

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE TELECOMUNICACIÓN



TRABAJO FIN DE CARRERA

- TÍTULO:** "SONICOM: SOFTWARE PARA EL CONTROL EXTERNO DEL SONÓMETRO MODULAR DE PRECISIÓN BRÜEL&KJÆR 2231 CARGADO CON EL MÓDULO INTEGRADOR BZ 7110."
- ESPECIALIDAD:** IMAGEN Y SONIDO.
- AUTOR:** ALEJANDRO QUINTANA RIVERO.
- TUTOR:** EDUARDO HERNÁNDEZ PÉREZ.
- MES/AÑO:** ABRIL DE 1995.

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE CARRERA

*"SONICOM: SOFTWARE PARA EL CONTROL EXTERNO DEL
SONÓMETRO MODULAR DE PRECISIÓN BRÜEL&KJÆR 2231
CARGADO CON EL MÓDULO INTEGRADOR BZ 7110"*

FIRMA DEL AUTOR:

FIRMA DEL TUTOR:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL:

FIRMA DEL SECRETARIO DEL TRIBUNAL:

FIRMA DEL VOCAL DEL TRIBUNAL:

CALIFICACIÓN:

ÍNDICE

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	5
1.1.- ANTECEDENTES.....	5
1.2.- OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6
2.- MEMORIA	8
2.1- PROPIEDADES FÍSICAS DEL SONIDO Y SU ESPECIFICACIÓN.....	8
2.1.1- PRINCIPIOS BÁSICOS.....	8
2.1.2- EL SONIDO COMO MOVIMIENTO ONDULATORIO.....	9
2.1.3- MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS.....	12
2.1.3.1.- Velocidad del sonido.....	12
2.1.3.2.- Frecuencia.....	13
2.1.3.3.- Período.....	14
2.1.3.4.- Longitud de onda.....	14
2.1.3.5.- Presión sonora.....	15
2.1.3.6.- Intensidad sonora.....	16
2.1.3.7.- Potencia sonora.....	17
2.1.3.8.- Densidad de energía sonora.....	17
2.1.3.9.- Factor de directividad.....	18
2.1.3.10.- El Decibelio.....	19
2.1.4- PROPAGACIÓN ACÚSTICA.....	21
2.1.5- CAMPO ACÚSTICO LIBRE Y CAMPO ACÚSTICO DIFUSO.....	24
2.1.6- REVERBERACIÓN.....	25

2.1.7- TRANSMISIÓN ENTRE MEDIOS DE PROPAGACIÓN SONORA.	25
2.1.8- ADICIÓN DE NIVELES DE RUIDO.....	26
2.1.9- ESPECTRO SONORO.....	28
2.1.10- MAGNITUDES PSICO-FISIOLÓGICAS.....	31
2.1.11- SONORIDAD.....	32
2.1.12- REDES DE PONDERACIÓN.....	33
2.1.13- ÍNDICES DE RUIDO.....	34
2.2- INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDIDA.....	38
2.2.1.- INTRODUCCIÓN.....	38
2.2.2.- TIPOS DE RUIDO.....	38
2.2.3.- EQUIPOS DE MEDIDA (SONÓMETROS).....	40
2.2.3.1.- Micrófono.....	41
2.2.3.2.- Preamplificador.....	43
2.2.3.3.- Amplificador.....	43
2.2.3.4.- Circuitos de ponderación.....	43
2.2.4.- FILTROS.....	44
2.2.5.- CIRCUITOS RECTIFICADOR E INTEGRADOR.....	45
2.2.6.- INDICADOR.....	46
2.2.7.- DOSÍMETROS.....	46
2.2.8.- REGISTRADORES.....	47
2.2.8.1.- Registrador gráfico de nivel.....	47
2.2.8.2.- Registrador magnético.....	48
2.2.9.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA.....	48
2.2.9.1.- Analizador digital de frecuencia.....	49

2.2.9.2.- Analizador F.F.T.....	50
2.2.10.- METODOLOGÍA GENERAL DE LA MEDICIÓN.....	53
2.3.- DESCRIPCIÓN DEL SONÓMETRO DE BRÜEL&KJAER 2231.....	55
2.3.1.- INTRODUCCIÓN.....	55
2.3.2.- ESQUEMA DE BLOQUES.....	56
2.3.3.- MÓDULOS DISPONIBLES.....	57
2.3.3.1.- El módulo B&K 7110.....	59
2.3.4.- ACCESORIOS.....	60
2.4.- EL PROGRAMA SONICOM.....	62
2.4.1.- INTRODUCCIÓN.....	62
2.4.2.- CONEXIONADO DEL EQUIPO.....	63
2.4.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	65
2.4.4.- DIAGRAMAS DE FLUJO.....	68
2.4.4.- LISTADO.....	85
2.5.- BIBLIOGRAFÍA.....	142
3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....	145
3.1.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO B&K 2231.....	145
3.2.- REQUISITOS DEL SISTEMA.....	149
4.- PRESUPUESTO.....	151

INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES

En el Laboratorio de Sonido de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación (E.U.I.T.T.) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (U.L.P.G.C.) se dispone de un sonómetro de la marca Brüel & Kjaer modelo 2231, y de múltiples módulos para su utilización.

Este equipo es el utilizado por los profesores de dicho laboratorio en la realización de medidas para las que se requiere un sonómetro de precisión. Dichas medidas suelen ser fuera de la Universidad, por lo que el equipo normalmente realiza trabajos de campo fuera del laboratorio. Cuando el equipo se utiliza con el módulo integrador BZ 7110 (para medidas generales de sonido) y se desea llevar a cabo un posterior estudio de las medidas realizadas, la posibilidad de la que se dispone es imprimir los resultados de las medidas mediante una impresora de gráficos, al no existir un software de la casa fabricante para este módulo que permita el envío de datos a un soporte magnético, como puede ser el disco duro de un ordenador.

Además, el control manual convencional del equipo, aunque válido, resulta en ocasiones engorroso y propenso a errores, especialmente cuando se trata de realizar medidas repetitivas en un período largo de tiempo o de cambiar continuamente la configuración del sonómetro para llevar a cabo las medidas.

1.2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del actual Trabajo de Fin de Carrera es posibilitar el control del sonómetro mediante un ordenador compatible, con lo que alcanzamos tres logros fundamentales en la utilización del equipo:

1.- Conseguimos un control del sonómetro mediante un equipo mucho más versátil, como es el ordenador.

2.- Además, al ser el ordenador el que controla al sonómetro, podemos hacer medidas repetitivas programadas a las horas deseadas por el usuario, sin necesidad de la presencia de éste.

3.- Por último, se logra que todas las medidas efectuadas por el sonómetro queden almacenadas en el ordenador como archivos de formato ASCII, con lo que se posibilita su posterior estudio, uso e impresión.

1.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada para lograr ese control ha sido la conexión de ambos equipos mediante el interfaz serie de la casa B&K modelo ZI 9101, y la confección de un programa (que he denominado Sonicom) que posibilita tanto el control total de todas las funciones y parámetros del sonómetro, como el almacenamiento en ficheros de los resultados de las medidas realizadas por el mismo.

El lenguaje elegido para la realización del programa ha sido el Turbo Pascal (versión 6.0), incluyendo algunas pequeñas rutinas en lenguaje ensamblador.

MEMORIA

2.- MEMORIA

2.1.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL SONIDO Y SU ESPECIFICACIÓN

2.1.1.- PRINCIPIOS BÁSICOS

El sonido es una perturbación que se propaga a través de un medio elástico a una velocidad característica de ese medio. Este fenómeno provoca sensaciones propias en el sentido del oído. Cuando es desagradable o no deseado se le denomina Ruido. Un sonido puede ser considerado como agradable o desagradable por la persona que lo percibe y por tanto es subjetiva su apreciación.

Desde el punto de vista físico, cabe destacar dos aspectos perfectamente diferenciados según sea el receptor de la onda sonora. Si el receptor es un micrófono, existen unas leyes físicas bien determinadas que ligan entre sí los procesos de generación, propagación y recepción de una perturbación acústica relacionándolas con unas determinadas magnitudes y unidades físicas, como es por ejemplo la presión. Sin embargo, si el receptor es el oído humano, la "medida" del sonido ya no se efectúa mediante unas sencillas ecuaciones, sino que el complicado proceso de la interpretación sonora se relaciona con el fenómeno físico a través de determinados procesos y magnitudes psico-fisiológicas.

El proceso, por lo general, tiene su origen en un determinado punto, en el que existe un sólido en vibración. Este sólido arrastra las partículas de aire más próximas a él, produciendo de forma sucesiva sobrepresiones y depresiones que se transmiten a las siguientes capas de aire, dando lugar a una onda de presión que se propaga según un movimiento ondulatorio, alejándose del foco (figura 1).

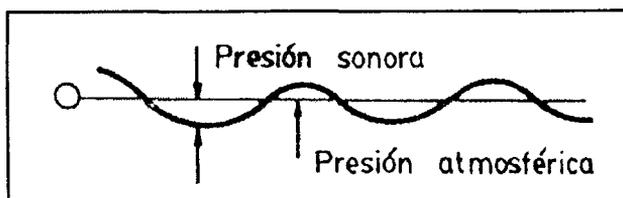


Figura 1

Este fenómeno se describe como una **vibración** y es posible estudiarlo y cuantificarlo, aplicando las teorías físico-matemáticas del **movimiento** ondulatorio.

En todas partes hay siempre algo de **ruido**. Puede provenir de diversas fuentes, unas próximas y otras lejanas e incluso reflejado de **las paredes** y en todas las direcciones. Al ruido total asociado con un determinado entorno **se le denomina** Ruido Ambiente, y si eliminamos el ruido producido por todas las fuentes **puntuales** localizadas, quedará lo que se denomina Ruido de Fondo.

Lo dicho hasta aquí se puede resumir **en**:

- El sonido es la propagación, **en un medio** elástico, de ondas de **presión**, a una velocidad característica del medio.
- Por ser un movimiento **ondulatorio**, se dispone de la posibilidad de medirlo y estudiarlo a través de magnitudes objetivas **totalmente** independientes de las sensaciones, que son siempre subjetivas.

2.1.2.- EL SONIDO COMO MOVIMIENTO ONDULATORIO

En general, el movimiento **ondulatorio** implica la transmisión de un estado. Si se colocan una serie de fichas de dominó **alineadas** y se tumba la primera, se inicia un tren de caídas que acaba tumbando todas las fichas. **No** se ha producido ningún transporte de masa,

sino que ha evolucionado a lo largo de la línea. A la velocidad con que se ha movido dicho estado se le llama velocidad de propagación.

Se consideran dos tipos de ondas:

- Transversales: en las que el desplazamiento es normal a la propagación de la onda.
- Longitudinales: en las que el desplazamiento es paralelo a la propagación de la onda.

Ejemplos de ello serían las dos posibilidades en un resorte elástico (figura 2).

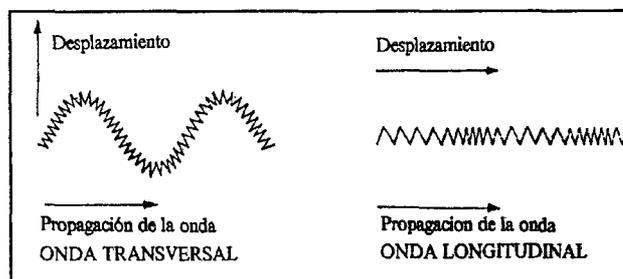


Figura 2

Dado que el aire no absorbe esfuerzos cortantes, el único tipo de onda posible como modelo de onda sonora será la onda longitudinal.

El modelo físico más simple que nos permite acercarnos a su estudio es el pistón vibrante (figura 3).

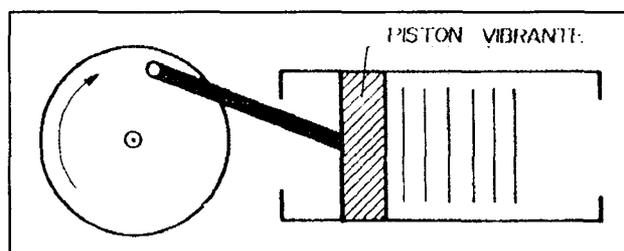


Figura 3

Consideremos un largo tubo lleno de aire, con un pistón en uno de sus extremos

animado con un movimiento sinusoidal de frecuencia angular ω . La representación del movimiento del pistón hacia adelante y hacia atrás en función del tiempo, es una función sinusoidal.

Este movimiento del pistón origina en las capas de aire próximas o adyacentes al mismo una acción sucesiva de compresiones y descompresiones que se propaga a lo largo del tubo debido a la elasticidad e inercia del aire, a una velocidad aproximada de 340 m/s.

La explicación intuitiva del fenómeno de propagación es que la representación gráfica de la presión en un punto del tubo en el tiempo, es una función sinusoidal exactamente igual a la que se obtendría 340 metros más alejada del pistón, un segundo más tarde. La frecuencia del movimiento es la misma en ambos casos e igual a la frecuencia del movimiento del pistón.

En este experimento se ha supuesto que el tubo es infinitamente largo o bien que está acabado con una terminación no reflectante del sonido, de forma que no exista energía que pueda volver desde el extremo del tubo. La onda sonora que se genera en el pistón debe propagarse a lo largo del tubo sin interactuar con las paredes o el final del mismo. En estas condiciones todas las propiedades de la onda pueden describirse en términos de distancia hasta el pistón y del movimiento del mismo. Esta forma de onda sonora se llama unidireccional, plana, libre y progresiva. Unidireccional porque todos los parámetros se pueden especificar en función de una sola dirección, plana debido al hecho de que los sucesivos frentes de presión son paralelos entre sí, y libre y progresiva porque avanza sin interferencias alejándose del foco (realmente las ondas sonoras interfieren con los límites del tubo y existirán pérdidas, no obstante para efectos prácticos la descripción del movimiento es esencialmente correcta).

La descripción completa de este fenómeno, se obtiene mediante una ecuación del tipo:

$$P(x,t) = P_o \text{sen} 2\pi f \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

donde: $P(x,t)$ = Sobrepresión o depresión de un punto del tubo.

P_o = Valor máximo de la sobrepresión, que dependerá de la amplitud del movimiento del pistón.

f = Frecuencia del movimiento (nº de ciclos en la unidad de tiempo).

c = Velocidad de propagación.

t = Tiempo.

x = Distancia al pistón.

La sobrepresión es la diferencia entre el valor instantáneo de la presión en el aire en el interior del tubo y la presión de equilibrio (presión en ausencia del pistón). A esta diferencia se le llama *Presión Sonora*.

2.1.3.- MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS

2.1.3.1.- Velocidad del sonido

Es la velocidad a la que se propagan las perturbaciones en un medio elástico. La velocidad del sonido depende de la masa y elasticidad del medio a través del cual se transmite.

En el caso del aire viene dada por la ecuación:

$$c = \sqrt{\frac{1,4P_a}{\rho}}$$

donde: P_a = Presión atmosférica (Pascales).

ρ = Densidad del aire (Kg/m^3).

Dado que la densidad del aire y la presión atmosférica están relacionadas por las leyes de los gases, se deduce que la velocidad del sonido sólo depende de la temperatura absoluta del gas en el que se propague, según la relación:

$$c = \sqrt{\frac{1,4RT}{M}}$$

donde: R = Constante de los gases.

M = Peso molecular del gas.

T = Temperatura absoluta ($^{\circ}\text{K}$).

En el aire y en condiciones normales de presión y temperatura, $c = 344$ m/s.

2.1.3.2.- Frecuencia

Es el número de ciclos completos que ocurren en la unidad de tiempo. La unidad es el ciclo/s o Hercio (Hz) y se representa por f .

El oído humano sólo es capaz de ser excitado por sonidos cuya frecuencia esté comprendida entre 20 y 20.000 Hz, conociéndose a los de frecuencia inferior a 20 Hz como Infrasonidos y a los de frecuencia superior a 20.000 Hz como Ultrasonidos. Ninguno de estos fenómenos provocan sensaciones auditivas en el hombre, por lo que su definición como sonido es cuestionable, aunque desde el punto de vista físico puedan considerarse como tales.

Algunas veces, se utiliza el concepto de frecuencia angular, la cual está relacionada con la frecuencia mediante la fórmula: $\omega = 2\pi f$.

La frecuencia nos indica el Tono de un sonido, y nos ayuda a diferenciar subjetivamente los sonidos de baja frecuencia (tonos graves) de los de alta frecuencia (tonos agudos).

2.1.3.3.- Período

Se define como el inverso de la frecuencia y es el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo medido en segundos. Se representa por T.

$$T = \frac{1}{f}$$

2.1.3.4.- Longitud de onda

Se define como la distancia que recorre un frente de onda (superficie en la que todos sus puntos vibran con idéntica amplitud y fase) en un período completo de la oscilación. Se relaciona con la velocidad del sonido y la frecuencia según la ecuación:

$$\lambda = \frac{c}{f} = c \cdot T$$

donde: λ = Longitud de onda.

c = Velocidad del sonido.

f = Frecuencia.

T = Período.

Para el caso particular de sonidos propagándose en el aire, la relación numérica anterior se ilustra en la siguiente figura:

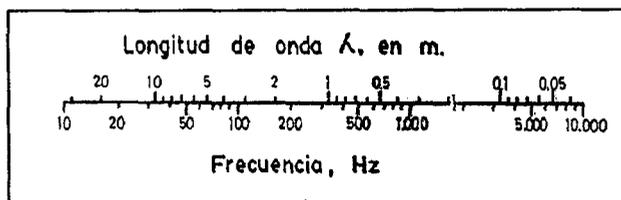


Figura 4

2.1.3.5.- Presión sonora

Se define como la variación de la **presión atmosférica** producida en un punto como consecuencia de una onda sonora que se **propaga a través del aire**.

Como el valor medio en el tiempo **de la presión sonora** es nulo, para cuantificar la amplitud de la variación se utiliza su valor eficaz, que es la raíz cuadrada del valor cuadrático medio (rms - root mean square), que se define como:

$$P_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \int P^2(t) dt}$$

en el caso de ondas sinusoidales:

$$P_{rms} = \frac{P_0}{\sqrt{2}}$$

siendo P_0 el valor máximo de la presión sonora.

Para que las variaciones de presión sean audibles, deben estar comprendidas entre

2×10^{-4} μbar (2×10^{-5} Pa) y 200 μbar (20 Pa), nivel de presión este último que el oído humano puede soportar sin que aparezcan efectos dolorosos.

La presión sonora es una magnitud directamente medible con el sonómetro, y por ello la más utilizada.

2.1.3.6.- Intensidad sonora

La energía sonora que atraviesa la unidad de superficie de forma perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo, se denomina Intensidad sonora y para una onda plana que progresa libremente viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P_{rms}^2}{\rho c}$$

donde: I = Intensidad sonora (w/m^2)

P = Presión sonora eficaz (Pa)

ρ = Densidad del aire (Kg/m^3)

c = Velocidad de propagación (m/s)

A la cantidad ρc se le llama *Impedancia característica del medio de propagación* o impedancia acústica y depende de la temperatura y la presión, siendo su unidad de medida del Rayl ($\text{Kg}/\text{m}^2\text{s}$).

Ahora bien, la relación entre intensidad sonora y presión sonora eficaz, es distinta según el tipo de campo sonoro; así, cuando el campo es difuso, o sea que las ondas sonoras pueden provenir desde cualquier dirección con igual probabilidad, la relación anterior se transforma

en:

$$I = \frac{P_{rms}^2}{4\rho c}$$

2.1.3.7.- Potencia sonora

Si consideramos el ejemplo visto anteriormente del pistón vibrante, la intensidad sonora en cualquier punto del tubo será constante (se considera que no hay disipación de energía sonora) y el producto de esta intensidad por el área de la sección recta del tubo será la energía sonora que se propaga a su través en la unidad de tiempo, recibiendo el nombre de Potencia sonora, expresada en watos (w).

$$W = I \cdot A = \frac{P_{rms}^2}{\rho c} \cdot A$$

Si se considera una esfera imaginaria de radio r , en cuyo interior hay una fuente sonora que emite un sonido con una potencia W , la intensidad sonora en la dirección radial será:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

donde: $4\pi r^2 =$ Área de una superficie esférica de radio r , centrada en la fuente omnidireccional.

2.1.3.8.- Densidad de energía sonora

Se define como la cantidad de energía sonora contenida en la unidad de volumen del medio, se mide en julios/m³ y se expresa como:

$$D = \frac{P_{rms}^2}{\rho c^2}$$

2.1.3.9.- Factor de directividad

Las fuentes sonoras no radian la misma cantidad de energía en todas las direcciones, bien sea por su propia naturaleza o por la forma de situarlas en el espacio. En general, la radiación se concentra en una cierta dirección y se aparta del patrón de radiación esférico.

Se define como factor de directividad de una fuente en una determinada dirección al cociente entre la energía realmente radiada en esa dirección y la que radiaría si la fuente fuese omnidireccional. Se designa por la letra Q y no tiene dimensiones.

$$Q = \frac{I_r}{I_o}$$

Por ejemplo, en el caso de una lavadora, la energía sonora se radia en una semiesfera. Considerando la hipótesis de que el suelo es una superficie perfectamente reflectora del ruido la intensidad sonora será:

$$I_r = \frac{W}{2\pi r^2}$$

y su factor de directividad será:

$$Q = \frac{I_r}{I_o} = \frac{\frac{W}{2\pi r^2}}{\frac{W}{4\pi r^2}} = 2$$

En la figura 5 se representan distintos tipos de radiación, con sus factores de

directividad correspondientes.

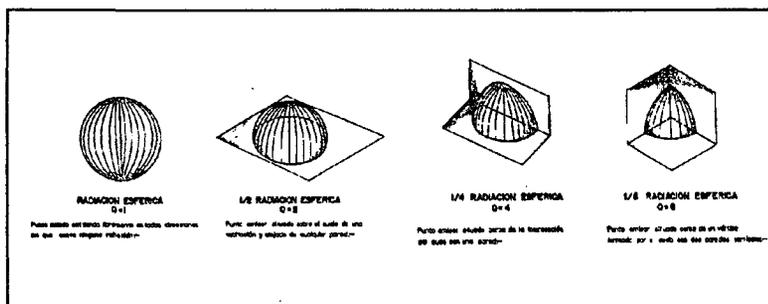


Figura 5

2.1.3.10.- El Decibelio

Si se tiene en cuenta que el margen de presión sonora que el oído humano es capaz de interpretar como sonido se extiende en un rango que comprende desde 2×10^{-5} Pa hasta 20 Pa, es evidente la imposibilidad de utilización de una escala lineal de medida, compuesta por un millón de unidades. Además, es conocido que el organismo humano tiene una respuesta aproximadamente logarítmica a los estímulos (Ley de Weber-Fechner).

Por todo ello se recurre en acústica a expresar las magnitudes en decibelios, hablándose de niveles de presión, intensidad y potencia.

El Belio (B) es la división fundamental de una escala logarítmica utilizada para expresar la relación de dos medidas de potencia. Se define el número de Belios como el logaritmo decimal del cociente de las dos cantidades.

Si W es la potencia que se considera, W_0 es una potencia de referencia y N es el número de Belios que representa la relación W/W_0 , entonces:

$$N = \log \frac{W}{W_0} (\text{Belios})$$

Por razones prácticas se usa el decibelio (dB), que es la décima parte de un Belio. Así se escribe:

$$n = 10 \log \frac{W}{W_0} (\text{dB})$$

donde n es el número de decibelios.

Como las intensidades acústicas son directamente proporcionales a las potencias acústicas que producen, se dice que en un punto el nivel de intensidad es de n decibelios dados por la ecuación:

$$n = 10 \log \frac{I}{I_0} (\text{dB})$$

Sin embargo, como las potencias acústicas están relacionadas con los cuadrados de las presiones eficaces, la relación que rige será:

$$n = 10 \log \frac{P_{rms}^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P_{rms}}{P_0} (\text{dB})$$

En otras palabras, cuando la relación de las presiones acústicas se expresa en dB el valor es 20 veces el logaritmo de su cociente.

Por acuerdo internacional se han tomado como valores de referencia las siguientes cantidades:

- Potencia sonora: $W_0 = 10^{-12}$ watio

- Intensidad sonora: $I_0 = 10^{-12}$ watio/m²

- Presión sonora: $P_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa (N/m²)

Cuando se utilizan estas referencias normalizadas, los símbolos que se emplean internacionalmente para expresar respectivamente los niveles de Presión, Intensidad y Potencia son L_p , L_i y L_w .

Si tomamos los valores máximo y mínimo de las presiones audibles y aplicándolos a la expresión de Nivel de Presión Sonora (L_p), obtenemos los valores máximo y mínimo correspondientes al umbral de dolor y de percepción respectivamente:

- Umbral de dolor:

$$L_p = 10 \log \frac{20^2}{0,00002^2} = 20 \log \frac{20}{0,00002} = 20 \log 10^6 = 120 \text{ dB}$$

- Umbral de audición:

$$L_p = 10 \log \frac{0,00002^2}{0,00002^2} = 20 \log \frac{0,00002}{0,00002} = 20 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

2.1.4.- PROPAGACIÓN ACÚSTICA

En la ecuación:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

se expresa la intensidad del campo sonoro a una distancia r de una fuente puntual de potencia sonora W (figura 6).

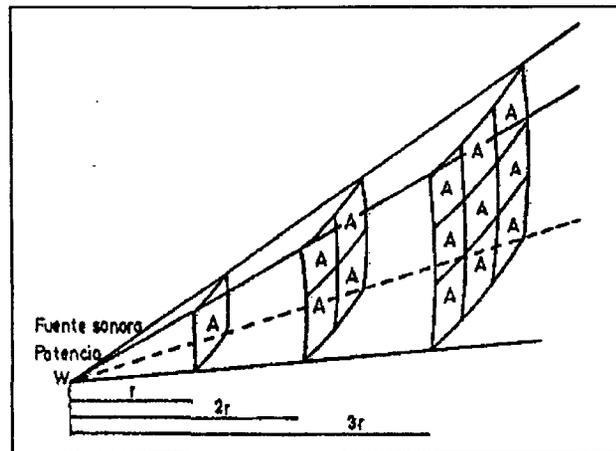


Figura 6

Si no existiese obstáculo a la propagación, los frentes de onda de la perturbación serán sucesivas esferas concéntricas, en cada una de las cuales la intensidad habrá disminuido según dicha expresión, proporcionalmente a la inversa del cuadrado de la distancia.

Por tanto si tomamos una *fente puntual en campo libre*, y estudiamos dos puntos a distancias r_1 y r_2 tales que $r_2 = 2r_1$ tendremos:

- Punto 1:

$$I_1 = \frac{W}{4\pi r_1^2}$$

- Punto 2:

$$I_2 = \frac{W}{4\pi r_2^2} = \frac{W}{4\pi 4r_1^2}$$

Dividiendo ambas expresiones obtenemos la relación entre las intensidades:

$$I_1 = 4 I_2$$

Estudiando los niveles (L_r) tenemos:

$$L_{r1} = 10 \log \frac{I_1}{I_r} = 10 \log \frac{4I_2}{I_r}$$

$$L_{r2} = 10 \log \frac{I_2}{I_r}$$

Si estudiamos la diferencia de los niveles en los dos puntos resulta:

$$L_{r1} - L_{r2} = 10 \log 4 \approx 6 \text{ dB}$$

Por tanto, en la propagación de ondas esféricas, el nivel de intensidad sonora (y también el de presión sonora) disminuye en 6 dB cada vez que la distancia a la fuente se duplica.

En el caso de una *fente lineal en campo libre* (figura 7), que es aquella en la que su longitud es grande comparada con la distancia al receptor, como por ejemplo una tubería por la que circula un fluido en régimen turbulento, una cinta transportadora o una autopista con mucho tráfico, el ruido se propaga en forma de cilindros más que en forma de esferas.

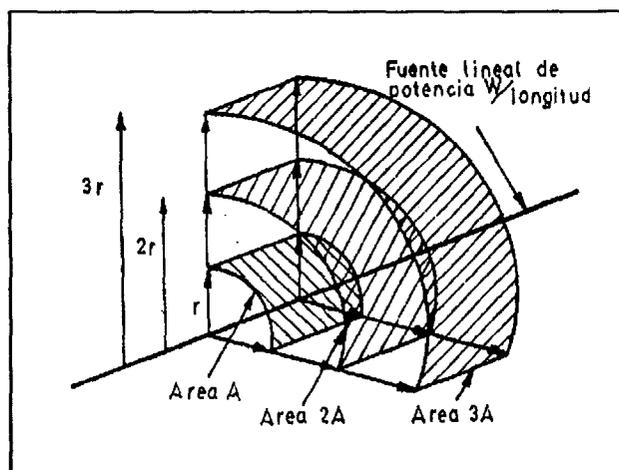


Figura 7

En estos casos la potencia sonora debe definirse referida a la unidad de la longitud de

la línea, es decir en watios/metro.

A una distancia r de la línea, el área por unidad de longitud será $2\pi r$ y la intensidad sonora será:

$$I = \frac{W}{2\pi r}$$

Actuando de forma similar a la anterior, se llega a la conclusión de que en este caso el nivel de presión sonora disminuye en 3 dB cada vez que se dobla la distancia a la fuente.

En el caso de una *fente puntual direccional en campo libre*, es decir, cuando la fuente sonora tiene una cierta directividad definida por el coeficiente de directividad (Q), sus relaciones estarán afectadas por este factor.

2.1.5.- CAMPO ACÚSTICO LIBRE Y CAMPO ACÚSTICO DIFUSO

En los procesos de emisión, propagación y recepción del sonido, el tipo de campo acústico en el que ocurren tiene una gran influencia.

En acústica se definen dos tipos de campos acústicos con leyes bien estudiadas y definidas, en que las experiencias y medidas de referencia pueden efectuarse con plenas garantías. Estos son el campo acústico libre y el campo acústico difuso.

Consecuencia de la ecuación:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

es que si el sonido radiado por la fuente omnidireccional no es obstaculizado por ningún objeto, la intensidad acústica varía de acuerdo con el inverso del cuadrado de la distancia. En este caso se habla de propagación en campo libre. Esto es lo que ocurre en un gran espacio abierto, libre

de superficies reflectantes.

En los laboratorios de Acústica, estas condiciones se consiguen en el interior de una cámara anecoica, en la que sus paredes están recubiertas de un tratamiento altamente absorbente a la energía acústica.

Por el contrario, si la onda acústica encuentra obstáculos en su propagación, aparecen los fenómenos de difracción y reflexión.

Un campo difuso es el campo acústico en el que un gran número de ondas reflejadas provenientes de todas direcciones se combinan de forma que la densidad media de energía es uniforme en cualquier punto de dicho campo. Una aproximación de este tipo de campo se obtiene en las llamadas cámaras reverberantes.

2.1.6.- REVERBERACIÓN

La reverberación es consecuencia de la reflexión de las ondas sonoras en los límites de un local y se manifiesta en forma de una prolongación audible del ruido en un intervalo de tiempo en que no se está emitiendo realmente ningún ruido por la fuente.

Su efecto se mide normalmente mediante el tiempo de reverberación, que es el número de segundos requeridos para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después de que la fuente ha cesado de emitir. Es un parámetro de gran importancia para el estudio de la acústica de locales.

2.1.7.- TRANSMISIÓN ENTRE MEDIOS DE PROPAGACIÓN SONORA

En el momento de tratar un problema de ruido, otra de las características a considerar es la determinación del aislamiento a través de las separaciones físicas entre recintos.

Así, cuando una onda sonora (onda incidente) alcanza una pared, su energía se reparte en absorbida, reflejada y transmitida.

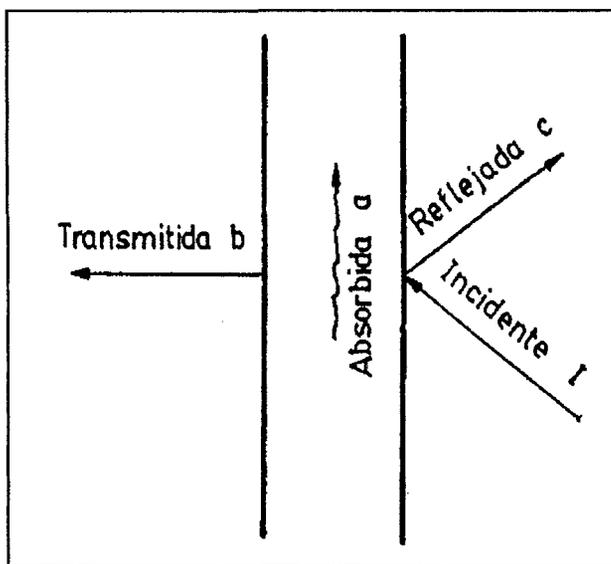


Figura 8

Interesan dos puntos de vista claramente diferenciados:

- El observador situado en el lado opuesto de la pared en la que incide la onda sonora, al que sólo le interesa la energía transmitida en relación a la incidente.
- El observador situado en el mismo lado en que se origina la onda incidente, al que sólo le interesa la reflejada en relación a la incidente.

Estas relaciones se miden usando los coeficientes de transmisión y de absorción, que dependen del material de la pared y tipo de construcción, de la frecuencia de la onda y del ángulo de incidencia.

2.1.8.- ADICIÓN DE NIVELES DE RUIDO

Cuando se procede a estudiar un problema de ruido, es un caso excepcional que éste

provenza de una única fuente, ya que en general el ruido es generado por un conjunto de elementos que emiten ruidos que se superponen en el tiempo y el espacio. De ahí la importancia de conocer en qué forma contribuyen cada uno de estos elementos en el resultado global, teniendo en cuenta que estamos trabajando en un sistema logarítmico que no permite la suma algebraica.

Cuando se interponen dos o más sonidos de frecuencias distintas, la intensidad sonora resultante es la suma de las intensidades de cada uno de los sonidos; o bien, el cuadrado de la presión sonora es la suma de los cuadrados de las presiones sonoras de los sonidos.

a) Método analítico:

Partiendo de la expresión de nivel de presión sonora:

$$L_p(dB) = 20 \log \frac{P}{P_o} = 10 \log \frac{P^2}{P_o^2}$$

$$\frac{P^2}{P_o^2} = \text{antilog} \frac{L_p}{10}$$

Para n niveles de presión, la expresión se convertirá en:

$$L_{P_{total}} = L_{P_1} + \dots + L_{P_n} = 10 \log \left(\frac{P_1^2}{P_o^2} \right) + \dots + 10 \log \left(\frac{P_n^2}{P_o^2} \right) =$$

$$10 \log \left[\text{antilog} \left(\frac{L_{P_1}}{10} \right) + \dots + \text{antilog} \left(\frac{L_{P_n}}{10} \right) \right] =$$

$$10 \log \sum_{i=1}^n \text{antilog} \frac{L_{P_i}}{10}$$

Aplicando esto para el caso de dos sonidos de igual nivel de presión sonora, tendremos:

$$L_{P_{total}} = 10 \log \left[2 \text{antilog} \frac{L_{P_1}}{10} \right] = 10 \log 2 + L_{P_1} = 3 + L_{P_1}$$

lo que nos indica que la suma de dos niveles sonoros iguales, sea el que fuere su valor, sólo incrementa en 3 dB el nivel sonoro global.

b) Método gráfico:

La suma de varios niveles de presión sonora también puede hacerse con la ayuda de la gráfica que se adjunta (figura 9), operando del siguiente modo:

- 1.- Ordenar de mayor a menor los niveles de ruido con los que se va a operar.
- 2.- Restar del primero el segundo y la diferencia obtenida llevarla a la gráfica en el eje de abscisas, obteniendo en ordenadas el número de decibelios que se han de sumar al ruido de mayor nivel.
- 3.- Al nivel resultante de la suma anterior, restarle el tercer valor y operar de igual forma. Repetir nuevamente esta operación hasta terminar con el tratamiento de todos los datos o hasta que la diferencia de los niveles de presión sonora sea superior a 15, en cuyo caso el incremento de nivel de presión puede considerarse despreciable.

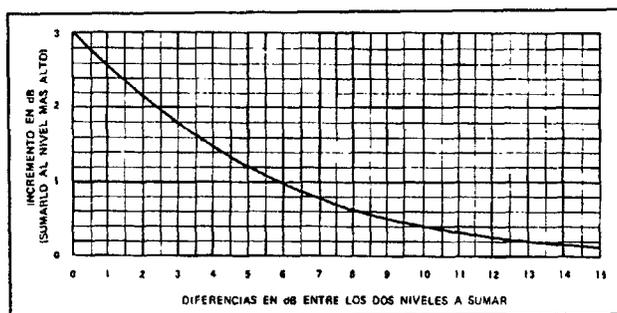


Figura 9

2.1.9.- ESPECTRO SONORO

La mayoría de las veces, las formas de onda no son tan simples y sencillas como una senoide pura, sino que son funciones temporales muy complicadas. En estos casos hay que

descomponerlas en sus diferentes componentes sinusoidales.

El espectro sonoro de un sonido es una representación gráfica para un instante de tiempo de la distribución energética de dicho sonido en función de la frecuencia.

Así un tono puro aparecerá como una línea, cuya longitud es proporcional a su presión sonora, y conforme la onda se hace más compleja, el espectro se va haciendo más denso hasta hacerse continuo (figura 10).

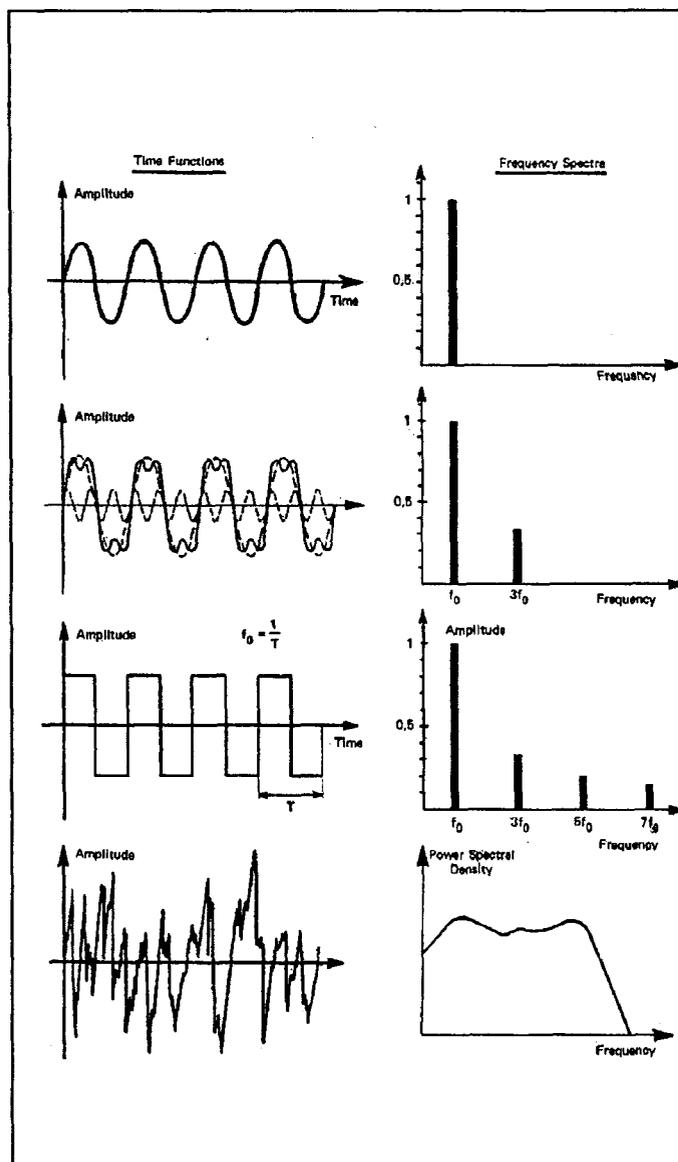


Figura 10

En la práctica, se utilizan las bandas de tercio de octava correspondientes a las frecuencias medias especificadas según norma UNE 74002-78 (figura 11).

2.1.10.- MAGNITUDES PSICO-FISIOLÓGICAS

Para que el oído humano perciba una onda acústica que se propaga por el aire como sensación sonora, la perturbación debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe tener componentes de frecuencias comprendidas entre 20 y 20.000 Hz.
- Su nivel de intensidad debe estar comprendido entre 0 y 120 dB.

Como se ha visto, una vibración acústica se caracteriza por su forma de onda, frecuencia y amplitud. En términos subjetivos estos conceptos corresponden respectivamente al timbre, tono y sonoridad.

En general, estos dos tipos de magnitudes no tienen una relación biunívoca, sino que por ejemplo, la sonoridad depende tanto de la intensidad física del sonido, como de su frecuencia y de su forma de onda.

En la figura 12, se representan las curvas que unen puntos de igual sensación sonora para cada estímulo. Este conjunto de curvas se conoce con el nombre de curvas isofónicas.

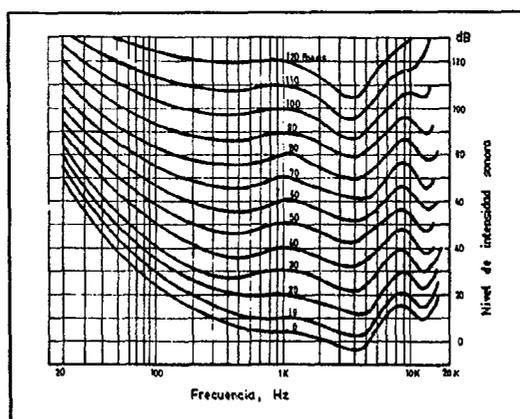


Figura 12

2.1.11.- SONORIDAD

De acuerdo con la figura 12, la respuesta del oído no es lineal ni en frecuencia ni en intensidad, existiendo una sensación diferente para tonos de igual nivel sonoro y distinta frecuencia. Esta sensación sonora o intensidad subjetiva es conocida como sonoridad.

Las curvas isofónicas unen puntos de igual sensación sonora, correspondiendo a cada una un número de fonios, igual al nivel de presión sonora en decibelios a 1.000 Hz.

La curva más baja representa el nivel de presión sonora mínimo necesario para detectar la sensación auditiva a las diferentes frecuencias, y es conocida como umbral de audición.

El máximo de sensibilidad del oído aparece alrededor de los 3.000 Hz.

Estas curvas dan la definición subjetiva de fonio como unidad sin dimensiones utilizada para caracterizar el nivel de igual sonoridad de un sonido o de un ruido determinado.

Se dice que el nivel de sonoridad de un sonido es de "P" fonios cuando a juicio de un oyente normal, la sensación auditiva producida por dicho ruido es equivalente a la de un tono de 1.000 Hz y "P" dB que incide frente al oyente en forma de onda plana, libre y progresiva.

Así por ejemplo un tono puro de frecuencia 100 Hz y 50 dB, tiene igual sonoridad que un tono de 1.000 Hz y 40 dB, por lo que se dice que el nivel de sonoridad del tono de 100 Hz es de 40 fonios.

Análogamente al nivel sonoro en dB, el nivel de sonoridad en fonios no está expresado en unidades lineales, es decir que un sonido de 20 fonios no tiene una sonoridad doble que uno de 40 fonios. Para evitar este inconveniente se ha creado una nueva unidad lineal para la medida de la sonoridad, el sonio, de forma que la medida en sonios de un sonido crezca proporcionalmente con la aparente sensación de sonoridad. La sonoridad en sonios (S) se calcula a partir del nivel de sonoridad en fonios (P), a través de la expresión:

$$S=2^{\frac{P-40}{10}}$$

2.1.12.- REDES DE PONDERACIÓN

Con objeto de simplificar la medida del sonido de forma que se tenga en cuenta la particular respuesta del oído humano, se introduce en los instrumentos de medida una ponderación frecuencial que ajusta la respuesta del aparato de medida a la de un oído humano, que como hemos dicho anteriormente está descrita en la figura 12.

Inicialmente se describieron las curvas de ponderación A, B y C, (que son aproximadamente las inversas de las curvas isofónicas de 40, 55 y 75 fonios, respectivamente) para ser usadas con sonidos de niveles aproximados de 40 dB, de 55 dB y de 75 dB, respectivamente.

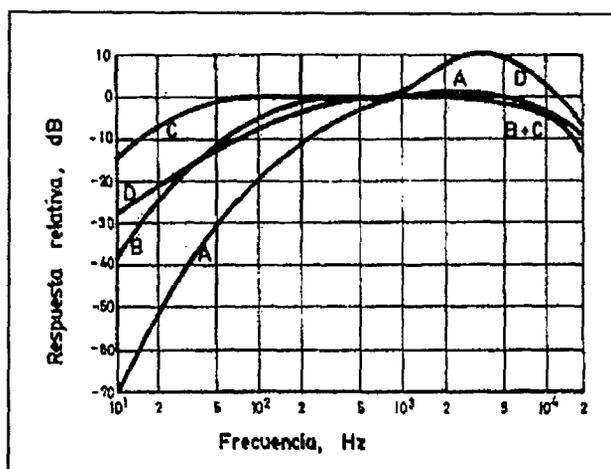


Figura 13

Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que independientemente del nivel, para la mayoría de los ruidos tanto la molestia como la peligrosidad para el órgano auditivo quedan mejor determinadas cuando se emplea en la medida la curva de ponderación A, por lo que es actualmente la más utilizada.

Para el caso específico de medida de los ruidos producidos por aeronaves, se utiliza a veces otra red de ponderación (D), que está basada en criterios de "ruidosidad".

Para evitar confusiones, es imprescindible indicar el tipo de red utilizada al presentar los resultados, incluyendo la letra característica en las unidades (por ejemplo dB(A)).

2.1.13.- ÍNDICES DE RUIDO

El carácter esencialmente variable en el tiempo de la mayoría de los ruidos obliga a definir índices que permitan asignar un valor representativo de la respuesta humana a dicha variación temporal. De éstos, los más utilizados son:

- Nivel de presión acústica en toda la banda, sin ponderar en el rango de frecuencias audibles.
- Nivel de presión acústica ponderado.
- Nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}). Es el nivel en dB(A) de un ruido constante hipotético, correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, durante el mismo período de tiempo. Matemáticamente se expresa como:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T_0} \int_0^T \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^2 dt$$

donde: T = Tiempo de medida.

P_t = Presión acústica instantánea (dB(A)).

P_0 = Presión acústica de referencia.

Otra forma de expresar este índice, y que es más cómoda de manejar es la siguiente:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \sum T_i (10)^{\frac{L_i}{10}}$$

- Niveles percentiles (L_n), que representan al nivel sonoro superado durante el n% del tiempo de medida. Así por ejemplo el L_{10} nos da una idea de los picos sonoros de la señal, el L_{50} es el nivel sonoro medio o más probable, y el L_{90} se corresponde con el nivel de ruido de fondo.

- Índice día-noche (L_{DN}). Es como el L_{eq} sobre 24 horas, sólo que además se incluye una penalización de 10 dB para los ruidos producidos en horario nocturno (desde las 22:00 hasta las 7:00).

$$L_{DN} = 10 \log \frac{1}{24} \left(15 \cdot 10^{\frac{L_D}{10}} + 9 \cdot 10^{\frac{L_N+10}{10}} \right)$$

- Curvas de valoración NR. Permiten designar al espectro en frecuencias de un ruido medido en bandas de octava mediante un solo número NR, que corresponde a la curva que

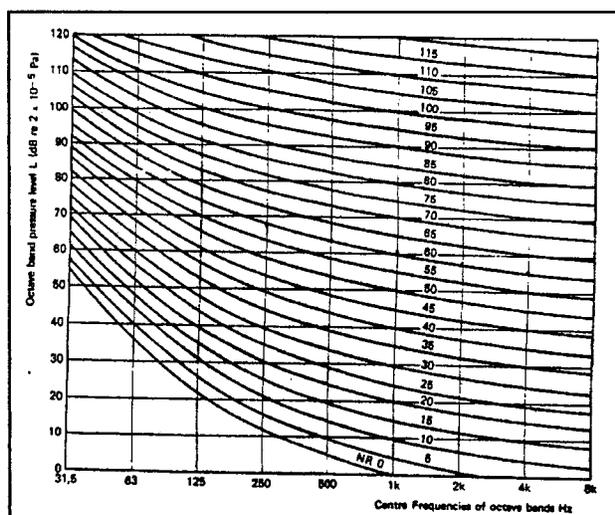


Figura 14

quede por encima de los puntos que representan los niveles obtenidos en cada octava del ruido, al representar éstos en la gráfica de la figura 14.

- Curvas de valoración NC, con una forma similar a las curvas NR, pero desplazadas hacia arriba unos 3 dB, con la intención de relacionar el espectro de un ruido con la perturbación que produce en la comunicación verbal.

- Nivel de polución sonora (L_{NP}). Comprende dos términos; el primero es el nivel sonoro continuo equivalente, y el segundo representa el incremento de la molestia causado por fluctuaciones de ese nivel. Se define como sigue:

$$L_{NP} = L_{eq} + K\sigma$$

donde: K = Constante de valor 2,56 (según estudios estadísticos de molestia de ruido).

σ = Desviación estandard del nivel instantáneo.

- Índice de ruido de tráfico (TNI). Utiliza los dos niveles percentiles L_{10} y L_{90} para determinar la molestia provocada por el ruido de tráfico basándose como en el caso anterior, en la variación del nivel sonoro.

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) - 30$$

- Nivel de ruido percibido (PNL). Es un índice para evaluar el ruido producido por el sobrevuelo de aeronaves, basado en experimentos subjetivos para determinar la relación entre la sonoridad, la molestia y las características físicas del ruido producido por éstas. Su determinación implica un extenso procedimiento de cálculo recogido en las normas ISO.

- Nivel de exposición sonora a un evento simple (L_{AX}). Se define como el nivel constante que, si se mantiene durante un período de un segundo, produce la misma energía

sonora (en dBA) que el ruido producido por el evento en ese mismo tiempo. Es básicamente un L_{eq} normalizado para un tiempo de un segundo. Se define así:

$$L_{AX} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t} \int_0^t 10^{\frac{L_A(t)}{10}} dt \right]$$

2.2.- INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDIDA

2.2.1.- INTRODUCCIÓN

Las medidas y análisis del sonido aportan datos imprescindibles para la valoración del mismo y nos proporcionan un medio objetivo de comparar los sonidos molestos bajo diferentes condiciones.

La medida y el análisis del sonido es una poderosa herramienta de diagnóstico en los programas de reducción de ruidos tanto para ruidos ambientales como en el proceso de diseño de las posibles fuentes (máquinas, automóviles, aviones, etc.), siendo por tanto una técnica necesaria para mejorar nuestra calidad de vida.

Hablaremos en este capítulo de los distintos tipos de ruidos, de los equipos para la medida y análisis así como de las técnicas de medidas.

2.2.2.- TIPOS DE RUIDO

El ruido nos acompaña actualmente de una forma continua; pocos son los lugares donde estaremos libres de esta contaminación, por lo que cada vez cobra mayor importancia el conocimiento preciso de sus parámetros.

Atendiendo a su duración y cambios de nivel, nos encontramos con diferentes tipos de ruido, lo que obliga a la existencia de distintos criterios para su medición y evaluación. Los tipos más usuales son:

- *Ruido continuo*: Se considera un ruido como continuo cuando su nivel varía en función del tiempo lentamente sobre pequeños márgenes. Tales ruidos provienen de máquinas con cargas estables, por ejemplo motores eléctricos, bombas, etc (figura 15).

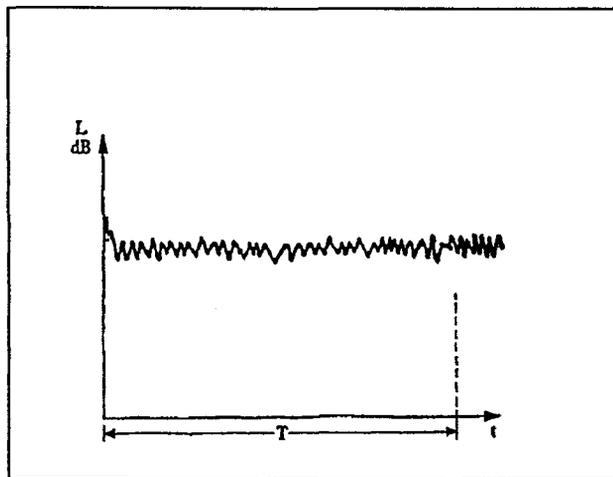


Figura 15

- *Ruidos fluctuantes*: Se considera un ruido como fluctuante cuando el nivel en función del tiempo varía de forma aleatoria sobre un margen más o menos grande; un ejemplo de ruido fluctuante es el ruido de tráfico (figura 16).

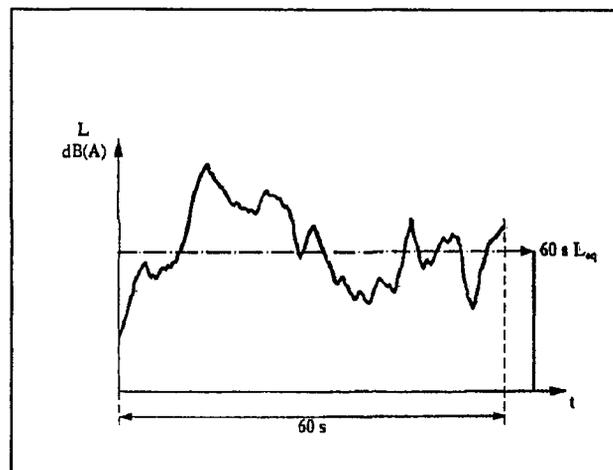


Figura 16

- *Ruidos transitorios*: Se considera un ruido como transitorio cuando su nivel comienza y termina dentro de un período de tiempo; como ejemplo podemos citar el ruido del sobrevuelo

de un avión (figura 17).

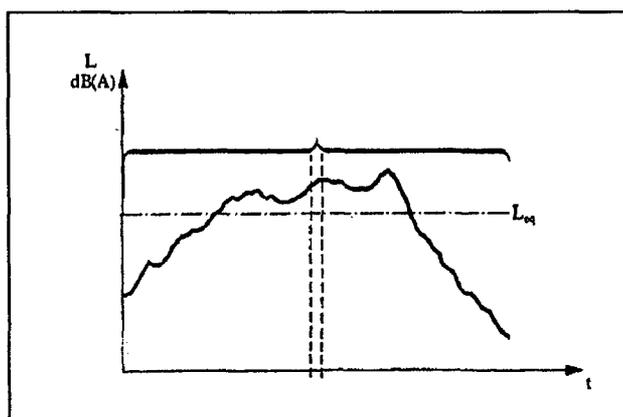


Figura 17

- *Ruidos de impacto*: Se considera un ruido de impacto cuando su nivel varía bruscamente dentro de un período muy corto de tiempo; como por ejemplo el ruido producido por un disparo. Podrían considerarse como un caso especial dentro de los ruidos transitorios (figura 18).

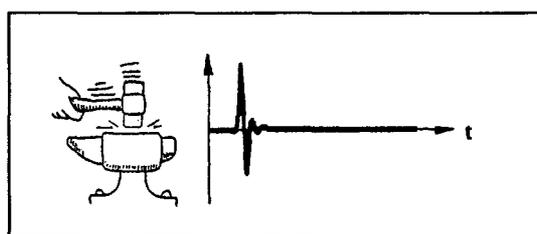


Figura 18

Según el tipo de ruido, se utilizan parámetros e "integradores" distintos para su valoración, como veremos más adelante.

2.2.3.- EQUIPOS DE MEDIDA (SONÓMETROS)

Para poder evaluar los distintos grupos y tipos de ruidos, recurrimos a equipos capaces

de aportar datos precisos y fiables adaptados a las necesidades de cada caso.

Para evaluar cada uno de los tipos de ruido vistos, existen normas internacionales en cuanto a la precisión que deben cumplir los equipos de medida; por ello antes de pensar en un equipo hay que saber qué normas debe seguir.

Existen en España dos normas U.N.E. (Una Norma Española) en cuanto a la precisión de los equipos de medida del sonido.

- U.N.E. 21323, que corresponde a la I.E.C. (123).
- U.N.E. 21314, que corresponde a la I.E.C. (179).

Los equipos adaptados a la U.N.E. 21314 son más precisos que los que cumplen la U.N.E. 21323, no obstante dado que las normas I.E.C. (123) y la I.E.C. (179) han sido sustituidas por una norma única I.E.C. (651) que clasifica los sonómetros en tipo 1 los más precisos y tipo 2 menos precisos, es de esperar que en un futuro próximo sean igualmente modificadas las normas U.N.E.

Un equipo de medida de sonido está compuesto por la cadena de la figura 19. Comentaremos cada una de sus etapas.

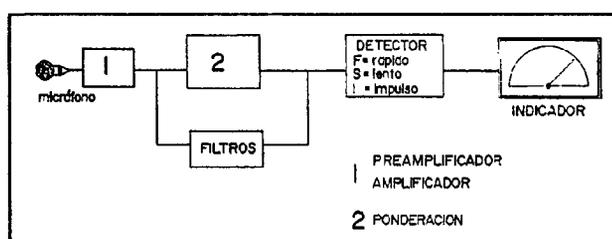


Figura 19

2.2.3.1.- Micrófono

Es el transductor que transforma la presión sonora en una señal eléctrica.

Se puede decir que en la actualidad todos los equipos de medida utilizan micrófonos de condensador por ser el único capaz de cumplir con las especificaciones de precisión tan severas de las normas.

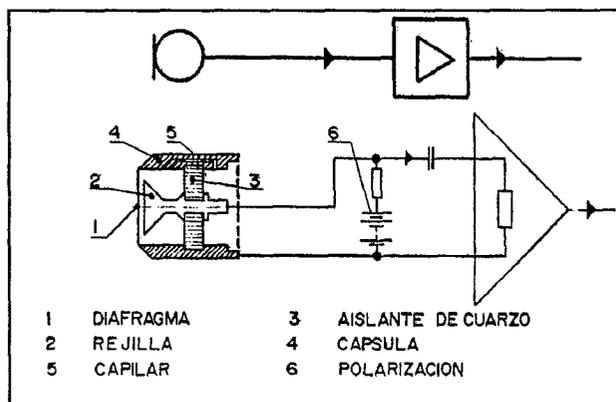


Figura 20

En la figura 20 podemos ver el esquema de un micrófono de condensador. Su funcionamiento es el siguiente:

Se alimenta el micrófono con una polarización (diferencia de tensión entre el diafragma y la placa rígida), que puede ser externa desde una fuente o interna en los micrófonos prepolarizados. En definitiva, el micrófono es un condensador alimentado con una tensión continua, la capacidad del micrófono depende de la distancia entre la membrana o diafragma y la placa rígida. Al incidir la presión sonora sobre el diafragma, éste se moverá en función de la presión, variando la capacidad y superponiendo, por tanto, a la tensión de polarización una tensión alterna que es proporcional a la presión sonora.

Las características que definen a un micrófono son:

- Sensibilidad: Es la tensión que produce el micrófono en función de la presión que actúa sobre el mismo. Se suele dar en mv/Pa. Un valor normal para micrófonos de alta sensibilidad es 50 mv/Pa.

La curva de la sensibilidad en función de la frecuencia se define como respuesta en frecuencia de un micrófono. Es importante que sea lo más plana posible dentro de un extenso rango de frecuencia.

- Gama dinámica: Se entiende como el espacio comprendido entre los límites mínimos y máximos de nivel de presión sonora dentro del cual el micrófono responde linealmente.

- Características direccionales: Es la sensibilidad que presentan los micrófonos en función del ángulo de incidencia; esta característica depende de la frecuencia.

- Estabilidad en el tiempo: Es muy importante que las características de los micrófonos no varíen con el tiempo. Para conseguir esto los fabricantes someten a los mismos a un proceso de envejecimiento artificial, consiguiendo estabilidades muy elevadas, como por ejemplo variaciones inferiores a 0,5 dB en periodos de hasta 20 años de funcionamiento.

2.2.3.2.- Preamplificador

Adapta la señal de salida del micrófono a la impedancia de entrada del amplificador. Se le exige que sea de bajo ruido, amplia respuesta en frecuencia y amplia gama dinámica.

2.2.3.3.- Amplificador

Amplifica las señales eléctricas hasta unos valores más manejables. Se le exige baja distorsión, y como al anterior amplia gama en frecuencia y elevado margen dinámico.

2.2.3.4.- Circuitos de ponderación

Los equipos de medida de sonido incorporan circuitos de ponderación normalizados (los vistos en el capítulo anterior), para que la señal que llegue al indicador pueda tener una

relación directa con la sensación auditiva.

Actualmente se emplea únicamente la ponderación (A).

2.2.4.- FILTROS

La señal procedente del micrófono es proporcional al sonido que incide en cada momento sobre el mismo, llevando componentes de todas las frecuencias dentro de su gama.

En muchos casos es necesario conocer el valor de las distintas frecuencias que componen el espectro de interés, para lo que es necesario filtrar esa señal.

Podemos definir el filtro como una red eléctrica, cuya función de transferencia para determinadas frecuencias es unitaria y para el resto es cero.

Según la relación existente entre la frecuencia con transferencia unitaria y cero, podemos agrupar los filtros en cuatro grandes grupos diferentes:

- *Paso bajo*: Transferencia unitaria para todas aquellas frecuencias menores que una dada, y transferencia cero para las mayores.

- *Paso alto*: Transferencia unitaria para todas aquellas frecuencias mayores que una dada, y transferencia cero para las menores.

- *Paso banda*: Transferencia unitaria para todas aquellas frecuencias comprendidas entre dos frecuencias dadas, y transferencia cero para el resto.

- *Elimina banda*: Transferencia cero para todas aquellas frecuencias comprendidas entre dos frecuencias dadas, y transferencia unitaria para el resto.

En cuanto a los filtros paso banda podemos agruparlos en dos grandes grupos, según sea la relación entre la frecuencia central del filtro y su ancho de banda.

- *Ancho de banda constante*: Son aquellos filtros cuyo ancho de banda (cantidad de

hertzios) es constante e independiente del valor de la frecuencia central del filtro.

- *Ancho de banda relativo*: Llamado también ancho de banda de porcentaje constante.

Son aquellos filtros en los que la cantidad de hertzios abarcados es directamente proporcional a la frecuencia central del filtro. Un ejemplo típico son los filtros de octava y 1/3 de octava.

2.2.5.- CIRCUITOS RECTIFICADOR E INTEGRADOR

Dentro de los tres grandes grupos de ruidos nos encontramos con distintos tipos y es imprescindible que el equipo sea capaz de evaluar los mismos de una forma coherente, por ello al calcular su valor eficaz debe responder de una forma más o menos rápida, o lo que es lo mismo, integrar con mayor o menor tiempo.

En Acústica estos tiempos de integración están normalizados y son:

- Lento (*Slow*) = 1 s.
- Rápido (*Fast*) = 125 ms.
- Impulsivo (*Impulse*) = 35 ms.
- Pico (*Peak*) = 50 μ s.

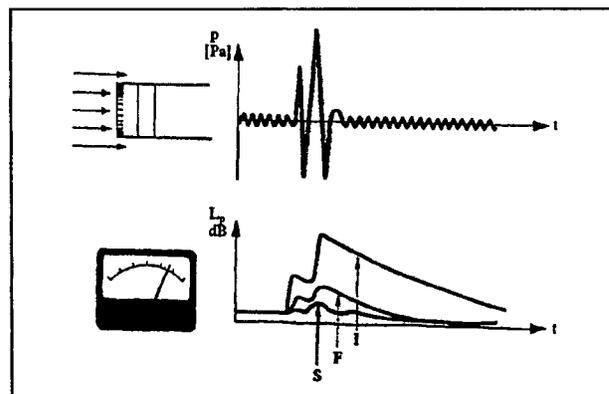


Figura 21

Para entender estos tiempos podemos ver en la figura 21 cómo responde el equipo con

distintos tiempos de integración a diferentes señales.

Para una señal totalmente continua y estable, la respuesta sería la misma para cualquier tipo de tiempo de integración.

A la hora de enfrentarnos con un sonido tendremos que emplear el tiempo de integración que nos indique la norma correspondiente, o en su defecto, el sentido común, siempre indicando cuál ha sido el elegido.

2.2.6.- INDICADOR

Hasta hace pocos años, todos los indicadores eran del tipo galvanómetro de aguja; en la actualidad éstos han sido sustituidos por indicadores digitales, que representan numéricamente el valor de la medida efectuada.

Dado que un indicador digital instantáneo es prácticamente imposible de ver, éstos sólo actualizan sus valores cada segundo.

Se pueden incorporar circuitos con retención de máximo, mínimo, etc.

2.2.7.- DOSÍMETROS

Cuando se quiere evaluar el riesgo de ruido, hay que tener en cuenta su nivel, el tiempo de exposición y la frecuencia.

Se define como dosis de ruido la cantidad de energía sonora que un oído normal puede recibir durante la jornada laboral para que el riesgo de pérdida auditiva al cabo de un día laboral esté por debajo de su valor establecido. Se da en tanto por ciento de las dosis máxima establecida.

Existen dos criterios internacionales de dosis: la norma ISO y la OSHA.

Los dosímetros contienen etapas idénticas a los sonómetros, solo que además incorporan un circuito inhibidor y un circuito contador. El circuito inhibidor compara el nivel instantáneo con un nivel mínimo, si es superior pasará al circuito contador, que acumula la dosis en función de su nivel y tiempo siguiendo el criterio de las normas.

2.2.8.- REGISTRADORES

La señal sonora detectada por el micrófono puede ser registrada para su posterior estudio y comprobación.

2.2.8.1.- Registrador gráfico de nivel

Este tipo de registrador imprime el nivel de la señal recibida sobre papel calibrado en decibelios en función de la frecuencia o el tiempo.

Es una herramienta muy útil, pues da una visualización que nos aporta datos importantes para un estudio en profundidad del sonido.

Algunos se pueden utilizar para representar un espectro en octavas o 1/3 de octava, ya que permiten el sincronizado automático con los filtros del sonómetro.

Es interesante que sea portátil y robusto, para poder registrar la señal in situ (figura 22).

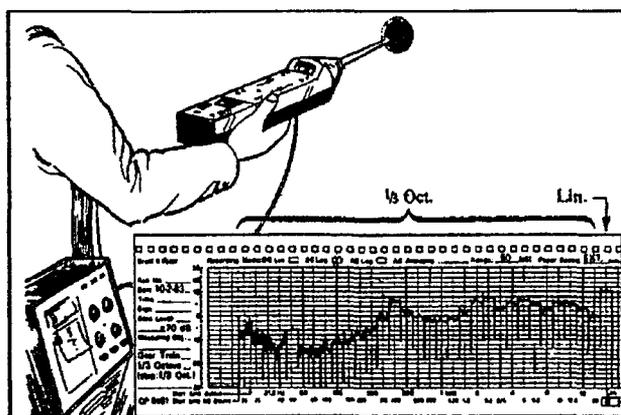


Figura 22

2.2.8.2.- Registrador magnético

Toma la señal sonora para grabarla fielmente en cinta magnética, para poder después reproducir dicha señal en laboratorio para su análisis posterior con equipos sofisticados no portátiles, que pueden aportar datos precisos para su valoración y estudio.

Debe, como el anterior, ser portátil y robusto.

El registrador magnético tiene que reunir además unas condiciones en cuanto a una respuesta lineal dentro del margen de audio, debe tener una gama dinámica grande y una gran estabilidad en el tiempo.

2.2.9.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA

Durante los últimos años, y en especial en las dos últimas décadas, se ha avanzado en el desarrollo de la instrumentación digital.

Apoyándose en las etapas anteriores de micrófono y preamplificador, todo el tratamiento posterior de la señal puede ser digital, tanto para el análisis en frecuencia como para su análisis estadístico.

En la figura 23 podemos ver el esquema básico de un sonómetro digital moderno.

En definitiva el equipo no es sino un procesador de la señal acústica procedente del micrófono.

Algunos de estos equipos son programables, pudiendo funcionar de múltiples formas diferentes dependiendo de esta programación. Por ejemplo, un mismo equipo podría funcionar como sonómetro integrador, como analizador estadístico de ruido, como analizador de la acústica de recintos, etc.

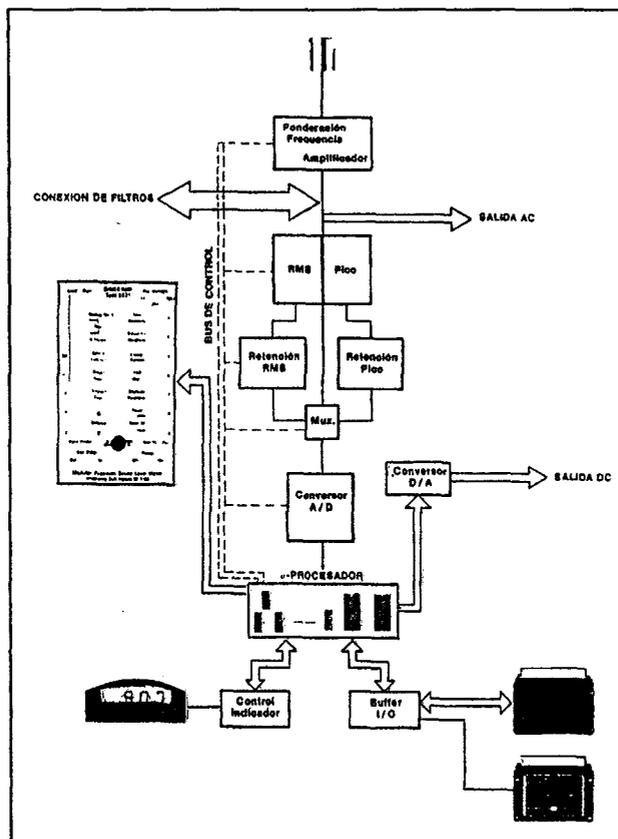


Figura 23

El equipo debe ser portátil (no sólo transportable). La conexión a ordenador vía interfaz para volcado de datos acumulados, hace de estos equipos una herramienta potentísima y el futuro inmediato de equipos para la medida del sonido está claramente dirigido hacia esta filosofía.

2.2.9.1.- Analizadores digitales de frecuencia

Cuando la señal sonora por su procedencia y forma no permite que su análisis se realice secuencialmente octava por octava por el tiempo que se invierte, es necesario realizarlo con un analizador digital de frecuencia, que procesa la señal simultáneamente en todas las octavas o 1/3 de octavas de interés.

Un ejemplo claro donde el análisis en frecuencia del ruido debe ser en tiempo real es el análisis del ruido procedente de un avión, ya que en caso contrario se perdería parte de la señal al realizar el análisis secuencialmente. En la figura 24 podemos ver el diagrama de bloques de un análisis con filtros digitales.

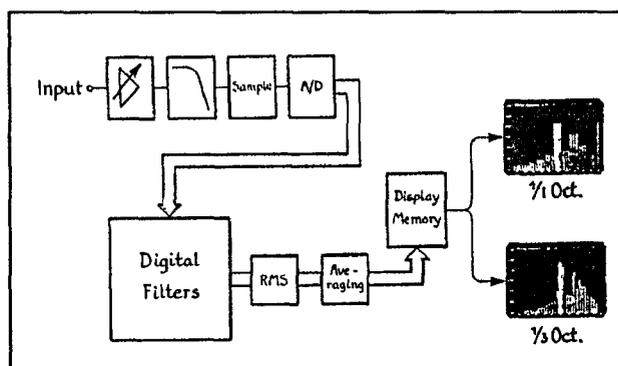


Figura 24

Los filtros digitales tienen las mismas características que los filtros analógicos y tratan la señal de la misma forma, sólo que en todas las bandas a la vez, por lo que se les llama también analizadores en tiempo real.

La pantalla del analizador nos mostrará el resultado de la medida. Es interesante que sea lo más grande posible para tener mayor resolución visual, indicando el nivel de cada octava o 1/3 de octava y el nivel total con ponderación "A" o "Lin".

2.2.9.2.- Analizadores F.F.T.

Todo el análisis de las señales se basa en la matemática de la transformada de Fourier, de ahí se ha escogido el nombre de los analizadores de banda estrecha que emplean el algoritmo para dicho cálculo.

F.F.T. son las siglas de *Fast Fourier Transform*, o transformada rápida de Fourier.

En la figura 25 tenemos un diagrama de bloques de un analizador de este tipo.

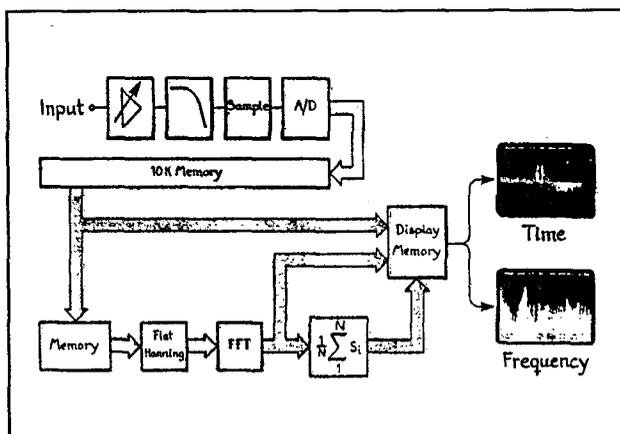


Figura 25

Los analizadores F.F.T. recogen un trozo de señal temporal. Éste depende de la frecuencia superior que se va a analizar. Supongamos que vamos a analizar desde 0 Hz hasta 20 KHz con un analizador F.F.T. de 400 filtros; entonces cada filtro tendrá un ancho de:

$$B = \frac{20.000}{400} = 50Hz$$

El tiempo que recoge el analizador para hacer el análisis siempre cumple con:

$$B \cdot T = 1$$

donde: B = Ancho de banda de los filtros (Hz).

T = Tiempo de integración (sg).

En el ejemplo que estamos estudiando sería:

$$T = \frac{1}{50} = 20ms$$

Una vez muestreada la señal, se le aplica el algoritmo para calcular su espectro.

El primer inconveniente surge del método de cálculo del espectro, ya que el equipo considera que esta muestra temporal se va a repetir indefinidamente, de aquí que para señales continuas ocurren a veces irregularidades, pues la señal queda como cortada o distinta a como es en realidad, con la distorsión que esto produce en el análisis. En la figura 26 podemos ver cómo el equipo considera que son las señales.

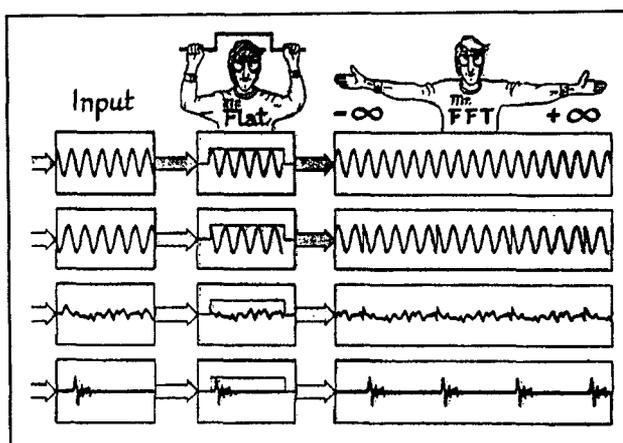


Figura 26

Por supuesto existen ponderaciones en tiempo, como la Hanning, que pueden eliminar este efecto negativo de las discontinuidades a la hora de repetir la señal temporal. Esta ponderación debe utilizarse para las señales continuas, pero no para las transitorias.

Una vez calculada la transformada de la señal, el equipo presenta el espectro en la pantalla. Aquí surge a veces otro inconveniente. Dado que el equipo coge un trozo de señal en tiempo para después procesarla, si el tiempo de cálculo es mayor que el tiempo de la señal

tomada, el analizador deja de ser en tiempo real, es decir, perdemos parte de la señal. Esto tiene importancia en el caso de señales transitorias, pero no tiene ninguna influencia en el estudio de señales continuas.

2.2.10.- METODOLOGÍA GENERAL DE LA MEDICIÓN

Antes de abordar una medición de sonido, es fundamental hacer una lectura concienzuda de las normas, ordenanzas y recomendaciones nacionales e internacionales que sobre el tema existan. La mayoría de estas normas describen de forma detallada la instrumentación a emplear, así como la metodología de la medida.

Como regla fundamental, podemos indicar el calibrado de la instrumentación de medida antes y después de la utilización.

En caso de no existir ninguna norma que nos indique la técnica de medida habrá que seguir un criterio lógico, indicando siempre todos los parámetros utilizados que pueden influir en la medida, como son: Tipo de equipo, puntos de medida, tiempo de integración, filtros, etc.

Como resumen a todos estos puntos habrá que tener en cuenta:

- Que el equipo sea más o menos preciso, para lo cual habrá que hacer referencia a la norma correspondiente.

- Respecto a los puntos de medida, es fundamental que las medidas no estén influenciadas por elementos no deseados ajenos a la medida, como pueden ser techos, suelos, etc.

- También es importante que el cuerpo del operador influya lo menos posible en las medidas, para lo cual la colocación óptima respecto al sonómetro es la representada en la figura

27. Realizar medidas con el sonómetro en la mano y el cuerpo del operador situado

directamente detrás del micrófono puede provocar errores significativos en el rango entre 300 y 1000 Hz.

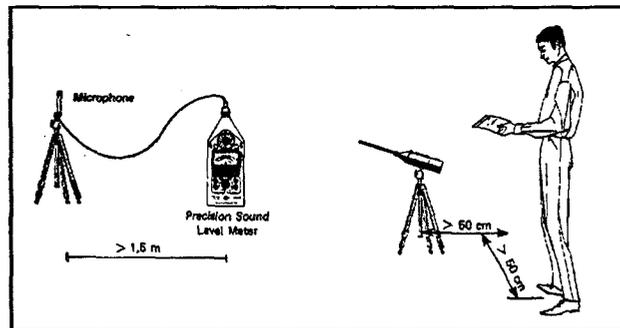


Figura 27

Es importante también no acercarse a la fuente sonora, ya que esto provoca también pérdida de representatividad de las medidas.

- Según sea el sonido, nos puede interesar sacar distintos parámetros para su **evaluación** como por ejemplo nivel máximo, L_{eq} , valor eficaz, etc.

- Para que la medida sea comparable con medidas posteriores, es necesario indicar claramente con qué **tiempo de integración** se ha realizado.

2.3.- DESCRIPCIÓN DEL SONÓMETRO DE BRUEL&KJAER 2231

2.3.1.- INTRODUCCIÓN

El sonómetro modular de B&K 2231 es un instrumento de una gran precisión y una amplia gama de posibilidades de medida. Su sistema de módulos intercambiables le permite realizar una amplia variedad de medidas. Cada módulo transforma al sonómetro en un nuevo instrumento capaz de medir determinados parámetros acústicos. Los módulos contienen programas que se cargan en el 2231. Una vez cargado, el programa queda retenido en el 2231, incluso si está desconectado, hasta que se cargue otro módulo.

Las ventajas de utilizar un sistema modular son enormes. En primer lugar, el sistema modular permite usar el mismo espacio interno de memoria para muchas aplicaciones, manteniendo el pequeño tamaño del aparato. Además, las funciones de cada pulsador se limitan a una o dos, lo que se traduce en una mayor sencillez de manejo. Asimismo, las posibilidades de ampliación de las capacidades del aparato son muy grandes, al estar supeditadas sólo a la aparición de nuevos módulos.

El 2231 puede comunicarse con otros equipos vía interfaz serie B&K ZI 9101. Para realizar estas comunicaciones dispone de un programa monitor, que se puede usar para enviar datos a una impresora, para el control exterior de 2231 o para el acceso a parámetros internos de sonómetro.

Algunas de sus características más destacadas, sacadas del manual del fabricante, son:

- Voltaje de polarización seleccionable, para poder usar cualquier micrófono de la gama Bruel&Kjaer.

- Detección de RMS y Pico en paralelo.

- Cumple la norma propuesta IEC para sonómetros integradores Tipo 1, y las secciones

correspondientes de IEC 651 Tipo 1I, y ANSI S1.4 (1983) Tipo 1.

- Gama de frecuencia suficiente para medir infrasonidos y ultrasonidos.
- Gama de medida de 24 a 130 dB con el micrófono normal (30 a 150 dB con atenuador) en 7 subgamas solapadas.
- Indicador digital y cuasi-analógico LCD. Cada carácter está formado por 14 elementos, evitando ambigüedades en la lectura de caracteres alfanuméricos.
- Ponderaciones "Impulse", "Fast" y "Slow".
- Gama impulsiva 73 dB; gama lineal 70 dB.
- Ponderaciones "A", "C", "Lin" (10 Hz a 20 KHZ) y "All Pass" (1 Hz a 70 KHz).
- RAM de 64 Kbytes para programas y almacenamiento de datos, que no se pierden al desconectar el aparato.
- Puede aceptar el sistema de Interfaz Serie de B&K, para control exterior.
- Presenta cualquier parámetro sin interrumpir las medidas.
- Cuando se usa con el micrófono B&K 4133 y el cable de extensión B&K AO 0027, cumple la norma propuesta IEC para sonómetros integradores Tipo 0 y las secciones correspondientes de la IEC 651 Tipo 0 I.

2.3.2.- ESQUEMA DE BLOQUES

En la figura 28 se presenta el esquema de bloques del sonómetro 2231 (página siguiente).

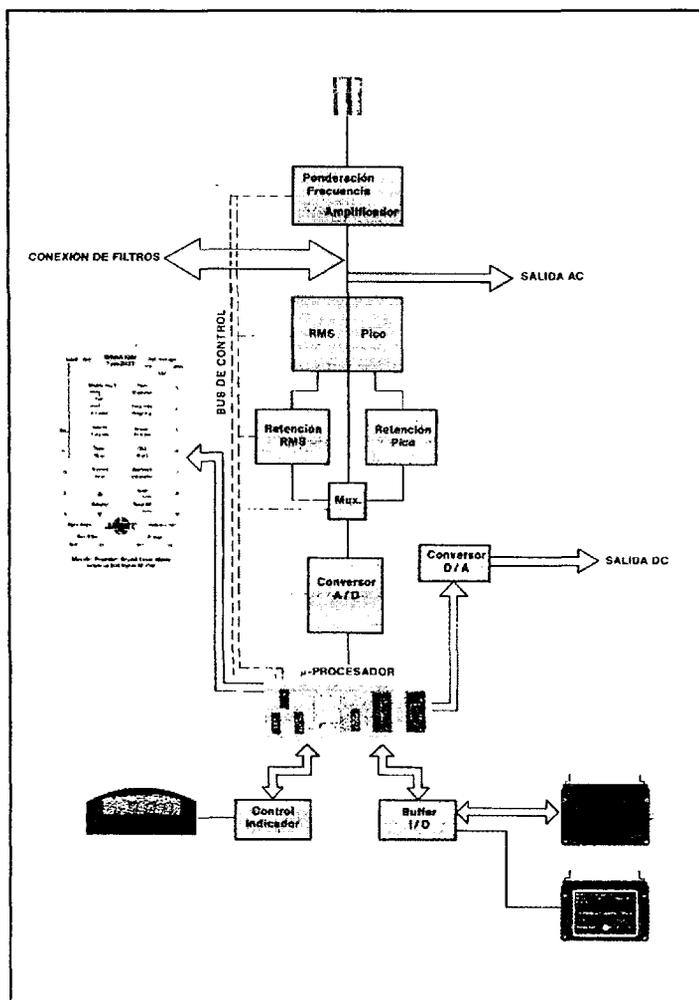


Figura 28

2.3.3.- MODULOS DISPONIBLES

A continuación hacemos una breve descripción de cada uno de los once módulos disponibles para el sonómetro B&K 2231 en la actualidad, haciendo una descripción más detallada del módulo BZ 7110, que es el objeto de estudio de este Trabajo de Fin de Carrera.

- Módulo para Análisis Estadístico BZ 7101: Para medidas de ruido comunitario y general. Permite realizar análisis estadísticos de la señal. Calcula el L_n para una n ajustable en pasos de 0,1%. También calcula distribuciones acumulativas y de probabilidad.

- Módulo "Taxtmaximal" BZ 7102: Para medidas generales de ruido según las normas alemanas. Se usa sólo para medidas de **TA-Lärm** y cumple la norma Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2058 y DIN 45645.

- Módulo para Análisis en Frecuencia BZ 7103: Para análisis de ruido detallados. Se utiliza con el 2231 y el juego de filtros de octava y tercios de octava de B&K 1625. Para cada banda de frecuencia el sonómetro calcula el L_{eq} en un período de tiempo optimizado para el ruido aleatorio.

- Módulo para Vibraciones en el Cuerpo Humano BZ 7105: Para medida y valoración de la vibración en el cuerpo humano. Se debe utilizar con la Unidad para Vibraciones en el Cuerpo Humano B&K 2522. Ofrece siete modos de medida, todos los cuales cumplen la norma ISO 8041.

- Módulo de Medidas de L_{eq} en Períodos Cortos BZ 7106: Permite realizar medidas en períodos cortos (típicamente L_{eq}) sobre períodos de tiempo definidos por el usuario.

- Módulo para el Registro de Sucesos BZ 7107: Para la medida y el almacenamiento automático de hasta 99 registros de sucesos de ruido. La detección de estos sucesos puede ser manual o automática.

- Módulo Procesador de Reverberación BZ 7108: Para investigaciones de la acústica de recintos. El software del módulo, junto con el 2231 y el 1625, proporciona dos métodos distintos para el cálculo de tiempos de reverberación.

- Módulo para Acústica de Recintos BZ 7109: Para análisis detallados de acústica de recintos utilizando un programa de ordenador personal. Permite medir el tiempo de reverberación, el de caída inicial, y registrar la caída de reverberación y respuestas impulsivas muestreadas de recintos. Los resultados se transfieren directamente al ordenador.

- Módulo para el Cálculo de Sonoridad BZ 7111: Calcula la sonoridad de fuentes sonoras estacionarias. Cumple la ISO 532 Método B (el método Zwicker), y se debe utilizar sólo para analizar niveles de sonido estacionarios.

- Módulo para Medidas de L_{eq} en Períodos Cortos BZ 7112: Este módulo sustituye al módulo BZ 7106, y consta de un módulo para el 2231 y de un software de aplicación para su uso con un ordenador compatible con IBM. Se usa para monitorado de ruido portátil y la evaluación de Ruido/Tiempo. Además de recibir y presentar datos, el software incluido permite al ordenador controlar a distancia al 2231.

2.3.3.1.- El módulo BZ 7110

Este es el módulo de aplicación básico, que realiza medidas generales de sonido. Es preciso sin ser restrictivo. Realiza muchos tipos de medidas, y registra todos los parámetros de medida más comunes. Se puede medir L_{eq} y SEL con ponderación temporal impulsiva para dar L_{im} e IEL. Además, una función de inhibición de datos permite al sonómetro ignorar hasta nueve segundos de datos, si algo interfiere en sus medidas. Se puede utilizar esta función durante medidas de L_{eq} y SEL.

Con este módulo, el sonómetro mide simultáneamente niveles de RMS y Pico. Existen una serie de Funciones Especiales, que permiten por ejemplo elegir el formato de impresiones, almacenar hasta 99 resultados de medidas, recuperar estos resultados en la pantalla cuasi-analógica o imprimirlos. Una Función Especial permite incluso a un registrador de nivel (como el B&K 2317) trazar gráficas de L_{eq} .

Además, este módulo proporciona al 2231 una pantalla diferencial, donde el valor de SPL se convierte en el punto central de una escala, y todas las lecturas consiguientes aparecen

con relación a ese punto central.

2.3.4.- ACCESORIOS

El 2231 dispone de toda una serie de accesorios que aumentan aun más su versatilidad y sus campos de utilización.

Algunos de los más utilizados son:

- Interfaz serie ZI 9101: Es un dispositivo que permite al 2231 comunicarse con otros instrumentos. Se acopla a la parte posterior del 2231 de la misma fórmula que los módulos de aplicación. Dispone de nueve interruptores, que se ajustan para definir la velocidad de comunicación. Este interfaz posee una estructura similar al RS 232C.

- Ordenador: Aunque no es un accesorio propiamente dicho, si es un elemento que puede multiplicar las posibilidades del sonómetro. Debe ser compatible con IBM y poseer un puerto RS 232C.

- Impresora de Gráficos 2318: Con ella se pueden realizar impresiones in situ en formato de texto, tablas o gráficos.

- Filtros exteriores: Se acoplan a la base del 2231. Existen tres juegos de filtros; el de octavas 1624, el de octavas y tercios de octavas 1625 y el juego de filtros de ultrasonidos e infrasonidos 1627.

- Registrador de nivel 2317: Con él se pueden reproducir gráficos de las medidas realizadas.

- Registrador magnético: Se pueden transferir las medidas realizadas con el 2231 a un soporte magnético para su posterior análisis en laboratorio, mediante la conexión de, por ejemplo, un registrador DAT.

- Existen multitud de accesorios más, tales como micrófonos específicos para medidas muy concretas, acelerómetros, calibradores, pistófonos, trípode, etc.

2.4.- EL PROGRAMA SONICOM

2.4.1.- INTRODUCCIÓN

El programa Sonicom ha sido desarrollado para lograr el control exterior del sonómetro de B&K 2231, mediante un ordenador compatible. Esto se logra por medio de la conexión del sonómetro al puerto serie del ordenador mediante el interfaz ZI 9101, de estructura próxima al RS 232C.

Tres son los logros principales de este programa:

1.- En primer lugar, se logra un control del sonómetro mediante un aparato mucho más cómodo de manejar, como es el ordenador.

2.- Además, al ser el ordenador el que controla al sonómetro, podemos hacer medidas repetitivas programadas a las horas deseadas por el usuario, sin necesidad de la presencia de éste.

3.- Por último, se logra que todas las medidas efectuadas por el sonómetro queden almacenadas en el ordenador como archivos de formato ASCII, con lo que se posibilita su posterior estudio e impresión.

El programa se realizó en lenguaje TurboPascal (versión 6.0), incluyendo algunas pequeñas rutinas en lenguaje ensamblador para facilitar las tareas de comunicación.

Además del programa Sonicom se ha desarrollado un segundo programa, llamado Portacom, para su uso con el ordenador portátil de que dispone hoy en día el Laboratorio de Sonido. El programa permite hacer las mismas medidas que el Sonicom, pero he suprimido la opción de representación gráfica del espectro de las medidas, así como todos aquellos gráficos y adornos "supérfluos" debido, por un lado, a la escasa resolución gráfica de su pantalla; y por otro, a que he intentado que el programa ocupara el menor espacio posible en un disco duro

limitado en su capacidad como es el de dicho ordenador.

Este último programa dejará de tener razón de ser cuando el actual ordenador portátil se sustituya por otro más potente y de mayor resolución gráfica, como los que ya hay actualmente.

2.4.2.- CONEXIONADO DEL EQUIPO

Como ya he dicho anteriormente, el conexionado del sonómetro al ordenador se efectúa mediante el interfaz de la casa Brüel&Kjaer ZI 9101, que tiene una estructura próxima al RS 232C. Las estructuras de ambos se presenta a continuación:

■ B&K ZI 9101:

- Conector: Lemo de 5 patillas o conector tipo D de 25 patillas, al usar el cable AO 0335.
- Voltaje de señal (circuito abierto): ± 5 V (nominal).

■ RS 232C:

- Conector: No especificado. Los más usuales son tipo D de 9 ó 25 patillas.
- Voltaje de señal (circuito abierto): ± 12 V (nominal).

El conector Lemo de 5 patillas tiene la siguiente estructura:

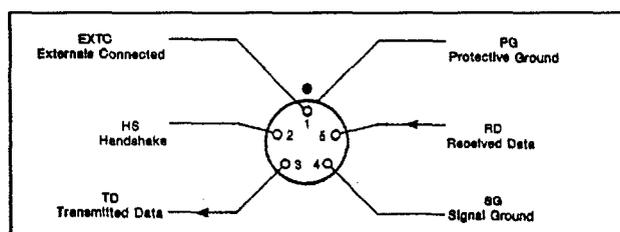


Figura 29

El ordenador que vamos a usar dispone de un puerto serie RS 232C de 9 pines, cuya distribución de señales es la siguiente:

<u>Número patilla</u>	<u>Nombre señal</u>	<u>Entrada/salida</u>	<u>Descripción señal</u>
1	DCD	Entrada	Detección portadora datos
2	RD	Entrada	Recepción datos
3	TD	Salida	Transmisión datos
4	DTR	Salida	Terminal datos preparado
5	GND		Masa
6	DSR	Entrada	Grupo datos preparado
7	RTS	Salida	Petición de envío
8	CTS	Entrada	Preparado para transmitir
9	RI	Entrada	Indicador de llamada

Disponiendo de estas dos configuraciones de señales, la solución fue hacer un cable con un conector Lemo de 5 pines por un extremo (para conectar al ZI 9101), y un conector tipo D de 9 pines por el otro (para conectar al puerto serie del ordenador).

La configuración de este cable para lograr la comunicación entre ambos equipos es la siguiente:

<u>Conector Lemo 5 pines</u>	<u>Conector Tipo D 9 pines</u>
1 (EXTC)	6 (DSR), 8 (CTS)
2 (HS)	4 (DTR)
3 (RD)	3 (TD)
4 (GND)	5 (GND)

5 (TD)

2 (RD)

Con este cable conectando a los dos equipos, y con el interfaz ZI 9101 seleccionado a 2.400 baudios, podemos ejecutar el programa Sonicom.

2.4.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa comienza con una pantalla en la que se nos ofrece la posibilidad de visualizar unas instrucciones previas a su utilización. En estas instrucciones se nos aclara la forma de conexionar el equipo así como la configuración que debe tener el sonómetro para comenzar con la ejecución de programa.

A continuación se nos presenta el menú principal, en el cual podemos elegir entre las opciones que están marcadas en color verde (esto es una constante en todo el programa; a la hora de elegir opciones presentadas en pantalla, sólo están disponibles aquellas marcadas en este color).

Si lo que vamos a hacer con el programa es trabajar con ficheros de medidas ya realizadas para representar sus espectros, no es necesario conectar el sonómetro al ordenador; pero si por el contrario vamos a trabajar haciendo medidas, lo primero será hacer esta conexión y a continuación seleccionar la opción de lectura de la configuración de sonómetro (opción 6), que nos dejará disponibles todas las demás opciones.

Una vez hecho esto, se nos presentan siete opciones posibles, que describiremos a continuación:

1.- Cambio de la configuración del sonómetro: Esta opción nos dará paso a un nuevo menú que nos presenta los posibles parámetros a cambiar de la configuración del

sonómetro. Estos son: Deflexión a fondo de escala (FSD), Modo de respuesta, Ponderación, Tipo de campo sonoro, Factor K del micrófono y Tiempo de duración de la medida. Una vez elegido el parámetro a cambiar, en la pantalla del ordenador se nos muestra el código a escribir para cambiarlo. Sólo tenemos que seguir esas instrucciones y ya tendremos configurado el sonómetro a nuestro gusto.

2.- Cambio del archivo de almacenamiento: Esta segunda opción nos permite elegir el archivo en el cual se van a salvar las medidas realizadas con el sonómetro. Si el archivo elegido ya existiera, el programa nos da la opción de elegir entre inicializarlo (perdiendo todos los datos que hubiera almacenados en él) o seguir añadiéndole medidas a continuación de las que ya tiene salvadas.

3.- Medida inmediata: Esta es la opción para trabajar de modo inmediato con el sonómetro. Pulsando esta opción, el sonómetro comienza a medir con la configuración que tenga en ese momento, almacenando los resultados de la medida en el archivo seleccionado. Si no hubiera ningún archivo seleccionado para el almacenamiento, el programa nos obliga a seleccionar uno antes de comenzar el sonómetro a medir. También nos permite el programa el introducir un título y una descripción al comienzo de la medida en curso.

4.- Medida programada: Aquí se permite al usuario programar el sonómetro para que comience a medir a la hora determinada (y con la configuración determinada). Si se desea, también se pueden realizar medidas repetitivas con el intervalo de tiempo entre ellas que se desee, todo esto de forma automática, y sin necesidad de la presencia del usuario durante el proceso de medida. Esta opción es muy útil cuando se pretende evaluar, por ejemplo, el ruido en un determinado ambiente a determinadas horas, durante un período largo (por ejemplo durante toda una jornada). Todas las medidas realizadas también se almacenan en el archivo

seleccionado, y también se puede añadir un título y descripción a estas medidas.

5.- Análisis espectral: Lo que se pretendía con esta opción era realizar una especie de analizador de espectros en tiempo "casi real", mediante la conexión al sonómetro del juego de filtros de octava y tercios de octava B&K 1625 y el control de éste también vía ordenador. Al no lograrse este control automático del juego de filtros, se optó por el control manual lo que ralentiza mucho su utilización y no nos permite el refresco continuado del espectro medido en la pantalla. Lo que se puede llevar a cabo con esta opción es una evaluación del espectro de ruido continuo en un determinado ambiente, su almacenamiento en ficheros y su posterior representación en pantalla en forma de gráfico. Estas medidas pueden realizarse en octavas o tercios de octava, siguiendo las instrucciones que nos brinda el programa. La representación puede ser de tres distintos parámetros de la medida: El L_{eq} , el MAXP (nivel máximo de pico) y el MAXL (nivel RMS máximo).

6.- Lectura de la configuración del sonómetro: Esta opción nos permite leer la configuración actual del sonómetro. Mediante ella podemos leer los siguientes parámetros de configuración: Deflexión a fondo de escala (FSD), Modo de respuesta, Ponderación, Tipo de campo sonoro, Factor K del micrófono y Tiempo de duración de la medida. Si queremos hacer cualquier trabajo con el sonómetro, el programa nos obliga a pulsar esta opción antes de poder hacerlo, ya que realizar cualquier medida sin el conocimiento exacto de estos parámetros no nos proporcionará los datos precisos para la evaluación de los resultados.

X.- Salir: Esta es la opción de abandonar el programa. Existen en el programa varios submenús; para volver al menú anterior siempre será pulsando esta tecla.

2.4.4.- DIAGRAMAS DE FLUJO

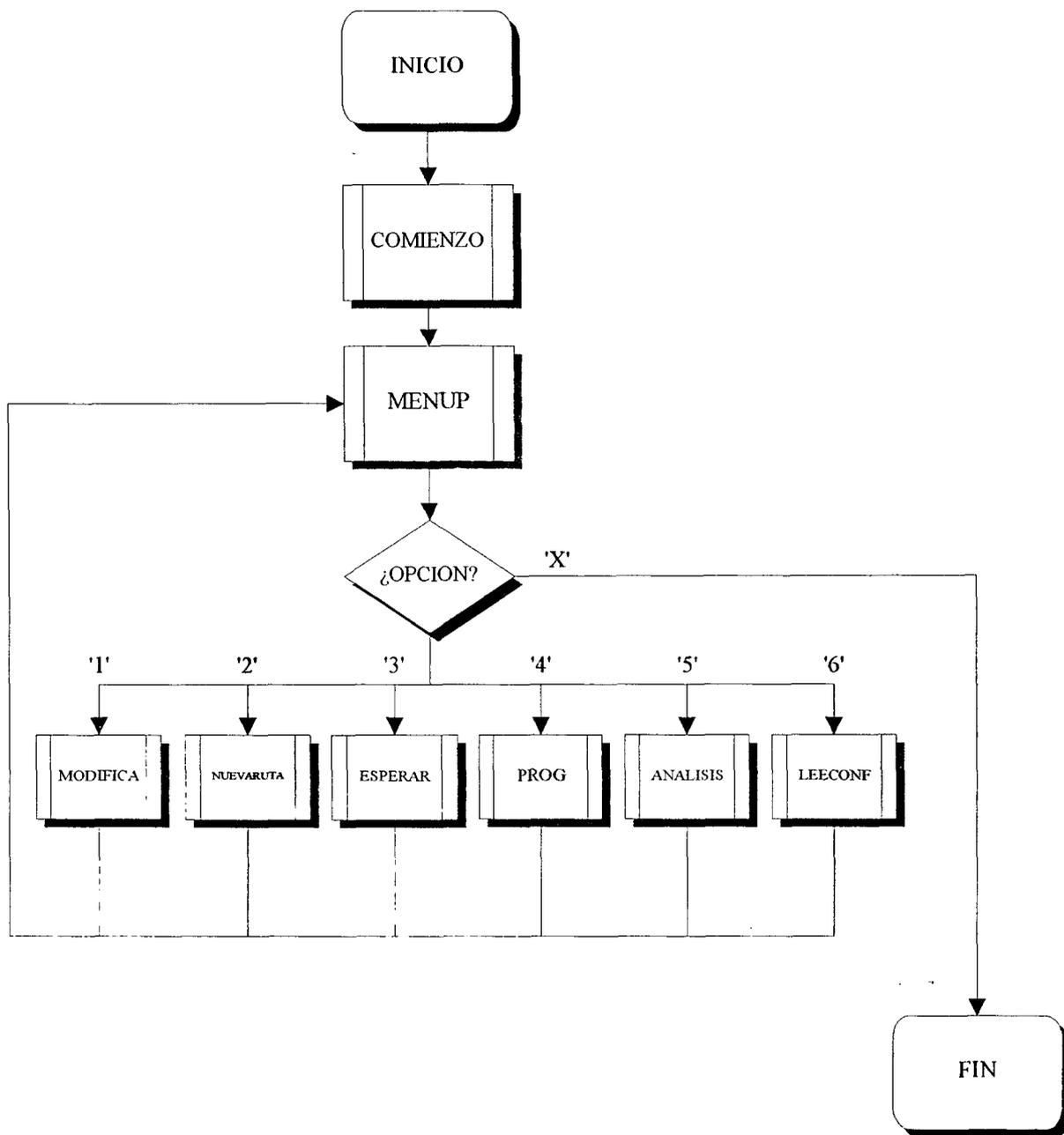
A continuación se presentan los diagramas de flujo tanto del programa principal como de los principales procedimientos del programa, para la mejor comprensión de éste.

Cada uno de los diagramas incluye un pequeño comentario sobre su función dentro del programa.

Los procedimientos de los que se ha incluido el diagrama son los siguientes: Comienzo, Menu, Modifica, Nuevaruta, Esperar, Prog, Análisis, Leeconf, Cambfsd, Cammodo, Campon, Camfron, Cambk, Camtiem, Leer, Presentación, Envirec, Enviar y Recibir.

El programa tiene algunos procedimientos más, pero no se han incluido sus diagramas de flujo por no considerárseles importantes para la comprensión del mismo.

PROGRAMA PRINCIPAL

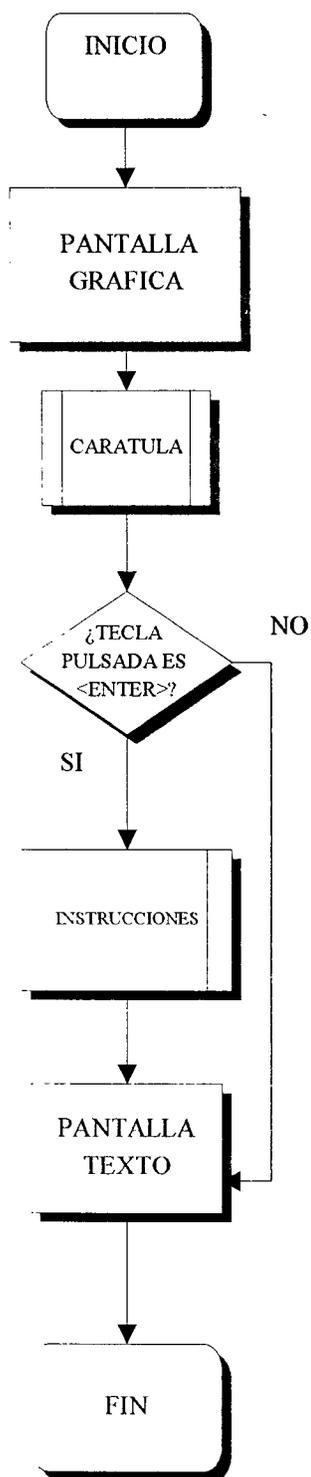


Nota: Este es el bloque principal del programa.

El primer procedimiento en ejecutarse es el COMIENZO, que presenta la carátula inicial del programa y las instrucciones.

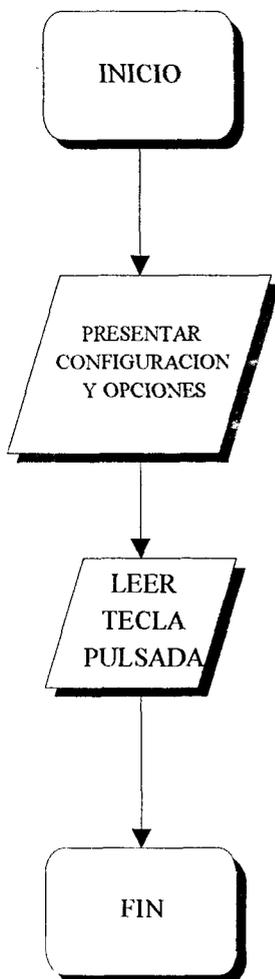
El procedimiento MENUP es el menú principal, que presenta las 6 opciones que se muestran en el diagrama, más la opción de salir del programa.

PROCEDIMIENTO COMIENZO



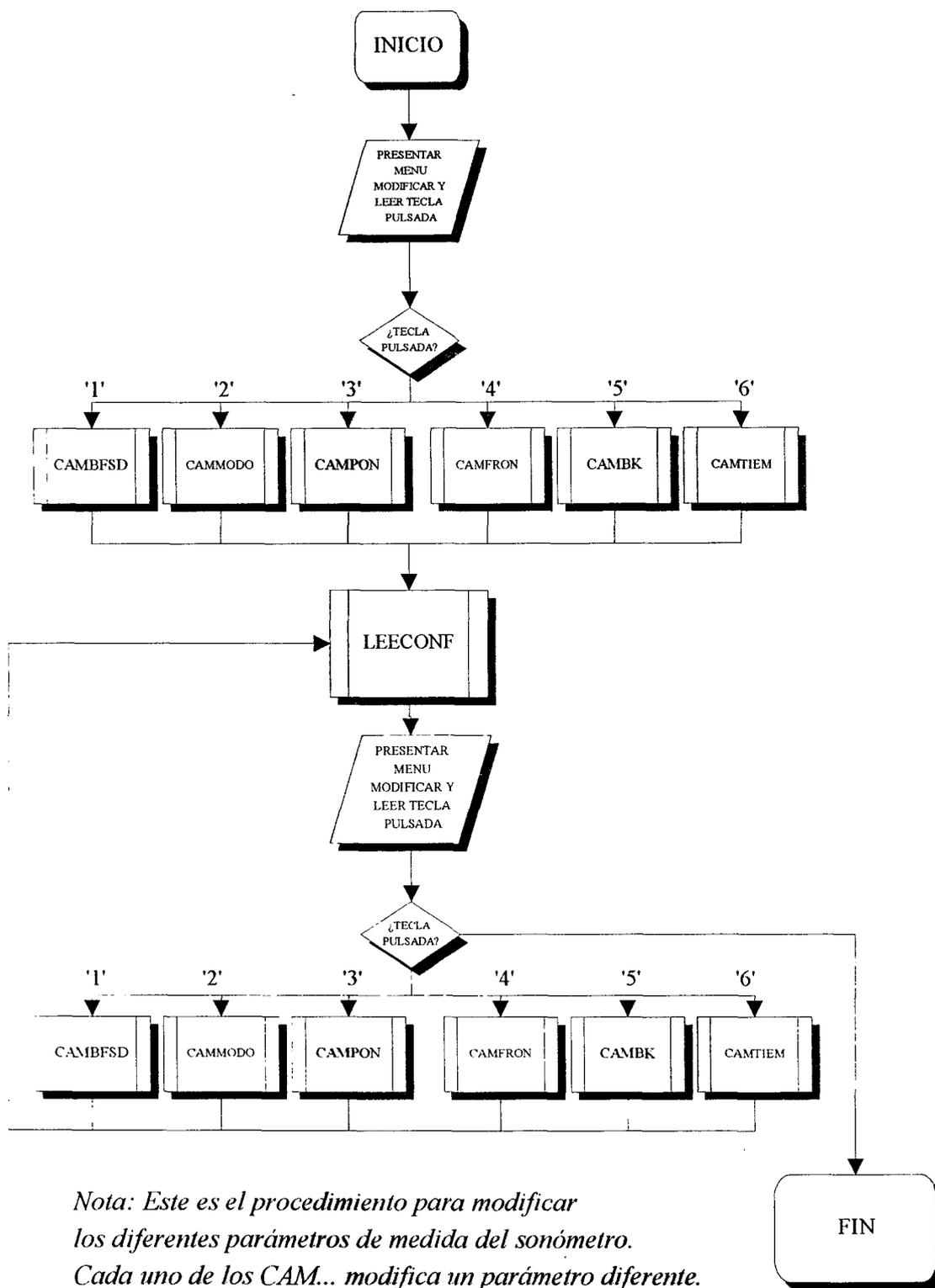
Nota: Este es el primer procedimiento que se ejecuta al arrancar el programa. Presenta la carátula inicial del programa, y si se desea, las instrucciones para comenzar a utilizar el mismo.

PROCEDIMIENTO MENUP



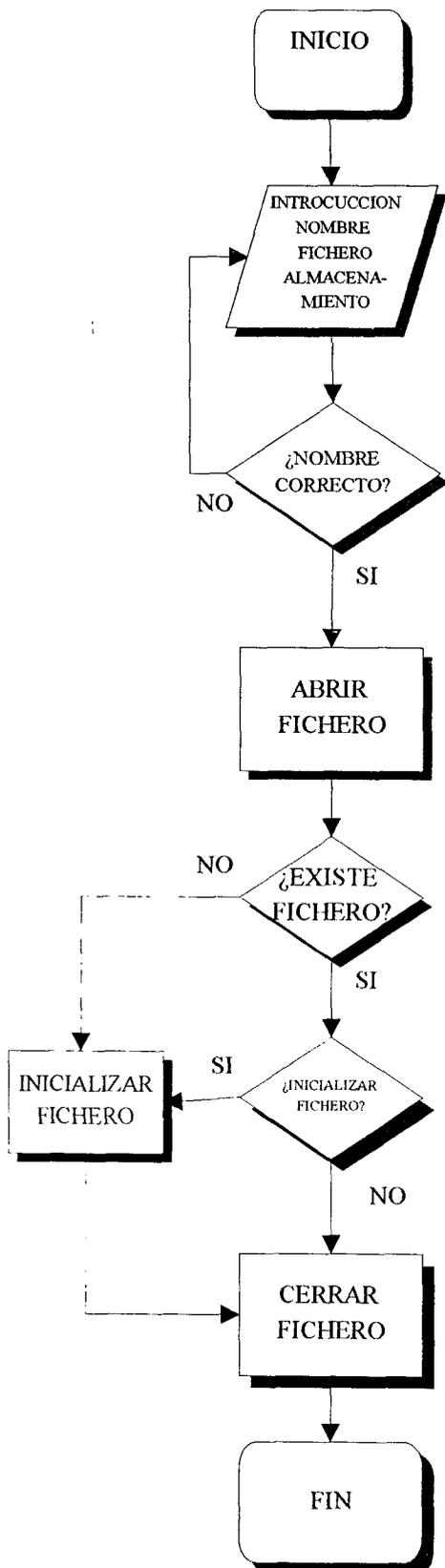
Nota: Este es el menú principal del programa. Como vemos simplemente presenta la configuración del sonómetro y las opciones disponibles, y se queda a la espera de que se pulse una de ellas.

PROCEDIMIENTO MODIFICA



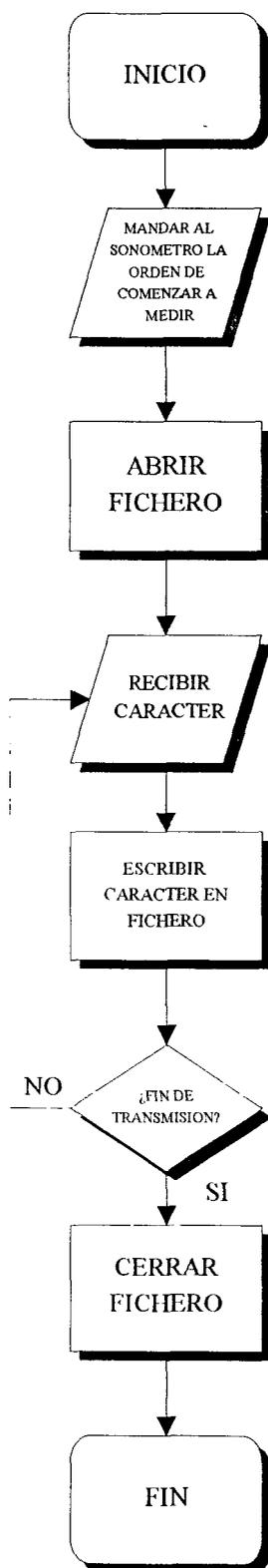
Nota: Este es el procedimiento para modificar los diferentes parámetros de medida del sonómetro. Cada uno de los CAM... modifica un parámetro diferente. El procedimiento LEECONF lee la configuración actual del equipo de medida.

PROCEDIMIENTO NUEVARUTA



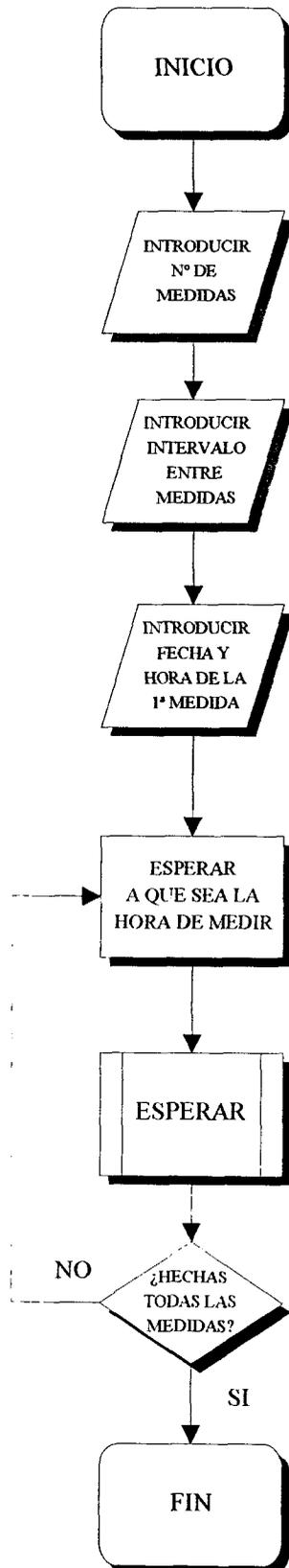
Nota: Este procedimiento es el que permite el cambio del fichero que se va a usar para el almacenamiento de las medidas realizadas. Posee una detección de introducción de nombres incorrectos. Además detecta si el fichero introducido ya existe, permitiéndonos en este caso decidir entre inicializarlo o seguir añadiéndole medidas a continuación de las que tiene.

PROCEDIMIENTO ESPERAR



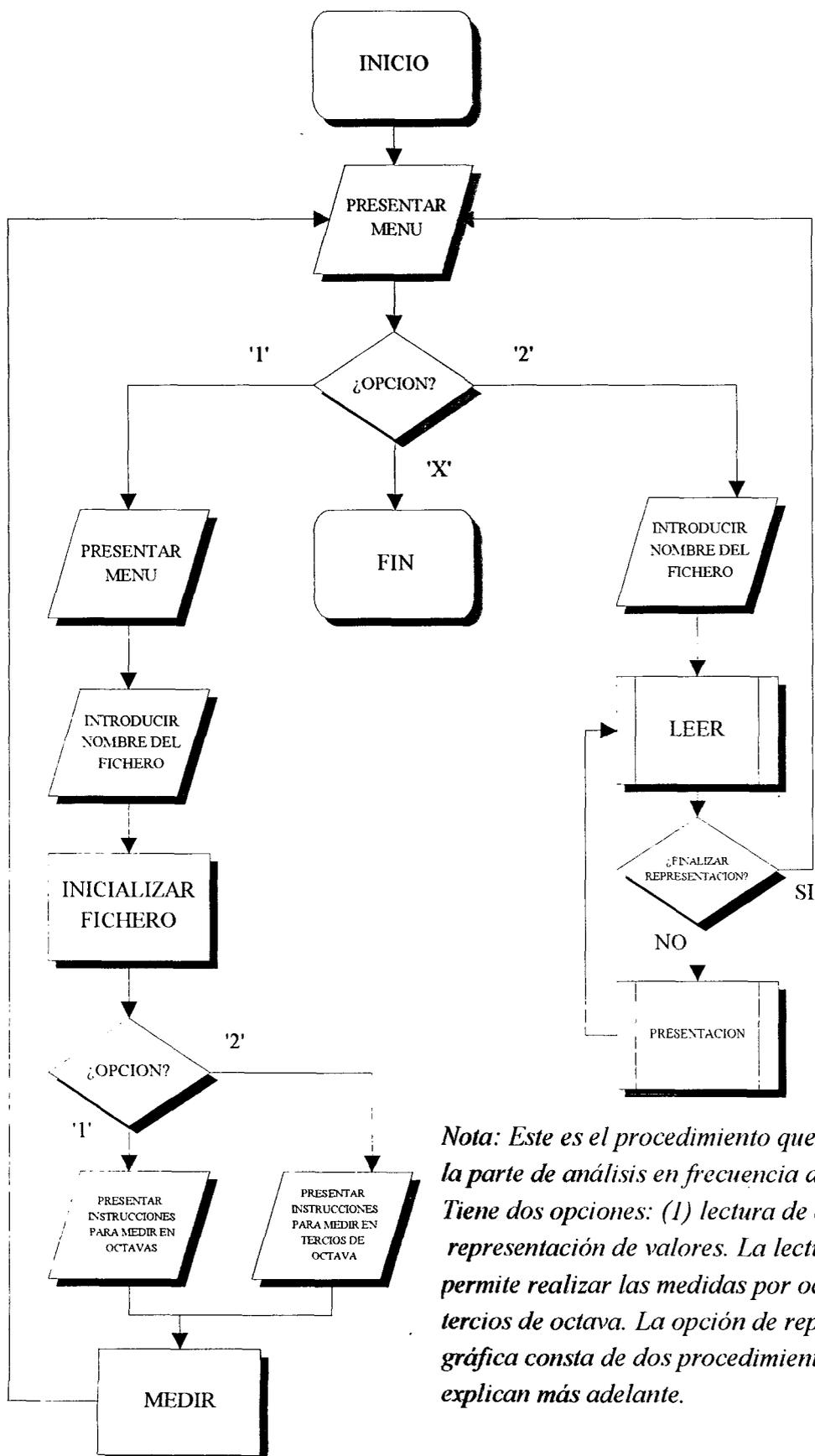
Nota: Este es el procedimiento encargado de forma directa de la medida. Manda al sonómetro la orden de comenzar la medida, y a continuación se queda a la espera para recibir los resultados de la misma. Cuando éstos llegan, los almacena en el fichero seleccionado para ello.

PROCEDIMIENTO PROG



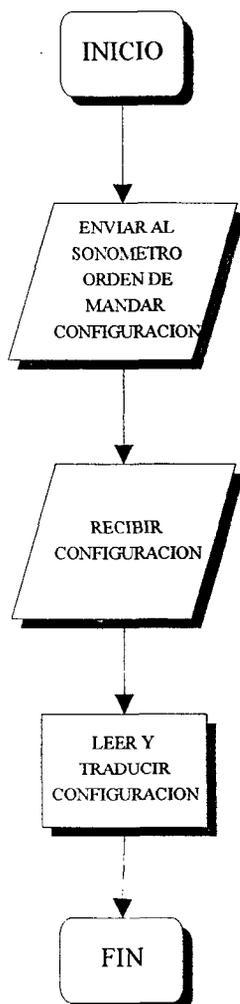
Nota: Este procedimiento nos permite programar el sonómetro para que éste realice medidas repetitivas a las horas deseadas por el usuario de forma automática. Podemos decidir el número de medidas a realizar, el intervalo de tiempo entre cada una de ellas, y la fecha y hora de la primera medida. El procedimiento ESPERAR es el que se encarga de mandar al sonómetro la orden de comenzar a medir, de recibir la medida enviada por éste, y de almacenarla en el fichero seleccionado para tal fin.

PROCEDIMIENTO ANALISIS



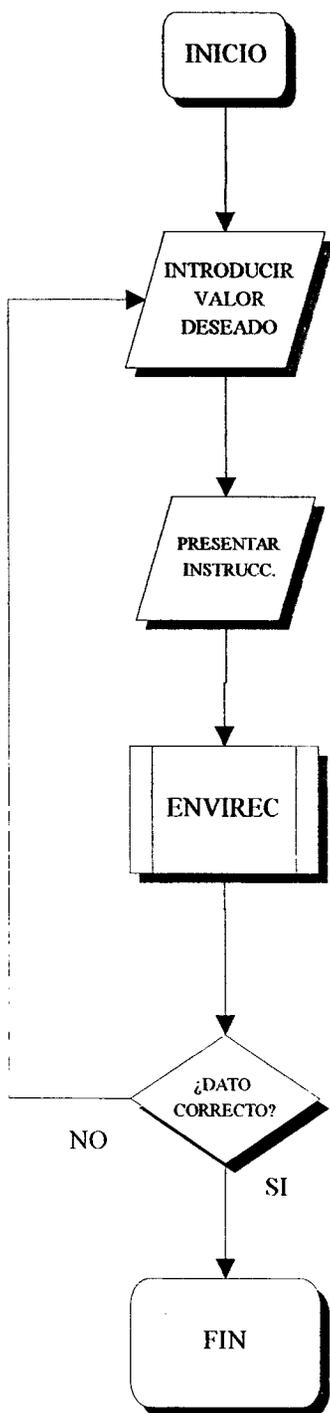
Nota: Este es el procedimiento que gobierna la parte de análisis en frecuencia del programa. Tiene dos opciones: (1) lectura de datos y (2) representación de valores. La lectura de datos permite realizar las medidas por octavas o tercios de octava. La opción de representación gráfica consta de dos procedimientos que se explican más adelante.

PROCEDIMIENTO LEECONF



Nota: Este es el procedimiento encargado de la lectura de la configuración del sonómetro vía puerto serie. La lectura de la configuración se recibe en código hexadecimal, correspondiendo cada código a un valor establecido por la casa fabricante del equipo de medida. El procedimiento incluye una traducción para convertir estos códigos en valores "legibles" para el usuario de los parámetros de dicha configuración.

PROCEDIMIENTOS CAMBFS, CAMMODO, CAMPON Y CAMFRON

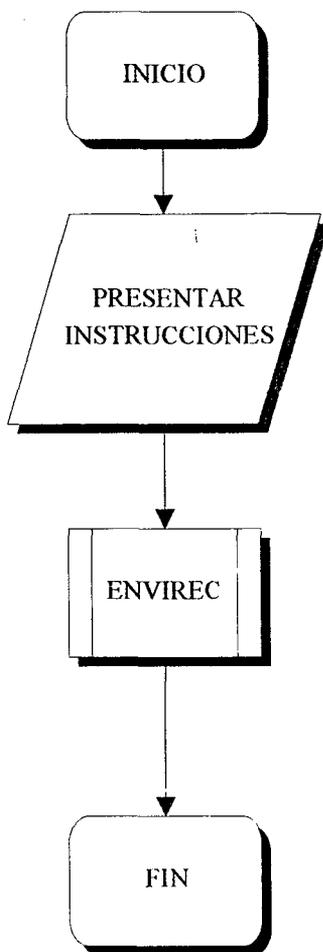


Nota: Este diagrama representa a cuatro procedimientos que hacen exactamente lo mismo. Permiten cambiar respectivamente, la deflexión a fondo de escala, el modo de medida, el tipo de ponderación y el tipo de campo sonoro. Todos presentan las instrucciones para realizar estos cambios en pantalla.

El procedimiento ENVIREC es el encargado de enviar el nuevo valor al sonómetro y de recibir su respuesta.

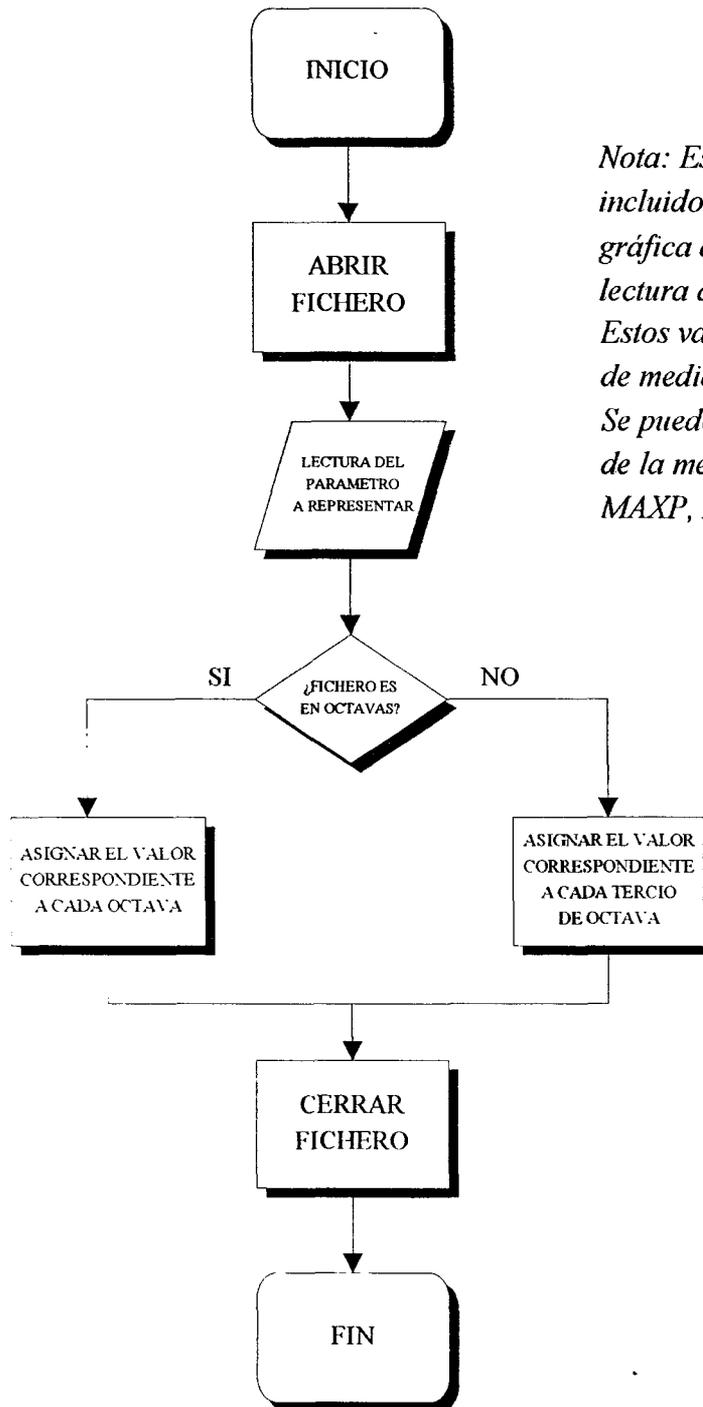
PROCEDIMIENTOS

CAMBK Y CAMTIEM



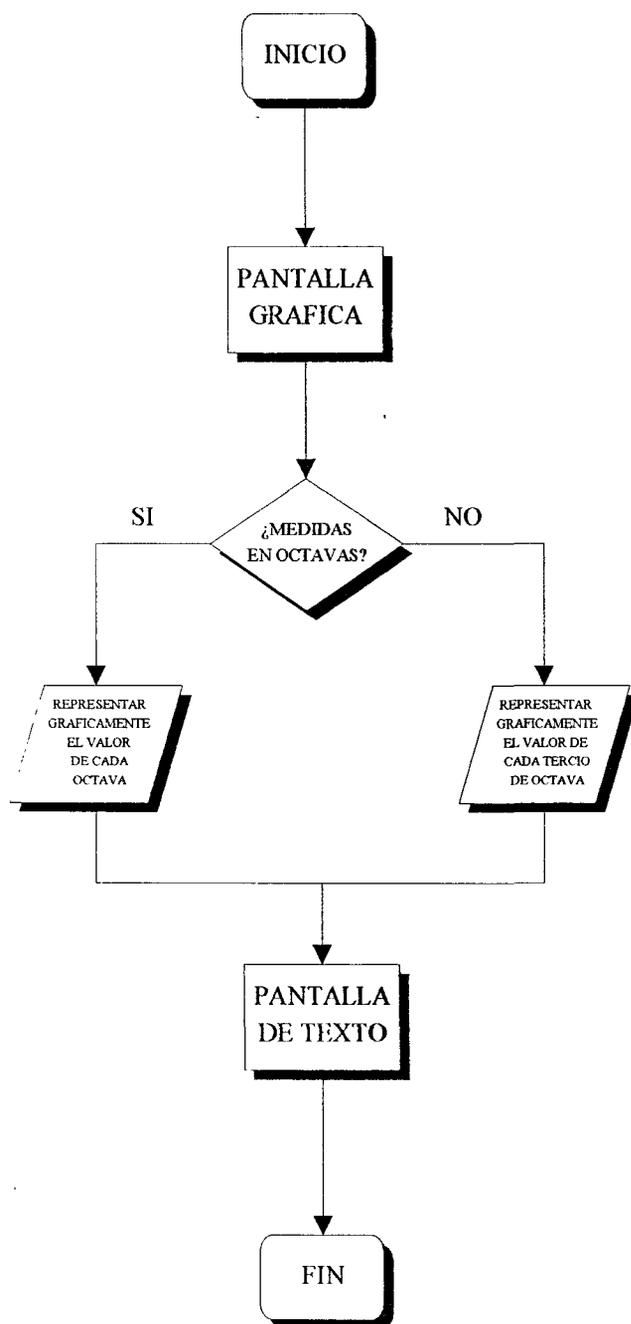
Nota: Estos dos procedimientos, al igual que los anteriores, permiten el cambio de dos parámetros del sonómetro (respectivamente, el factor K del micrófono y el tiempo de medida). La diferencia con éstos radica en que ahora la posibilidad de elección de estos valores no está limitada a unas pocas opciones, sino que el usuario puede darles a estos dos parámetros cualquier valor. El procedimiento ENVIREC es el encargado de enviar el nuevo valor al sonómetro y de recibir su respuesta.

PROCEDIMIENTO LEER



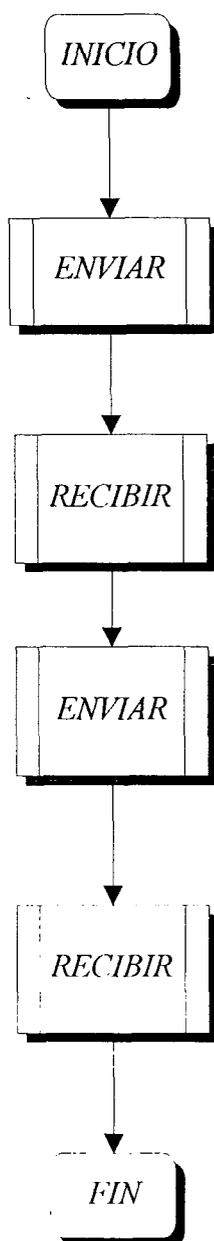
Nota: Este es uno de los dos procedimientos incluidos dentro de la representación gráfica de valores. Éste se encarga de la lectura de los valores a representar. Estos valores se encuentran en el fichero de medidas elegido. Se puede seleccionar el valor a representar de la medida de entre uno de estos tres: MAXP, MAXL y Leq.

PROCEDIMIENTO PRESENTACION



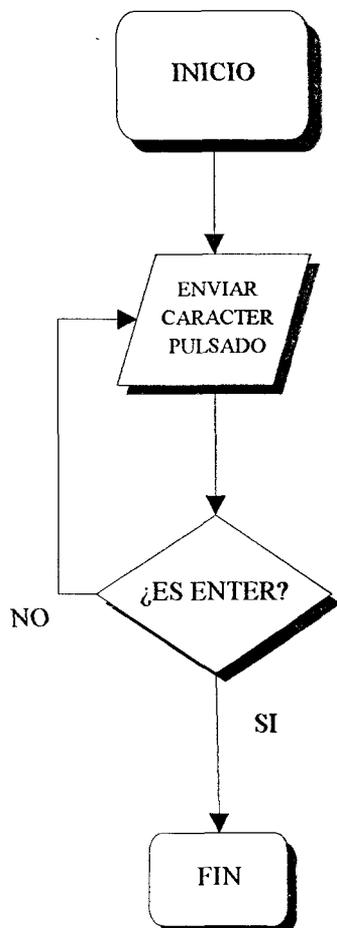
Nota: Este es el procedimiento encargado de la representación gráfica de los valores medidos para un análisis en frecuencia. Estos valores pueden ser, a elección del usuario, el MAXP, el MAXL, o el Leq. Además admite representación de medidas realizadas en octavas y en tercios de octavas, detectando que tipo de medidas contiene el fichero de forma automática.

PROCEDIMIENTO ENVIREC



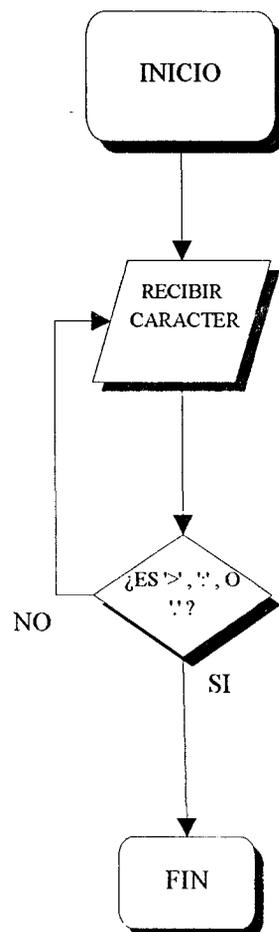
Nota: Este es el procedimiento utilizado en los encargos de cambiar la configuración del sonómetro. Se encarga de mandar a éste el nuevo valor de configuración y de recibir su respuesta. Como vemos, se compone de otros dos procedimientos que se ven a continuación.

PROCEDIMIENTO ENVIAR



Nota: Este pequeño procedimiento envía los caracteres pulsados al sonómetro vía puerto serie. Sólo deja de enviar estos caracteres cuando se pulsa la tecla <ENTER> (cuyo código también es enviado).

PROCEDIMIENTO RECIBIR



Nota: Este procedimiento, análogo al anterior, se encarga de recibir las respuestas del sonómetro vía puerto serie. Continúa recibiendo caracteres hasta recibir uno de los que indican fin de transmisión, que son '>', '!', y '!'.

2.4.5.- LISTADO

```

PROGRAM SONICOM;
USES CRT,DOS,GRAPH;
CONST NUMMED=50;
  POL1:ARRAY [1..10] OF WORD=(75,230,105,230,95,210,85,210,75,230);
  POL2:ARRAY [1..10] OF WORD=(75,160,105,160,95,140,85,140,75,160);
VAR VALREAL:ARRAY[1..31] OF REAL;
  VALENT,POSY:ARRAY[1..31] OF INTEGER;
  OPCION,CADENA:STRING[4];
  LINEA:STRING[80];
  CONF:STRING[100];
  CAD,MODO,PON,FRON,K,VALOR:STRING[15];
  TIT:STRING[70];
  SUBTIT:STRING[65];
  FICH,FICHES:TEXT;
  A,B:BYTE;
  DG,MG,C,X,Y,N,I,J,LC,LD,LN,LE,FSD,HOR,MIN,SEG,CODIGO:INTEGER;
  OP,CAR,OPA,BANDA:CHAR;
  CONFIG,FINPROG,FINRUTA,CORRECTO,FIN,CAMB,FINMOD:BOOLEAN;
  ERROR,ERRORF:BOOLEAN;
  FINA,FIND:BOOLEAN;
  BUF:ARRAY[1..512] OF BYTE;
  RUTA,RUTASPEC:PATHSTR;
  DIR,DIRCONTROL,DIRESPEC:DIRSTR;
  NOM,NOMESPEC:NAMESTR;
  EXT,EXTESPEC:EXTSTR;
  HORE,MINE,SEGE:ARRAY[1..NUMMED] OF WORD;
  HORS,MINS,SEGS,CENTS,DIAS,MESS,ANYOS,DIASEMANAS:WORD;
  MODOVID:WORD;
  DIAE,MESE,ANYOE,HORAI,MINUTOI,SEGUNDOI,MINI,HORI:WORD;
  NUMERO,NY:REAL;
PROCEDURE COMIENZO;
PROCEDURE CARATULA;
BEGIN
  SETCOLOR(8);
  RECTANGLE(1,1,639,479);
  RECTANGLE(50,50,590,430);
  SETFILLSTYLE(1,8);
  FLOODFILL(2,2,8);
  SETLINESTYLE(0,0,3);
  SETCOLOR(15);
  RECTANGLE(60,60,580,420);

```

```

SETCOLOR(4);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(70,75,'PROGRAMA DE CONTROL DEL SONOMETRO');
OUTTEXTXY(70,90,'B&K 2231 CON EL MODULO INTEGRADOR');
OUTTEXTXY(70,105,'BZ 7110, MEDIANTE PC. ');
SETLINESTYLE(0,0,2);
SETCOLOR(14);
LINE(80,140,560,140);
SETTEXTSTYLE(1,0,8);
OUTTEXTXY(155,170,'SONICOM');
LINE(80,300,560,300);
SETCOLOR(11);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(70,315,'Dpto. de Electrónica y Telecomunicación. ');
OUTTEXTXY(70,330,'Laboratorio de Sonido. ');
SETCOLOR(7);
OUTTEXTXY(70,355,'Programador: Alejandro Quintana Rivero. ');
SETCOLOR(11);
SETTEXTSTYLE(3,0,2);
OUTTEXTXY(440,80,'U.L.P.G.C. ');
SETCOLOR(2);
SETTEXTSTYLE(2,0,4);
OUTTEXTXY(70,395,'Pulse <ENTER> para comenzar o cualquier otra tecla');
OUTTEXTXY(370,395,'para ver instrucciones. ');
OP:=READKEY;
END;
PROCEDURE INSTRUCCIONES;
PROCEDURE SONOMETRO;
BEGIN
  LINE(50,255,50,430);
  LINE(50,430,130,430);
  LINE(130,430,130,255);
  LINE(130,255,105,230);
  LINE(105,230,75,230);
  LINE(75,230,50,255);
  DRAWPOLY(5,POL1);
  RECTANGLE(85,80,95,210);
  LINE(65,260,65,275);
  LINE(65,275,115,275);
  LINE(115,275,115,260);
  ARC(90,285,45,135,35);
  RECTANGLE(55,285,70,290);
  RECTANGLE(110,285,125,290);
  RECTANGLE(60,300,70,310);
  RECTANGLE(110,300,120,310);

```

```
RECTANGLE(60,315,70,325);  
RECTANGLE(110,315,120,325);  
RECTANGLE(60,330,70,340);  
RECTANGLE(110,330,120,340);  
RECTANGLE(60,345,70,355);  
RECTANGLE(110,345,120,355);  
RECTANGLE(60,360,70,370);  
RECTANGLE(110,360,120,370);  
RECTANGLE(60,375,70,385);  
RECTANGLE(110,375,120,385);  
RECTANGLE(60,390,70,400);  
RECTANGLE(110,390,120,400);  
RECTANGLE(55,410,70,415);  
RECTANGLE(110,410,125,415);  
SETFILLSTYLE(1,11);  
FLOODFILL(75,300,15);  
SETFILLSTYLE(1,7);  
FLOODFILL(76,229,15);  
FLOODFILL(86,209,15);  
END;
```

PROCEDURE ORDENADOR;

```
BEGIN  
RECTANGLE(390,350,590,400);  
RECTANGLE(420,250,560,350);  
RECTANGLE(430,260,550,340);  
RECTANGLE(525,360,575,365);  
RECTANGLE(525,370,575,375);  
RECTANGLE(405,360,415,370);  
SETFILLSTYLE(1,7);  
FLOODFILL(391,399,15);  
FLOODFILL(421,251,15);  
RECTANGLE(130,373,390,377);  
SETFILLSTYLE(1,12);  
FLOODFILL(131,374,15);  
SETCOLOR(14);  
SETTEXTSTYLE(0,0,1);  
OUTTEXTXY(200,360,'ZI 9100');  
END;
```

BEGIN

```
CLEARVIEWPORT;  
GRAPHDEFAULTS;  
SETCOLOR(15);  
SONOMETRO;  
ORDENADOR;  
SETFILLSTYLE(1,12);
```

```
FLOODFILL(124,411,15);
SETCOLOR(12);
SETTEXTSTYLE(3,0,3);
OUTTEXTXY(130,100,'PASO 1:');
SETCOLOR(15);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(230,115,'PULSE EN EL ORDENADOR EL BLOQUEO DE
MAYUSCULAS.');
```

OUTTEXTXY(230,130,'CONECTE EL SONOMETRO AL PUERTO SERIE (COM1) DEL');

OUTTEXTXY(230,145,'ORDENADOR MEDIANTE EL INTERFAZ ZI 9100, TRAS HABER');

OUTTEXTXY(230,160,'CONFIGURADO ESTE ULTIMO A 2400 BAUDIOS.');

OUTTEXTXY(230,175,'A CONTINUACION ENCIENDA EL SONOMETRO.');

SETCOLOR(2);

SETTEXTSTYLE(2,0,4);

OUTTEXTXY(175,450,'Pulse cualquier tecla para continuar...');

OP:=READKEY;

CLEARVIEWPORT;

GRAPHDEFAULTS;

SETCOLOR(15);

SONOMETRO;

SETFILLSTYLE(1,12);

FLOODFILL(56,286,15);

FLOODFILL(61,331,15);

SETCOLOR(12);

SETTEXTSTYLE(3,0,3);

OUTTEXTXY(130,100,'PASO 2:');

SETCOLOR(15);

SETTEXTSTYLE(0,0,1);

OUTTEXTXY(230,115,'SELECCIONE EN EL SONOMETRO LA FUNCION ESPECIAL 322.');

OUTTEXTXY(230,130,'PARA ELLO PONGA EL SONOMETRO EN LOAD, PULSE LA');

OUTTEXTXY(230,145,'TECLA "SPECIAL FUNCTION", Y TECLEE 322.');

OUTTEXTXY(230,160,'A CONTINUACION VUELVA A PONER EL SONOMETRO EN RUN.');

SETCOLOR(2);

SETTEXTSTYLE(2,0,4);

OUTTEXTXY(175,450,'Pulse cualquier tecla para continuar...');

OP:=READKEY;

CLEARVIEWPORT;

GRAPHDEFAULTS;

SETCOLOR(15);

SONOMETRO;

```
SETFILLSTYLE(1,12);
FLOODFILL(56,286,15);
FLOODFILL(61,331,15);
FLOODFILL(61,346,15);
SETCOLOR(12);
SETTEXTSTYLE(3,0,3);
OUTTEXTXY(130,100,'PASO 3:');
SETCOLOR(15);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(230,115,'SELECCIONE EN EL SONOMETRO UN TIEMPO DE
MEDIDA.');
```

OUTTEXTXY(230,130,'PARA ELLO, PONGA EL SONOMETRO EN LOAD, PULSE LA');

OUTTEXTXY(230,145,'TECLA "PRESET TIME", A CONTINUACION LA TECLA "SEC",');

OUTTEXTXY(230,160,'Y MIENTRAS MANTIENE ESTA ULTIMA PULSADA, TECLEE');

OUTTEXTXY(230,175,'LOS SEGUNDOS DESEADOS.');

OUTTEXTXY(230,190,'A CONTINUACION SUELTE LA TECLA "SEC" Y VUELVA A');

OUTTEXTXY(230,205,'PONER EL SONOMETRO EN RUN.');

OUTTEXTXY(230,220,'SE RECOMIENDA PONER UN TIEMPO DE MEDIDA CORTO (POR');

OUTTEXTXY(230,235,'EJEMPLO 5 SEGUNDOS), PARA COMENZAR LA EJECUCION.');

OUTTEXTXY(230,250,'EL TIEMPO DE MEDIDA SELECCIONADO PODRA MODIFICARSE');

OUTTEXTXY(230,265,'POSTERIORMENTE EN EL PROGRAMA.');

```
SETCOLOR(2);
SETTEXTSTYLE(2,0,4);
OUTTEXTXY(175,450,'Pulse cualquier tecla para continuar...');
OP:=READKEY;
CLEARVIEWPORT;
GRAPHDEFAULTS;
SETCOLOR(15);
SONOMETRO;
ORDENADOR;
SETCOLOR(12);
SETTEXTSTYLE(3,0,3);
OUTTEXTXY(130,100,'PASO 4:');
SETCOLOR(15);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(230,115,'ESPERE A QUE EL SONOMETRO DEJE DE MEDIR.');
```

OUTTEXTXY(230,130,'AHORA COMIENZA LA EJECUCION DEL PROGRAMA');

OUTTEXTXY(230,145,'DE CONTROL.');

```

SETCOLOR(2);
SETTEXTSTYLE(2,0,4);
OUTTEXTXY(175,450,'Pulse cualquier tecla para continuar...');
OP:=READKEY;
END;
BEGIN
CLRSCR;
DETECTGRAPH(DG,MG);
GETDIR(0,DIRCONTROL);
INITGRAPH(DG,MG,DIRCONTROL);
CARATULA;
IF OP<>CHR(13) THEN
  INSTRUCCIONES;
  RESTORECRTMODE;
  CLOSEGRAPH;
END;
PROCEDURE NUEVARUTA;
BEGIN
  FINRUTA:=FALSE;
  REPEAT
    CLRSCR;
    CORRECTO:=TRUE;
    GOTOXY(17,1);
    TEXTCOLOR(11);
    WRITE('CAMBIO DE FICHERO DE ALMACENAMIENTO');
    TEXTCOLOR(7);
    GOTOXY(1,3);
    WRITELN('NOMBRE DEL FICHERO DE ALMACENAMIENTO CON SU RUTA
COMPLETA:');
    WRITELN;
    TEXTCOLOR(11);
    WRITE('>');
    TEXTCOLOR(7);
    READLN(RUTA);
    LC:=LENGTH(RUTA);
    FOR I:=1 TO LC DO
      RUTA[I]:=UPCASE(RUTA[I]);
    FSPLIT(RUTA,DIR,NOM,EXT);
    LD:=LENGTH(DIR);
    LN:=LENGTH(NOM);
    LE:=LENGTH(EXT);
    WRITELN;
    IF (DIR='') OR (NOM='') THEN CORRECTO:=FALSE
    ELSE
      IF (DIR[1]<CHR(64)) OR (DIR[1]>CHR(90)) THEN CORRECTO:=FALSE

```

```

ELSE
IF DIR[2]<>CHR(58) THEN CORRECTO:=FALSE
ELSE
IF DIR[3]<>CHR(92) THEN CORRECTO:=FALSE
ELSE
BEGIN
FOR I:=4 TO LD DO
BEGIN
IF DIR[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=42 TO 44 DO
IF DIR[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=46 TO 47 DO
IF DIR[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=58 TO 63 DO
IF DIR[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF DIR[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF DIR[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF DIR[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF DIR[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
END;
IF CORRECTO THEN
FOR I:=1 TO LN DO
BEGIN
IF NOM[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=42 TO 44 DO
IF NOM[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=46 TO 47 DO
IF NOM[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=58 TO 63 DO
IF NOM[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF NOM[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF NOM[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF NOM[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF NOM[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
END;
IF CORRECTO THEN
FOR I:=1 TO LE DO
BEGIN
IF EXT[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=42 TO 44 DO
IF EXT[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF EXT[I]=CHR(47) THEN CORRECTO:=FALSE;
FOR J:=58 TO 63 DO
IF EXT[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
IF EXT[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;

```

```
    IF EXT[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXT[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXT[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
    END;
END;
IF CORRECTO THEN
BEGIN
    ASSIGN(FICH,RUTA);
    {$I-}
    RESET(FICH);
    {$I+}
    IF IORESULT<>0 THEN REWRITE(FICH)
    ELSE
    BEGIN
        REPEAT
            GOTOXY(1,8);
            TEXTCOLOR(11);
            WRITELN('FICHERO EXISTENTE. ');
            TEXTCOLOR(7);
            WRITE('¿DESEA INICIALIZARLO (');
            TEXTCOLOR(10);
            WRITE('I');
            TEXTCOLOR(7);
            WRITE(') O SEGUIR AÑADIENDOLE MEDIDAS (');
            TEXTCOLOR(10);
            WRITE('S');
            TEXTCOLOR(7);
            WRITE(')? : ');
            OP:=READKEY;
            UNTIL (OP='I') OR (OP='S');
            IF OP='I' THEN REWRITE(FICH);
        END;
        CLOSE(FICH);
        SETTEXTBUF(FICH,BUF);
        FINRUTA:=TRUE;
    END
    ELSE
    BEGIN
        TEXTCOLOR(11);
        WRITE('LA RUTA INTRODUCIDA ES INCORRECTA');
        TEXTCOLOR(7);
        DELAY(1600);
    END;
    UNTIL FINRUTA;
END;
```

PROCEDURE NOOK;

```
BEGIN
  CLRSCR;
  GOTOXY(20,8);
  TEXTCOLOR(11);
  WRITE('NO SE PRODUJO NINGUN CAMBIO.');
```

```
GOTOXY(20,10);
  WRITE('ERROR DE SINTAXIS');
  TEXTCOLOR(7);
  DELAY(1800);
```

```
END;
```

PROCEDURE OK;

```
BEGIN
  CLRSCR;
  GOTOXY(20,8);
  TEXTCOLOR(11);
  WRITE('EL DATO HA SIDO ACEPTADO ');
  TEXTCOLOR(7);
  DELAY(1000);
```

```
END;
```

PROCEDURE ENVIAR;

```
BEGIN
  REPEAT
    ASM;
    MOV AH,01H
    INT 21H
    MOV A,AL
    MOV DL,AL
    MOV AH,04H
    INT 21H
  END;
  UNTIL A=$0D;
```

```
END;
```

PROCEDURE RECIBIR;

```
BEGIN
  REPEAT
    B:=$0;
```

```
  ASM;
  MOV DX,0H
  MOV AH,02H
  INT 14H
  MOV B,AH
  MOV A,AL
```

```
  END;
  CAR:=CHR(A);
```

```
WRITE(CAR);
UNTIL (A=$03E) OR (A=$03A) OR (A=$02E) OR (B<>$0) ;
IF A=$02E THEN DELAY(500);
END;
PROCEDURE ENVIREC;
BEGIN
  ENVIAR;
  RECIBIR;
  ENVIAR;
  RECIBIR;
  WRITELN;
  IF A=$03A THEN OK
  ELSE
    BEGIN
      NOOK;
      CAMB:=FALSE;
    END;
  END;
PROCEDURE LEECONF;
BEGIN
  CONFIG:=TRUE;
  ERRORF:=FALSE;
  ERRORT:=FALSE;
  CONF:="";
  K:="";
  HOR:=0;
  MIN:=0;
  SEG:=0;
  CAD:="";
  ASM;
  MOV DL,053H
  MOV AH,04H
  INT 21H
  MOV DL,048H
  MOV AH,04H
  INT 21H
  MOV DL,0DH
  MOV AH,04H
  INT 21H
  END;
  REPEAT
  B:=$0;
  ASM;
  MOV DX,0H
  MOV AH,02H
```

```

INT 14H
MOV B,AH
MOV A,AL
END;
CONF:=CONCAT(CONF,CHR(A));
UNTIL (A=$03A) OR (B<>$0);
CAD:=CONCAT(CONF[8],CONF[9]);
IF CAD='00' THEN FSD:=60
ELSE IF CAD='01' THEN FSD:=70
ELSE IF CAD='02' THEN FSD:=80
ELSE IF CAD='03' THEN FSD:=90
ELSE IF CAD='04' THEN FSD:=100
ELSE IF CAD='05' THEN FSD:=110
ELSE IF CAD='06' THEN FSD:=120
ELSE ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[10],CONF[11]);
IF CAD='01' THEN MODO:='IMPULSE'
ELSE IF CAD='02' THEN MODO:='FAST'
ELSE IF CAD='03' THEN MODO:='SLOW'
ELSE MODO:='ERROR';
CAD:=CONCAT(CONF[13],CONF[14]);
IF CAD='00' THEN PON:='A'
ELSE IF CAD='01' THEN PON:='C'
ELSE IF CAD='02' THEN PON:='LIN'
ELSE IF CAD='03' THEN PON:='ALL PASS'
ELSE PON:='ERROR';
CAD:=CONCAT(CONF[15],CONF[16]);
IF CAD='00' THEN FRON:='FRONTAL'
ELSE IF CAD='01' THEN FRON:='RANDOM'
ELSE FRON:='ERROR';
CAD:=CONCAT(CONF[38],CONF[39]);
IF CAD='0A' THEN K:='+'
ELSE IF CAD='0B' THEN K:='-'
ELSE K:='ERROR';
IF K<>'ERROR' THEN
BEGIN
CAD:=CONCAT(CONF[40],CONF[41]);
IF CAD='01' THEN K:=CONCAT(K,'1')
ELSE IF CAD='02' THEN K:=CONCAT(K,'2')
ELSE IF CAD='03' THEN K:=CONCAT(K,'3')
ELSE IF CAD='04' THEN K:=CONCAT(K,'4')
ELSE IF CAD='05' THEN K:=CONCAT(K,'5')
ELSE IF CAD='06' THEN K:=CONCAT(K,'6')
ELSE IF CAD='07' THEN K:=CONCAT(K,'7')
ELSE IF CAD='08' THEN K:=CONCAT(K,'8')

```

```

    ELSE IF CAD='09' THEN K:=CONCAT(K,'9')
    ELSE IF CAD<>'00' THEN K:='ERROR';
IF K<>'ERROR' THEN
BEGIN
CAD:=CONCAT(CONF[43],CONF[44]);
IF CAD='00' THEN K:=CONCAT(K,'0')
ELSE IF CAD='01' THEN K:=CONCAT(K,'1')
ELSE IF CAD='02' THEN K:=CONCAT(K,'2')
ELSE IF CAD='03' THEN K:=CONCAT(K,'3')
ELSE IF CAD='04' THEN K:=CONCAT(K,'4')
ELSE IF CAD='05' THEN K:=CONCAT(K,'5')
ELSE IF CAD='06' THEN K:=CONCAT(K,'6')
ELSE IF CAD='07' THEN K:=CONCAT(K,'7')
ELSE IF CAD='08' THEN K:=CONCAT(K,'8')
ELSE IF CAD='09' THEN K:=CONCAT(K,'9')
ELSE K:='ERROR';
IF K<>'ERROR' THEN
BEGIN
CAD:=CONCAT(CONF[45],CONF[46]);
IF CAD='00' THEN K:=CONCAT(K,'.0')
ELSE IF CAD='01' THEN K:=CONCAT(K,'.1')
ELSE IF CAD='02' THEN K:=CONCAT(K,'.2')
ELSE IF CAD='03' THEN K:=CONCAT(K,'.3')
ELSE IF CAD='04' THEN K:=CONCAT(K,'.4')
ELSE IF CAD='05' THEN K:=CONCAT(K,'.5')
ELSE IF CAD='06' THEN K:=CONCAT(K,'.6')
ELSE IF CAD='07' THEN K:=CONCAT(K,'.7')
ELSE IF CAD='08' THEN K:=CONCAT(K,'.8')
ELSE IF CAD='09' THEN K:=CONCAT(K,'.9')
ELSE K:='ERROR';
END;
END;
END;
CAD:=CONCAT(CONF[55],CONF[56]);
IF CAD='01' THEN HOR:=10
ELSE IF CAD='02' THEN HOR:=20
ELSE IF CAD='03' THEN HOR:=30
ELSE IF CAD='04' THEN HOR:=40
ELSE IF CAD='05' THEN HOR:=50
ELSE IF CAD='06' THEN HOR:=60
ELSE IF CAD='07' THEN HOR:=70
ELSE IF CAD='08' THEN HOR:=80
ELSE IF CAD='09' THEN HOR:=90
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[57],CONF[58]);

```

```

IF CAD='01' THEN HOR:=HOR+1
ELSE IF CAD='02' THEN HOR:=HOR+2
ELSE IF CAD='03' THEN HOR:=HOR+3
ELSE IF CAD='04' THEN HOR:=HOR+4
ELSE IF CAD='05' THEN HOR:=HOR+5
ELSE IF CAD='06' THEN HOR:=HOR+6
ELSE IF CAD='07' THEN HOR:=HOR+7
ELSE IF CAD='08' THEN HOR:=HOR+8
ELSE IF CAD='09' THEN HOR:=HOR+9
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[60],CONF[61]);
IF CAD='01' THEN MIN:=10
ELSE IF CAD='02' THEN MIN:=20
ELSE IF CAD='03' THEN MIN:=30
ELSE IF CAD='04' THEN MIN:=40
ELSE IF CAD='05' THEN MIN:=50
ELSE IF CAD='06' THEN MIN:=60
ELSE IF CAD='07' THEN MIN:=70
ELSE IF CAD='08' THEN MIN:=80
ELSE IF CAD='09' THEN MIN:=90
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[62],CONF[63]);
IF CAD='01' THEN MIN:=MIN+1
ELSE IF CAD='02' THEN MIN:=MIN+2
ELSE IF CAD='03' THEN MIN:=MIN+3
ELSE IF CAD='04' THEN MIN:=MIN+4
ELSE IF CAD='05' THEN MIN:=MIN+5
ELSE IF CAD='06' THEN MIN:=MIN+6
ELSE IF CAD='07' THEN MIN:=MIN+7
ELSE IF CAD='08' THEN MIN:=MIN+8
ELSE IF CAD='09' THEN MIN:=MIN+9
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[65],CONF[66]);
IF CAD='01' THEN SEG:=10
ELSE IF CAD='02' THEN SEG:=20
ELSE IF CAD='03' THEN SEG:=30
ELSE IF CAD='04' THEN SEG:=40
ELSE IF CAD='05' THEN SEG:=50
ELSE IF CAD='06' THEN SEG:=60
ELSE IF CAD='07' THEN SEG:=70
ELSE IF CAD='08' THEN SEG:=80
ELSE IF CAD='09' THEN SEG:=90
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;
CAD:=CONCAT(CONF[67],CONF[68]);
IF CAD='01' THEN SEG:=SEG+1

```

```

ELSE IF CAD='02' THEN SEG:=SEG+2
ELSE IF CAD='03' THEN SEG:=SEG+3
ELSE IF CAD='04' THEN SEG:=SEG+4
ELSE IF CAD='05' THEN SEG:=SEG+5
ELSE IF CAD='06' THEN SEG:=SEG+6
ELSE IF CAD='07' THEN SEG:=SEG+7
ELSE IF CAD='08' THEN SEG:=SEG+8
ELSE IF CAD='09' THEN SEG:=SEG+9
ELSE IF CAD<>'00' THEN ERROR:=TRUE;

```

END;

PROCEDURE TECLEA1;

BEGIN

```

WRITE('TECLEA ');
TEXTCOLOR(10);
WRITE('SE');
TEXTCOLOR(7);
WRITE('');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' <ENTER>');
TEXTCOLOR(7);
WRITE(', Y A CONTINUACION ');
TEXTCOLOR(10);

```

END;

PROCEDURE TECLEA2;

BEGIN

```

TEXTCOLOR(7);
WRITE('');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' <ENTER>');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('...');
WRITELN('¡OJO!. TODO DEBE ESTAR EN MAYUSCULAS.');
```

END;

PROCEDURE CAMBFS;

BEGIN

```

REPEAT
  CAMB:=TRUE;
  REPEAT
    CLRSCR;
    TEXTCOLOR(11);
    WRITELN('FSD= ',FSD,' dB');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN;
    WRITELN('ELIJA EL NUEVO VALOR');
    TEXTCOLOR(10);

```

```
WRITE(' 1');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 60 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 70 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 3');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 80 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 4');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 90 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 5');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 100 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 6');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 110 dB');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 7');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- 120 dB');
WRITELN;WRITELN;
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='4') OR (OP='5') OR (OP='6')
OR (OP='7');
CLRSCR;
CASE OP OF
'1':BEGIN
    TECLEA1;
    WRITE('5E00 00');
    TECLEA2;
    ENVIREC;
    END;
'2':BEGIN
    TECLEA1;
    WRITE('5E00 01');
    TECLEA2;
```

```
    ENVIREC;
  END;
'3':BEGIN
  TECLEA1;
  WRITE('5E00 02');
  TECLEA2;
  ENVIREC;
  END;
'4':BEGIN
  TECLEA1;
  WRITE('5E00 03');
  TECLEA2;
  ENVIREC;
  END;
'5':BEGIN
  TECLEA1;
  WRITE('5E00 04');
  TECLEA2;
  ENVIREC;
  END;
'6':BEGIN
  TECLEA1;
  WRITE('5E00 05');
  TECLEA2;
  ENVIREC;
  END;
'7':BEGIN
  TECLEA1;
  WRITE('5E00 06');
  TECLEA2;
  ENVIREC;
  END;
END;
UNTIL CAMB;
END;
PROCEDURE CAMMODO;
BEGIN
  REPEAT
  CAMB:=TRUE;
  REPEAT
  CLRSCR;
  TEXTCOLOR(11);
  WRITELN('MODO RESPUESTA= ',MODO);
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN;
```

```
WRITELN('ELIJA EL MODO DE RESPUESTA');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 1');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- IMPULSE');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- FAST');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 3');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- SLOW');
WRITELN;WRITELN;
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3');
CLRSCR;
CASE OP OF
'1':BEGIN
    TECLEA1;
    WRITE('5E01 01');
    TECLEA2;
    ENVIREC;
    END;
'2':BEGIN
    TECLEA1;
    WRITE('5E01 02');
    TECLEA2;
    ENVIREC;
    END;
'3':BEGIN
    TECLEA1;
    WRITE('5E01 03');
    TECLEA2;
    ENVIREC;
    END;
END;
UNTIL CAMB;
END;
PROCEDURE CAMPON;
BEGIN
REPEAT
    CAMB:=TRUE;
```

```
REPEAT
  CLRSCR;
  TEXTCOLOR(11);
  WRITELN('PODERACION= ',PON);
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN;
  WRITELN('ELIJA PONDERACION');
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 1');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- "A");
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 2');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- "C");
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 3');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- "LIN");
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 4');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- ALL PASS');
  WRITELN;WRITELN;
  WRITE('SU OPCION: ');
  OP:=READKEY;
  OP:=UPCASE(OP);
  UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='4');
  CLRSCR;
  CASE OP OF
    '1':BEGIN
      TECLEA1;
      WRITE('5E02 00');
      TECLEA2;
      ENVIREC;
      END;
    '2':BEGIN
      TECLEA1;
      WRITE('5E02 01');
      TECLEA2;
      ENVIREC;
      END;
    '3':BEGIN
      TECLEA1;
      WRITE('5E02 02');
```

```
TECLEA2;
ENVIREC;
END;
'4':BEGIN
TECLEA1;
WRITE('5E02 03');
TECLEA2;
ENVIREC;
END;
END;
UNTIL CAMB;
END;
PROCEDURE CAMFRON;
BEGIN
REPEAT
CAMB:=TRUE;
REPEAT
CLRSCR;
TEXTCOLOR(11);
WRITELN('MODO= ',FRON);
TEXTCOLOR(7);
WRITELN;
WRITELN('ELIJA MODO');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 1');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- FRONTAL');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- RANDOM');
WRITELN;WRITELN;
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='1') OR (OP='2');
CLRSCR;
CASE OP OF
'1':BEGIN
TECLEA1;
WRITE('5E03 00');
TECLEA2;
ENVIREC;
END;
'2':BEGIN
```

```

    TECLEA1;
    WRITE('5E03 01');
    TECLEA2;
    ENVIREC;
    END;
END;
UNTIL CAMB;
END;
PROCEDURE CAMBK;
BEGIN
    REPEAT
        CAMB:=TRUE;
        CLRSCR;
        WRITE('TECLEA ');
        TEXTCOLOR(10);
        WRITE('SE');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITE('');
        TEXTCOLOR(10);
        WRITE(' <ENTER>');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITE(', Y A CONTINUACION ');
        TEXTCOLOR(10);
        WRITE('5E0C');
        TEXTCOLOR(2);
        WRITE(' SSDD UUC');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITE('');
        TEXTCOLOR(10);
        WRITE(' <ENTER>');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITELN(',');
        WRITE('SIENDO ');
        TEXTCOLOR(2);
        WRITE('SS');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITE(' EL SIGNO DEL FACTOR K ("0A"= +, "0B"= -), ');
        TEXTCOLOR(2);
        WRITE('DD');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITELN(' LAS DECENAS');
        TEXTCOLOR(2);
        WRITE('UU');
        TEXTCOLOR(7);
        WRITE(' LAS UNIDADES, Y ');

```

```
TEXTCOLOR(2);
WRITE('CC');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN(' LAS DECIMAS (TODOS ESTOS CON VALORES)');
WRITELN('COMPRENDIDOS ENTRE 00 Y 09');
WRITELN('¡OJO!. TODO DEBE ESTAR EN MAYUSCULAS. ');
ENVIREC;
UNTIL CAMB;
END;
PROCEDURE CAMTIEM;
BEGIN
  REPEAT
    CAMB:=TRUE;
    CLRSCR;
    WRITE('TECLEA ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE('SE');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE('');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' <ENTER>');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE(', Y A CONTINUACION ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE('5E10');
    TEXTCOLOR(2);
    WRITE(' HHhh MMmm SSss');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE('');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' <ENTER>');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN(', ');
    WRITE('SIENDO ');
    TEXTCOLOR(2);
    WRITE('HH');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE(' LAS DECENAS DE LAS HORAS, ');
    TEXTCOLOR(2);
    WRITE('hh');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN(' LAS UNIDADES DE LAS MISMAS');
    WRITELN('Y LO MISMO PARA LOS MINUTOS Y SEGUNDOS. LOS VALORES A
INTRODUCIR');
    WRITELN('DEBEN ESTAR COMPRENDIDOS ENTRE 00 Y 09. ');
```

```
WRITELN('¡OJO!. TODO DEBE ESTAR EN MAYUSCULAS.');
```

```
ENVIREC;
```

```
UNTIL CAMB;
```

```
END;
```

```
PROCEDURE RECUADRO;
```

```
BEGIN
```

```
  CLRSCR;
```

```
  TEXTBACKGROUND(0);
```

```
  TEXTCOLOR(15);
```

```
  FOR X:=2 TO 79 DO
```

```
  BEGIN
```

```
    GOTOXY(X,1);
```

```
    WRITE(CHR(205));
```

```
    GOTOXY(X,24);
```

```
    WRITE(CHR(205));
```

```
  END;
```

```
  FOR Y:=2 TO 24 DO
```

```
  BEGIN
```

```
    GOTOXY(1,Y);
```

```
    WRITE(CHR(186));
```

```
    GOTOXY(80,Y);
```

```
    WRITE(CHR(186));
```

```
  END;
```

```
  GOTOXY(1,1);
```

```
  WRITE(CHR(201));
```

```
  GOTOXY(80,1);
```

```
  WRITE(CHR(187));
```

```
  GOTOXY(1,24);
```

```
  WRITE(CHR(200));
```

```
  GOTOXY(80,24);
```

```
  WRITE(CHR(188));
```

```
  TEXTCOLOR(14);
```

```
  GOTOXY(37,24);
```

```
  WRITE('SONICOM');
```

```
  WINDOW(2,2,79,23);
```

```
  TEXTCOLOR(7);
```

```
END;
```

```
PROCEDURE MENU;
```

```
BEGIN
```

```
  REPEAT
```

```
    CLRSCR;
```

```
    GOTOXY(30,1);
```

```
    TEXTCOLOR(12);
```

```
    WRITELN('MENU PRINCIPAL');
```

```
    TEXTCOLOR(11);
```

```

WRITELN(' CONFIGURACION ACTUAL:');
TEXTCOLOR(7);
IF NOT CONFIG THEN
  BEGIN
    WRITELN;
    WRITELN(' (PARA LEER LA CONFIGURACION DEL SONOMETRO,
ASEGURESE)');
    WRITELN(' DE TENER EL SONOMETRO CONECTADO AL ORDENADOR Y
PULSE');
    WRITELN(' LA OPCION 6)');
  END
ELSE
  BEGIN
    FOR X:=1 TO 70 DO
      FOR Y:=4 TO 6 DO
        BEGIN
          GOTOXY(X,Y);
          WRITE(' ');
        END;
      GOTOXY(1,3);
      IF NOT ERRORF THEN
        WRITELN(' FSD= ',FSD,' dB')
      ELSE
        WRITELN(' FSD= ERROR');
        WRITELN(' MODO DE RESPUESTA= ',MODO);
        WRITELN(' PONDERACION= "',PON,'"');
        WRITELN(' TIPO DE CAMPO SONORO= ',FRON);
        WRITELN(' FACTOR K= ',K);
        IF NOT ERRORT THEN
          WRITELN(' TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ',HOR,',',MIN,',',SEG)
        ELSE
          WRITELN(' TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ERROR');
        END;
      GOTOXY(1,10);
      WRITELN('ALMACENAR MEDIDA EN= ',RUTA);
      WRITELN;
      TEXTCOLOR(11);
      WRITELN(' OPCIONES:');
      TEXTCOLOR(7);
      WRITELN;
      IF CONFIG THEN TEXTCOLOR(10);
      WRITE(' 1');
      TEXTCOLOR(7);
      WRITELN('.- CAMBIO DE LA CONFIGURACION DEL SONOMETRO. ');
      IF CONFIG THEN TEXTCOLOR(10);

```

```

WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- CAMBIO DEL ARCHIVO DE ALMACENAMIENTO. ');
IF CONFIG THEN TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 3');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- MEDIDA INMEDIATA. ');
IF CONFIG THEN TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 4');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- MEDIDA PROGRAMADA. ');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 5');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- ANALISIS ESPECTRAL. ');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 6');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- LECTURA DE LA CONFIGURACION DEL SONOMETRO. ');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' X');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- SALIR. ');
GOTOXY(1,22);
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (((OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='4')) AND CONFIG)
OR (OP='5') OR (OP='6') OR (OP='X'));
END;
PROCEDURE MODIFICA;
PROCEDURE PRIMEN;
BEGIN
  REPEAT
    CLRSCR;
    GOTOXY(30,1);
    TEXTCOLOR(12);
    WRITELN('CAMBIAR PARAMETROS');
    TEXTCOLOR(11);
    WRITELN;
    WRITELN(' CONFIGURACION ACTUAL. ');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN;
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' 1');

```

```

TEXTCOLOR(7);
IF NOT ERRORF THEN
  WRITELN('.- FSD= ',FSD,' dB')
ELSE
  WRITELN('.- FSD= ERROR');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- MODO DE RESPUESTA= ',MODO);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 3');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- PONDERACION= "',PON,'"');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 4');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- TIPO DE CAMPO SONORO= ',FRON);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 5');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- FACTOR K= ',K);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 6');
TEXTCOLOR(7);
IF NOT ERRORT THEN
  WRITELN('.- TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ',HOR,':',MIN,':',SEG)
ELSE
  WRITELN('.- TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ERROR');
WRITELN;WRITELN;
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='4') OR (OP='5') OR (OP='6');
END;
PROCEDURE MENU;
BEGIN
  REPEAT
    CLRSCR;
    GOTOXY(30,1);
    TEXTCOLOR(12);
    WRITELN('CAMBIAR PARAMETROS');
    TEXTCOLOR(11);
    WRITELN;
    WRITELN(' CONFIGURACION ACTUAL:');
    TEXTCOLOR(7);

```

```

WRITELN;
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 1');
TEXTCOLOR(7);
IF NOT ERRORF THEN
  WRITELN('.- FSD= ',FSD,' dB')
ELSE
  WRITELN('.- FSD= ERROR');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 2');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- MODO DE RESPUESTA= ',MODO);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 3');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- PONDERACION= "',PON,'"');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 4');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- TIPO DE CAMPO SONORO= ',FRON);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 5');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- FACTOR K= ',K);
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' 6');
TEXTCOLOR(7);
IF NOT ERRORF THEN
  WRITELN('.- TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ',HOR,'!',MIN,'!',SEG)
ELSE
  WRITELN('.- TIEMPO DE MEDIDA (H:M:S)= ERROR');
TEXTCOLOR(10);
WRITE(' X');
TEXTCOLOR(7);
WRITELN('.- VOLVER');
WRITELN;WRITELN;
WRITE('SU OPCION: ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='4') OR (OP='5') OR (OP='6')
  OR (OP='X');
END;
BEGIN
PRIMEN;
CASE OP OF

```

```
'1':CAMBFSD;
'2':CAMMODO;
'3':CAMPON;
'4':CAMFRON;
'5':CAMBK;
'6':CAMTIEM;
END;
CLRSCR;
GOTOXY(10,10);
TEXTCOLOR(11);
WRITE('LEYENDO...');
TEXTCOLOR(7);
DELAY(1000);
LEECONF;
FINMOD:=FALSE;
REPEAT
  MENU;
  CASE OP OF
    '1':CAMBFSD;
    '2':CAMMODO;
    '3':CAMPON;
    '4':CAMFRON;
    '5':CAMBK;
    '6':CAMTIEM;
    'X':FINMOD:=TRUE;
  END;
  CLRSCR;
  GOTOXY(10,10);
  TEXTCOLOR(11);
  WRITE('LEYENDO...');
  TEXTCOLOR(7);
  DELAY(1000);
  LEECONF;
UNTIL FINMOD;
TEXTMODE(MODOVID);
RECUADRO;
END;
PROCEDURE ESPERAR;
BEGIN
  CLRSCR;
  ASM;
  MOV DL,052H
  MOV AH,04H
  INT 21H
  MOV DL,0DH
```

```

MOV AH,04H
INT 21H
END;
TEXTCOLOR(139);
GOTOXY(25,1);
WRITE('...ESPERANDO LA MEDIDA...');
TEXTCOLOR(7);
GOTOXY(1,2);
APPEND(FICH);
REPEAT
ASM;
MOV AH,03H
INT 21H
MOV A,AL
END;
CAR:=CHR(A);
WRITE(CAR);
WRITE(FICH,CAR);
UNTIL A=$4;
CLOSE(FICH);
END;
PROCEDURE PROG;
PROCEDURE ACTUAL;
BEGIN
GETDATE(ANYOS,MESS,DIAS,DIASEMANAS);
GETTIME(HORS,MINS,SEGS,CENTS);
GOTOXY(1,1);
WRITELN('LA FECHA ACTUAL ES: ',DIAS,' ',MESS,' ',ANYOS,' ');
WRITELN('LA HORA ACTUAL ES: ',HORS,' ',MINS,' ',SEGS,' ');
END;
BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
TEXTCOLOR(7);
WRITE('INTRODUZCA EL N° DE MEDIDAS A REALIZAR ');
TEXTCOLOR(11);
WRITE('(1-' NUMMED,')');
TEXTCOLOR(7);
WRITE(': ');
READLN(N);
UNTIL (N>0) AND (N<51);
WRITELN;
IF N>1 THEN
BEGIN
WRITE('TENGA EN CUENTA DEJAR UN INTERVALO ENTRE MEDIDAS DE AL

```

```

MENOS LO QUE DURA');
  WRITELN('LA MEDIDA MAS DIEZ SEGUNDOS DE PROCESADO. ');
  WRITELN('EN ESTE CASO LA DURACION DE LA MEDIDA ES DE:
',HOR,':',MIN,':',SEG);
  WRITELN;
  TEXTCOLOR(11);
  WRITELN('INTRODUZCA EL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE MEDIDAS: ');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('(MINIMO ',HOR,':',MIN,':',SEG,' + 10 SEGUNDOS - MAXIMO
23:59:59)');
  REPEAT
  GOTOXY(1,10);
  WRITELN('HORAS (0-23):',' ':64);
  WRITELN('MINUTOS (0-59):',' ':62);
  WRITELN('SEGUNDOS (0-59):',' ':61);
  REPEAT
  FOR X:=15 TO 78 DO
  BEGIN
  GOTOXY(X,10);
  WRITE(' ');
  END;
  GOTOXY(1,10);
  WRITE('HORAS (0-23):');
  READLN(HORAI);
  UNTIL (HORAI>=0) AND (HORAI<24);
  REPEAT
  FOR X:=17 TO 78 DO
  BEGIN
  GOTOXY(X,11);
  WRITE(' ');
  END;
  GOTOXY(1,11);
  WRITE('MINUTOS (0-59):');
  READLN(MINUTOI);
  UNTIL (MINUTOI>=0) AND (MINUTOI<60);
  REPEAT
  FOR X:=18 TO 78 DO
  BEGIN
  GOTOXY(X,12);
  WRITE(' ');
  END;
  GOTOXY(1,12);
  WRITE('SEGUNDOS (0-59):');
  READLN(SEGUNDOI);
  UNTIL (SEGUNDOI>=0) AND (SEGUNDOI<60);

```

```

MINI:=MINUTOI;
HORI:=HORAI;
UNTIL ((HORAI<>0) OR (MINUTOI<>0) OR (SEGUNDOI<>0)) AND
(((HORI*3600)+(MINI*60)+SEGUNDOI)>=((HOR*3600)+(MIN*60)+SEG+10));
END;
CLRSCR;
ACTUAL;
FOR X:=1 TO 80 DO
  FOR Y:=3 TO 24 DO
    WRITE(' ');
  OP:=' ';
  REPEAT
    ACTUAL;
    GOTOXY(1,4);
    WRITE('¿DESEA FECHA ACTUAL PARA LA 1ª MEDIDA? (');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE('S');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE('/');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE('N');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITE('): ');
    IF KEYPRESSED THEN OP:=READKEY;
    OP:=UPCASE(OP);
  UNTIL (OP='S') OR (OP='N');
  FOR X:=1 TO 80 DO
    BEGIN
      GOTOXY(X,4);
      WRITE(' ');
    END;
  IF OP='S' THEN
    BEGIN
      ANYOE:=ANYOS;
      MESE:=MESS;
      DIAE:=DIAS;
      GOTOXY(1,4);
      WRITELN('FECHA DE COMIENZO DE LA 1ª MEDIDA');
      WRITELN('DIA :',DIAE);
      WRITELN('MES :',MESE);
      WRITELN('AÑO :',ANYOE);
    END
  ELSE
    BEGIN
      GOTOXY(1,4);

```

```
TEXTCOLOR(11);
WRITELN('INTRODUZCA LA FECHA DE COMIENZO DE LA 1ª MEDIDA');
TEXTCOLOR(7);
GOTOXY(1,5);
WRITELN('DIA :');
WRITELN('MES :');
WRITELN('AÑO :');
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,5);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,5);
WRITE('DIA :');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(DIAE);
UNTIL (DIAE>0) AND (DIAE<32);
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,6);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,6);
WRITE('MES :');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(MESE);
UNTIL (MESE>0) AND (MESE<13);
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,7);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,7);
WRITE('AÑO :');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(ANYOE);
```

```

UNTIL (ANYOE>1979) AND (ANYOE<2100);
END;
GOTOXY(1,9);
TEXTCOLOR(11);
WRITELN('INTRODUZCA LA HORA DE COMIENZO DE LA 1ª MEDIDA');
TEXTCOLOR(7);
GOTOXY(1,10);
WRITELN('HORA (0-23):');
WRITELN('MINUTO (0-59):');
WRITELN('SEGUNDO (0-59):');
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,10);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,10);
WRITE('HORA (0-23):');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(HORE[1]);
UNTIL (HORE[1]>=0) AND (HORE[1]<=23);
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,11);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,11);
WRITE('MINUTO (0-59):');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(MINE[1]);
UNTIL (MINE[1]>=0) AND (MINE[1]<=59);
REPEAT
FOR I:=1 TO 78 DO
BEGIN
GOTOXY(I,12);
WRITE(' ');
END;
REPEAT
ACTUAL;
GOTOXY(1,12);

```

```

WRITE('SEGUNDO (0-59):');
UNTIL KEYPRESSED;
READLN(SEGE[1]);
UNTIL (SEGE[1]>=0) AND (SEGE[1]<=59);
J:=1;
REPEAT
  CLRSCR;
  ACTUAL;
  WRITELN;
  IF J=1 THEN
    WRITELN('FECHA PROGRAMADA DE LA 1ª MEDIDA:
',DIAE,'\',MESE,'\',ANYOE);
    WRITELN('HORA PROGRAMADA DE LA ',J,'ª MEDIDA: ',HORE[J],':',MINE[J],':'
    ,SEGE[J]);
    IF N>1 THEN WRITELN('INTERVALO ENTRE MEDIDAS: ',HORI,':',MINI,':'
    ,SEGUNDO);
    WRITELN('NUMERO TOTAL DE MEDIDAS: ',N);
    WRITELN;WRITELN;
    TEXTCOLOR(139);
    WRITELN(' ':15,'...ESPERANDO POR LA ',J,'ª MEDIDA...');
    GOTOXY(1,14);
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE('(PARA ABORTAR PULSE CUALQUIER TECLA)');
    TEXTCOLOR(7);
    FINPROG:=FALSE;
    IF J=1 THEN
      REPEAT
        ACTUAL;
        IF ANYOS>ANYOE THEN FINPROG:=TRUE
        ELSE IF (ANYOS=ANYOE) AND (MESS>MESE) THEN FINPROG:=TRUE
        ELSE IF (ANYOS=ANYOE) AND (MESS=MESE) AND (DIAS>DIAE) THEN
FINPROG:=TRUE
        ELSE IF (ANYOS=ANYOE) AND (MESS=MESE) AND (DIAS=DIAE) AND
(HORS>HORE[J]) THEN FINPROG:=TRUE
        ELSE IF (ANYOS=ANYOE) AND (MESS=MESE) AND (DIAS=DIAE) AND
(HORS=HORE[J]) AND (MINS>MINE[J]) THEN FINPROG:=TRUE
        ELSE IF (ANYOS=ANYOE) AND (MESS=MESE) AND (DIAS=DIAE)
AND(HORS=HORE[J]) AND (MINS=MINE[J]) AND (SEGS>SEGE[J]) THEN
FINPROG:=TRUE;
        UNTIL (FINPROG) OR ((ANYOS=ANYOE) AND (MESS=MESE) AND
(DIAS=DIAE) AND (HORS=HORE[J]) AND (MINS=MINE[J]) AND
(SEGS=SEGE[J])) OR KEYPRESSED
      ELSE
        REPEAT
          ACTUAL;

```

```

UNTIL ((HORS=HORE[J]) AND (MINS=MINE[J]) AND (SEGS=SEGE[J])) OR
KEYPRESSED;
IF KEYPRESSED THEN J:=N
ELSE
  IF NOT FINPROG THEN ESPERAR
  ELSE
    BEGIN
      CLRSCR;
      GOTOXY(8,5);
      WRITE('ERROR EN LA INTRODUCCION DEL TIEMPO DE COMIENZO DE LA
',J,ª MEDIDA');
      GOTOXY(8,6);
      WRITE('PULSA ');
      TEXTCOLOR(10);
      WRITE('<ENTER>');
      TEXTCOLOR(7);
      WRITE('...');
      READLN;
      J:=N;
    END;
  J:=J+1;
  MINUTOI:=MINI;
  HORAI:=HORI;
  SEGE[J]:=SEGE[J-1]+SEGUNDOI;
  IF SEGE[J]>59 THEN
    BEGIN
      SEGE[J]:=SEGE[J]-60;
      MINUTOI:=MINI+1;
    END;
  MINE[J]:=MINE[J-1]+MINUTOI;
  IF MINE[J]>59 THEN
    BEGIN
      MINE[J]:=MINE[J]-60;
      HORAI:=HORI+1;
    END;
  HORE[J]:=HORE[J-1]+HORAI;
  IF HORE[J]>23 THEN HORE[J]:=HORE[J]-24;
  UNTIL J>N;
END;
PROCEDURE TITULO;
BEGIN
  CLRSCR;
  TIT:="";
  SUBTIT:="";
  REPEAT

```

```
GOTOXY(1,2);
WRITE(¿DESEA PONER UN ENCABEZAMIENTO A LA MEDIDA? ());
TEXTCOLOR(10);
WRITE('S');
TEXTCOLOR(7);
WRITE('/');
TEXTCOLOR(10);
WRITE('N');
TEXTCOLOR(7);
WRITE(): ');
OP:=READKEY;
OP:=UPCASE(OP);
UNTIL (OP='S') OR (OP='N');
IF OP='S' THEN
BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
WRITELN;
TEXTCOLOR(11);
WRITE('INTRODUZCA EL ENCABEZAMIENTO DE LA MEDIDA ');
TEXTCOLOR(7);
GOTOXY(1,4);
WRITELN('NOMBRE : ');
WRITELN('DESCRIPCION : ');
GOTOXY(10,4);
READLN(TIT);
FOR X:=10 TO 79 DO
BEGIN
GOTOXY(X,4);
WRITE(' ');
END;
GOTOXY(1,4);
WRITE('NOMBRE : ',TIT);
FOR X:=1 TO 79 DO
BEGIN
GOTOXY(X,5);
WRITE(' ');
END;
GOTOXY(1,5);
WRITE('DESCRIPCION : ');
READLN(SUBTIT);
FOR Y:=5 TO 6 DO
FOR X:=1 TO 79 DO
BEGIN
GOTOXY(X,Y);
```

```

WRITE(' ');
END;
GOTOXY(1,5);
WRITE('DESCRIPCION : ',SUBTIT);
GOTOXY(1,7);
WRITE('¿ES CORRECTO? (');
TEXTCOLOR(10);
WRITE('S');
TEXTCOLOR(7);
WRITE('/');
TEXTCOLOR(10);
WRITE('N');
TEXTCOLOR(7);
WRITE('): ');
CAR:=READKEY;
CAR:=UPCASE(CAR);
UNTIL CAR='S';
J:=LENGTH(TIT);
I:=LENGTH(SUBTIT);
APPEND(FICH);
WRITELN(FICH);
WRITELN(FICH);
WRITELN(FICH);
WRITE(FICH,'NOMBRE : ');
FOR N:=1 TO J-1 DO
  WRITE(FICH,TIT[N]);
WRITELN(FICH,TIT[J]);
WRITE(FICH,'DESCRIPCION : ');
FOR N:=1 TO I-1 DO
  WRITE(FICH,SUBTIT[N]);
WRITELN(FICH,SUBTIT[I]);
CLOSE(FICH);
END
ELSE
BEGIN
  APPEND(FICH);
  WRITELN(FICH);
  WRITELN(FICH);
  WRITELN(FICH);
  WRITELN(FICH,'NOMBRE : ');
  WRITELN(FICH,'DESCRIPCION : ');
  CLOSE(FICH);
END;
END;
PROCEDURE ANALISIS;

```

PROCEDURE DIBUFILTRO;

BEGIN

```

DETECTGRAPH(DG,MG);
GETDIR(0,DIRCONTROL);
INITGRAPH(DG,MG,DIRCONTROL);
CLEARVIEWPORT;
GRAPHDEFAULTS;
LINE(50,255-70,50,430-70);
LINE(50,430-70,130,430-70);
LINE(130,430-70,130,255-70);
LINE(130,255-70,105,230-70);
LINE(105,230-70,75,230-70);
LINE(75,230-70,50,255-70);
DRAWPOLY(5,POL2);
RECTANGLE(85,80-70,95,210-70);
LINE(65,260-70,65,275-70);
LINE(65,275-70,115,275-70);
LINE(115,275-70,115,260-70);
ARC(90,285-70,45,135,35);
RECTANGLE(55,285-70,70,290-70);
RECTANGLE(110,285-70,125,290-70);
RECTANGLE(60,300-70,70,310-70);
RECTANGLE(110,300-70,120,310-70);
RECTANGLE(60,315-70,70,325-70);
RECTANGLE(110,315-70,120,325-70);
RECTANGLE(60,330-70,70,340-70);
RECTANGLE(110,330-70,120,340-70);
RECTANGLE(60,345-70,70,355-70);
RECTANGLE(110,345-70,120,355-70);
RECTANGLE(60,360-70,70,370-70);
RECTANGLE(110,360-70,120,370-70);
RECTANGLE(60,375-70,70,385-70);
RECTANGLE(110,375-70,120,385-70);
RECTANGLE(60,390-70,70,400-70);
RECTANGLE(110,390-70,120,400-70);
RECTANGLE(55,410-70,70,415-70);
RECTANGLE(110,410-70,125,415-70);
SETFILLSTYLE(1,11);
FLOODFILL(75,300-70,15);
SETFILLSTYLE(1,7);
FLOODFILL(76,229-70,15);
FLOODFILL(86,209-70,15);
RECTANGLE(50,360,130,430);
RECTANGLE(70,365,110,375);
RECTANGLE(60,385,70,395);

```

```

RECTANGLE(110,385,120,395);
RECTANGLE(60,400,70,410);
RECTANGLE(110,400,120,410);
RECTANGLE(65,418,75,423);
RECTANGLE(105,418,115,423);
SETFILLSTYLE(1,11);
FLOODFILL(51,361,15);
SETFILLSTYLE(1,12);
FLOODFILL(106,419,15);
FLOODFILL(111,401,15);
FLOODFILL(111,386,15);
FLOODFILL(56,341,15);
SETTEXTSTYLE(0,0,1);
OUTTEXTXY(200,200,'INSERTE EL FILTRO EN EL SONOMETRO, Y PONGA EN
ESTE');
OUTTEXTXY(200,215,'EL CONMUTADOR "EXT FILTER" EN IN. A
CONTINUACION');
IF BANDA='1' THEN
BEGIN
OUTTEXTXY(200,230,'SELECCIONE EN EL FILTRO LA MEDIDA POR
OCTAVAS Y');
OUTTEXTXY(200,245,'SALTOS DE OCTAVAS. ');
END
ELSE
BEGIN
OUTTEXTXY(200,230,'SELECCIONE EN EL FILTRO LA MEDIDA POR
TERCIOS DE');
OUTTEXTXY(200,245,'OCTAVA Y SALTOS DE TERCIOS DE OCTAVA. ');
END;
SETCOLOR(2);
SETTEXTSTYLE(2,0,4);
OUTTEXTXY(175,450,'Pulse cualquier tecla para continuar');
OP:=READKEY;
RESTORECRTMODE;
CLOSEGRAPH;
END;
PROCEDURE ESPERAESPEC;
BEGIN
CLRSCR;
ASM;
MOV DL,052H
MOV AH,04H
INT 21H
MOV DL,0DH
MOV AH,04H

```

```

INT 21H
END;
TEXTCOLOR(139);
GOTOXY(25,1);
WRITE('...ESPERANDO LA MEDIDA...');
TEXTCOLOR(7);
GOTOXY(1,2);
APPEND(FICHES);
REPEAT
  ASM;
  MOV AH,03H
  INT 21H
  MOV A,AL
  END;
  CAR:=CHR(A);
  WRITE(FICHES,CAR);
  UNTIL A=$4;
  CLOSE(FICHES);
  CLRSCR;
  GOTOXY(1,2);
END;
PROCEDURE LEER;
BEGIN
  FIND:=FALSE;
  RESET(FICHES);
  READLN(FICHES,CADENA);
  CLOSE(FICHES);
  IF (CADENA<>'OCTA') AND (CADENA<>'TERC') THEN
  BEGIN
    CLRSCR;
    FOR I:=1 TO 10 DO
      VALENT[I]:=3;
      GOTOXY(8,5);
      WRITE('ERROR EN LA LECTURA DEL FICHERO. ');
      GOTOXY(8,6);
      WRITE('PULSE ');
      TEXTCOLOR(10);
      WRITE('<ENTER>');
      TEXTCOLOR(7);
      WRITE('...');
      READLN;
      FIND:=TRUE;
    END
  ELSE
  BEGIN

```

```
REPEAT
  CLRSCR;
  TEXTCOLOR(11);
  WRITELN(' FICHERO: ');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN(' ',RUTAESPEC);
  WRITELN;
  IF CADENA='OCTA' THEN
    BEGIN
      WRITE('FICHERO CON MEDIDAS EN OCTAVAS. ');
      J:=10;
    END
  ELSE
    BEGIN
      WRITE('FICHERO CON MEDIDAS EN TERCIOS DE OCTAVA. ');
      J:=31;
    END;
  GOTOXY(2,6);
  WRITELN('¿QUE PARAMETRO DESEA PARA LA REPRESENTACION?');
  WRITELN;
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 1');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- MAXP. ');
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 2');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- MAXL. ');
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' 3');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- LEQ. ');
  TEXTCOLOR(10);
  WRITE(' X');
  TEXTCOLOR(7);
  WRITELN('.- VOLVER. ');
  WRITELN;
  WRITE('SU OPCION: ');
  OP:=READKEY;
  UNTIL (OP='1') OR (OP='2') OR (OP='3') OR (OP='X');
  CASE OP OF
    '1':OPCION:='MAXP';
    '2':OPCION:='MAXL';
    '3':OPCION:='LEQ';
    'X':FIND:=TRUE;
```

```

END;
IF NOT FIND THEN
BEGIN
  RESET(FICHES);
  CAD:="";
  WHILE (NOT EOF(FICHES)) AND (CAD<>'***') AND (CAD<>'BAN') DO
  BEGIN
    READLN(FICHES,LINEA);
    CAD:=COPY(LINEA,1,3);
  END;
  CLOSE(FICHES);
  RESET(FICHES);
  IF CAD='***' THEN
  BEGIN
    FOR X:=1 TO J DO
    BEGIN
      CAD:="";
      WHILE (CAD<>OPCION) DO
      BEGIN
        READLN(FICHES,LINEA);
        CAD:=COPY(LINEA,2,4);
      END;
      IF LINEA[16]=' ' THEN LINEA[16]:='0';
      IF LINEA[17]=' ' THEN LINEA[17]:='0';
      CAD:=COPY(LINEA,16,5);
      VAL(CAD,NUMERO,CODIGO);
      IF (CODIGO<>0) OR (NUMERO<3) THEN VALREAL[X]:=3
      ELSE VALREAL[X]:=NUMERO;
      VALENT[X]:=ROUND(VALREAL[X]);
    END;
  END
ELSE
BEGIN
  CAD:=COPY(LINEA,POS('-',LINEA)+1,2);
  VAL(CAD,NY,CODIGO);
  Y:=ROUND(NY);
  IF Y=0 THEN
  FOR X:=1 TO J DO
  VALENT[X]:=3
  ELSE
  BEGIN
  FOR X:=1 TO Y DO
  BEGIN
  CAD:="";
  WHILE (CAD<>OPCION) DO

```

```

BEGIN
  READLN(FICHES,LINEA);
  CAD:=COPY(LINEA,2,4);
  END;
  IF LINEA[16]=' ' THEN LINEA[16]:='0';
  IF LINEA[17]=' ' THEN LINEA[17]:='0';
  CAD:=COPY(LINEA,16,5);
  VAL(CAD,NUMERO,CODIGO);
  IF (CODIGO<>0) OR (NUMERO<3) THEN VALREAL[X]:=3
  ELSE VALREAL[X]:=NUMERO;
  VALENT[X]:=ROUND(VALREAL[X]);
  END;
  FOR X:=Y+1 TO J DO
    VALENT[X]:=3;
  END;
  END;
  CLOSE(FICHES);
  END;
  END;
  END;
PROCEDURE PRESENTACION;
BEGIN
  DETECTGRAPH(DG,MG);
  CLRSCR;
  FOR I:=1 TO J DO
    POSY[I]:=ROUND(((150-VALENT[I])*2.75)+25);
    GETDIR(0,DIRCONTROL);
    INITGRAPH(DG,MG,DIRCONTROL);
    SETCOLOR(4);
    LINE(20,430,620,430);
    LINE(20,430,20,25);
    C:=21;
    FOR I:=1 TO J DO
      BEGIN
        IF J=10 THEN RECTANGLE(C,POSY[I],C+59,430)
        ELSE RECTANGLE(C,POSY[I],C+19,430);
        STR(VALENT[I],VALOR);
        SETCOLOR(12);
        IF J=10 THEN OUTTEXTXY(C+10,POSY[I]-10,VALOR)
        ELSE
          BEGIN
            SETTEXTSTYLE(2,0,4);
            OUTTEXTXY(C+1,POSY[I]-12,VALOR);
          END;
        SETCOLOR(4);
      END;
    END;
  END;

```

```

IF J=10 THEN C:=C+60
ELSE C:=C+20;
END;
C:=22;
FOR I:=1 TO J DO
BEGIN
FLOODFILL(C,POSY[I]+1,4);
IF J=10 THEN C:=C+60
ELSE C:=C+20;
END;
SETCOLOR(58);
OUTTEXTXY(300,465,'FRECUENCIA');
IF J=10 THEN
BEGIN
OUTTEXTXY(20,450,' 31.5  63  125  250  500  1K  2K  ');
OUTTEXTXY(485,450,' 4K  8K  16K');
END
ELSE
BEGIN
SETTEXTSTYLE(2,0,4);
OUTTEXTXY(25,435,'20');
OUTTEXTXY(43,435,'25');
OUTTEXTXY(60,435,'31.5');
OUTTEXTXY(86,435,'40');
OUTTEXTXY(106,435,'50');
OUTTEXTXY(126,435,'63');
OUTTEXTXY(146,435,'80');
OUTTEXTXY(161,435,'100');
OUTTEXTXY(181,435,'125');
OUTTEXTXY(202,435,'160');
OUTTEXTXY(223,435,'200');
OUTTEXTXY(243,435,'250');
OUTTEXTXY(263,435,'315');
OUTTEXTXY(283,435,'400');
OUTTEXTXY(303,435,'500');
OUTTEXTXY(323,435,'630');
OUTTEXTXY(343,435,'800');
OUTTEXTXY(160,460,'(Hz)');
SETCOLOR(11);
OUTTEXTXY(367,435,'1');
OUTTEXTXY(380,435,'1.25');
OUTTEXTXY(405,435,'1.6');
OUTTEXTXY(429,435,'2');
OUTTEXTXY(443,435,'2.5');
OUTTEXTXY(463,435,'3.15');

```

```

OUTTEXTXY(490,435,'4');
OUTTEXTXY(507,435,'5');
OUTTEXTXY(524,435,'6.3');
OUTTEXTXY(550,435,'8');
OUTTEXTXY(565,435,'10');
OUTTEXTXY(581,435,'12.5');
OUTTEXTXY(607,435,'16');
OUTTEXTXY(627,435,'20');
OUTTEXTXY(520,460,'(KHz)');
END;
SETCOLOR(58);
OUTTEXTXY(1,5,'NIVEL dB');
OUTTEXTXY(0,25,'150');
OUTTEXTXY(0,91,'125');
OUTTEXTXY(0,158,'100');
OUTTEXTXY(1,224,'75');
OUTTEXTXY(1,291,'50');
OUTTEXTXY(1,357,'25');
OUTTEXTXY(1,430,'0');
OP:=READKEY;
RESTORECRTMODE;
CLOSEGRAPH;
END;
PROCEDURE PULSENTER;
BEGIN
WRITE('PULSE ');
TEXTCOLOR(10);
WRITE('<ENTER>');
TEXTCOLOR(7);
WRITE(' CUANDO LO HAYA HECHO...');
TEXTCOLOR(10);
GOTOXY(1,10);
WRITE('(PARA ABORTAR PULSE CUALQUIER OTRA TECLA)');
TEXTCOLOR(7);
OP:=READKEY;
END;
PROCEDURE RUTAESPECTRO;
BEGIN
FINRUTA:=FALSE;
REPEAT
FOR N:=4 TO 8 DO
FOR I:=1 TO 79 DO
BEGIN
GOTOXY(I,N);
WRITE(' ');

```

```

END;
CORRECTO:=TRUE;
WRITELN;
TEXTCOLOR(11);
GOTOXY(1,5);
WRITE('>');;
TEXTCOLOR(7);
READLN(RUTAESPEC);
LC:=LENGTH(RUTAESPEC);
FOR I:=1 TO LC DO
  RUTAESPEC[I]:=UPCASE(RUTAESPEC[I]);
  FSPLIT(RUTAESPEC,DIRESPEC,NOMESPEC,EXTESPEC);
  LD:=LENGTH(DIRESPEC);
  LN:=LENGTH(NOMESPEC);
  LE:=LENGTH(EXTESPEC);
  WRITELN;
  IF (DIRESPEC=") OR (NOMESPEC=") THEN CORRECTO:=FALSE
  ELSE
    IF (DIRESPEC[1]<CHR(64)) OR (DIRESPEC[1]>CHR(90)) THEN
CORRECTO:=FALSE
    ELSE
      IF DIRESPEC[2]<>CHR(58) THEN CORRECTO:=FALSE
      ELSE
        IF DIRESPEC[3]<>CHR(92) THEN CORRECTO:=FALSE
        ELSE
          BEGIN
            FOR I:=4 TO LD DO
              BEGIN
                IF DIRESPEC[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
                FOR J:=42 TO 44 DO
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
                FOR J:=46 TO 47 DO
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
                FOR J:=58 TO 63 DO
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
                  IF DIRESPEC[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
                END;
              IF CORRECTO THEN
                FOR I:=1 TO LN DO
                  BEGIN
                    IF NOMESPEC[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
                    FOR J:=42 TO 44 DO

```

```

    IF NOMESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
    FOR J:=46 TO 47 DO
    IF NOMESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
    FOR J:=58 TO 63 DO
    IF NOMESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF NOMESPEC[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF NOMESPEC[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF NOMESPEC[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF NOMESPEC[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
    END;
IF CORRECTO THEN
FOR I:=1 TO LE DO
BEGIN
    IF EXTESPEC[I]=CHR(34) THEN CORRECTO:=FALSE;
    FOR J:=42 TO 44 DO
    IF EXTESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXTESPEC[I]=CHR(47) THEN CORRECTO:=FALSE;
    FOR J:=58 TO 63 DO
    IF EXTESPEC[I]=CHR(J) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXTESPEC[I]=CHR(91) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXTESPEC[I]=CHR(93) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXTESPEC[I]=CHR(124) THEN CORRECTO:=FALSE;
    IF EXTESPEC[I]=CHR(250) THEN CORRECTO:=FALSE;
    END;
    END;
IF CORRECTO THEN
    FINRUTA:=TRUE
ELSE
    BEGIN
    TEXTCOLOR(11);
    WRITE('LA RUTA INTRODUCIDA ES INCORRECTA');
    TEXTCOLOR(7);
    DELAY(1600);
    END;
UNTIL FINRUTA;
END;
PROCEDURE OCTAVAS;
BEGIN
    GOTOXY(1,2);
    WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 31.5 Hz. ');
    PULSENTER;
    IF OP=CHR(13) THEN
    BEGIN
        ESPERAESPEC;
        Y:=1;

```

```
WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 63 Hz.');
```

```
PULSENTER;
```

```
IF OP=CHR(13) THEN
```

```
  BEGIN
```

```
    ESPERAESPEC;
```

```
    Y:=2;
```

```
    WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 125 Hz.');
```

```
    PULSENTER;
```

```
    IF OP=CHR(13) THEN
```

```
      BEGIN
```

```
        ESPERAESPEC;
```

```
        Y:=3;
```

```
        WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 250 Hz.');
```

```
        PULSENTER;
```

```
        IF OP=CHR(13) THEN
```

```
          BEGIN
```

```
            ESPERAESPEC;
```

```
            Y:=4;
```

```
            WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 500 Hz.');
```

```
            PULSENTER;
```

```
            IF OP=CHR(13) THEN
```

```
              BEGIN
```

```
                ESPERAESPEC;
```

```
                Y:=5;
```

```
                WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 1 KHz.');
```

```
                PULSENTER;
```

```
                IF OP=CHR(13) THEN
```

```
                  BEGIN
```

```
                    ESPERAESPEC;
```

```
                    Y:=6;
```

```
                    WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 2 KHz.');
```

```
                    PULSENTER;
```

```
                    IF OP=CHR(13) THEN
```

```
                      BEGIN
```

```
                        ESPERAESPEC;
```

```
                        Y:=7;
```

```
                        WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 4 KHz.');
```

```
                        PULSENTER;
```

```
                        IF OP=CHR(13) THEN
```

```
                          BEGIN
```

```
                            ESPERAESPEC;
```

```
                            Y:=8;
```

```
                            WRITELN('PONGA EL FILTRO EN LA OCTAVA DE 8 KHz.');
```

```
                            PULSENTER;
```

```
                            IF OP=CHR(13) THEN
```



```
ESPERAESPEC;
Y:=4;
WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 50 Hz. ');
PULSENTER;
IF OP=CHR(13) THEN
BEGIN
  ESPERAESPEC;
  Y:=5;
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 63 Hz. ');
  PULSENTER;
  IF OP=CHR(13) THEN
  BEGIN
    ESPERAESPEC;
    Y:=6;
    WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 80 Hz. ');
    PULSENTER;
    IF OP=CHR(13) THEN
    BEGIN
      ESPERAESPEC;
      Y:=7;
      WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 100 Hz. ');
      PULSENTER;
      IF OP=CHR(13) THEN
      BEGIN
        ESPERAESPEC;
        Y:=8;
        WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 125 Hz. ');
        PULSENTER;
        IF OP=CHR(13) THEN
        BEGIN
          ESPERAESPEC;
          Y:=9;
          WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 160 Hz. ');
          PULSENTER;
          IF OP=CHR(13) THEN
          BEGIN
            ESPERAESPEC;
            Y:=10;
            WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 200 Hz. ');
            PULSENTER;
            IF OP=CHR(13) THEN
            BEGIN
              ESPERAESPEC;
              Y:=11;
              WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 250 Hz. ');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=12;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 315 Hz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=13;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 400 Hz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=14;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 500 Hz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=15;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 630 Hz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=16;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 800 Hz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=17;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 1 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=18;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 1.25 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN
```

```
ESPERAESPEC;  
Y:=19;  
WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 1.6 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=20;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 2 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=21;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 2.5 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=22;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 3.15 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=23;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 4 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=24;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 5 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=25;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 6.3 KHz.');
```

```
PULSENTER;  
IF OP=CHR(13) THEN  
BEGIN  
  ESPERAESPEC;  
  Y:=26;  
  WRITELN('PONGA EL FILTRO EN 8 KHz.');
```



```

    END;
    BEGIN
    CAD:=";
    OPCION:=";
    FINA:=FALSE;
    REPEAT
    REPEAT
    CLRSCR;
    TEXTCOLOR(11);
    GOTOXY(30,2);
    WRITELN('ANALISIS ESPECTRAL');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN;
    IF CONFIG THEN TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' 1');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('.- MEDIDA DE DATOS. ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' 2');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('.- REPRESENTACION GRAFICA. ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' X');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('.- VOLVER. ');
    WRITELN;
    WRITE('SU OPCION: ');
    OPA:=READKEY;
    UNTIL ((OPA='1') AND CONFIG) OR (OPA='2') OR (OPA='X');
    CASE OPA OF

```

```

'1':BEGIN
  REPEAT
    CLRSCR;
    TEXTCOLOR(11);
    GOTOXY(30,2);
    WRITELN('MEDIDA DE DATOS');
    WRITELN;
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' 1');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('. - MEDIDA POR OCTAVAS. ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' 2');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('. - MEDIDA POR TERCIOS DE OCTAVA. ');
    TEXTCOLOR(10);
    WRITE(' X');
    TEXTCOLOR(7);
    WRITELN('. - VOLVER. ');
    WRITELN;
    WRITE('SU OPCION: ');
    BANDA:=READKEY;
    UNTIL (BANDA='1') OR (BANDA='2') OR (BANDA='X');
    IF BANDA<>'X' THEN
    BEGIN
      Y:=0;
      CLRSCR;
      GOTOXY(25,1);
      TEXTCOLOR(11);
      WRITE('FICHERO DE ALMACENAMIENTO');
      TEXTCOLOR(7);
      GOTOXY(1,3);
      WRITELN('NOMBRE DEL FICHERO DE ALMACENAMIENTO CON SU
RUTA COMPLETA. ');
      RUTAESPECTRO;
      ASSIGN(FICHES,RUTAESPEC);
      REWRITE(FICHES);
      IF BANDA='1' THEN
        WRITELN(FICHES,'OCTAVAS')
      ELSE
        WRITELN(FICHES,'TERCIOS');
      CLOSE(FICHES);
      SETTEXTBUF(FICHES,BUF);
      DIBUFILTRO;
      TEXTMODE(MODOVID);

```

```

RECUADRO;
CLRSCR;
IF BANDA='1' THEN
  OCTAVAS
ELSE TERCIOS;
IF ((BANDA='1') AND (Y=10)) OR ((BANDA='2') AND (Y=31)) THEN
  BEGIN
    APPEND(FICHES);
    WRITELN(FICHES);
    WRITE(FICHES,'***');
    CLOSE(FICHES);
  END
ELSE
  BEGIN
    APPEND(FICHES);
    WRITELN(FICHES);
    WRITE(FICHES,'BANDAS=',Y);
    CLOSE(FICHES);
  END
END;
END;
'2':BEGIN
  FIND:=FALSE;
  CLRSCR;
  GOTOXY(25,1);
  TEXTCOLOR(11);
  WRITE('FICHERO DE LECTURA');
  TEXTCOLOR(7);
  GOTOXY(1,3);
  WRITELN('NOMBRE DEL FICHERO DE LECTURA CON SU RUTA
COMPLETA:');
  RUTAESPECTRO;
  ASSIGN(FICHES,RUTAESPEC);
  SETTEXTBUF(FICHES,BUF);
  {$I-}
  RESET(FICHES);
  {$I+}
  IF IORESULT<>0 THEN
    BEGIN
      CLRSCR;
      GOTOXY(8,5);
      WRITE('EL FICHERO INTRODUCIDO NO EXISTE. ');
      GOTOXY(8,6);
      WRITE('PULSE ');
      TEXTCOLOR(10);

```

```
WRITE('<ENTER>');
TEXTCOLOR(7);
WRITE('...');
OP:=READKEY;
END
ELSE
BEGIN
CLOSE(FICHES);
REPEAT
LEER;
IF NOT FIND THEN
BEGIN
PRESENTACION;
TEXTMODE(MODOVID);
RECUADRO;
END;
UNTIL FIND;
END;
END;
'X':FINA:=TRUE
END;
UNTIL FINA;
END;
BEGIN
CLRSCR;
MODOVID:=LASTMODE;
ASM;
MOV AH,0H
MOV AL,0B3H
SUB DX,DX
INT 14H
END;
COMIENZO;
FIN:=FALSE;
FSD:=0;
HOR:=0;
MIN:=0;
SEG:=0;
MODO:="";
FRON:="";
PON:="";
K:="";
RUTA:="";
DIR:="";
NOM:="";
```

```
EXT:="";
CONFIG:=FALSE;
RECUADRO;
REPEAT
  MENUP;
  CASE OP OF
    '1':MODIFICA;
    '2':NUEVARUTA;
    '3':BEGIN
      IF RUTA=" THEN NUEVARUTA;
      TITULO;
      ESPERAR;
      GOTOXY(1,25);
      WRITE('PULSA ');
      TEXTCOLOR(10);
      WRITE('<ENTER>');
      TEXTCOLOR(7);
      WRITE('...');
      READLN;
    END;
    '4':BEGIN
      IF RUTA=" THEN NUEVARUTA;
      TITULO;
      PROG;
    END;
    '5':BEGIN
      ANALISIS;
      WINDOW(1,1,80,25);
      TEXTCOLOR(15);
      RECUADRO;
      TEXTCOLOR(7);
    END;
    '6':LEECONF;
    'X':BEGIN
      FIN:=TRUE;
      TEXTMODE(MODOVID);
    END;
  END;
UNTIL FIN;
END.
```

2.5.- BILIOGRAFÍA

Los libros utilizados en la realización de este Trabajo de Fin de Carrera han sido los siguientes:

- *8088-8086/8087. Programación en Ensamblador en entorno MS-DOS.*

Autor: Miguel Angel Rodríguez Roselló.

Editorial: Anaya.

- *Turbo Pascal 6.0 a su alcance.*

Autor: Luis Joyanes Aguilar.

Editorial: Mc Graw Hill.

- *Turbo Pascal 6.0. Manual de referencia.*

Autor: Stephen O'Brien.

Editorial: Mc Graw Hill.

- *El ruido como agente contaminante en la industria.*

Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza

La Mutua de Accidentes de Zaragoza.

- *Compendio práctico de Acústica Aplicada.*

Autor: José Pérez Limiñana.

Editorial: Editorial Labor, S.A.

- *Manual para el control del ruido.*

Autor: Cyril M. Harris.

- *Acoustic Noise Measurements.*

Brüel & Kjaer.

- *Noise and Vibration Control.*

Autor: Leo L. Beranek.

- *Frequency Analysis*.

Brüel & Kjaer.

- Manuales de la casa Brüel & Kjaer tanto del sonómetro 2231 como de sus accesorios (micrófonos, filtros, etc.).

- Libros de congresos de acústica celebrados en Zaragoza (*Zaragoza 89' Environmental Acoustics*. Jornadas Nacionales de Acústica) y Valencia (*Tecniacústica 94'*. Jornadas Nacionales de Acústica).

Realizado y redactado por el técnico Alejandro Quintana Rivero

PLIEGO DE CONDICIONES

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO B&K 2231

Gama de medida

Con micrófono standard 4255:

FSD ⁽¹⁾	Límite inferior para S/N > 5 dB (pond. A)	Nivel pico máximo	Lím. sup. para señales con factor de cresta=10 (20dB)
60	24	73	53
70	24	83	63
80	24	93	73
90	30	103	83
100	40	113	93
110	50	123	103
120	60	133	113
130 ⁽²⁾	70	143	123
140 ⁽²⁾	80	153 ⁽³⁾	133 ⁽³⁾

Notas: (1): Fondo de escala en indicador cuasi-analógico.

(2): Sólo con atenuador ZF 0020.

(3): Los valores máximos pueden diferir ligeramente dependiendo del factor K del micrófono.

Ponderación en frecuencia

A y C según IEC 651 Tipo 1 (y Tipo 0).

Lineal (10 Hz a 20 KHz).

All-Pass (2 Hz a 70 KHz).

Detector

Características: RMS, Pico.

Gama Lineal: 70 dB.

Gama Impulsiva: 73 dB.

Factor de cresta: 13 dB en FSD.

Ponderación temporal

"I" según IEC 651 Tipo 1 (y Tipo 0).

"F" según IEC 651 Tipo 1 (y Tipo 0).

"S" según IEC 651 Tipo 1 (y Tipo 0).

"Pico": Tiempo de subida $< 50\mu\text{s}$.

Caída Ret.Max.: 0 dB/s (digital).

Tiempo de respuesta L_{eq} para señal constante de entrada

1 s.

Convertibilidad

Carga: Mediante inserción del módulo, el cual se puede quitar tras el proceso de carga.

Capacidad: 4 kbytes ROM para rutinas generales, tablas, etc. 64 kbytes RAM para software de aplicación y almacenamiento de datos.

Interfaz: Vía módulo ZI 9101. Nivel de señal circuito abierto $\pm 5\text{ V}$ (nivel envío mínimo $\pm 2\text{ V}$, nivel recepción mínimo $\pm 1\text{ V}$).

Indicador

Digital: 4 dígitos, 14 segmentos, cristal líquido, 8 mm. altura, resolución 0,1 dB.

Cuasi-analógico: Escala de 60 dB con 2 dB de resolución para RMS o Pico.

Salida AC

1 V RMS para fondo de escala, impedancia salida $<120 \Omega$, protección cortocircuitos, clavija minijack.

Salida DC

3 V para fondo de escala, 0 V base escala, 50 mV/dB, impedancia salida $<100 \Omega$, protección cortocircuitos, clavija minijack.

Función Reset

Reset all: Los detectores Max./Min., el L_{eq} , el SEL y el detector de saturación son borrados.

Reset Max./Min.: Sólo los detectores Max./Min. son borrados.

Borrado automático al manipular ciertos mandos.

Micrófono

Tipo: De condensador prepolarizado.

Voltaje de polarización: Seleccionable 0 V, 28 V ó 200 V. Permite el uso de casi cualquier micrófono de B&K.

Calibración

Acústica: Con calibrador 4230 o Pistófono 4220.

Eléctrica: Con fuente interna de referencia.

Condiciones de referencia para calibración acústica obtenidas con 4230

Campo sonoro: Libre.

Dirección de incidencia: Perpendicular al diafragma del micrófono.

NPS de referencia: 94 dB (re 20 μ Pa).

Frecuencia de referencia: 1 KHz.

Temperatura de referencia: 20 °C.

Gama de medida de referencia: 110 dB FSD.

Tiempo de calentamiento

< 5 s.

Efecto de la humedad (a 40 °C y 1000 Hz)

< 0,5 dB para 30% < RH < 90%.

Efecto de la temperatura

Micrófono: -0,006 dB/°C típico.

Instrumento completo: < 0,5 dB de -10°C a +50°C.

Gama operativa: -10°C a +50°C.

Almacenamiento sin baterías: -20°C a +70°C.

Efecto del campo magnético

80 A/m (1 Ørsted) a 50 Hz da: < 25 dB(A) ó < 44 dB (Lin).

Sensibilidad a la vibración

72 dB máx. a 40 Hz y 1 m/s².

Baterías

Tipo: 4 x 1,5 V alcalinas, IEC LR 6 (B&K QB 0013).

Duración: Aproximadamente 8 horas.

Dimensiones y Peso

370 x 85 x 47 mm.

860 g (sin pilas).

3.2.- REQUISITOS DEL SISTEMA

Para que el programa Sonicom pueda ejecutarse correctamente, el ordenador debe cumplir las siguientes características:

- Debe poseer un procesador 8086 o superior.
- La tarjeta gráfica y la pantalla deben ser VGA (preferiblemente color).
- Debe poseer un puerto serie (RS 232C) disponible.

Respecto al sonómetro debemos cumplir lo siguiente:

- Tener cargado el módulo BZ 7110.
- Tener conectado el interfaz ZI 9101 seleccionado previamente a 2.400 baudios.

Realizado y redactado por el técnico Alejandro Quintana Rivero

PRESUPUESTO

4.- PRESUPUESTO

El presupuesto del actual Proyecto de Fin de Carrera consta de dos apartados; por un lado el costo de los materiales, y por el otro los honorarios del técnico.

Materiales:

Los materiales empleados para la ejecución del proyecto son los necesarios para la construcción del cable de conexión entre el equipo de medida (sonómetro) y el ordenador vía puerto serie. Éstos, con sus respectivos precios se indican a continuación:

- Cable apantallado de cinco hilos (2 metros).....	176 ptas.
- Conector tipo D hembra de 9 pines.....	65 ptas.
- Carcasa del conector anterior.....	68 ptas.
- Conector Lemo de cinco pines (B&K).....	6.579 ptas.
TOTAL.....	6.888 ptas.

Honorarios:

Se han calculado en base a los indicados por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones, en su apartado de trabajo por horas. En éste se considera un precio por hora trabajada de un Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones de 6.500 pesetas.

En base a este precio, y contando las horas totales empleadas en la elaboración del actual Proyecto de Fin de Carrera, obtenemos unos honorarios de:

- Horas de trabajo: 125

- Precio por hora: 6.500

HONORARIOS (125 x 6.500).....812.500 ptas.

Estos dos apartados quedan contemplados en el siguiente cuadro:

MATERIALES	6.888 ptas.
HONORARIOS	812.500 ptas.
TOTAL	819.388 ptas.

La forma de rentabilizar este trabajo pasaría por la comercialización del programa Sonicom. El precio de venta al público recomendado para éste vendría a ser de unas ochenta y cinco mil pesetas, con lo que se podría hablar de beneficios a partir de la décima unidad vendida del programa.

Considero este número de ventas como factible, ya que el sonómetro modular 2231 de Brüel & Kjaer es probablemente el equipo de medida de ruidos más extendido en la actualidad, con lo que el número de potenciales clientes interesados en un programa con las prestaciones del Sonicom es bastante elevado.

Realizado y redactado por el técnico Alejandro Quintana Rivero