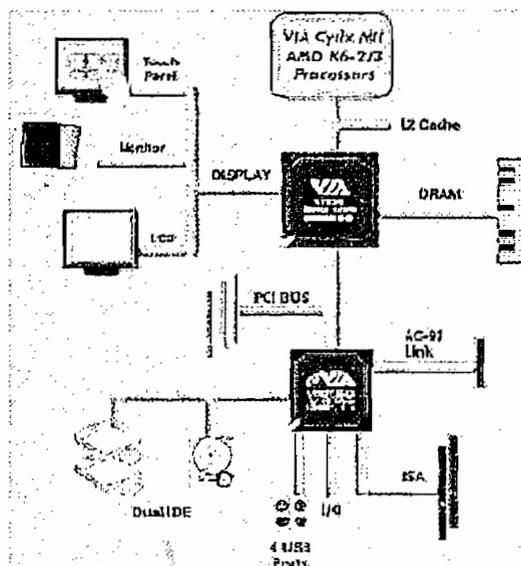
The VIA Apollo MVP4 chipset is based on an innovative and scaleable architecture with proven reliability and performance. It is a two-chip set consisting of the VT8501 North Bridge Controller paired with the VT82C686A South Bridge Controller for full-featured systems or the VT82C596B Mobile South Bridge Controller for mobile systems, as shown in the block diagram below.

customers need to configure their Value PCs, Internet Appliances, and notebooks for a wide spectrum of price points.

100MHz Memory Bus

The VIA Apollo MVP4 chipset supports up to 768MB PC100 and Virtual Channel SDRAM, providing ample headroom for running even the most demanding Internet and software applications.

Block Diagram



Features & Benefits Summary

Features	Benefits
Flexible Front Side Bus Settings 66/75/83/95/100MHz	Optimizes the performance of a complete range of desktop and mobile AMD-K6™, AMD-K6-2™, AMD-K6-III™, and VIA Cyrix™ MII™ processors running at speeds of up to 533MHz.
100MHz Memory Bus	Support for up to 768MB PC100 and Virtual Channel SDRAM, providing ample headroom for running even the most demanding Internet and software applications.
Trident Blade3D AGP Graphics Engine	Delivers rich AGP graphics capabilities for demanding software and Internet multimedia applications with comprehensive driver support.
ATA-66 Support	Enhances PC system responsiveness through high-speed HDD connections.
AC-97 Audio	Provides cost-effective solution for delivering high-quality audio capabilities.*
Support for Four USB Ports	Provides convenient Plug 'n' Play connections to the growing number of USB peripherals and enables Legacy Free system designs.

*Requires onboard audio Codec or AMR expansion slot on the motherboard.

8.6 ANEXO 6: PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

Hitachi - DMC-20481NY-LY-AGE

8.6.1 GENERAL SPECIFICATIONS

Operating Temp. :	min. 0. ~ max. 50.
Storage Temp. :	min. -20. ~ max. 70.
Display Format :	20 characters x 4 lines
Display Fonts :	5 x 8 dots (1 character)
Viewing Area :	76.0 (W) x 25.2 (H) mm
Outline Dimensions :	98.5 (W) x 61.0 (H) x 15.6 max. (D) mm
Weight :	70g max.
LCD Type :	NTD-7141 (STN / Yellow-mode / Transmissive)
Viewing Angle :	6:00
Backlight :	LED Backlight / Yellow-green
Drawings :	Dimensional Outline UE-301029

8.6.2 ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Max.	Units
Supply Voltage (Logic)	$V_{DD}-V_{SS}$	—	-0.3	7.0	V
Supply Voltage (LCD Drive)	$V_{DD}-V_{EE}$	—	0	13.0	V
Input Voltage	V_I	—	-0.3	$V_{DD}+0.3$	V