

MEMORIA PROYECTO DE INNOVACIÓN Curso 2014-15

SEMÁFORO DE RUIDO



INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA ZAPATÓN

Índice

Introducción.	2
A.- Actividades realizadas.	4
B.- Resultados y productos obtenidos.	21
C.- Participantes y su colaboración.	21
D.- Recursos y equipamientos utilizados/adquiridos.	22
F.- Desviaciones de lo previsto y soluciones aplicadas.	23
G.- Aplicaciones futuras.	23
H.- Valoración final. Conclusiones.	23

Introducción

En el proyecto presentado en mayo de 2014, se reflejaron los objetivos del mismo, así como la evaluación prevista y resultados esperados. Estos pretenden ser nuestro punto de partida de la presente memoria.

Durante el curso 2010-11, en el Instituto de Educación Secundaria Zapatón se desarrolló un Proyecto de Innovación titulado “Contaminación Acústica”. Gracias a ese proyecto se confeccionaron Mapas de Ruido del IES Zapatón y de la ciudad de Torrelavega y entre sus objetivos estaba el concienciar y sensibilizar al alumnado y sociedad en general sobre los perjuicios de la contaminación acústica.

Pues bien, consideramos que la preocupación sobre la contaminación acústica duro poco tiempo y se necesita seguir incidiendo en la sensibilización sobre el ruido, sobre el exceso de ruido.

Este proyecto pretende crear un equipo (semáforo de ruido) que emita señales luminosas de diversos colores dependiendo del nivel de ruido. Este semáforo nos indicará en todo momento el índice de contaminación acústica que hay en una estancia. Paralelamente se analizará y calculará el grado de aislamiento acústico de las dependencias del Instituto, proponiendo soluciones para un correcto tratamiento del ruido existente.

Los objetivos del proyecto son:

- Motivar al alumnado mediante un reto experimental real.
- Aprovechar la experiencia para potenciar en el alumnado capacidades profesionales que se plantean en el módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización.
- El reto experimental pretende formar al alumnado de una forma integral, no sólo en la capacidad profesional, sino también en aspectos como:
 - Integración en el Instituto incluyendo la experiencia en la Programación del módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización y en el Proyecto Curricular del Ciclo Formativo de Grado Medio de Instalaciones de Telecomunicaciones.
 - Investigación mediante Internet y utilización de medios informáticos para la recopilación de datos, desarrollo de documentación y presentación explicativa, estudio

de diversos programas para realizar el proyecto, utilización de la página web Instituto y de los perfiles que tiene el Centro en la Redes Sociales de Internet para su difusión.

- Traducción de documentos en inglés.
- Trabajo en equipo.
- Relacionarnos con empresas de sonorización, explorando los tipos de trabajo posibles y fomentar la creación de su propia empresa, en un sector empresarial con muchas posibilidades en Cantabria.
- Se planteará la posibilidad de crear una Spin-Off por parte del alumnado con la colaboración de la empresa Vetson-CESVA instruments, S.L. u otras del sector.
- Mediante herramientas TIC se diseñarán y calcularán los circuitos que formarán parte del Semáforo de Ruido.
- Creación de un Semáforo de Ruido.
- Los Semáforos de Ruido se instalarán en diferentes dependencias del IES Zapatón para sensibilizar a la Comunidad Educativa sobre los perjuicios de la Contaminación Acústica.

Los resultados y su evaluación se dividieron en cuatro bloques.

BLOQUE 1: Obtener un producto consistente en un semáforo que cambie de color dependiendo del nivel de ruido existente en una dependencia. Su correcto funcionamiento se evaluará con diferentes presiones de ruido y se realizará en enero de 2015.

BLOQUE 2: En el mes de marzo se habrá confeccionado un protocolo de medición del aislamiento acústico de una estancia quedando incluido como práctica en la Programación del módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización.

BLOQUE 3: En mayo se evaluará la sensibilización de la Comunidad Educativa del Centro con respecto a la contaminación acústica. Se utilizará la comparación de un mapa de ruido de las zonas en donde se instalen los semáforos de ruido y los resultados del Proyecto de Innovación de Contaminación Acústica del curso 2010-11.

BLOQUE 4: En los últimos meses de curso se desarrollará un método de creación de empresa de Spin-Off por parte del alumnado.

La empresa colaboradora impartirá dos cursos de formación:

- Utilización del Analizador de Espectro de Audio y de la Fuente de Presión Acústica.
- Estudio del ruido en una estancia y aislamiento acústico.

A.- Actividades realizadas.

Cursos de formación.

La empresa colaboradora Vetson impartió los siguientes cursos al alumnado y profesorado participantes en el proyecto:

- Configuración y uso de la fuente sonora FP122 reproduciendo el propio ruido generado por la fuente o por una señal procedente de otros equipos externos. El manual utilizado para el curso, queda como Anexo I a la memoria.
- Gestión de todos los recursos que intervienen en una medición de aislamiento. El manual utilizado para el curso, queda como Anexo II a la memoria.

Práctica realizada.

Se ha confeccionado un protocolo de medición del aislamiento acústico que nos permite confeccionar la siguiente unidad didáctica. Para ello se han estado haciendo diferentes mediciones y supuestos hasta conseguir un método conforme a la normativa vigente sobre contaminación acústica. La siguiente unidad didáctica utiliza los resultados obtenidos en las mediciones del 13 de abril de 2015, donde el Aula 07 se consideró el recinto emisor de ruido y el Aula 06 el recinto receptor.

Título: Medición del aislamiento acústico de un recinto.

Equipo y material necesario:

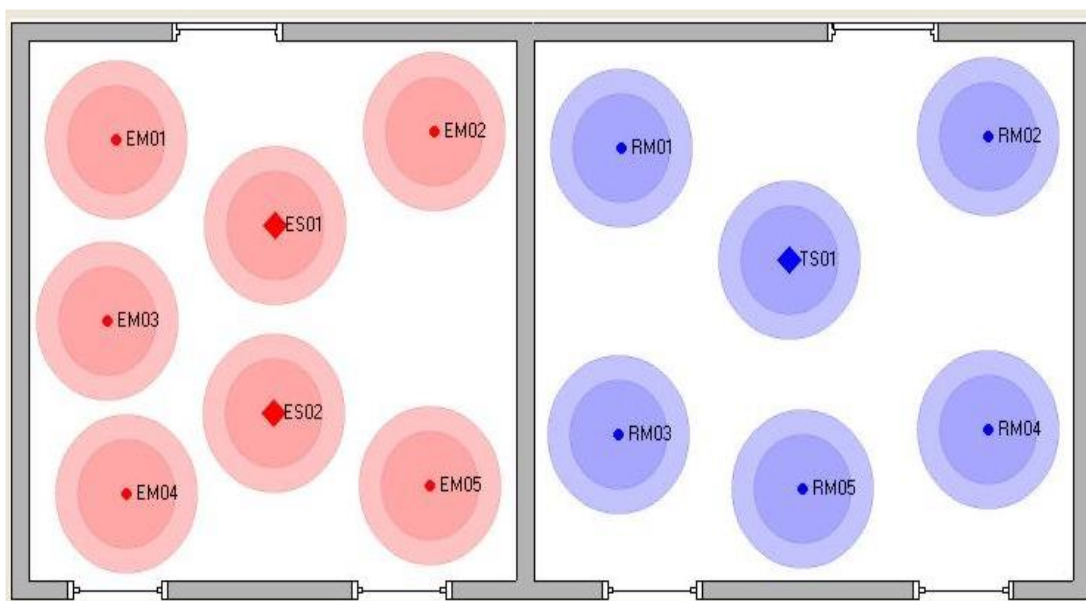
- Generador de ruido amplificado con ecualizador AP602.
- Altavoz omnidireccional BP012.
- Sonómetro analizador de espectro SC310.
- Trípode para la fuente sonora.
- Trípode para el sonómetro.
- Cable de conexión del amplificador al altavoz de un mínimo de 10 m.
- PC con el software CESVA Measuring Assistant CMA.
- Sistema Bluetooth para la conexión inalámbrica entre el PC y el amplificador.
- Sistema Bluetooth para la conexión inalámbrica entre el PC y el sonómetro.

Proceso práctico:

1.- En primer lugar habrá que tener en cuenta la norma ISO 140-4 Medición in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo entre locales para configurar nuestra práctica.

a.- Conseguiremos un plano del recinto emisor y del receptor o lo confeccionaremos. En nuestro caso son dos aulas del Instituto, el Aula 07 será el emisor y el Aula 06 el receptor.

b.- Indicaremos sobre el plano cinco puntos de ubicación del analizador en el recinto emisor (EM01...05) y cuatro en el recinto receptor (RM01...04), cubriendo lo mejor posible toda la superficie de ambos recintos. De la misma forma indicaremos dos posiciones para la colocación de la fuente sonora en el recinto emisor (ES01 y 02) y una en el receptor (TS01), lo más centradas posibles.



c.- Según la norma ISO 140-4, las mediciones deberán durar como mínimo 6 segundos, repitiéndose dos veces cada una y la emisión de ruido necesitará 2 segundos para estabilizarse. El margen de frecuencias de las mediciones será entre 50 y 5000 Hz.

2.- Al programa CMA hay que indicarle varios valores geométricos:

a.- Distancias mínimas entre micrófono-fuente, micrófono-micrófono, fuente-fuente y dispositivo-pared.

b.- Volúmenes de los recintos emisor y receptor.

c.- Superficie de separación entre los dos recintos.

3.- Mediciones con el analizador SC310 cuyos datos se introducirán en el programa CMA.

a.- En primer lugar hay que medir el ruido de fondo, colocando el sonómetro en los puntos RM01...05.

b.- Posteriormente hay que realizar una calibración entre el generador de ruido y el sonómetro. Se coloca la fuente sonora en ESO1 y el sonómetro en RM01. Emitimos ruido y medimos con el sonómetro. Esta calibración conviene realizarla dos veces.



c.- Una vez calibrado el sistema mediremos el ruido de recepción:

- Colocamos la fuente en ESO1 y medimos en RM01...05.

- Colocamos la fuente en ESO2 y medimos en RM05...01.

d.- Medición ruido de emisión:

- Colocamos la fuente en ESO2 y medimos en EM01...05.
- Colocamos la fuente en ESO1 y medimos en RM05...01.

e.- Medida del tiempo de reverberación:

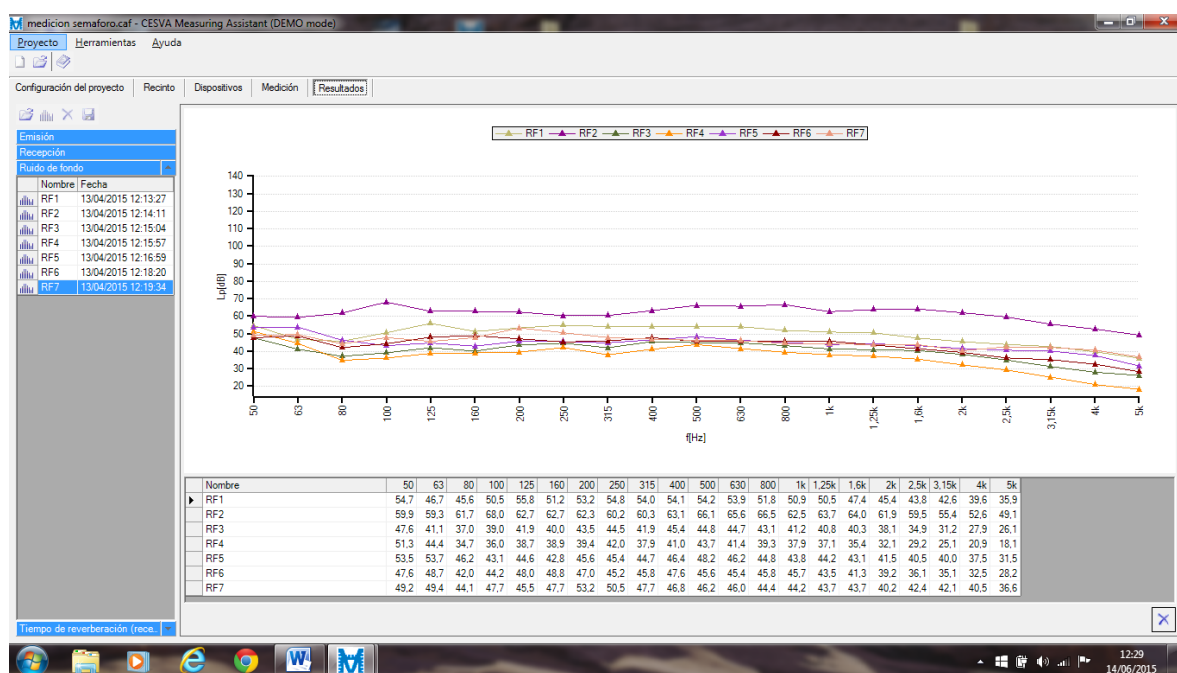
- Colocamos la fuente en TS01 y medimos en RM01.
- Repetimos la medida.
- Colocamos la fuente en ESO1 y medimos en RM02.
- Repetimos la medida.

Presentación de resultados:

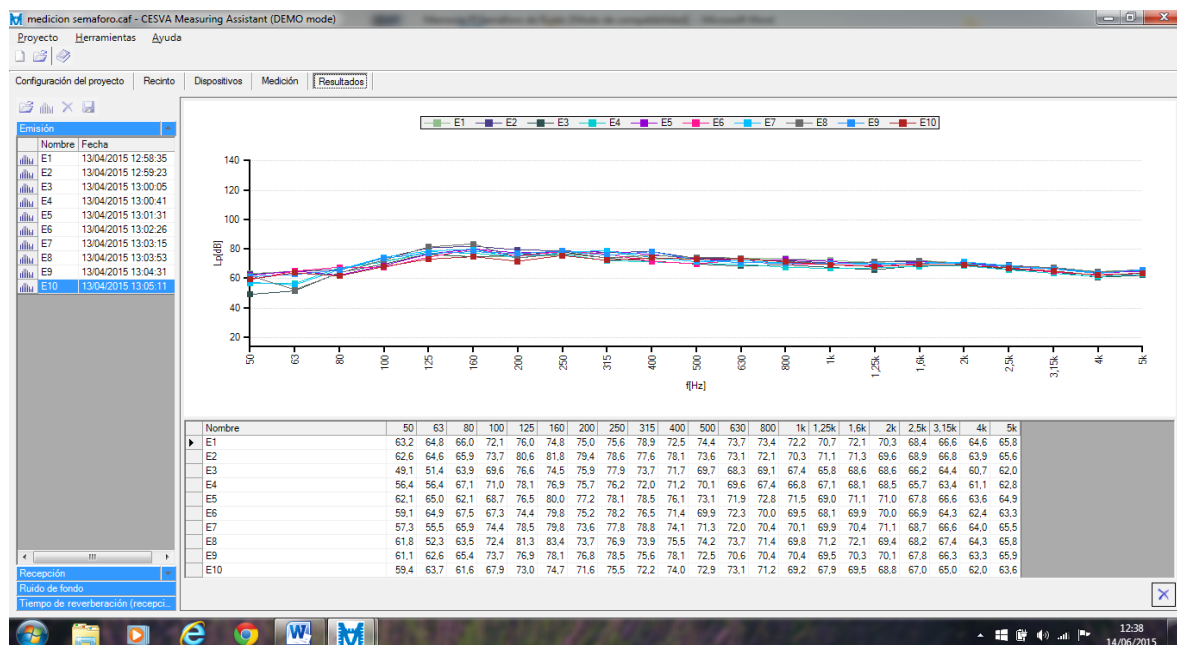
La aplicación CESVA Measuring Assistant CMA, permite visualizar los resultados obtenidos de cada medición.

Se muestran los espectros de ruido medidos en las dos salas. En nuestro caso real nos dieron los siguientes datos.

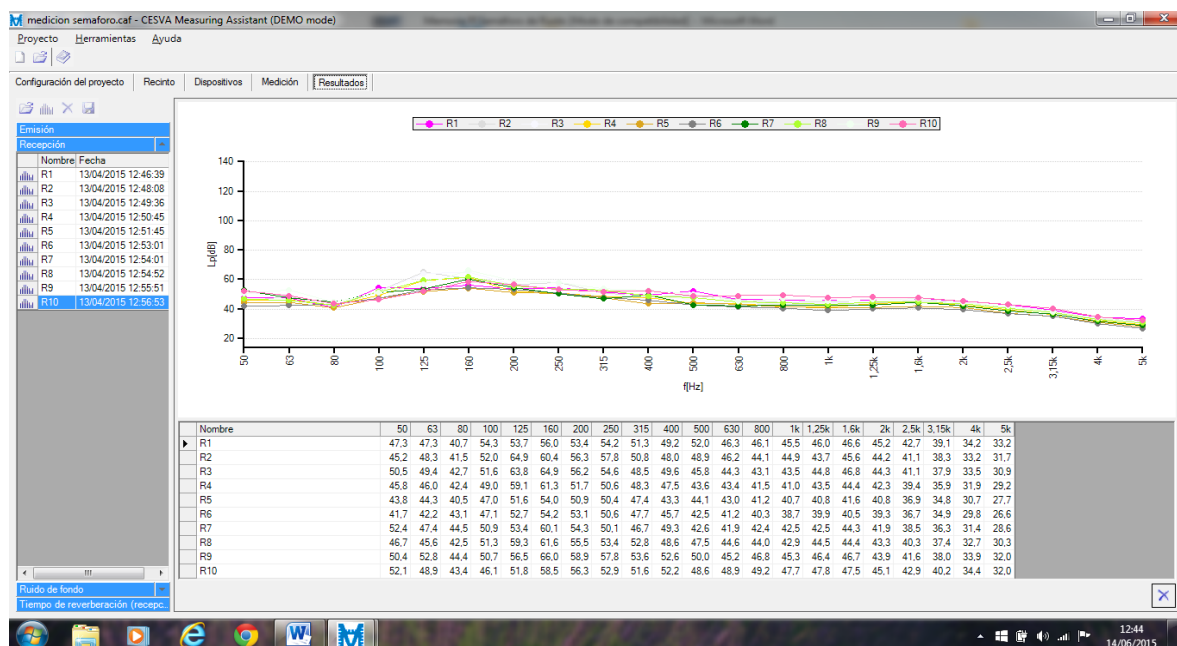
a.- En primer lugar mostramos las siete medidas de ruido de fondo del Aula 06 (receptora), donde se observa que para la mayoría de frecuencias, tenemos unos niveles de ruido de fondo entre 40 dB y 50 dB.



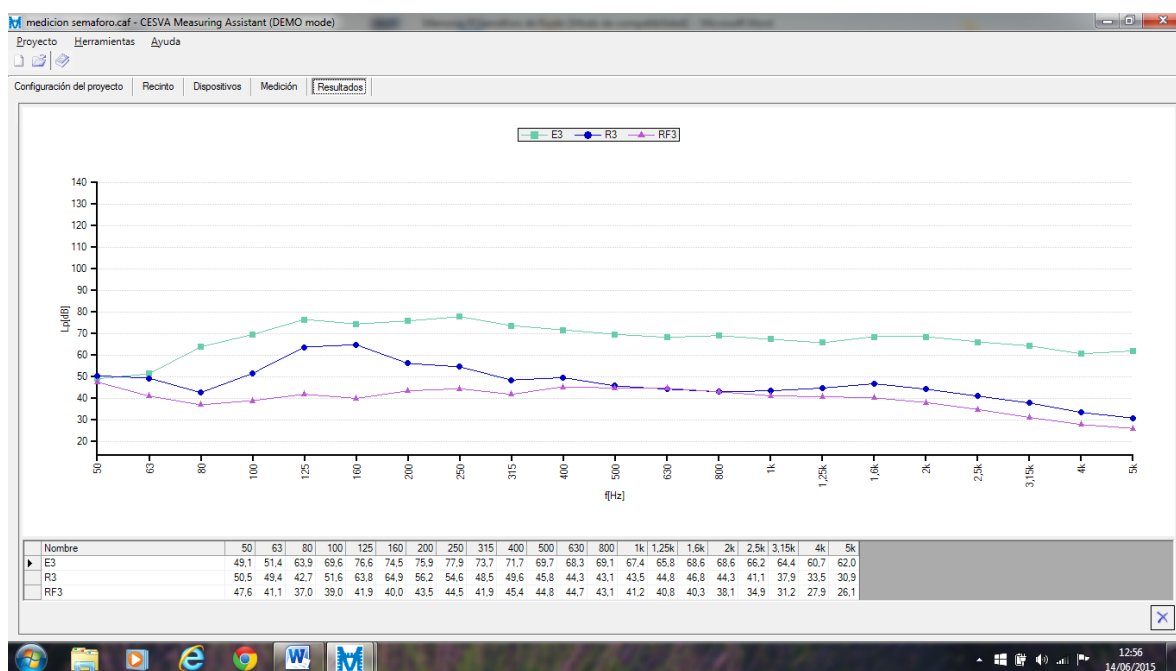
b.- En segundo lugar mostramos las diez emisiones de ruido rosa desde el Aula 07 (emisora), que según la normativa tienen que ser de unos 70 dB para el margen de frecuencias utilizado.

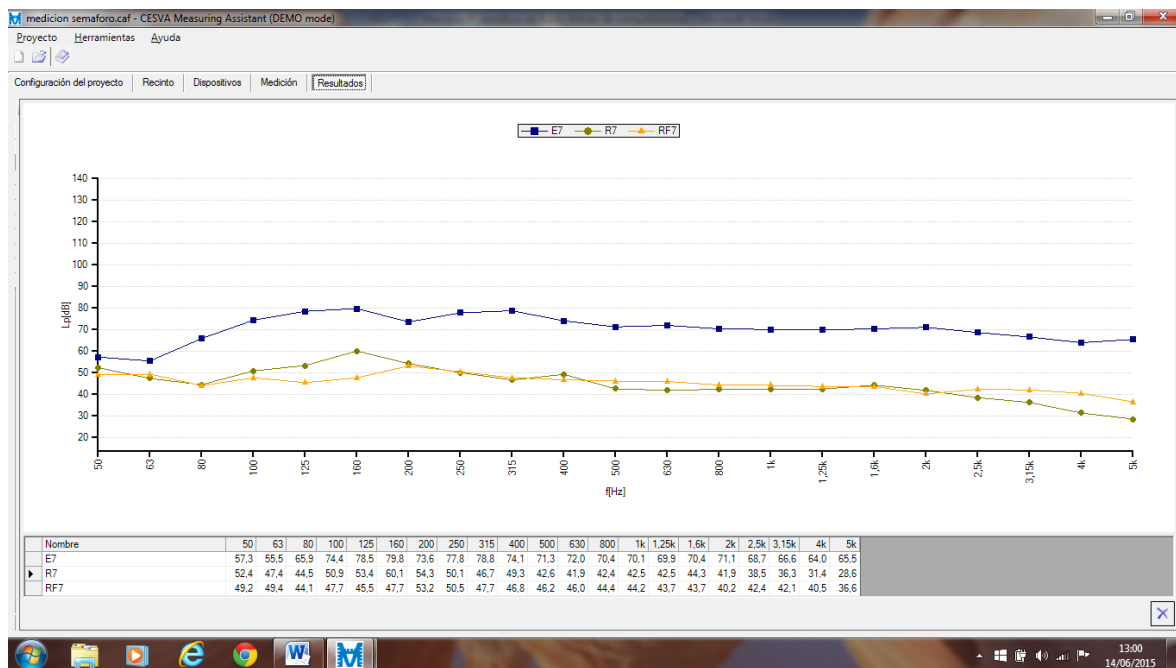
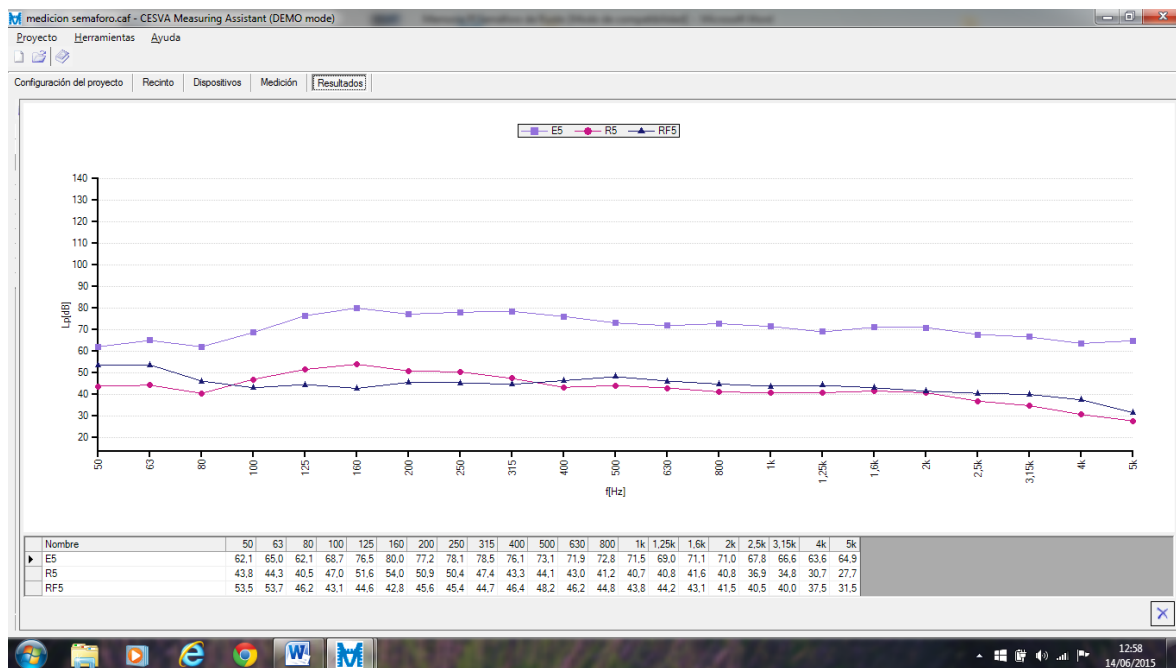


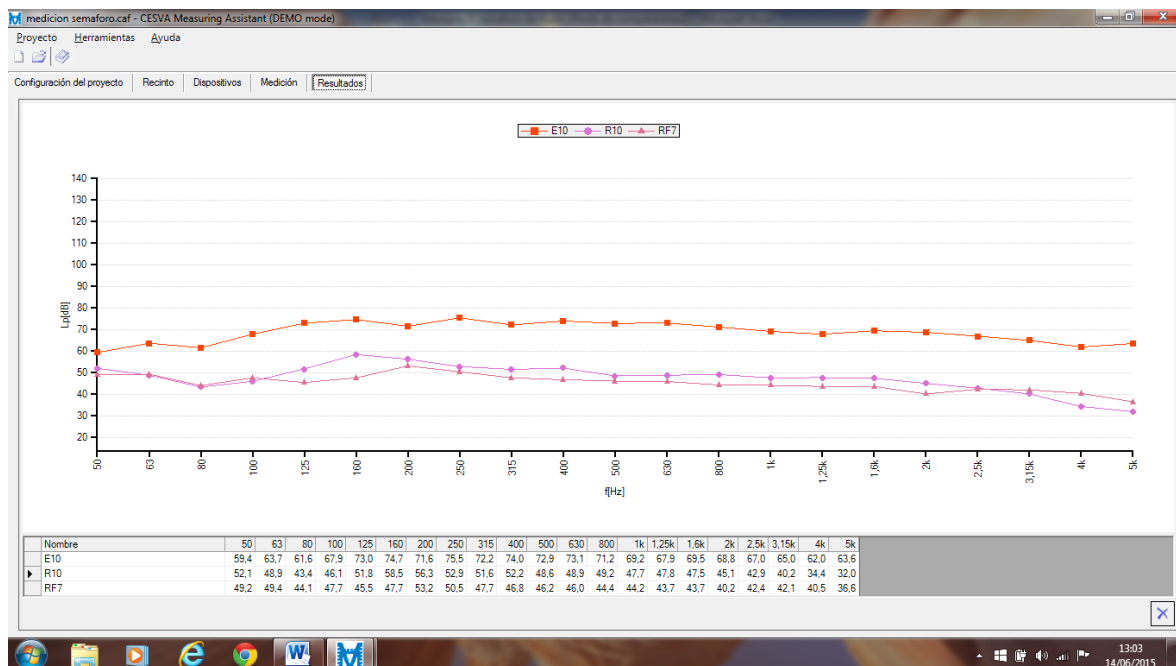
c.- Ahora se muestran las diez mediciones que se realizaron en el recinto receptor (Aula 06) durante la emisión de ruido, donde se obtienen entre 40 dB y 50 dB de ruido.



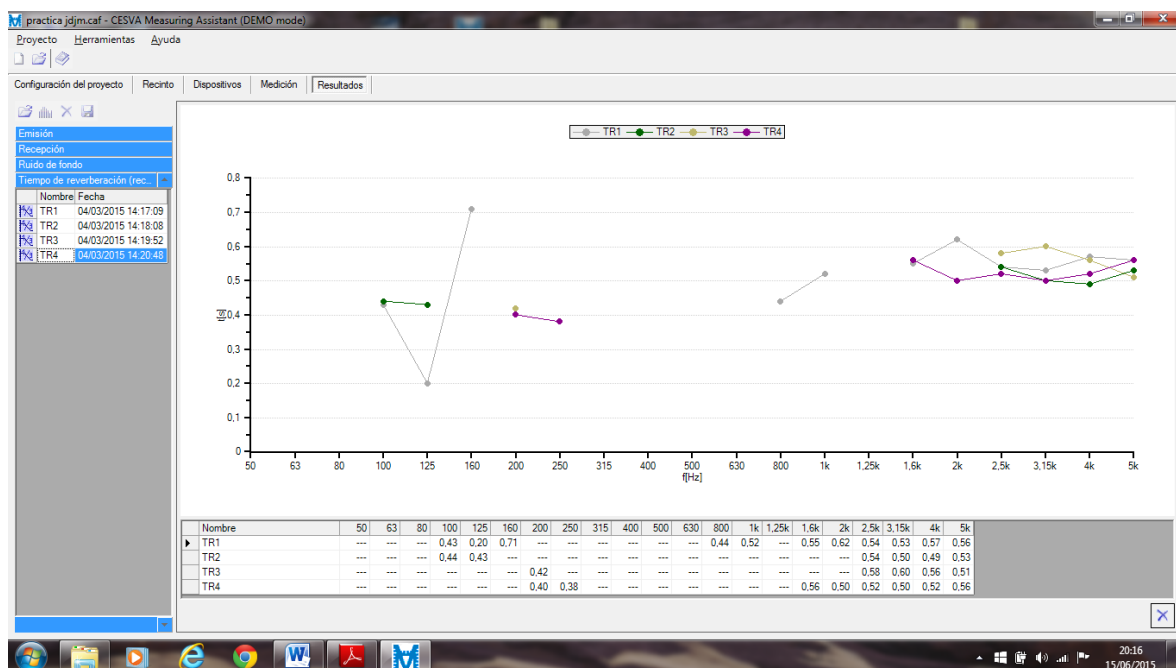
d.- Posteriormente se presentan cinco comparaciones, donde en un mismo gráfico se puede ver la emisión (Aula 07), la recepción y el ruido de fondo (Aula 06).







e.- Por último se representan los tiempos de reverberación medidos, donde se observa que se encuentran entre 0,38 y 0,62 segundos (quitando picos de ruido esporádico).



Conclusiones:

Las conclusiones se referencian a la legislación que sobre aislamiento acústico está vigente.

Varios estudios encontrados sobre el tema, nos confirman que la legislación existente es confusa y complicada. Utilizaremos un trabajo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid para explicarlo.

La Tabla I presenta las exigencias de aislamiento acústico establecidas por la NBE-CA-88.

TABLA I		
Condiciones acústicas exigibles a los elementos constructivos según norma NBE-CA-88, aplicables a edificios de residencial privado y público, administrativos y oficinas, sanitarios y docentes		
Elemento Constructivo	Aislamiento acústico a ruido aéreo R dB(A)	Nivel normalizado de ruido de impacto Ln dB(A)
Particiones interiores mismo uso (art. 10º)	30	---
Particiones interiores uso distinto (art. 10)	35	---
Paredes separadoras de propietarios o usos distintos (art. 11º)	45	---
Paredes separadoras zonas comunes interiores (art. 12º)	45	---
Fachadas (art. 13)	30 (*)	---
Elementos horizontales de separación de propiedades o usuarios distintos (art. 14º)	45	80
Cubiertas (art. 15º)	45	80 (**)
Elementos constructivos verticales y horizontales separadores de equipos comunitarios (art. 17)	55	---
(*) Aislamiento acústico a ruido aéreo global (cerramiento de fachada, incluidos huecos)		
(**) Solamente exigible a azoteas transitables		

En el Real Decreto 1909/81 del 24 de Julio, se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre Condiciones Acústicas en los edificios y que se publica en el Boletín Oficial del Estado con fecha 7 de Septiembre de 1981.

Posteriormente se publica en el B.O.E. con fechas 3 de Septiembre de 1982 y 7 de Octubre de 1982, el Real Decreto 2115/1982 del 12 de Agosto, sobre modificaciones de la NBE-CA-81 pasando a denominarse NBE-CA-82.

Con fecha de 29 de Septiembre de 1988 se aprueba una Orden por la que se aclaran y corrigen diversos aspectos de la NBE-CA-82, publicándose en el B.O.E. con fecha 8 de Octubre de 1988 y pasando a denominarse NBE-CA-88.

La Tabla I presenta las exigencias de aislamiento acústico establecidas por la NBE-CA-88.

TABLA I		
Condiciones acústicas exigibles a los elementos constructivos según norma NBE-CA-88, aplicables a edificios de residencial privado y público, administrativos y oficinas, sanitarios y docentes		
Elemento Constructivo	Aislamiento acústico a ruido aéreo R dB(A)	Nivel normalizado de ruido de impacto Ln dB(A)
Particiones interiores mismo uso (art. 10º)	30	---
Particiones interiores uso distinto (art. 10)	35	---
Paredes separadoras de propietarios o usos distintos (art. 11º)	45	---
Paredes separadoras zonas comunes interiores (art. 12º)	45	---
Fachadas (art. 13)	30 (*)	---
Elementos horizontales de separación de propiedades o usuarios distintos (art. 14º)	45	80
Cubiertas (art. 15º)	45	80 (**)
Elementos constructivos verticales y horizontales separadores de equipos comunitarios (art. 17)	55	---
(*) Aislamiento acústico a ruido aéreo global (cerramiento de fachada, incluidos huecos)		
(**) Solamente exigible a azoteas transitables		

En el Real Decreto 1909/81 del 24 de Julio, se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre Condiciones Acústicas en los edificios y que se publica en el Boletín Oficial del Estado con fecha 7 de Septiembre de 1981.

Posteriormente se publica en el B.O.E. con fechas 3 de Septiembre de 1982 y 7 de Octubre de 1982, el Real Decreto 2115/1982 del 12 de Agosto, sobre modificaciones de la NBE-CA-81 pasando a denominarse NBE-CA-82.

Con fecha de 29 de Septiembre de 1988 se aprueba una Orden por la que se aclaran y corrigen diversos aspectos de la NBE-CA-82, publicándose en el B.O.E. con fecha 8 de Octubre de 1988 y pasando a denominarse NBE-CA-88.

Recientemente (B.O.E. nº 254 del 23/10/2007) se ha aprobado el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Dicho documento no será de aplicación a las obras de nueva construcción y a las obras de edificios existentes que tengan solicitada la licencia municipal de obras a la entrada en vigor del Real Decreto.

Durante los 12 meses posteriores a la entrada en vigor del Real Decreto se podrá optar por aplicar la NBE-CA-88 o documento DB-HR del CTE. A partir de dicho periodo será obligatoria la aplicación del documento DB-HR del CTE.

A continuación se establecen las exigencias acústicas del documento DB-HR del CTE.

En primer lugar el citado documento utiliza una nueva terminología en función del tipo de recinto y que se recoge en la Tabla II.

TABLA II		
TIPOS DE RECINTOS		
Recinto	Uso	Tipos de Recintos
Habitable	a) Residencial	Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.)
	b) Docente	Aulas, bibliotecas, despachos
	c) Sanitario	Quirófanos, habitaciones, salas de espera
	d) Administrativo	Oficinas, despachos, salas de reuniones
	e) Otros	Cocinas, baños, pasillos y distribuidores
	f) Cualquier otro asimilable a los anteriores	
Protegido	a), b), c), d)	
Actividad	Actividad distinta a la que se realiza en el resto del edificio (comercial, lúdica, garajes)	
Instalaciones	Que contiene equipos de instalaciones individuales o colectivas del edificio	

De acuerdo con la clasificación citada anteriormente la Tabla III presenta la exigencia o valores límite de aislamiento.

TABLA III		
VALORES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO		
	Recintos Protegidos	Recintos Habitables
Entre misma unidad de uso	$R_A \geq 33 \text{ dB(A)}$	$R_A \geq 33 \text{ dB(A)}$
Entre distintas unidades de uso	$D_{nTA} \geq 50 \text{ dB(A)}$	$D_{nTA} \geq 45 \text{ dB(A)}$
Frente ruido de zonas comunes	$D_{nTA} \geq 50 \text{ dB(A)}$	$D_{nTA} \geq 45 \text{ dB(A)}$
Sin puertas ni ventanas	Puertas y/o ventanas $R_A \geq 30 \text{ dB(A)}$	$R_A \geq 20 \text{ dB(A)}$
Con puertas y ventanas	Parte ciega $R_A \geq 50 \text{ dB(A)}$	$R_A \geq 50 \text{ dB(A)}$
Frente instalaciones y actividades	$D_{nTA} \geq 55 \text{ dB(A)}$	$D_{nTA} \geq 45 \text{ dB(A)}$
Frente exterior	Ver Tabla IV	-----
Frente otros Edificios	Para cada una de las medianeras $D_{2m,nT,Atr} \geq 40 \text{ dB(A)}$ En conjunto $D_{nTA} \geq 50 \text{ dB(A)}$	----- -----

La Tabla III presenta la exigencia de aislamiento acústico que deben ofrecer las fachadas.

TABLA IV				
VALORES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO, $D_{2m,nT,Atr}$, EN dB(A), ENTRE UN RECINTO PROTEGIDO Y EL EXTERIOR, EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE RUIDO DÍA, L_d				
L_d , dB(A) (*)	Uso del Edificio			
	Residencial y Sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42
(*) L_d puede obtenerse en las administraciones o consulta de los mapas estratégicos. Cuando no se disponga de datos se aplicará $L_d 60 \text{ dB(A)}$.				
Para fachadas no expuestas directamente a fuentes de ruido, L_d será 10 dB(A) menor que el de la zona de aplicación.				
Ruido exterior predominante de aeronaves, la exigencia $D_{2m,nT,Atr}$ se incrementará en 4 dB(A)				

La Tabla V presenta las exigencias de nivel de impacto en recintos protegidos.

TABLA V	
RECINTOS PROTEGIDOS - AISLAMIENTOS RUIDO DE IMPACTO	
	L'_{nTW} dB
Entre unidades de uso	≤ 65
Frente ruido zonas comunes	≤ 65
Frente instalaciones	≤ 60

La Tabla VI presenta las exigencias de tiempo de reverberación para diversos recintos o uso similar.

TABLA VI			
RECINTOS PROTEGIDOS .TIEMPOS DE REVERBERACIÓN (*)			
Recinto	Situación	Volumen, m ³	TR, seg
Aulas y Salas de Conferencias	Vacías	< 350	$\leq 0,7$
	Con butacas	< 350	$\leq 0,5$
Restaurantes y Comedores	Vacíos	-----	$\leq 0,9$
(*) Obtenido de la media a las bandas de frecuencias de 1/1 octava de 500, 1000 y 2000 Hz.			

Nuestro Instituto se construyó en 1985. Según el artículo 10 de la Norma NBE-CA-88, vigente entonces, tendría que tener un aislamiento acústico a ruido aéreo de 30 dB, por ser los recintos del centro “Particiones interiores mismo uso”. La norma no se cumple para frecuencias inferiores a 200 Hz, donde el aislamiento es de tan sólo 20 o 10 dB. El tiempo de reverberación es correcto porque siempre se encuentra por debajo de 0,7 segundos (Aula vacía).

Con la norma actual la situación empeora. Según la misma, el tipo de recinto sería Docente y Protegido con lo cual el aislamiento acústico tendría que ser de un mínimo de 33 dB al ser “entre misma unidad de uso”.

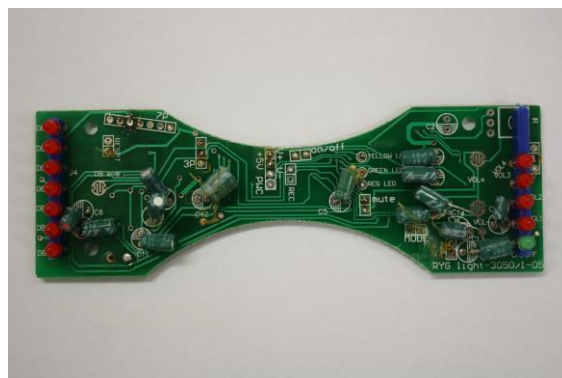
Se aportan las siguientes soluciones:

- Dobles cristales en ventanas exteriores e interiores de las aulas.
- Mejor aislamiento de puertas.
- Cubrir una o dos de las paredes del aula con paneles acústicos anti-reverberantes o cortinas.
- Colocación de tapones para cubrir las patas de las sillas.

Semáforo de Ruido

El semáforo de ruido está fundamentado en los comparadores de tensión de un vúmetro común. Por lo tanto, lo primero que se hizo es buscar un vúmetro que se pudiera adaptar a los tres comparadores de tensión necesarios para nuestro semáforo.

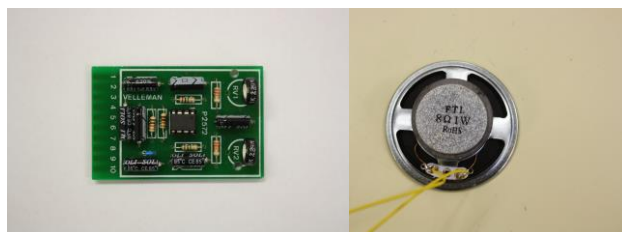
Encontramos el vúmetro K435 de la marca Velleman que pudimos modificarlo a tres comparadores de tensión que alimentarán los tres leds de colores. Los valores de tensión de los diferentes comparadores del vúmetro pueden variarse fácilmente. Estos ajustes se efectuaron posteriormente mediante experimentación.



El circuito se excitará mediante un micrófono de condensador electret debido a su buen funcionamiento para frecuencias intermedias y también por su pequeño tamaño.



Utilizaremos un amplificador universal para emitir una señal sonora mediante un altavoz cuando el nivel de ruido sea excesivo, coincidiendo con la iluminación del led rojo.

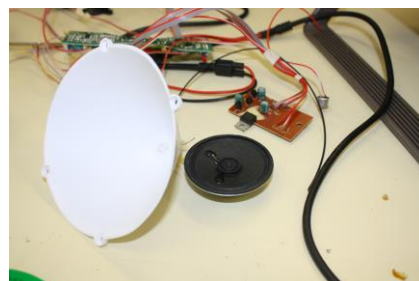
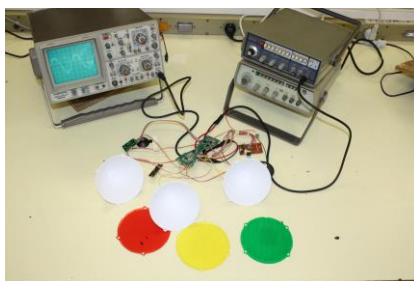
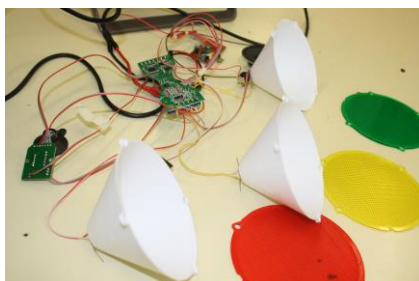
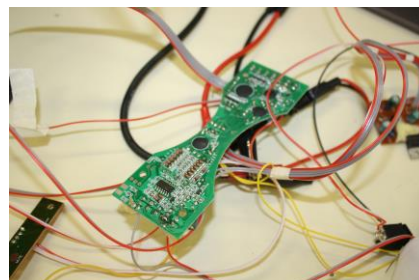
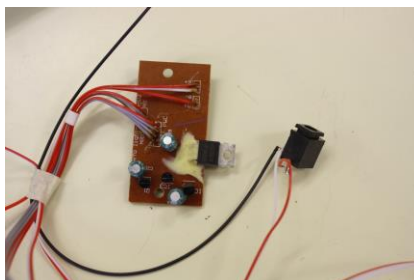


El vúmetro nos proporciona la posibilidad de contabilizar las ocasiones que sobrepasa un límite. Por lo tanto contabilizaremos las ocasiones que se enciende el rojo.

Todo se alimentará con una fuente de tensión de 12 V (con transformador externo).



Conectamos y alimentamos los circuitos. Empezamos a experimentar hasta conseguir que los tres comparadores basculen a un valor cercano a la tensión que produce 55 dB de ruido.

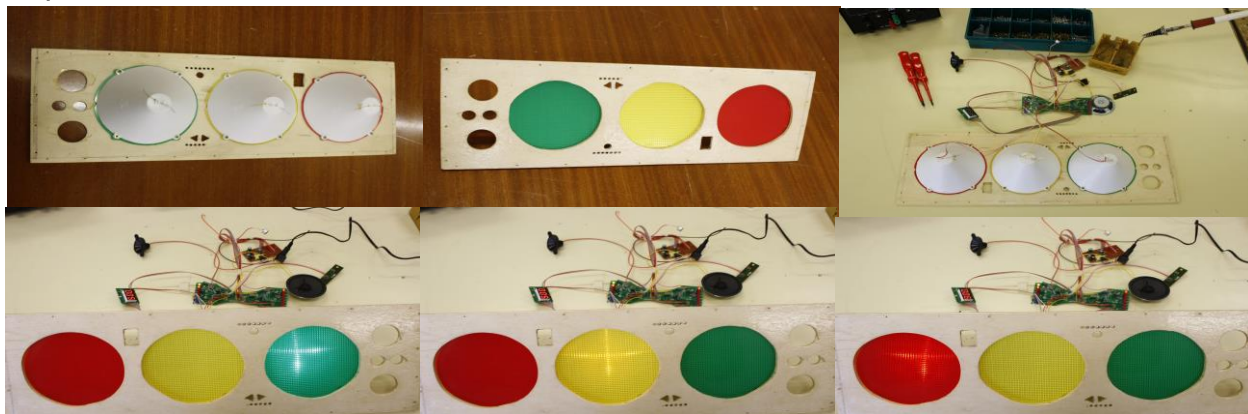


Una vez obtenidos los valores de los comparadores se conectó el circuito para obtener la señal acústica y al mismo tiempo se comprobó el contador.

Posteriormente se buscó botonería, sensores y se diseñó la caja del semáforo acústico.



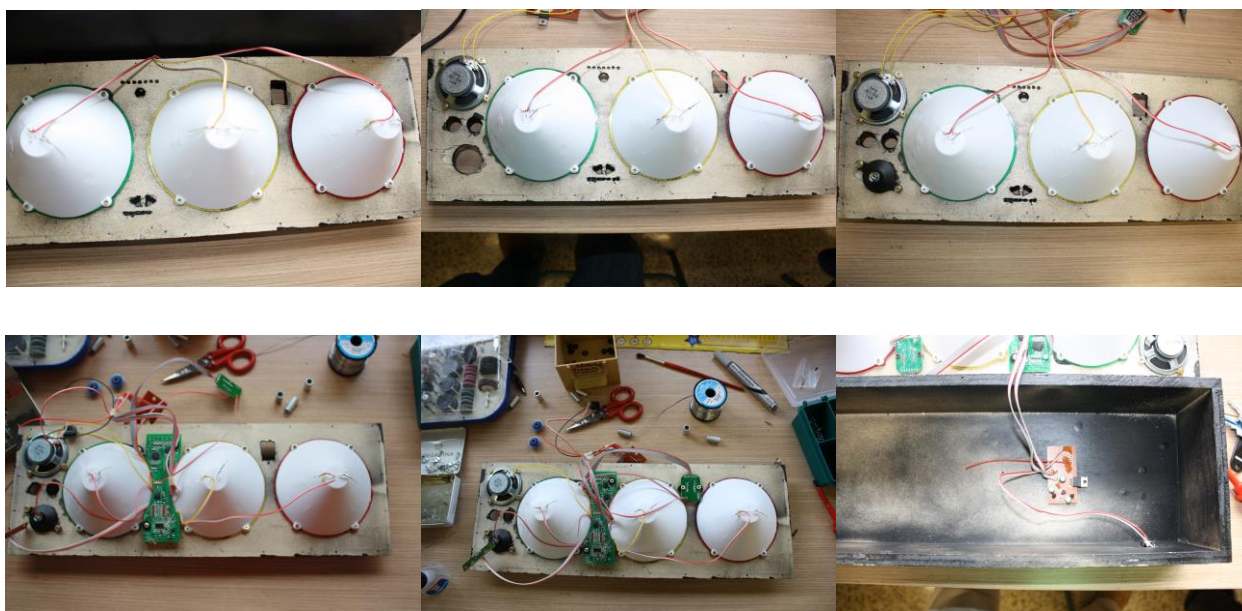
Se montaron los leds sobre el panel frontal y se comprobó que con una superficie clara, no destacaban los colores.



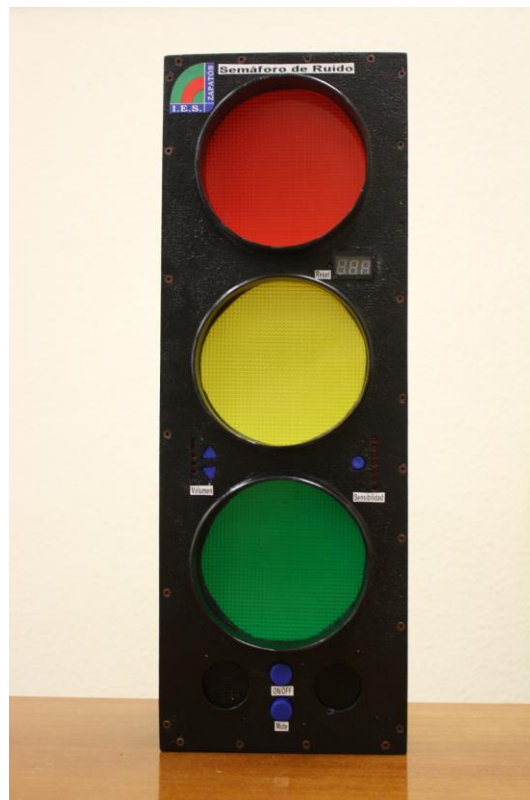
Se decidió pintar la caja de negro y posteriormente, viendo que no iba a ser suficiente, se colocaron unos aros de pvc para destacar lo más posible los tres colores.



Una vez solucionada la luminosidad de los leds, se comenzó a montar todos los componentes. La secuencia de montaje (se puede observar en las fotos) fue: Leds, altavoz, micrófono, placa con los comparadores y amplificador, contador y alimentación.



Se instaló la botonería con los interruptores, se atornilló la caja y se rotuló.



Por último se comprobó su funcionamiento:

- Hasta 60 dB está encendido el verde.
- De 60 dB hasta 70 dB está encendido el amarillo.
- Por encima de 70 dB se encenderá el rojo, se producirá una señal acústica y se sumará al marcador.



B.- Resultados y productos obtenidos.

Se ha obtenido una unidad didáctica, titulada Medición del Aislamiento Acústico de un Recinto, que se ha incluido en la programación del módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización del ciclo formativo de grado medio Instalaciones de Telecomunicaciones.

Se ha construido un Semáforo de Ruido, que se irá instalando en las aulas del centro y comprobando su eficacia. Mediante estos semáforos pretendemos sensibilizar a la comunidad educativa de la importancia de la contaminación acústica.

C.- Participantes y su colaboración.

Pedro Fernández Rey, Profesor Técnico de Formación Profesional, se encargó de la búsqueda de información y la obtención de datos con la experimentación del equipo.

Juan Carlos Jorge Monllor, Profesor Técnico de Formación Profesional, se encargó de la búsqueda del vúmetro y su adaptación a nuestro semáforo acústico.

Elías Urbistondo Pérez, Profesor Técnico de Formación Profesional, se encargó de la búsqueda de la botonería, diseño de la fuente de alimentación y diseño y construcción de la caja.

Eduardo Solís Muñoz, Profesor Técnico de Formación Profesional, coordinó el proyecto, se encargó del montaje del semáforo, diseño la práctica del aislamiento acústico y experimentó con el alumnado, tanto en la práctica como con semáforo acústico.

El Alumnado del módulo de Instalaciones de megafonía y sonorización del Ciclo Formativo de Grado Medio de Instalaciones de Telecomunicaciones, experimentó y obtuvo todas las medidas necesarias y realizó el montaje del semáforo.

El Servicio Técnico de la empresa Vetson CESVA Instrument S.L., se encargó del asesoramiento e impartió dos cursos de formación:

- Configuración y uso de la fuente sonora FP122 reproduciendo el propio ruido generado por la fuente o por una señal procedente de otros equipos externos. El manual utilizado para el curso, queda como Anexo I a la memoria.

- Gestión de todos los recursos que intervienen en una medición de aislamiento. El manual utilizado para el curso, queda como Anexo II a la memoria.

D.- Recursos y equipamientos utilizados/adquiridos.

Recursos y equipamiento utilizado:

- Sonómetro analizador de espectro SC310.
- Trípode para la fuente sonora.
- Trípode para el sonómetro.
- PC con el software CESVA Measuring Assistant CMA.
- Sistema Bluetooth para la conexión inalámbrica entre el PC y el sonómetro.
- Osciloscopio Hameg
- Generador
- Unidad de soldadura
- Fuente de alimentación de 12 V, incluido el transformador
- Diferente material fungible: Cableado, componentes, madera, clavijas, tornillería,...

Recursos y equipamiento adquiridos:

- Generador de ruido amplificado con ecualizador AP602.
- Altavoz omnidireccional BP012.
- Cable de conexión del amplificador al altavoz de un mínimo de 10 m.
- Sistema Bluetooth para la conexión inalámbrica entre el PC y el amplificador.
- Kit de Velleman Vúmetro K 435.

F.- Desviaciones de lo previsto y soluciones aplicadas.

Ha habido dos aspectos que no han podido resolverse. En primer lugar, la falta de tiempo nos ha impedido experimentar con el Semáforo Acústico en diferentes aulas del centro, para ir sensibilizando a la Comunidad Educativa sobre la importancia de la contaminación Acústica. Esta faceta se irá desarrollando en los próximos cursos.

Y en segundo lugar, no se ha iniciado la posible creación de una empresa mediante el método Spin-Off porque las características del alumnado no eran las adecuadas.

G.- Aplicaciones futuras.

El Semáforo Acústico se fabricará y se instalará en las diferentes dependencias del Instituto para sensibilizar a la Comunidad Educativa sobre la importancia de la Contaminación Acústica.

Se tomarán medidas para aislar mejor acústicamente las aulas.

Se incluirá la práctica de Medición del Aislamiento Acústico de un Recinto en la programación del módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización del ciclo formativo de grado medio Instalaciones de Telecomunicaciones.

H.- Valoración final. Conclusiones.

La conclusión es muy positiva, la mayoría de los objetivos se han conseguido, salvo lo explicado en el apartado F.

El proyecto nos permite seguir trabajando en la concienciación sobre la importancia de la Contaminación Acústica.

El alumnado ha participado con entusiasmo y les ha proporcionado posibilidades de trabajo.